MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

I.DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO.....2

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO 2

I.1.1 Nombre del proyecto 2
I.1.2 Ubicación (dirección) del proyecto 2
I.1.3 Duración del proyecto 2

I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE..... 3

I.2.1 Nombre o razón social.....3
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente 3
I.2.3 Datos del representante legal.....3
I.2.4 Dirección del promovente para oír y recibir notificaciones.....3

I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO..... 4

I.3.1 Nombre del responsable técnico ambiental del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental 4
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP.....4
I.3.3 Dirección del responsable técnico del documento 4
I.3.4 Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo.....4

I.DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1 Nombre del proyecto

El proyecto se denomina **"ALISIA".**

I.1.2 Ubicación (dirección) del proyecto

El inmueble sobre él que se pretende desarrollar el proyecto se localiza en las confluencias del Fraccionamiento Marina Vallarta y Marina Los Peines, que forman parte del Recinto Portuario de la ciudad de Puerto Vallarta, Jalisco. El domicilio del proyecto es Boulevard Francisco Medina Ascencio (Interior Marina Los Peines) s/n, Fraccionamiento Marina Vallarta, municipio de Puerto Vallarta, Estado de Jalisco.

Coordenada Central

Proyección Cartográfica UTM DATUM: WGS 84 Zona 13Q	**Coordenada en X**	**Coordenada en Y**
	474331.53 m E	2284672.51 m N

I.1.3 Duración del proyecto

Durante la primera etapa denominada *Preparación* se estima una duración de 12 meses, contados a partir de la autorización por parte de la autoridad correspondiente. Mientras la segunda etapa correspondiente a la *construcción* se pretende concluir en un periodo de 48 meses.

La etapa de *Operación* y *Mantenimiento* se iniciará una vez concluidas las actividades correspondientes a las etapas anteriormente descritas. Para esta etapa no es posible determinar un término, debido a que la durabilidad del proyecto dependerá directamente del mantenimiento y uso que se le dé al mismo. Se considera un periodo de operación mínimo de 60 a 70 años, no obstante, podría ampliarse dependiendo del adecuado mantenimiento de la infraestructura.

I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1 Nombre o razón social

El proyecto ALISIA es promovido por la sociedad denominada **Blue Tree Inmobiliaria S.A de C.V.**, cuya constitución quedó protocolizada en la escritura número 34,731 (treinta y cuatro mil setecientos y uno), con fecha del 25 de octubre del 2019, ante la fe del Notario Público número 147, en el municipio de Mazatlán, Sinaloa, **(Anexo I.1)**.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

[redacted](**Anexo I.2**)

I.2.3 Datos del representante legal

C. Sergio Enrique Gutiérrez Labra, como se desprende de la formalización de los acuerdos derivados del Acta de Asamblea General Ordinaria celebrada por los integrantes de la persona moral denominada “Blue Tree Inmobiliaria” S.A de C.V, Instrumento Público con número de póliza 6385 y libro de registro 1 con fecha del 03 de abril del 2023 (**Anexo I.3**).

Se presenta la credencial INE del C. Sergio Enrique Gutiérrez Labra como Identificación oficial (**Anexo I.4**).

I.2.4 Dirección del promovente para oír y recibir notificaciones

[redacted].

I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

I.3.1 Nombre del responsable técnico ambiental del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental

El Ing. Daniel Armando Herrera Bojorquez fue el encargado de llevar a cabo la elaboración del presente Documento Técnico Unificado, modalidad Regional. Se presenta copia simple de identificación del Ing. Daniel Armando Herrera Bojorquez (**Anexo I.5**) y de su cédula profesional (**Anexo I.6**).

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

[redacted]

I.3.3 Dirección del responsable técnico del documento

[redacted].

I.3.4 Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo

Responsable del Estudio Forestal:

Ing. Daniel Armando Herrera Bojorquez _____

Conforme al Oficio No. UARRN.014.02.02.05.211/25, expedido por la Oficina de Representación del Estado de Jalisco de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con fecha del 06 de febrero de 2025 integrado en el Libro Jal, Tipo UI, Volumen 1, Año 25, como Prestador de Servicios Forestales (**Anexo I.7**). Se hace entrega a su vez de Copia de Cedula Profesional (**Anexo I.6**) No. 14208421 a nombre del Ing. Daniel Armando Herrera Bojorquez, emitida por la Secretaría de Educación Pública el 30 de mayo de 2024.

Declaramos bajo protesta de decir verdad conforme al artículo 36 de Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, que los resultados del presente Dictamen Técnico Unificado Modalidad B Regional se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas, así como las técnicas y metodologías son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales identificados en el presente estudio.

ATENTAMENTE

_____

C. SERGIO ENRIQUE GUITIERREZ LABRA
APODERADO LEGAL DE LA PERSONA MORAL
“BLUE TREE INMOBILIARIA” S.A. DE C.V.

RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DICTAMEN TECNICO UNIFICADO DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL Y RESPONSABLE TÉCNICO FORESTAL DEL ESTUDIO

_____

ING. DANIEL ARMANDO HERRERA BOJORQUEZ
CÉDULA PROFESIONAL NÚM. 14208421.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....2

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO..... 2

II.1.1 Antecedentes del área del proyecto.....2
II.1.1.1 Obras existentes dentro de Propiedad Privada 5
II.1.2 Naturaleza del proyecto.....10
II.1.3 Objetivo del proyecto 11
II.1.4 Ubicación física del proyecto 11
II.1.4.1 Urbanización del área.....15
II.1.5 Inversión requerida.....17
II.1.6 Superficie del Proyecto 17
II.1.6.1 Polígono de Propiedad Privada.....20
II.1.6.1.1 Caracterización del Polígono de Propiedad Privada.....22
II.1.6.2 Recinto Portuario de Puerto Vallarta (RP-PV) 32
II.1.6.3 Servidumbre 33
II.1.6.4 Áreas de Concesión.....33

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO..... 34

II.2.1. Descripción de los componentes del Plan Maestro 34
II.2.1.2 Elementos por nivel. 35
II.2.2. Programa de trabajo 71
II.2.3. Representación gráfica regional 72
II.2.4. Preparación del sitio y construcción 77
II.2.5 Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo 107
II.2.5.1 Tipo de vegetación.....107
II.2.5.2 Muestreo 115
II.2.5.3 Distribución de las muestras 119
II.2.5.4 Análisis Estadístico. 125
II.2.5.5 Determinación volumétrica a remover resultado del Cambio de Uso de Suelo proyectado en el estrato arbóreo 126
II.2.5.6 Cambio de uso de suelo total (volumen, cobertura y número de individuos) 128
II.2.6 Operación y mantenimiento.....132
II.2.7 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones 134
II.2.8 Residuos.....136
II.2.9 Emisiones y descargas 141

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto **"Alisia"** consiste en la construcción de un desarrollo habitacional plurifamiliar que consta de **una torre de 27 niveles**; entre los que se proyecta una Planta Baja con amenidades y alberca, 25 niveles residenciales para **224 departamentos**, y un Roof Garden. A esta estructura se suma un sótano destinado a ser estacionamiento y otras áreas de servicios y bodegas para el proyecto. La torre alcanzará una altura total de 105.971 metros sobre el nivel de calle y de 108.971 metros sobre el nivel medio del mar. Adicionalmente, se pretende la realización de actividades de mejoramiento de la infraestructura vial de acceso al proyecto, así como la construcción de un andador con áreas verdes colindantes a la propiedad privada.

El proyecto nace con la finalidad de satisfacer la demanda de espacios habitacionales en la región de la Bahía, que beneficien tanto a la comunidad local como al sector turismo, con la expectativa de contribuir al afluente económico de la región, contribuyendo de forma ordenada a la urbanización del municipio de Puerto Vallarta, Jalisco.

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

II.1.1 Antecedentes del área del proyecto

El proyecto **"Alisia"**, comprende con una superficie total de **10,543.57 m^2**, y se encuentra dentro de la delimitación del Recinto Portuario de Puerto Vallarta (**Plano II.1**). Este Recinto fue determinado mediante el "Decreto por el que se determina el Recinto Portuario correspondiente a Puerto Vallarta, ubicado en el Estado de Jalisco en el Litoral el Pacífico", publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF), el 20 de abril de 1988. En dicho Decreto se establece, en su Artículo Cuarto, que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) será la encargada de controlar, operar y vigilar las obras e instalaciones del Recinto, a la vez que la SCT podrá otorgar las concesiones de uso y aprovechamiento.

Sin embargo, posteriormente, la delimitación del Recinto Portuario fue modificada mediante el "Acuerdo que Amplía la Delimitación y Determinación del Recinto Portuario de Puerto Vallarta, municipio del mismo nombre, en el Estado de Jalisco", publicado en el DOF el 14 de octubre de 1994. En el Artículo Tercero de este acuerdo se establece lo siguiente:

> *ARTICULO TERCERO.- Se excluyen del régimen de este Acuerdo, (…)*
> *Asimismo las áreas de propiedad privada con una superficie de 01-60-10 hectáreas cuyas coordenadas de los vértices correspondientes se señalan a continuación:*

En el citado Artículo Tercero, conforme a las coordenadas expuestas, se excluye del Recinto Portuario de Puerto Vallarta, el polígono de propiedad privada denominado "**Poligonal 2 Propiedad Privada**" que es donde se pretende desarrollar el proyecto **"Alisia"**.

Es importante aclarar que, dado que las coordenadas de los vértices referidas en el Decreto de fecha 14 de octubre de 1994, corresponden a un sistema de coordenadas sin referencia a un sistema de proyección cartesiano; se realizó una solicitud de aclaración a la **Administración del Sistema Portuario Nacional de Puerto Vallarta**, **S.A. de C.V. (ASIPONA-PV)**, sobre diversos puntos relacionados con la determinación y exclusiones de inmuebles que conforman el Recinto Portuario de Puerto Vallarta; a lo que, la oficina de la **ASIPONA-PV** emitió respuesta mediante oficio **ASIPONA-PV-D.G.-001/2026**, de fecha 13 de enero de 2026; en el que, se confirma que el inmueble de propiedad privada identificado como "**Poligonal 2 Propiedad Privada**" a nombre de la promovente del proyecto **"Alisia"**, con superficie de **6,741.80 m^2**, no forma parte del decreto, y se encuentra excluido en su totalidad del Recinto Portuario de Puerto Vallarta. El oficio **ASIPONA-PV-D.G.-001/2026** se presenta como **Anexo II.1**.

Los **3,801.77 m^2** restantes que conforman el área del proyecto, corresponden a una superficie bajo el régimen de "**Zona Federal**" **del Recinto Portuario de Puerto Vallarta**. La delimitación de Recinto Portuario PV, y del inmueble de propiedad privada excluida, que en su conjunto representan un área de **10,543.57 m^2** se presenta en el **Plano II.1**.

Por otro lado, la superficie de propiedad privada (**6,741.80 m^2**) contiene superficies que han sido previamente invadidas por los propietarios de los predios colindantes; por lo que se encuentra afectada con la presencia de algunos elementos de infraestructura urbana que denominaremos "**Condominio Isla Iguana I**", y "**Vialidad Recinto Portuario**". Estos elementos fueron construidos por el fraccionamiento vecino **Condominio Isla Iguana**, y la **Administración Portuaria Integral** respectivamente. En ambos casos, fueron construidos con anterioridad a la entrada en vigor de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, entrando en vigor el 1 de marzo de 1988, así como de su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental publicado en el DOF el 30 de mayo de 2000, entrando en vigor 30 días después, por lo que, al momento de la edificación de estas obras, no existía marco jurídico que exigiera la obtención de una autorización en materia de impacto ambiental para estas obras. La antigüedad de estas obras queda demostrada mediante **Anexo II.16**, que corresponde al **Certificado catastral del predio**.

Plano II. 1. Ubicación del área del proyecto respecto al Recinto Portuario de Puerto Vallarta



RECINTO PORTUARIO Y EXCLUSIONES

SIMBOLOGÍA

Límite de proyecto

Propiedad Privada Excluida de la Marina

Zona Federal del Decreto de 1994

Fuente:
Elaboración Propia
Imagen de Google Earth

Proyección Cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte.

Datum de Referencia: WGS 1984

II.1.1.1 Obras existentes dentro de Propiedad Privada

Como se mencionó anteriormente, el **Área del Proyecto** donde se pretende desarrollar **"Alisia"**, comprende una **superficie total de 10,543.57 m²**, de los cuales, **6,741.80 m²** corresponden al régimen de **Propiedad Privada**, perteneciente a la sociedad **"Blue Tree Inmobiliaria" S.A. de C.V.**, conforme a los términos de la **Escritura No. 15,573** de fecha de 27 de marzo del 2023, que para mayor referencia se adjunta en el **Anexo II.2** del presente estudio. En esta superficie se identificaron dos áreas con infraestructura existente, mismas que se describen en la siguiente tabla:

Tabla II. 1. Obras Existentes y superficies por remodelar y demoler

Elemento	Superficie Invadida (m^2)	Obras Existentes y superficies (m^2)	Superficie por remodelar (m^2)	Superficie por demoler (m^2)
Condominio Isla Iguana I	893.76	- Edificio de Servicios: 163.12 - Acceso vial (Carril de acceso, carril de salida y glorieta): 510	Acceso vial (Carril de acceso, carril de salida y glorieta): 510	Edificio de Servicios: 163.12
Vialidad Recinto Portuario	1,223.15	- Servidumbre: 505.03 - Calle Los Peines: 718.12	Servidumbre: 505.03	Calle Los Peines 718.20

A continuación, se describen puntualmente las superficies anteriormente enlistadas.

Obra Existente: "Condominio Isla Iguana I"

La superficie denominada **"Condominio Isla Iguana I"**, con una superficie de **893.76 m²**, hace referencia a la edificación que fue construida por el fraccionamiento vecino conocido como "**Isla Iguana I**", que a su vez forma parte del desarrollo **Fraccionamiento Marina Vallarta**, construido en **1985-1986** por la empresa **SIDEK-SITUR**.

El fraccionamiento turístico conocido como **"Marina Vallarta"** fue impulsado como una inversión público-privada por el Gobierno Federal, a través del **Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR)**, y ejecutado principalmente en la década de **1980**, bajo la operación del consorcio turístico industrial **SIDEK-SITUR**. Los trabajos de dragado comenzaron en 1986 y para el año 1990 ya se encontraba en operación (SCT, 2007; Fideicomiso Puerto Vallarta, 2000, citado en Scartascini Spadaro, 2011, p. 149).

En este contexto y considerando que la construcción del desarrollo **"Fraccionamiento Marina Vallarta"** se inició con anterioridad a la entrada en vigor de la **Ley General del**

Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como de su **Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental**, no existía en ese momento un marco jurídico que exigiera la obtención de una autorización en materia de impacto ambiental para el inicio de obras de este tipo. Por lo tanto, **la construcción de la infraestructura correspondiente al desarrollo inmobiliario Fraccionamiento Marina Vallarta no estuvo sujeta a dicho procedimiento de evaluación ambiental.**

Dentro del esquema de urbanización del **Fraccionamiento Marina Vallarta**, el área se dividió en Macro Lotes que fueron destinados a proyectos de infraestructura portuaria, vivienda turística, marina, comercio y hotelería. Uno de estos macro lotes denominado "**Isla Iguana**" fue asignado al desarrollo del conjunto habitacional conocido como **Condominio Isla Iguana I**, que se ubica colindante al predio de propiedad privada en el que se proyecta desarrollar **"Alisia"**.

Durante el proceso constructivo y de consolidación del **Condominio Isla Iguana I**, se generaron afectaciones directas sobre la superficie del predio actualmente propiedad de "**Blue Tree Inmobiliaria" S.A. de C.V.**, a través de la ejecución de obras. Dicha situación quedó documentada, reconocida y formalizada en el **"Contrato de Reconocimiento y Entrega de Posesión con Concesiones Recíprocas"**, identificado con el **Expediente PJLP/005/2023**, suscrito el 17 de noviembre de 2023. Este convenio fue formalizado mediante la Escritura Pública número 33,367, pasada ante la fe del Notario Público número 8 de Puerto Vallarta, Jalisco, Lic. José de Jesús Ruiz Higuera. Se presenta, como **Anexo II.3**, el **Convenio final de método alternativo** y el **Contrato de reconocimiento y entrega de posesión** entre **Blue Tree Inmobiliaria, S.A. de C.V.**, y **Condominio Isla Iguana I**.

Conforme al referido convenio, el **Condominio Isla Iguana I, reconoce haber ocupado sin título legal alguno**, **una fracción del predio de "Blue Tree Inmobiliaria" S.A. de C.V.**, e identifica de manera puntual la infraestructura existente dentro de dicha superficie.

Obras reconocidas como parte de **"Condominio Isla Iguana I"**:

- **Superficie total de la fracción intervenida: 893.76 m²**
- Infraestructura existente reconocida:
    - **Edificio de Servicios:** superficie aproximada de **163.12 m²**.
    - **Área de acceso vehicular y peatonal:** Superficie aproximada de **510 m²** compuesta por:
        - Carril de acceso.

- Carril de salida.
- Glorieta de circulación.

ANEXO FOTOGRÁFICO

Edificio de Servicios, con una superficie construida aproximada de **163.12 m²**:

Figura II. 1. Fotografías actuales del edificio de servicios de la "Condominio Isla Iguana I"




Área de acceso vehicular y peatonal, de aproximadamente **510 m²**, compuesta por:

- **Carril de acceso.**
- **Carril de salida.**
- **Glorieta de circulación.**

Figura II. 2. Fotografías de acceso vehicular y peatonal de la "Condominio Isla Iguana I"




Obra Existente: "Vialidad Recinto Portuario"

La obra Vialidad Recinto Portuario abarca un área de **1,223.15 m²** y su totalidad corresponde a infraestructura vial que actualmente forma parte del sistema vial del Recinto Portuario de Puerto Vallarta.

Dicha vialidad fue construida por la **ASIPONA-PV**, como acceso vial a Marina Los Peines, y el Hospital Naval.

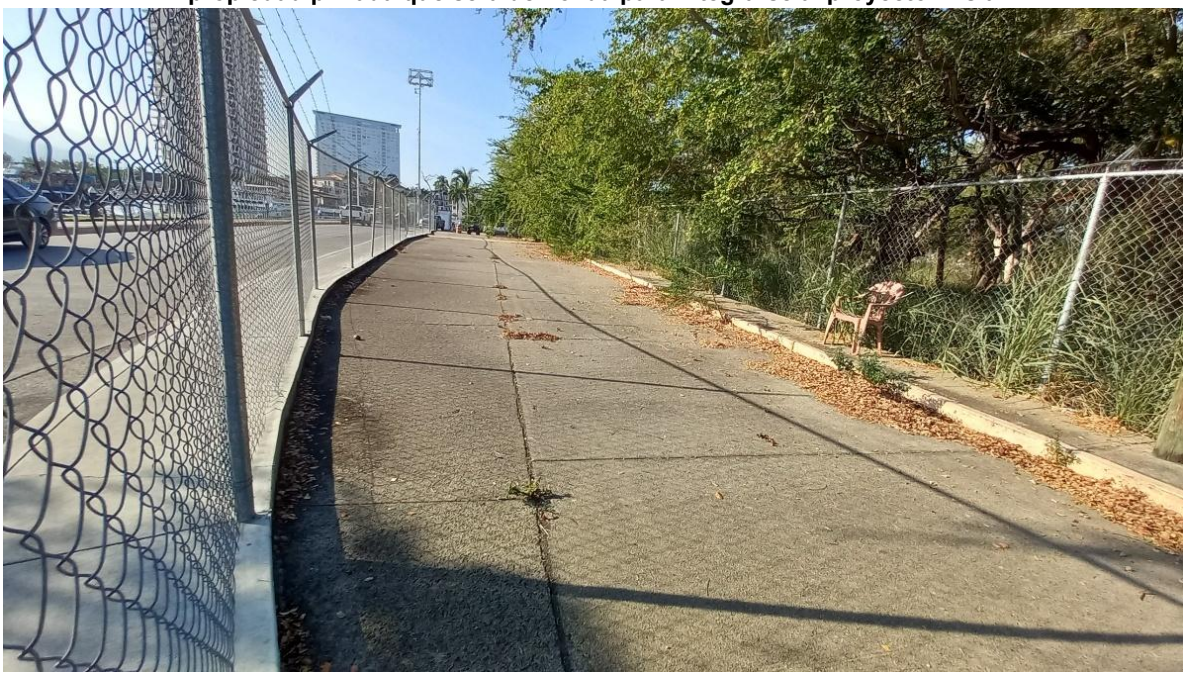
La superficie de **1,223.15 m²** de vialidad está conformada en un solo polígono; sin embargo, se clasifica en **dos secciones** conforme a los usos que se le pretende dar, considerando el plan maestro del proyecto "**Alisia**" y que continuación se explica:

- **Sección "Servidumbre Legal":** corresponde a una superficie de **505.03 m²** de los **6,741.80 m²** de la **propiedad privada**, que posteriormente fueron constituidos como **Servidumbre Voluntaria de Paso a Título Gratuito** por la sociedad mercantil Desarrollos Bahía Kalma, S. de R.L. de C.V. (**Anterior Propietario de la Propiedad Privada**), en favor de la **Administración Del Sistema Portuario Nacional Puerto Vallarta, S.A. DE C.V.** (**actualmente ASIPONA-PV**). Lo anterior quedó estipulado en la **Escritura Pública 2,736**, la cual es presentada como **ANEXO II.4**. Esta superficie se conservará como vialidad para el tránsito de los usuarios y vehículos de la ASIPONA-PV, los usuarios de la marina publica Los Peines, así como el personal de la Secretaría de La Marina, y Hospital Naval (**Figura II.3**).
- **Sección "Calle Los Peines":** representa una superficie que abarca **718.12 m²** que de igual forma se deriva del polígono de la **propiedad privada**. Sin embargo, contrario a la sección **"Servidumbre Legal"**, esta porción de la vialidad se encuentra en desuso y **deberá ser demolida** debido a que formará parte del proyecto (**Figura II.4**).

Figura II. 3. Sección "Servidumbre Vial" que representa una superficie de 505.03 m^2 dentro de la propiedad privada que permanecerá como parte de la infraestructura vial del Recinto Portuario PV



Figura II. 4. Sección "Calle Los Peines" que representa una superficie de 718.12 m^2 dentro de la propiedad privada que será demolida para integrarse al proyecto Alisia



II.1.2 Naturaleza del proyecto

El proyecto **"Alisia"** se formula como una respuesta a la creciente demanda de vivienda en el municipio de Puerto Vallarta, derivada del incremento en la actividad turística y del desarrollo urbano en la región. De acuerdo con información de la Secretaría de Turismo Federal, México registró un incremento aproximado del 6% en el flujo de visitantes, posicionándose en el sexto lugar a nivel mundial en captación turística. En el ámbito local, Puerto Vallarta alcanzó una ocupación del 70% durante el periodo 2025, con un crecimiento interanual del 25% en el número de turistas. Estos indicadores confirman la necesidad de ampliar la oferta residencial, tanto para residentes permanentes, como para turistas.

El diseño del proyecto y su ubicación tienen como finalidad proporcionar soluciones habitacionales de alta calidad, aprovechando su ubicación estratégica en proximidad inmediata a la zona costera, Marina Vallarta, el corredor turístico de Puerto Vallarta y la zona conurbada hacia Nuevo Nayarit, Bucerías, La Cruz de Huanacaxtle, y Punta Mita, Nayarit. El desarrollo se concibe bajo lineamientos de sustentabilidad ambiental y conforme a la normatividad vigente, a fin de minimizar impactos adversos durante su construcción y operación.

La integración del proyecto al procedimiento de evaluación ambiental permitirá garantizar su cumplimiento con los instrumentos regulatorios aplicables y confirmar que la construcción y operación del desarrollo no generen desequilibrios ecológicos, afectaciones irreversibles o impactos significativos no mitigables.

Desde la perspectiva económica, los proyectos inmobiliarios con enfoque residencial y turístico en zonas costeras presentan impactos económicos positivos transversales en los sectores secundario y terciario. De acuerdo con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN, INEGI 2023), el proyecto se enmarca en el subsector de la construcción, específicamente en la categoría de edificación de vivienda multifamiliar destinada a su comercialización. Este tipo de desarrollo contribuye a la dinamización económica mediante la generación de empleos directos e indirectos, el incremento de la actividad comercial y la captación del pago de impuestos, así como la consolidación del crecimiento urbano ordenado, con respecto al medio ambiente.

II.1.3 Objetivo del proyecto

El proyecto **"Alisia"** tiene como objetivos principales:

- Atender la creciente demanda de vivienda mediante la creación de espacios habitacionales con áreas de esparcimiento y recreación cercanas a la playa, así como con acceso a los servicios disponibles en la zona urbana de Puerto Vallarta, Jalisco, y Bahía de Banderas, Nayarit.
- Cumplir plenamente con la normatividad ambiental y los instrumentos de ordenamiento territorial aplicables, garantizando que el desarrollo habitacional se ejecute conforme a los requisitos legales y de sustentabilidad vigentes.
- Construir un proyecto, que genere y aporte espacios con un impacto ambiental mínimo y compatibles con los ecosistemas presentes, sin comprometer su integridad.
- Contribuir al desarrollo económico regional mediante la generación de inversión y empleo, favoreciendo tanto a la comunidad local como al entorno productivo.
- Consolidar un proyecto emblemático dentro de la Zona Metropolitana de Puerto Vallarta-Bahía de Banderas, destacando por su propuesta arquitectónica y por la integración de políticas de sustentabilidad.
- Implementar un proyecto de desarrollo inmobiliario icónico, que además de aportar a la modernización de la zona urbana, aporte a la restauración de los ecosistemas costeros de la región, mediante acciones de compromiso ambiental, concretas y medibles, en compensación a sus impactos.
- La construcción de una torre residencial de 27 niveles para 224 unidades residenciales, que tendrá una planta baja con alberca y amenidades, un sótano para estacionamiento y bodegas y un Roof Garden con amenidades.

II.1.4 Ubicación física del proyecto

El **área del proyecto** (**10,543.57 m²**) se ubica con dos colindancias principales. El ingreso principal al proyecto es por Boulevard Francisco Medina Ascencio (Interior Los Peines) s/n, Fraccionamiento Marina Vallarta (**Plano II.2**). De igual forma, vía marítima, el área del proyecto colinda con vialidades del Recinto Portuario de Puerto Vallarta, y Fraccionamiento Marina Vallarta.

El **área del proyecto** se integra del polígono de propiedad privada (**6,741.80 m²**) denominado "**lote urbano baldío identificado como fase II de Isla Iguana**", el cual queda

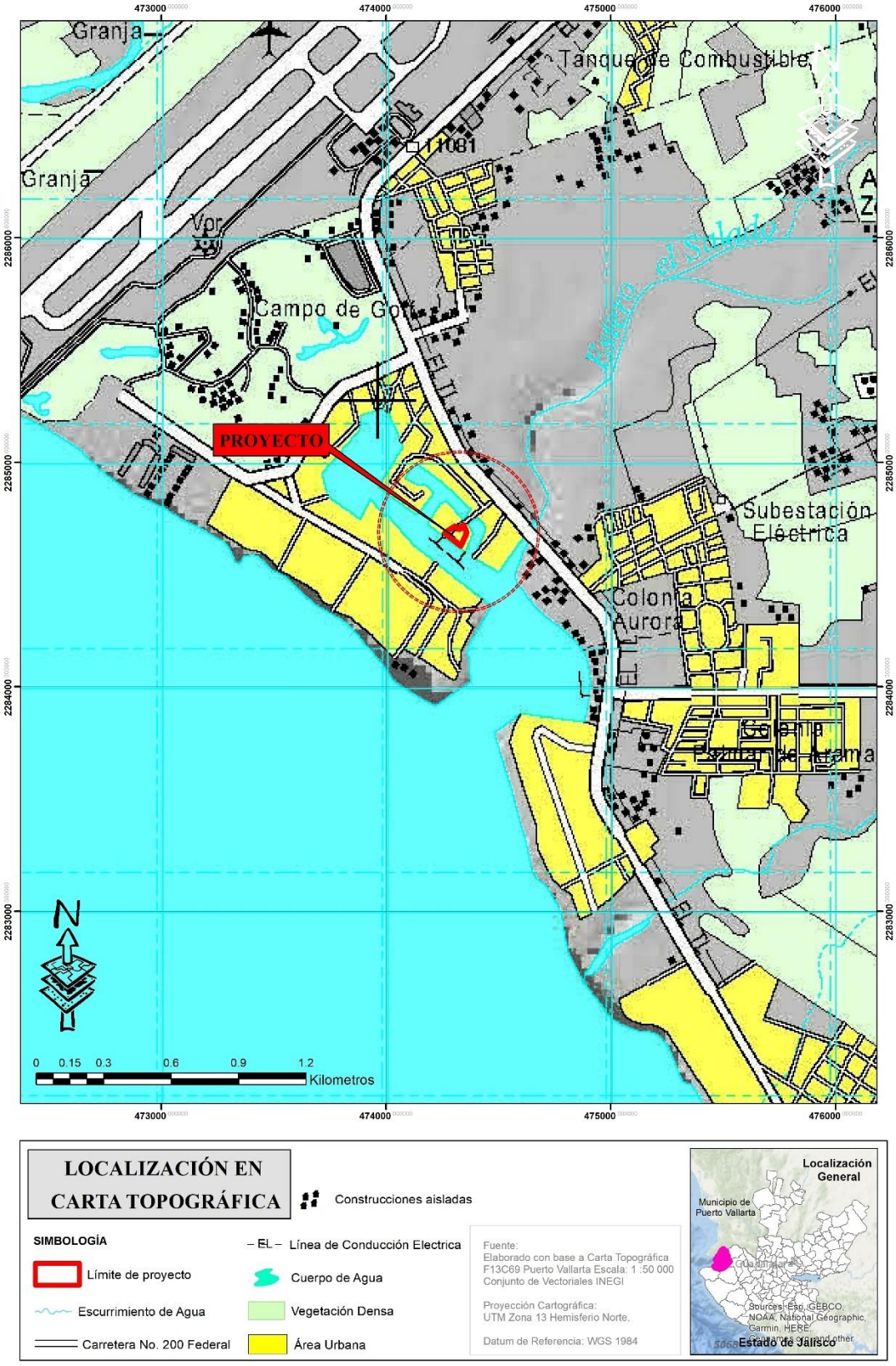
como remanente del Polígono I-J. Así como de una fracción del Recinto Portuario de Puerto Vallarta (**3,801.77 m²**), que, en su conjunto, estas superficies conforman un polígono de **10,543.57 m²**. Las Coordenadas UTM de los vértices que delimitan el **área del proyecto** se presentan en la **Tabla II.2**, y se representan en el **Plano II.3**.

Tabla II. 2. Coordenadas de Cuadro de Construcción del Área del Proyecto "Alisia"

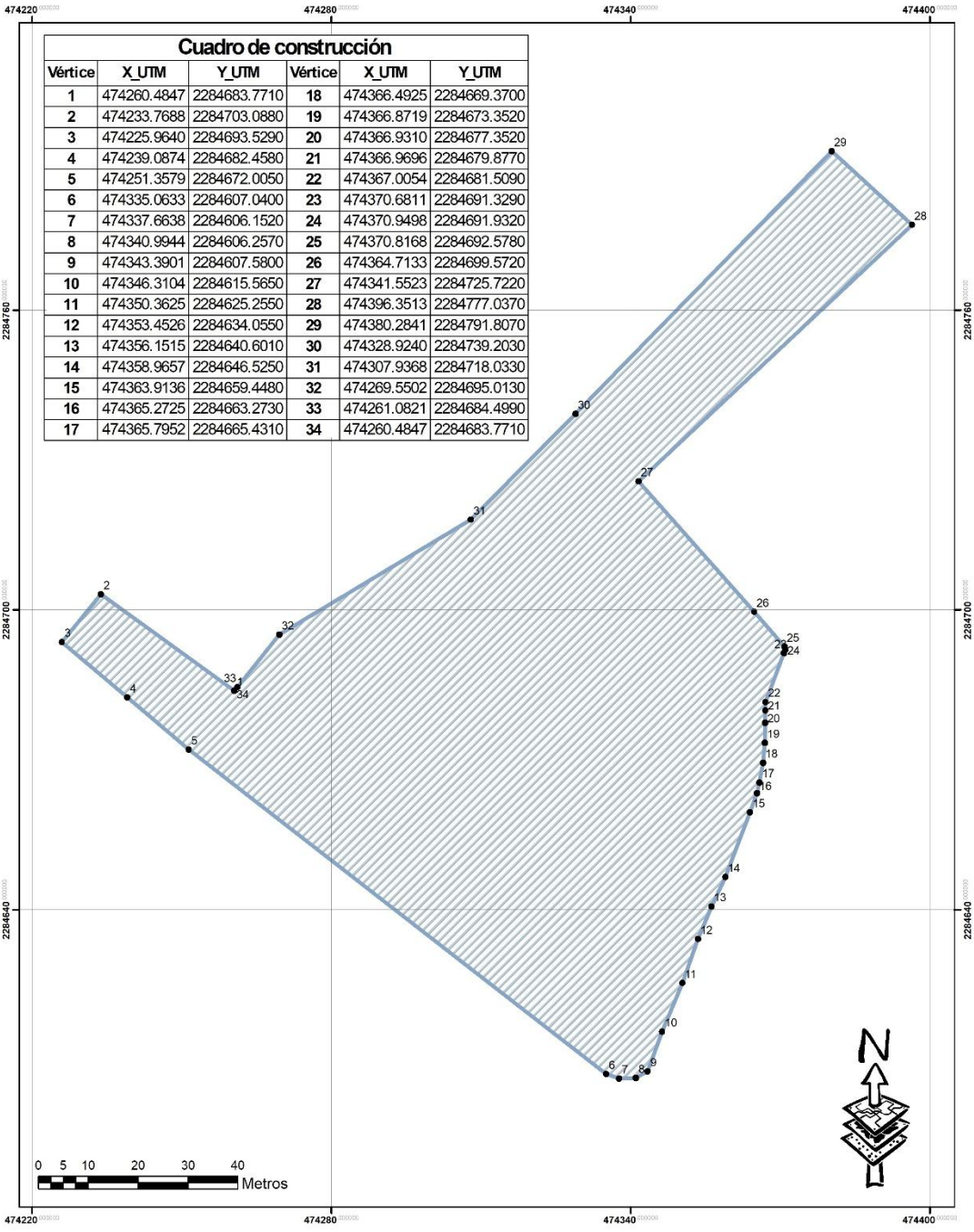
Vértice	UTM X	UTM Y	Vértice	UTM X	UTM Y
1	474260.485	2284683.77	18	474366.493	2284669.37
2	474233.769	2284703.09	19	474366.872	2284673.35
3	474225.964	2284693.53	20	474366.931	2284677.35
4	474239.087	2284682.46	21	474366.970	2284679.88
5	474251.358	2284672.01	22	474367.005	2284681.51
6	474335.063	2284607.04	23	474370.681	2284691.33
7	474337.664	2284606.15	24	474370.950	2284691.93
8	474340.994	2284606.26	25	474370.817	2284692.58
9	474343.390	2284607.58	26	474364.713	2284699.57
10	474346.310	2284615.57	27	474341.552	2284725.72
11	474350.363	2284625.26	28	474396.351	2284777.04
12	474353.453	2284634.06	29	474380.284	2284791.81
13	474356.152	2284640.60	30	474328.924	2284739.20
14	474358.966	2284646.53	31	474307.937	2284718.03
15	474363.914	2284659.45	32	474269.550	2284695.01
16	474365.273	2284663.27	33	474261.082	2284684.50
17	474365.795	2284665.43	34	474260.485	2284683.77

(Coordenadas UTM Zona 13, Proyectadas con el Datum: WGS 84)

Plano II. 2. Localización en carta topográfica



Plano II. 3. Cuadro de Construcción del Área del Proyecto "Alisia"



Cuadro de construcción

Vértice	X_UTM	Y_UTM	Vértice	X_UTM	Y_UTM
1	474260.4847	2284683.7710	18	474366.4925	2284669.3700
2	474233.7688	2284703.0880	19	474366.8719	2284673.3520
3	474225.9640	2284693.5290	20	474366.9310	2284677.3520
4	474239.0874	2284682.4580	21	474366.9696	2284679.8770
5	474251.3579	2284672.0050	22	474367.0054	2284681.5090
6	474335.0633	2284607.0400	23	474370.6811	2284691.3290
7	474337.6638	2284606.1520	24	474370.9498	2284691.9320
8	474340.9944	2284606.2570	25	474370.8168	2284692.5780
9	474343.3901	2284607.5800	26	474364.7133	2284699.5720
10	474346.3104	2284615.5650	27	474341.5523	2284725.7220
11	474350.3625	2284625.2550	28	474396.3513	2284777.0370
12	474353.4526	2284634.0550	29	474380.2841	2284791.8070
13	474356.1515	2284640.6010	30	474328.9240	2284739.2030
14	474358.9657	2284646.5250	31	474307.9368	2284718.0330
15	474363.9136	2284659.4480	32	474269.5502	2284695.0130
16	474365.2725	2284663.2730	33	474261.0821	2284684.4990
17	474365.7952	2284665.4310	34	474260.4847	2284683.7710

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN

SIMBOLOGÍA

Vértice

Límite de proyecto **10,543.57 m ²**

Fuente:
Elaboración con base al archivo DWG Levantamiento topográfico.

Proyección Cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte.

Datum de Referencia: WGS 1984

II.1.4.1 Urbanización del área

Conforme al **Programa Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Puerto Vallarta** (**PMDUMPV**), el proyecto se ubica dentro de una zona clasificada como **Área Urbanizada** correspondiente al **Plan Parcial de Desarrollo Urbano** denominado **Distrito Urbano 5** (**PPDU-DU5 2022**), que conforma parte del **Centro de Población** de la cabecera municipal de Puerto Vallarta, Jalisco. Esta zona, dada su consolidación urbanística, cuenta con los servicios e infraestructura necesarios para el desarrollo de un proyecto inmobiliario como Alisia. Asimismo, en la cercanía se encuentran espacios de recreación y descanso, el hospital naval, centros comerciales, iglesias, hoteles y escuelas, así como la Marina Vallarta, y Recinto Portuario.

De acuerdo con el Documento Técnico del Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Distrito Urbano 5 (**PPDU-DU5, 2022**), el abastecimiento de agua potable proviene de la batería de pozos ubicada en el norte de la ciudad a través de tuberías de cemento. Del mismo modo, la zona cuenta con redes de drenaje sanitario que funcionan a través de un sistema de cárcamos, que se conectan con los colectores municipales. El drenaje de la zona fluye a través de tuberías de asbesto cemento, y se trasladan las aguas residuales a estaciones de bombeo que, finalmente, se dirigen a la **planta de tratamiento de aguas residuales** conocida como **Norte II**, operada por el organismo operador del agua municipal **SEAPAL Vallarta**.

El abastecimiento de energía eléctrica será suministrado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) a través de líneas de media tensión. La cobertura de este servicio es total dentro del distrito y factible para él proyecto. Del mismo modo, se cuenta con redes de alumbrado público, servicio de telefonía y telecomunicaciones ya instalados.

En cuanto a la infraestructura vial, el proyecto colinda con una de las vialidades primarias de mayor importancia para el Centro de Población de Puerto Vallarta, el Boulevard Francisco Medina Ascencio, que conecta la zona con otros centros de población y puntos de la ciudad. También existen vialidades colectoras y subcolectoras que dan acceso a las propiedades y conectan con las vialidades locales.

Para acceder al área del proyecto se puede llegar desde la Boulevard Francisco Medina Ascencio. A unos cuantos metros de la desembocadura del Estero El Salado con la Marina Vallarta, se debe girar en dirección sur por la Calle Marina Los Peines, que conduce a Isla Iguana, donde se localiza el polígono del proyecto (**Plano II.4**).

Plano II. 4. Vías de acceso al área del proyecto



VÍAS DE ACCESO

SIMBOLOGÍA

Límite de proyecto

Calle de primer orden

Calle de tercer orden

Fuente:
Elaborado con base a los Vectoriales de la Carta Topográfica F13C69 Puerto Vallarta Escala: 1 :50 000
Conjunto de Vectoriales INEGI

Proyección Cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte.

Datum de Referencia: WGS 1984

II.1.5 Inversión requerida

Se tiene previsto realizar una inversión privada de aproximadamente $1,200,000,000 pesos mexicanos durante las etapas de preparación y construcción del proyecto. Entre otros conceptos, la inversión se utilizará para la adquisición de insumos, contratación de personal de la región y construcción de la infraestructura. De este monto, serán destinados aproximadamente $824,300 pesos mexicanos a la aplicación de medidas de mitigación durante la implementación del proyecto.

II.1.6 Superficie del Proyecto

Como se ha manifestado previamente, el **área del proyecto** comprende una **superficie total** de **10,543.57 m²**. En esta superficie se pretenden realizar todas las actividades y obras inherentes al proyecto "**Alisia**".

El **régimen jurídico del área del proyecto** se desglosa conforme a los polígonos y superficies que se describen en la **Tabla II.3**; y su distribución respecto al área del proyecto, se ven representadas en el **Plano II.5**.

Tabla II. 3. Régimen Jurídico de las Superficies que Integran el Area del Proyecto.

Polígono	Superficie	Instrumento
Propiedad Privada	6,741.80 m2	Instrumento Público No. 15,573
Recinto Portuario de Puerto Vallarta	3,801.77 m2	Decreto que determina el Recinto Portuario de Puerto Vallarta, Jal. Publicado en el D.O.F., 20 de abril de 1988
TOTAL	**10,543.57 m²**	

En la **superficie de propiedad privada**, que abarca **6,741.80 m²**, se desarrollarán todas las obras y edificaciones permanentes del proyecto, incluyendo el sótano con estacionamiento, la torre habitacional y las amenidades previstas en Planta Baja y Roof Garden. Asimismo, conforme a lo indicado en los antecedentes del proyecto, se conservará una fracción de **505.03 m²** constituida como **Servidumbre Voluntaria de Paso a Título Gratuito**, actualmente utilizada como vialidad del Recinto Portuario–PV. Esta área se identifica en el **Plano II.5** como el polígono marcado en color morado.

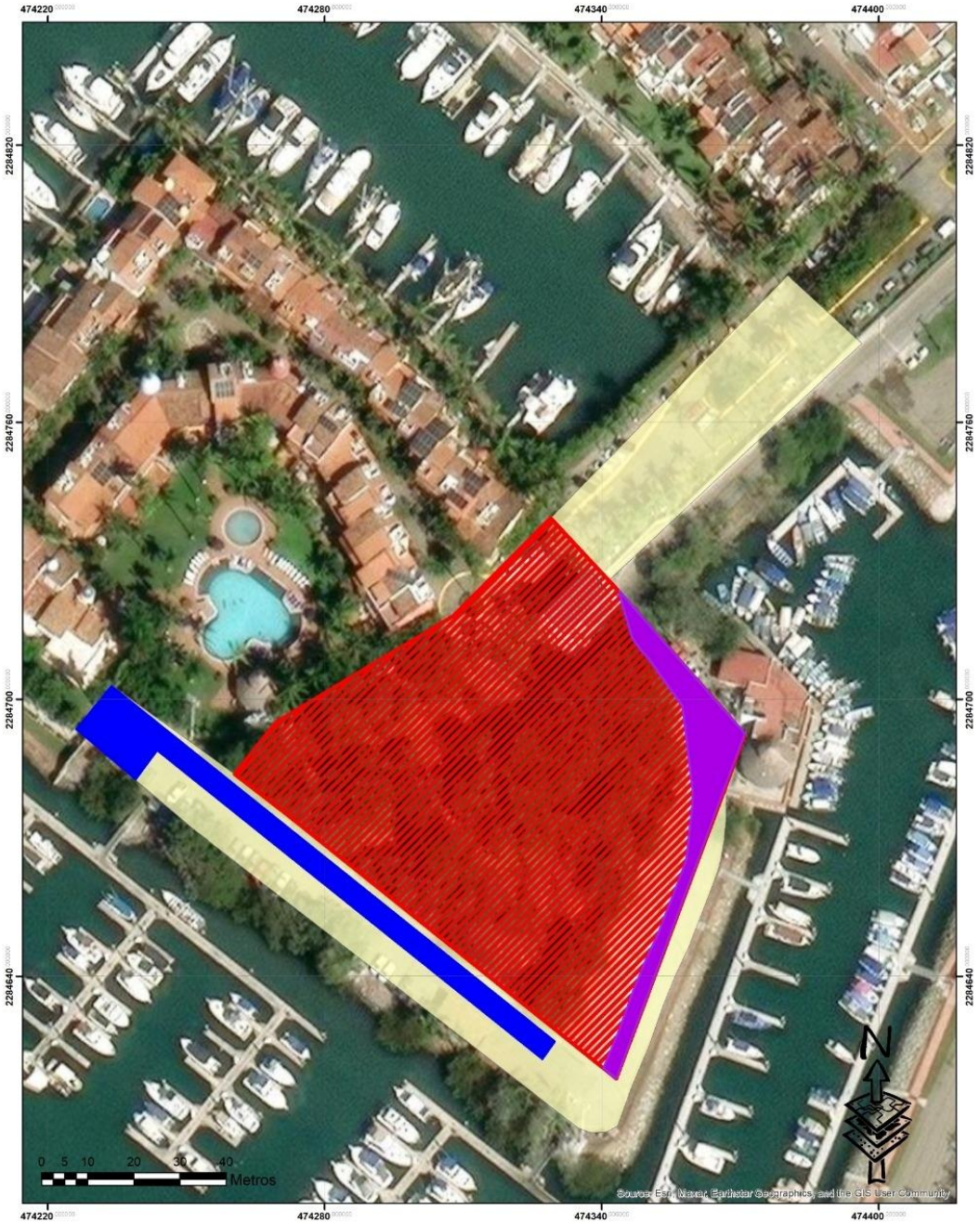
Por su parte, en la **superficie de 3,801.77 m²** correspondiente al polígono del **Recinto Portuario**, únicamente se desarrollarán dos elementos:

1. Un módulo que alojará baños públicos y bodegas para la **ASIPONA–PV** y el Recinto Portuario.

2. Una **Zanja de infiltración pluvial**, ubicada bajo el nivel de calle, diseñada para mitigar los impactos por el incremento en el coeficiente de escurrimiento pluvial derivado de la construcción del proyecto.

Para la construcción de esta caja de infiltración, se ha solicitado una concesión a **ASIPONA–PV** para el uso de **740 m²** de zona federal bajo administración del Recinto Portuario. Dicho polígono puede visualizarse en el **Plano II.5** en color azul.

Plano II. 5. Régimen Jurídico de las Superficies que conforman el Área del Proyecto.



ZONIFICACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO

SIMBOLOGÍA

- Propiedad Privada 6,741.80 m^2
- Recinto Portuario de Puerto Vallarta 3,801.77 m^2
- Servidumbre 505.03 m^2
- Área de Concesión 740.0 m^2

Fuente:
Elaboración con base al archivo DWG Levantamiento topográfico.

Proyección Cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte.

Datum de Referencia: WGS 1984

A continuación, se describen cada una de las superficies anteriormente expuestas.

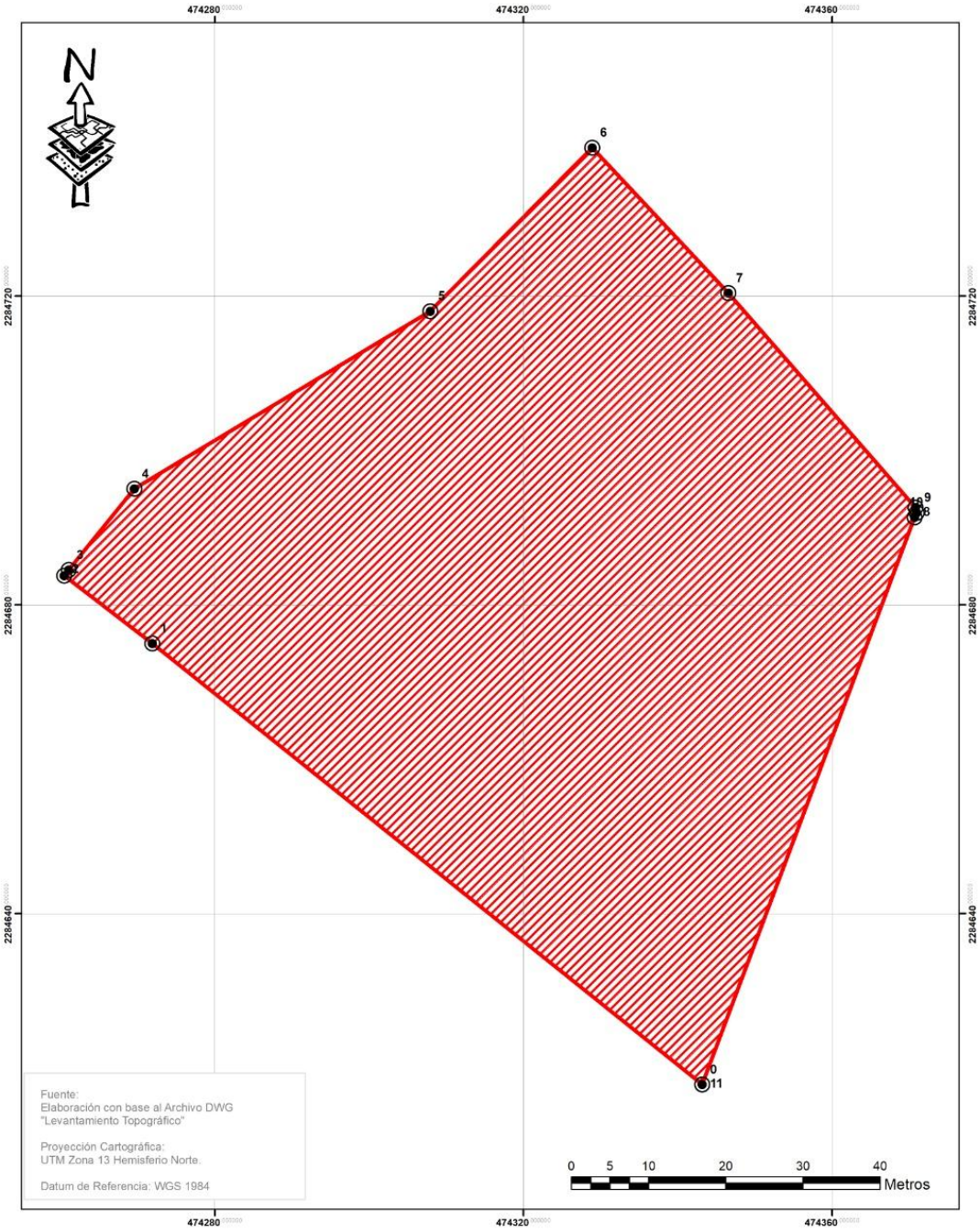
II.1.6.1 Polígono de Propiedad Privada

La propiedad privada del área del proyecto corresponde a una superficie de **6,741.80 m²** que se encuentran bajo el **régimen de Propiedad Privada** por medio de la **Escritura No. 15,573** con fecha de 27 de marzo del 2023 (**Anexo II.2**). Las coordenadas del Polígono de Propiedad Privada se presentan en la **Tabla II.4**; mientras que el polígono de Propiedad Privada del Proyecto se presenta en el **Plano II.6**.

Tabla II. 4. Coordenadas de Propiedad Privada

PROPIEDAD PRIVADA		
Vértice	**X UTM**	**Y UTM**
0	474343.1778	2284617.848
1	474271.8979	2284674.996
2	474260.4847	2284683.771
3	474261.0821	2284684.499
4	474269.5502	2284695.013
5	474307.9368	2284718.033
6	474328.924	2284739.203
7	474346.5548	2284720.381
8	474370.8168	2284692.578
9	474370.9498	2284691.932
10	474370.6811	2284691.329
11	474343.1778	2284617.848
SUPERFICIE: 6,741.80 m²		

Plano II. 6. Polígono de Propiedad Privada según Escritura No. 15,573



CUADRO DE CONSTRUCCIÓN

SIMBOLOGÍA

Vértice

Límite de proyecto 6,741.80 m^2

COORDENADAS UTM					
Vértice	X UTM	Y UTM	Vértice	X UTM	Y UTM
0	474,343.1778	2,284,617.8476	6	474,328.9240	2,284,739.2030
1	474,271.8979	2,284,674.9955	7	474,346.5548	2,284,720.3807
2	474,260.4847	2,284,683.7705	8	474,370.8168	2,284,692.5784
3	474,261.0821	2,284,684.4989	9	474,370.9498	2,284,691.9320
4	474,269.5502	2,284,695.0127	10	474,370.6811	2,284,691.3291
5	474,307.9368	2,284,718.0330	11	474,343.1778	2,284,617.8476

II.1.6.1.1 Caracterización del Polígono de Propiedad Privada

De esta manera, las zonas en las que se clasifica la superficie de **6,741.80 m²** de Propiedad Privada se presentan en la **Tabla II.5** y se representan gráficamente en el **Plano II.7**.

Tabla II. 5. Zonas de la Propiedad Privada.

Elemento		Superficie (m²)	Observaciones
Vialidades	Calle Los Peines (Recinto Portuario)	718.12	Fracción de vialidad abandonada que será
	Servidumbre	505.03	Conforme a Escritura pública No. 2,736
Condominio Isla Iguana I		893.76	Contiene edificio de servicios que será demolido
SUBTOTAL:		**2,116.91**	Superficie afectada por obras
Terreno Forestal		4,624.89	Contiene Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia
TOTAL:		**6,741.80**	Conforme a Escritura Pública No. 15,573.

Como resultado de las diversas intervenciones que han modificado la propiedad privada, se identifica una superficie de **4,624.89 m²** que conserva sus características naturales y en la cual se desarrolla **Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia** (**Plano II.7**). Sobre esta área se solicita la **autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)** para el desarrollo del proyecto *"***Alisia***"*.

En resumen, de los **6,741.80 m²** que representan la **propiedad privada**, tenemos que **2,116.91 m²** actualmente se encuentran afectados por diferentes obras, y no presentan las condiciones para ser tipificados como terrenos forestales. De esta superficie de **2,116.88m²**, **1,611.76 m²** serán demolidos y formarán parte del proyecto **"Alisia"**, mientras que los **505.03m²** denominados **Servidumbre**, solo serán remodelados y permanecerán como servidumbre legal para vialidad del Recinto Portuario-PV.

Tabla II. 6. Superficie de terrenos forestales y no forestales en propiedad privada

Superficie Terreno Forestal	Superficie NO Forestal	Superficie Propiedad Privada
4,624.89 m²	2,116.91 m²	6,741.80 m²

Zona Federal Marítima Terrestre (ZOFEMAT)

El proyecto **"Alisia"** no requerirá hacer uso de la ZOFEMAT, considerando que el **Artículo 19** del **Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar**,

establece que, para las dársenas y canales de las marinas bajo administración de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, la ZOFEMAT se determinará como una faja que **no excederá más de 3 metros** (**Plano II.8**).

Plano II. 7. Zonificación de propiedad privada



ZONIFICACIÓN DE LA PROPIEDAD PRIVADA

SIMBOLOGÍA

Límite de proyecto

Usos del Suelo

Isla Iguana	893.76 m^2	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	3,422.645 m^2
Servidumbre	505.03 m^2		
Calle abandonada	718.12 m^2	Vegetación Secundaria Herbácea de Selva Mediana Subcaducifolia	1,202.245 m^2

Plano II. 8. Delimitación de ZOFEMAT del Recinto Portuario.



DELIMITACIÓN DE LA ZONA FERERAL MARITÍMO TERRESTRE

Línea de Zona Federal Maritímo Terrestre

Zona Federal Maritímo Trestre 905.53 m^2

Fuente:
Elaboración con base al Archivo DWG "Levantamiento Topográfico"
Imagen de Google Earth

Proyección Cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte.

Datum de Referencia: WGS 1984

SIMBOLOGÍA

Propiedad Privada

Vialidad Recinto Portuario

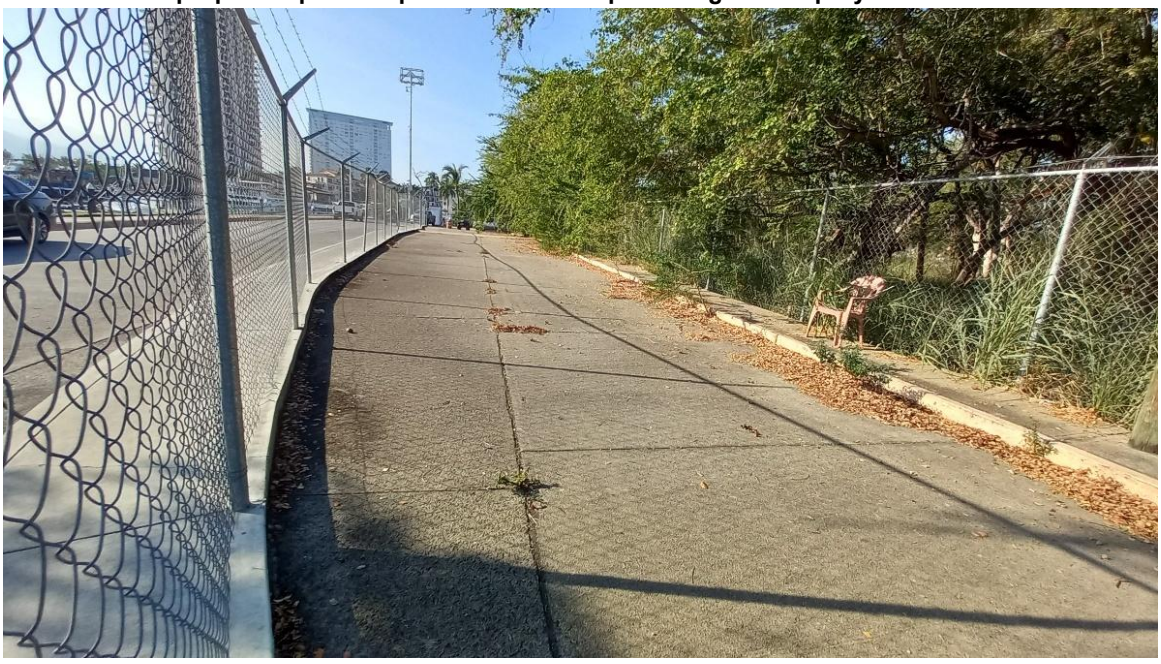
La superficie denominada “Vialidad Recinto Portuario” (**1,223.15 m²**) corresponde al área intervenida dentro de la propiedad privada que contiene infraestructura vial y puede clasificarse en dos secciones. La primera sección, denominada **“Servidumbre”,** corresponde a los **505.03 m²** constituidos como **Servidumbre Voluntaria de Paso a Título Gratuito**, lo cual quedó estipulado en la **Escritura Pública 2,736** (**ANEXO II.4**). Esta superficie no se verá afectada por la construcción de la torre y solamente será objeto de las actividades de mejoramiento de la vialidad para el Recinto Portuario.

La segunda fracción corresponde a la denominada **“Calle Los Peines (Recinto Portuario)”** cuya superficie abarca **718.12 m²** dentro de propiedad privada, la cual se encuentra en desuso y **deberá ser demolida** para el cumplimiento de los objetivos del plan maestro, ya que esta superficie interfiere con la proyección del nivel Sótano.

Tabla II. 7. Infraestructura existente en superficie “Vialidad municipal”

Elemento	Superficie (m^2)	Observación
Servidumbre	505.03	Será objeto de Mejoramiento de la vialidad
Calle Los Peines (Recinto Portuario)	718.12	Será demolida durante la Preparación del sitio
TOTAL: Vialidad Recinto P.	**1,223.15**	-

Figura II. 5. Sección “Calle Los Peines” que representa una superficie de 718.12 m^2 dentro de la propiedad privada que será demolida para integrarse al proyecto Alisia



Condominio Isla Iguana I

La superficie del “Condominio Isla Iguana I” abarca una superficie de **893.73 m²** dentro de la propiedad privada, en la cual se encuentra un edificio de servicios, una vialidad de acceso y áreas verdes con vegetación ornamental. Estas obras fueron construidas sin constancia de que el dueño del inmueble autorizada su ocupación. Lo anterior se encuentra documentado, reconocido y formalizado en el **Convenio final de método alternativo** y el **Contrato de reconocimiento y entrega de posesión** entre Blue Tree Inmobiliaria, S.A. de C.V. y Condominio Isla Iguana I (**Anexo II.3**).

Conforme al referido convenio, el **Condominio Isla Iguana I, reconoce haber ocupado sin título legal alguno** una fracción del predio de **“BLUE TREE INMOBILIARIA” S.A. DE C.V**. e identifica de manera puntual la infraestructura existente dentro de dicha superficie, misma que ha sido considerada para su **retiro y demolición** como parte de las actividades del presente proyecto.

Tabla II. 8. Infraestructura existente en superficie “Condominio Isla Iguana I”

Elemento	Superficie (m^2)	Observación
Edificio de servicios	163.12	Será demolido durante la Preparación del sitio
Área de acceso vehicular y peatonal	510	Será objeto de Mejoramiento de la vialidad
Áreas verdes	220.61	Será objeto de Mejoramiento de la vialidad
TOTAL:	**893.73**	-

Figura II. 6. Edificio de servicios de la “Condominio Isla Iguana I”





Figura II. 7. Acceso vehicular y peatonal de "Condominio Isla Iguana I"



Terrenos Forestales

En las áreas que no han sido afectadas por las intervenciones antes descritas, se determinó una superficie de **terrenos forestales** de **4,624.89 m^2** con la presencia de **Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia.** La superficie proyectada para el desplante del nivel Sótano es de **5,393.44 m^2** dentro de propiedad privada, por lo que, derivado de las actividades de la excavación, será necesaria la remoción total de la vegetación. Por ello, se solicita la autorización de **Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales** (**C.U.S.T.F.**) en una superficie de **0.462489 ha** para el desarrollo del proyecto. Las coordenadas de los vértices que conforman el polígono donde será realizado el **C.U.S.T.F.** se presenta en la **Tabla II.9**, mientras que se representa gráficamente mediante **Plano II.9**.

Tabla II. 9. Coordenadas del polígono de C.U.S.T.F.

Vértice	X UTM	Y UTM
0	474347.008	2284710.417
1	474351.337	2284701.099
2	474352.985	2284697.858
3	474355.035	2284693.233
4	474355.757	2284684.578
5	474355.519	2284681.492
6	474354.075	2284675.437
7	474331.214	2284627.700
8	474326.061	2284631.628
9	474295.690	2284656.057
10	474274.697	2284672.782
11	474260.645	2284683.966
12	474261.082	2284684.499
13	474263.569	2284687.586

14	474270.702	2284692.301
15	474280.115	2284697.813
16	474296.035	2284707.694
17	474305.282	2284713.874
18	474326.457	2284701.143
19	474344.285	2284718.467
20	474347.008	2284710.417
SUPERFICIE: 4,624.89 m^2		

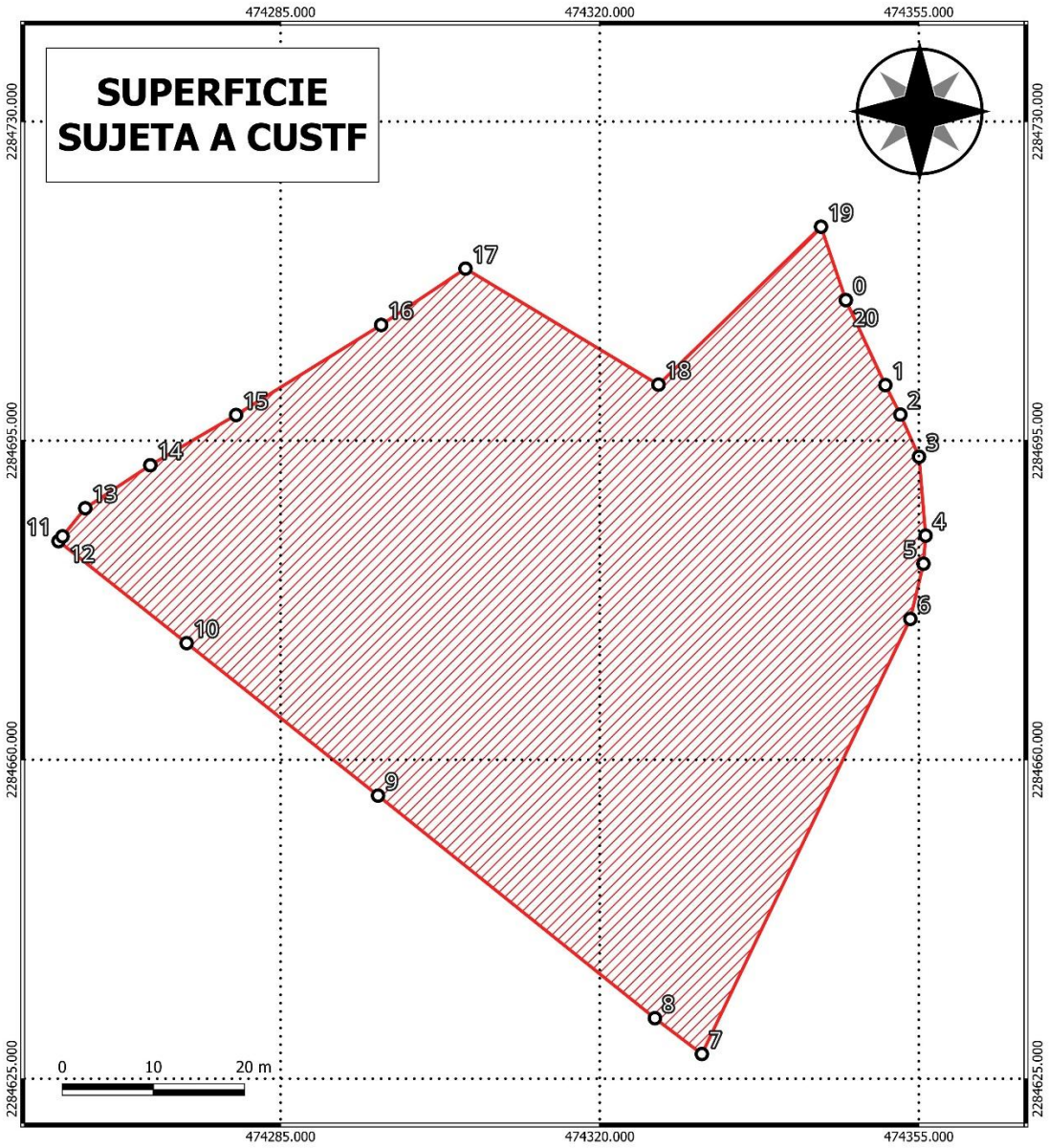
De los Terrenos Forestales identificados, se determinaron dos subclasificaciones de la vegetación, siendo estos **Vegetación Secundaria Arborea de Selva Mediana Subcaducifolia**, y **Vegetación Secundaria Herbácea de Selva Mediana Subcaducifolia**. Las superficies que abarcan estos tipos de vegetación dentro de la propiedad privada se exponen en la siguiente tabla.

Tabla II. 10. Tipo de vegetación sujeta a C.U.S.T.F.

Tipo de vegetación	Superficie total		Superficie de CUSTF	
	m^2	ha	m^2	ha
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	3,422.645	0.3422645	3,422.645	0.3422645
Vegetación secundaria herbácea de selva mediana subcaducifolia	1,202.245	0.1202245	1,202.245	0.1202245
Total	**4,624.89**	**0.462489**	**4,624.89**	**0.462489**

Las coordenadas de polígonos solicitados para **C.U.S.T.F.** por tipo de vegetación son presentadas mediante el **Anexo II.5**, que corresponde al archivo Excel que contiene las coordenadas de **C.U.S.T.F.** por tipo de vegetación, mientras que la distribución de estos polígonos se representa en el **Plano II.10**.

Plano II. 9. Superficie sujeta a C.U.S.T.F.



SIMBOLOGÍA

- Vértices
- Poligono de CUSTF

Fuente: Elaboración propia con base al achivo DWG "Levantamiento Topográfico"

Mapa base Google Satellite

Proyección cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte.
Datum de Referencia: WGS 1984

Vértice	X UTM	Y UTM
0	474347.008	2284710.417
1	474351.3369	2284701.099
2	474352.985	2284697.858
3	474355.035	2284693.233
4	474355.757	2284684.578
5	474355.519	2284681.492
6	474354.075	2284675.437
7	474331.214	2284627.7
8	474326.061	2284631.628
9	474295.69	2284656.057
12	474261.0821	2284684.499
13	474263.5686	2284687.586
14	474270.702	2284692.301
15	474280.115	2284697.813
16	474296.035	2284707.694
17	474305.282	2284713.874
18	474326.457	2284701.143
19	474344.2852	2284718.467
20	474347.008	2284710.417

Plano II. 10. Superficie de C.U.S.T.F. por tipo de vegetación.



CUSTF POR TIPO DE VEGETACIÓN

SIMBOLOGÍA

Vértice

Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia — 3,422.645 m²

Vegetación Secundaria Herbácea de Selva Mediana Subcaducifolia — 1,202.245 m²

Fuente:
Elaboración con base al archivo de Usos del Suelo Actual, caracterizado por la visita de Campo

Proyección Cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte.

Datum de Referencia: WGS 1984

II.1.6.2 Recinto Portuario de Puerto Vallarta (RP-PV)

Como fue mencionado en los Antecedentes del área del proyecto, una fracción de **3,801.77 m²** del proyecto, se encuentran bajo el régimen de Zona Federal correspondiente al Recinto Portuario de Puerto Vallarta. Este Recinto Portuario fue determinado mediante el "Decreto por el que se determina el Recinto Portuario correspondiente a Puerto Vallarta, ubicado en el Estado de Jalisco en el Litoral el Pacífico", publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 20 de abril de 1988 y actualmente su administración se encuentra concesionada a la Administración del Sistema Portuario Nacional de Puerto Vallarta, S.A. de C.V. (ASIPONA-PV).

La fracción de superficie **6,741.80 m²** de propiedad privada del área del proyecto se encuentra en un polígono excluido del Recinto Portuario de Puerto Vallarta. Esta exclusión se encuentra establecida en el "Acuerdo que amplía la delimitación y determinación del recinto portuario de Puerto Vallarta, municipio del mismo nombre, en el Estado de Jalisco" publicado en el DOF el 14 de octubre de 1994, particularmente en su Artículo Tercero.

De igual manera, lo anterior fue confirmado por la ASIPONA PV mediante el escrito de respuesta con asunto: "Información solicitado por BLUE TREE S.A DEC.V", emitido el 13 de enero de 2026, en el cual, como respuesta al punto 4 de la solicitud, se confirma que la propiedad privada a nombre de la promovente del proyecto denominado **"Alisia"**, con superficie de 6,741.80 m^2, se encuentra excluida de la zona federal del Recinto Portuario de Puerto Vallarta de acuerdo al determinado Poligonal 2 propiedad privada del citado Decreto. El oficio emitido por la ASIPONA-PV se presenta como **Anexo II.1** a este DTU-BR y su distribución.

Esta Zona Federal de **3,801.77 m²** forma parte de la concesión que la SCT otorgó en favor de la ASIPONA-PV (antes Administración Portuaria Integral de Vallarta) para la administración portuaria integral de Vallarta, título que fue publicado en el DOF el 18 de noviembre de 1994, y actualizado por última vez mediante la "Modificación al título de concesión otorgado en favor de Administración Portuaria Integral Puerto Vallarta S.A. de C.V." publicada en el DOF el 21 de mayo de 2004 (**Anexo II.6**).

Los **3,801.77 m²** que forman parte de la Zona Federal del Recinto Portuario corresponden a un **área sin la presencia de vegetación forestal**, en donde se realizará el mejoramiento y mantenimiento de la infraestructura vial actual en beneficio del Recinto Portuario, así

como la remodelación del andador que permitirá el acceso de los usuarios del área de embarcadero de Los Peines y Marina Vallarta.

II.1.6.3 Servidumbre

La **"Servidumbre"**, con una superficie de **505.03 m²**, se encuentra dentro de la delimitación de Propiedad Privada del Proyecto, sin embargo, se encuentra constituida como **Servidumbre Voluntaria de Paso a Título Gratuito** por "Desarrollos Bahía Kalma", S. de R.L. de C.V. en favor de la "Administración Del Sistema Portuario Nacional Puerto Vallarta", S.A. de C.V., lo que quedó estipulado en la **Escritura Pública 2,736**, que es presentada como **ANEXO II.4**.

Corresponde a un área con infraestructura vial que actualmente es aprovechada por el tránsito vehicular de los embarcaderos "Los Peines" y "Marina Vallarta", y del Recinto Portuario. Esta superficie no se verá afectada por la huella de desplante de la torre, pero sí será necesario demoler debido al área requerida por la excavación del sótano. Posteriormente, concluido el cierre del sótano, durante la construcción de la planta baja, la vialidad será reconstruida y seguirá funcionando como una vialidad del Recinto Portuario.

II.1.6.4 Áreas de Concesión

Como se mencionó anteriormente, una fracción del área del proyecto se ubica en la Zona Federal del Recinto Portuario de Puerto Vallarta, cuya administración se encuentra concesionada a la Administración del Sistema Portuario Nacional de Puerto Vallarta, S.A. de C.V. (ASIPONA-PV), misma que tiene la facultad de concesionar el uso de dicha zona federal. En este sentido, actualmente existen dos superficies de la zona federal que se encuentran en trámite de ser concesionados en favor de la Promovente, las cuales se describen a continuación.

La primera área corresponde a la superficie de **740 m²** ubicados en la Zona Federal del Recinto Portuario de Puerto Vallarta, en una sección colindante a la propiedad privada en su frente suroeste. Su ubicación fue presentada anteriormente en el **Plano II. 5**. Esta área será utilizada para la construcción de baños públicos en beneficio de la ASIPONA-PV y para la construcción de un andador que permitirá el acceso al desarrollo y de una zanja de infiltración pluvial. Al momento de la presentación de este estudio, esta superficie contiene una fracción de la vialidad que permite el acceso al muelle "Los Peines" y embarcadero Marina Vallarta, así como un baño de servicio público existente.

De manera adicional, se encuentra en trámite la concesión de una superficie aproximada de **1,334.209 m²** correspondiente al polígono de la vialidad de acceso al predio ubicado dentro la zona federal del Recinto Portuario. Su ubicación se presenta mediante **Anexo II.14**, que integra el plano en el cual se delimitan el polígono límite del recinto portuario y el polígono propuesto para concesión. En esta superficie se realizará el mejoramiento y mantenimiento de la vialidad mediante el encarpetamiento con materiales que faciliten la infiltración del agua de lluvia, aplicación de pinturas, instalación y mejoramiento de áreas verdes con vegetación arbórea nativa y el balizamiento.

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

La torre del proyecto incluye un total de **27 niveles desplantados a partir del nivel de suelo natural**. A esta estructura se suma un sótano subterráneo destinado a estacionamientos, áreas de servicios y bodegas del proyecto. La torre alcanza una **altura total de 105.971 metros** sobre el nivel de calle.

La altura del edificio se encuentra dentro del límite permitido conforme al **Dictamen Favorable con** número de **Oficio 4.1.2.3.-2363 VUS**, emitido por la **Agencia Federal de Aviación Civil (AFAC)** con fecha 06 de septiembre de 2024, mediante el que se autorizó una altura máxima de construcción de **117.10 metros sobre el nivel del terreno natural** (**ANEXO II.7**).

El proyecto **"Alisia"** incluye la construcción de una torre que albergará un total de 224 departamentos que estarán distribuidos entre los niveles 01 al 25. El nivel Planta Baja será el acceso a la torre y contará con amenidades y áreas comunes, mientras que el nivel Roof Garden será destinado para amenidades. El nivel Sótano albergará 112 cajones de estacionamiento y diversas áreas de servicios. Además, se proyecta la instalación de dos albercas, una en el nivel Planta Baja y otra en el Roof Garden. Los **Planos Arquitectónicos del Conjunto** se presentan como **Anexo II.8** del presente DTU-BR. Adicionalmente, se prevé el mejoramiento de las vialidades de acceso al predio y aquellas colindantes a la propiedad privada, así como la construcción de un andador y baños públicos

II.2.1. Descripción de los componentes del Plan Maestro

En este apartado se presenta la descripción de cada componente que conforman los niveles en el Proyecto **"Alisia"**, así como de las vialidades y el andador que son contemplados como parte de este desarrollo.

La torre habitacional contendrá un total de 224 unidades habitacionales que serán distribuidas en 25 de los niveles de la torre. Con el fin de representar los niveles habitacionales que contendrá la torre se presentan **7 Niveles Tipo** que contemplan distribuciones y superficies distintas entre sí. La relación de número de departamento y número de habitaciones por nivel tipo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla II. 11. Niveles tipo

Nivel Tipo	Plantas que representa	No. de departamentos	No de habitaciones por Nivel Tipo
Unit Mix 1A	01, 02, 04 y 06	10	15
Unit Mix 1B	03, 05, 07 y 09	10	15
Unit Mix 2A	08, 10, 12, 14, 16, 18 y 20	9	15
Unit Mix 2B	11, 13, 15, 17 y 19	9	15
Unit Mix 3A	21 y 23	9	15
Unit Mix 3B	22 y 24	9	15
Unit Mix 4B	25	4	10

II.2.1.2 Elementos por nivel.

La torre habitacional tendrá un aproximado de **32,360.64 m^2 de construcción total** en la que se encontrarán todos sus elementos, distribuidos en 27 plantas sobre el nivel de calle más la azotea y un sótano. La **superficie de desplante en el nivel Planta Baja será de 1,432.654 m^2**, mientras que el **desplante del nivel Sótano será de 5,393.44 m^2**. La superficie techada sobre nivel de banqueta será de **26,967.20 m^2**.

El nivel Sótano será destinado a albergar un total de 112 cajones de estacionamiento, así como áreas de servicios para la torre; el nivel Planta Baja será el acceso principal a la torre desde la calle y contendrá el lobby, amenidades y una alberca; los niveles 01 al 25 serán destinados a albergar 224 unidades habitacionales, las cuales serán distribuidas en los 7 niveles tipo; el nivel Roof Garden será destinado a albergar amenidades y áreas de uso común. Finalmente, la azotea corresponde al techo que cubre el nivel Roof Garden, por lo que no se considera un nivel aprovechable.

Todos los niveles entre el nivel Planta Baja hasta el Roof Garden estarán conectados verticalmente mediante un núcleo de 4 elevadores y dos escaleras de emergencia, donde también se encontrará el cuarto eléctrico, cuarto de plomerías, chute de basura, diferentes ductos y el vestíbulo que permite el paso a las áreas de cada nivel. En nivel sótano permitirá el acceso al resto de la torre por medio de un elevador que dirige al nivel Planta Baja.

Se podrá acceder al desarrollo a pie mediante el acceso principal al Lobby del edificio (Nivel Planta Baja), así como por medio del acceso para empleados y mediante las escaleras desde el andador que permitirá el acceso a las amenidades de Planta Baja. Los vehículos de los usuarios podrán acceder al estacionamiento mediante una rampa de acceso que conectará con la vialidad existente que también permitirá el acceso a los vehículos de proveedores al andén de carga/descarga.

La superficie de los niveles que conformarán la torre, así como el número de departamentos y altura sobre el nivel de suelo por nivel, se desglosan en la **Tabla II.13**. De igual manera, la distribución de los niveles de la torre se presenta en la **Figura II.15**.

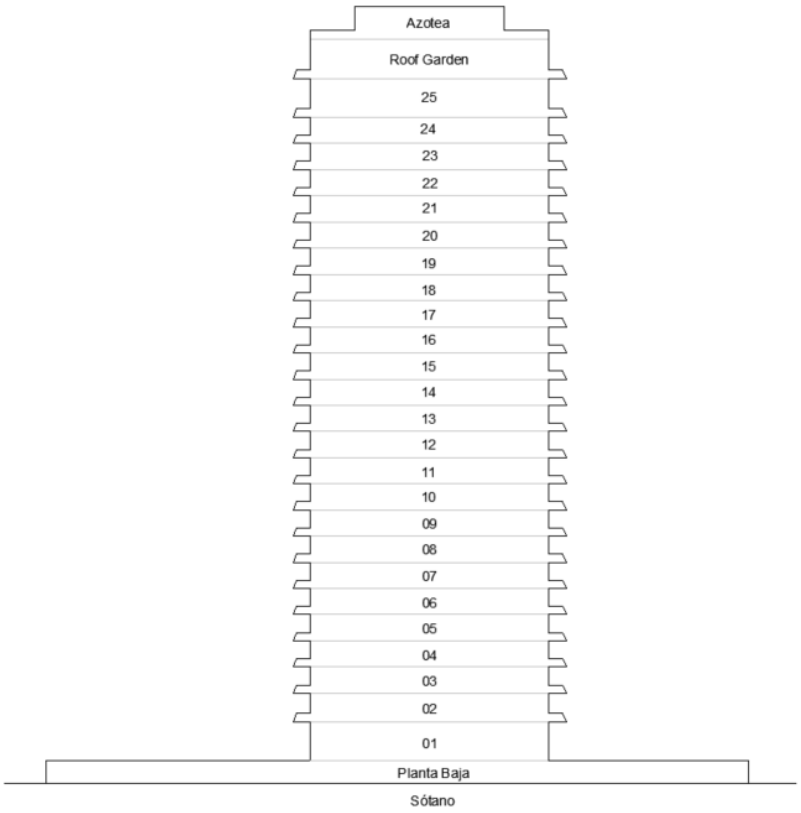
Cabe resaltar que la superficie total declarada corresponde a la suma de la superficie aprovechable de cada nivel y no a la superficie techada, por lo que, con fines de aclaración, en secciones posteriores se presenta el Cumplimiento con el Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Distrito Urbano 5, donde se realiza el desglose de las superficies techadas, mismas que son utilizadas para estimar el Coeficiente de Utilización del Suelo.

Tabla II. 12. Superficies de construcción y número de departamentos por nivel

Altura (m)	Nivel	Superficie de construcción (m^2)	No. departamentos
104.4	Azotea	137.816	0
99	Roof Garden	872.114	0
93.6	25	961.371	4
90	24	960.022	8
86.4	23	1,000.231	8
82.8	22	960.022	8
79.2	21	1,000.231	8
75.6	20	1,000.231	9
72	19	960.022	9
68.4	18	1,000.231	9
64.8	17	960.022	9
61.2	16	1,000.231	9
57.6	15	960.022	9
54	14	1,000.231	9
50.4	13	960.022	9
46.8	12	1,000.231	9
43.2	11	960.022	9
39.6	10	1,000.231	9
36	9	960.022	10
32.4	8	1,000.231	9
28.8	7	960.022	10

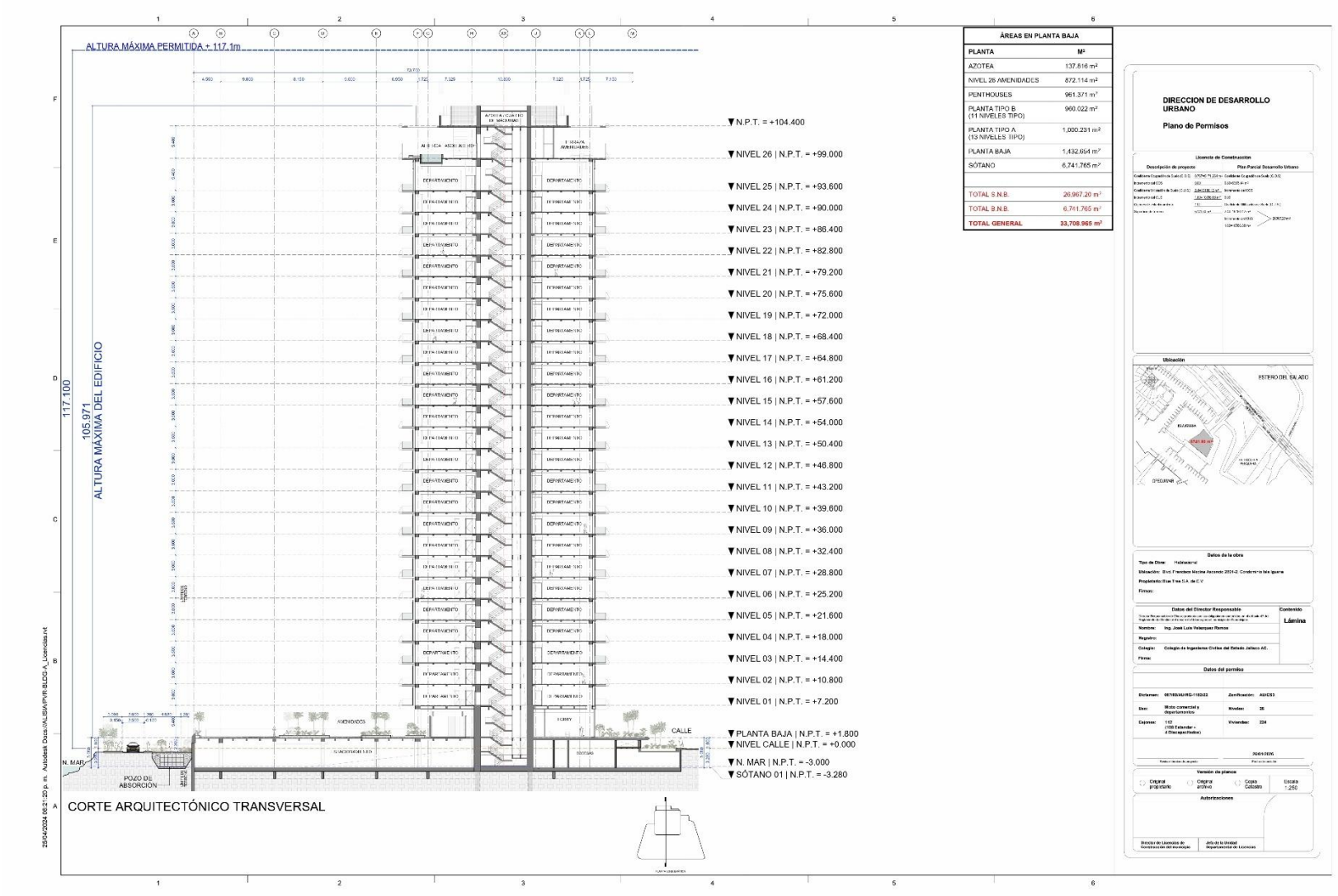
25.2	6	1,000.231	10
21.60	5	960.022	10
18	4	1,000.231	10
14.4	3	960.022	10
10.8	2	1,000.231	10
7.2	1	1,000.231	10
1.8	Planta baja	1,432.654	0
TOTAL S.N.B.		**26,967.20**	**224**
-3.28	Sótano	5,393.44	0
TOTAL B.N.B.		**5,393.44**	**0**
TOTAL GENERAL		**32,360.64**	**224**

Figura II. 8. Distribución de niveles



La torre alcanzará una **altura máxima de 105.971 metros sobre el nivel de calle**, así como 108.971 metros sobre el nivel del mar, mientras que **el sótano será desplantado a 3.28 metros bajo el nivel de calle**. El desplante del nivel Planta Baja se ubicará a 1.8 metros sobre el nivel de calle. Las alturas por nivel de la torre se representan en el **Plano II.11**. Con la finalidad de permitir la apreciación de los detalles, este mismo plano se encuentra integrado en el **Anexo II.8**, que corresponde a los planos arquitectónicos del proyecto.

Plano II. 11. Corte arquitectónico transversal con alturas por nivel



A continuación, se describen detalladamente los elementos del desarrollo por nivel tomando como referencia la altura de nivel de calle. Las superficies de los elementos que son descritos en los diferentes niveles pueden incluir superficies no techadas, por lo que no

Nivel Sótano (-3.28 m)

El nivel Sótano estará destinado a ser el estacionamiento de los usuarios de la torre y tendrá una superficie de desplante de **5,393.44 m^2**. Además, en este nivel se encontrarán diferentes elementos administrativos y de servicio. Se proyecta que albergue un total de 112 cajones de estacionamiento, de los cuales, 108 serán tamaño estándar y 4 serán para discapacitados. Este nivel contará con oficinas administrativas, áreas de empleados, cuartos para servicios de la torre, bodegas, cuarto de máquinas para la alberca del nivel Planta baja, 3 vasos de cisterna y un cuarto de mantenimiento. Los vehículos podrán acceder al estacionamiento por medio de una rampa de acceso que conectará con calle Los Peines. De igual manera, el nivel sótano se conectará con el resto de la torre por medio de escaleras y un elevador que conecta con el nivel Planta Baja.

Este nivel es congruente con la definición establecida en el Reglamento de Construcción para el Municipio de Puerto Vallarta, la cual menciona las características con las que tiene que cumplir un nivel para ser determinado como sótano:

> ***LXXVIII. Sótano:*** *Área o espacio edificado por debajo del nivel de banqueta, para el caso de utilización medio nivel este podrá tener una altura máxima de 1.80 metros sobre el nivel medio de banqueta, y respetará la superficie de desplante correspondiente al COS;*

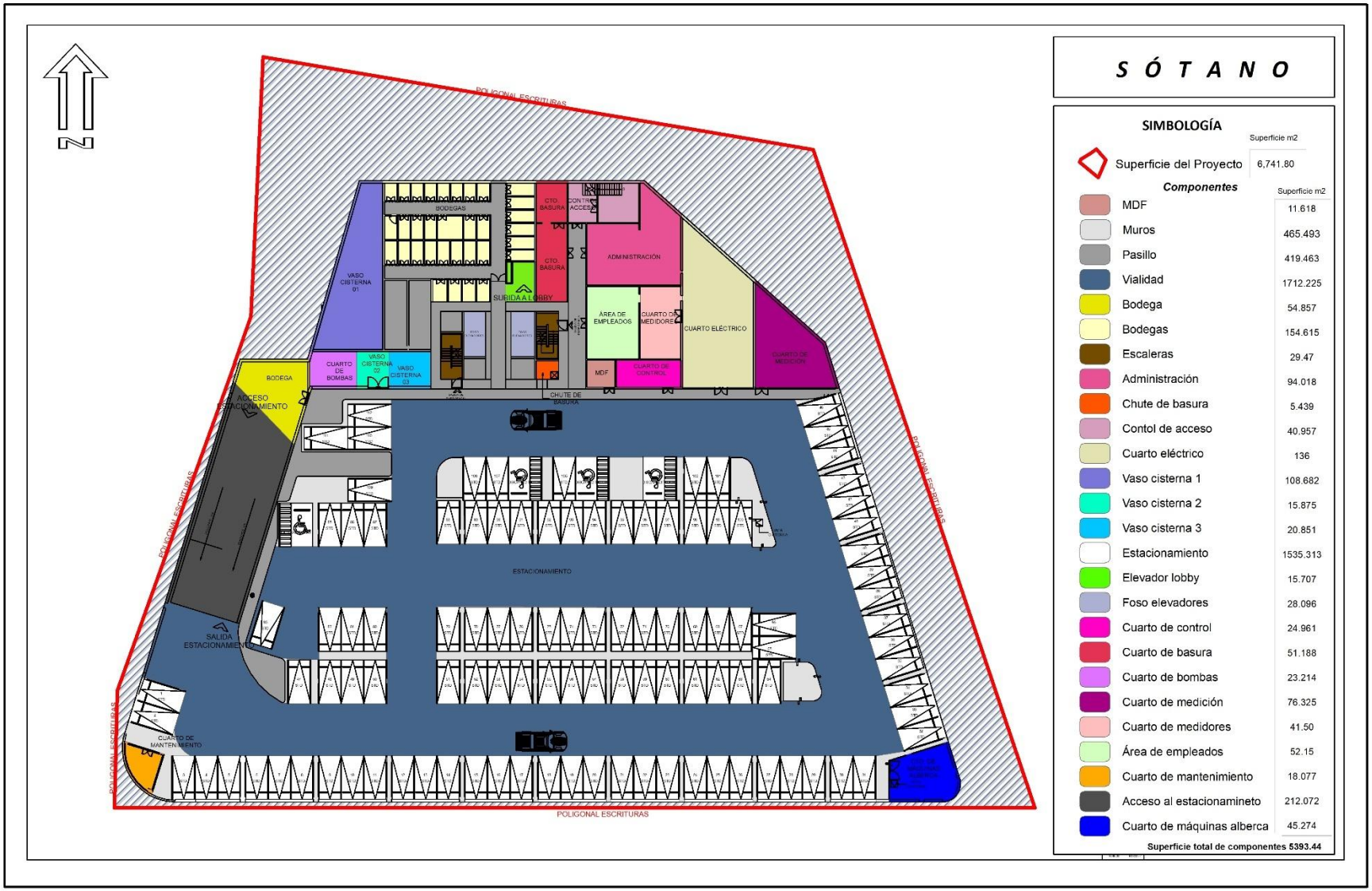
El Nivel Sótano descrito se desplanta a 3.28 m bajo el nivel de banqueta, llegando hasta 1.8 metros sobre el nivel de banqueta y, dado que es utilizado como estacionamiento y no con fines comerciales o habitacionales, este nivel se considera sótano y su superficie no se considera en la determinación del CUS. Por otro lado, el sótano del proyecto cuenta con una superficie de 5,393.44 m^2, por lo que respeta la superficie limitante del COS del predio según el PPDU-DU5 y el Reglamento de Construcción municipal.

Tabla II. 13. Componentes y superficie del Sótano

Sótano	
Componente	**Superficie (m^2)**
MDF	11.618
Muros	465.493
Pasillo	419.463
Vialidad	1,712.23

Bodega	54.857
Bodegas	154.615
Escaleras	29.47
Administración	94.018
Chute de basura	5.439
Control de acceso	40.957
Cuarto eléctrico	136
Vaso de cisterna 1	108.682
Vaso de cisterna 2	15.875
Vaso de cisterna 3	20.851
Estacionamiento	1,535.31
Foso de elevadores	28.096
Elevador a Lobby	15.707
Cuarto de control	24.961
Cuarto de basura	51.188
Cuarto de bombas	23.214
Cuarto de medición	76.325
Cuarto de medidores	41.5
Área de empleados	52.15
Cuarto de mantenimiento	18.077
Acceso al estacionamiento	212.072
Cuarto de máquinas alberca	45.274
TOTAL	**5,393.44**

Plano II. 12. Plan Maestro Nivel Sótano



Nivel de calle: Área de Andador y Vialidades (0.000 m)

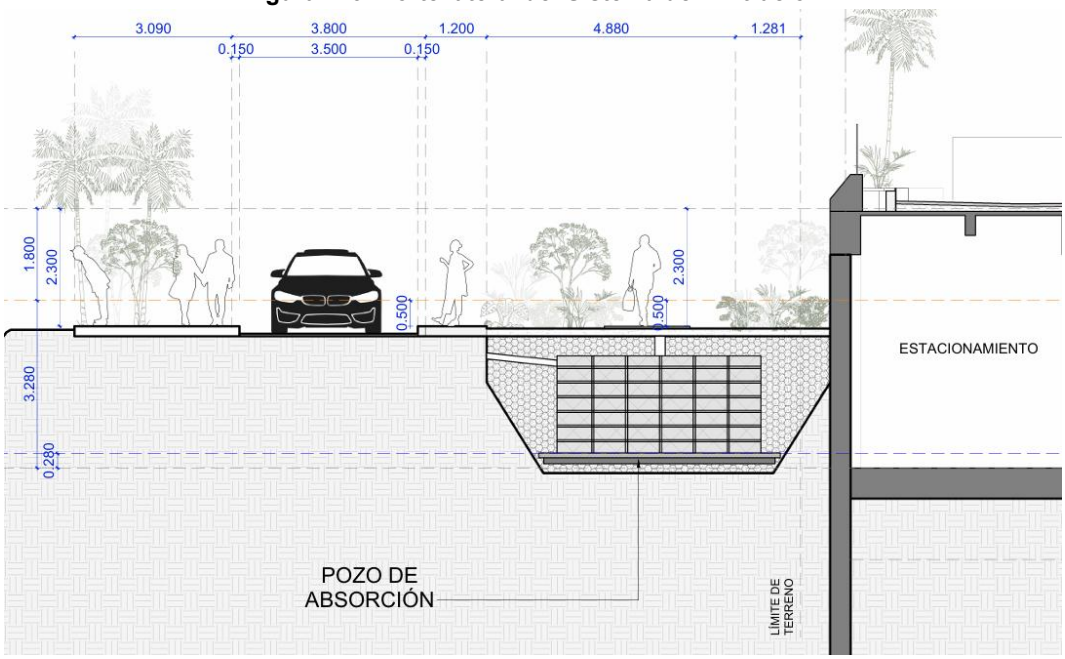
En el nivel se calle serán realizadas diferentes obras en beneficio de la infraestructura existente en la Zona Federal del Recinto Portuario, las cuales se describen a continuación.

En el área del Andador se realizará la instalación de infraestructura destinada a ser un área peatonal que propone ser un ingreso al conjunto habitacional por medio de unas escaleras que conectarán directamente con el Andador, el cual se encontrará integrado con áreas verdes con vegetación nativa. Este Andador se ubica en la superficie de 740 m^2 que se encuentra en trámite de concesión con la ASIPONA-PV.

Se prevé que el **Andador** sea remodelado con Adoquín Pórfido, rellenado con arena de sellado o materiales similares que permitan la infiltración parcial del agua pluvial. Una parte de este andador estará conformado con áreas verdes de vegetación nativa.

Debajo de la superficie propuesta para la colocación del andador y áreas verdes se encontrará la denominada **"Zanja de Infiltración"**. Se propone esta tecnología como mitigación a la pérdida de infiltración por la implementación del Proyecto. Esta medida se describe puntualmente en el Capítulo VII de este DTU-BR. La base para el diseño estructural y de dimensiones de esta zanja se describe en el **Anexo II.15**, el cual corresponde al documento **"Cálculo de conductividad hidráulica y proyecto de zanja de absorción para el manejo de agua pluvial"**.

Figura II. 9. Corte lateral del Sistema de infiltración



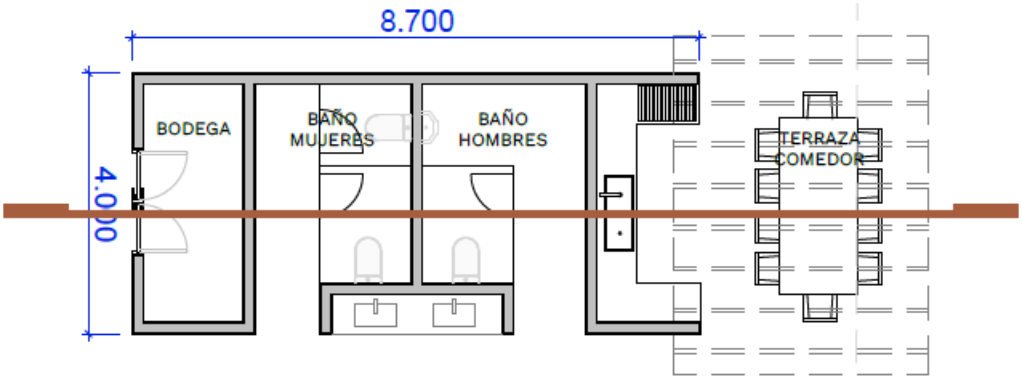
Dentro del área de 740 m² en trámite de concesión ante la ASIPONA-PV se integra un módulo de servicios sanitarios de carácter público, el cual estará bajo la administración del recinto portuario. Para su implementación se prevé la demolición de una estructura de aproximadamente 60 m² correspondientes a sanitarios existentes dentro de la misma área concesionada, a efecto de sustituir dicha infraestructura por el nuevo módulo proyectado.

El módulo presenta dimensiones aproximadas de 8.70 m de frente por 4.00 m de fondo y se desarrolla en un solo nivel. Su distribución interior incluye un área de bodega, sanitarios para mujeres y sanitarios para hombres, así como una terraza–comedor vinculado directamente al andador peatonal.

Los accesos a los sanitarios son independientes y las instalaciones hidrosanitarias se concentran en un núcleo central, facilitando su conexión a la infraestructura urbana correspondiente. La implantación es superficial y se integra a la traza del andador, sin requerir excavaciones profundas que interfieran con el sistema de infiltración proyectado bajo dicha superficie.

Este elemento forma parte de la infraestructura asociada al andador público y se ubica exclusivamente dentro del área en trámite de concesión, por lo que no amplía ni modifica la superficie del predio privado del proyecto.

Figura II. 10. Proyección arquitectónica de los sanitarios públicos



En las áreas que incluyen la vialidad de acceso compartida con el “Condominio Isla Iguana I” y las vialidades colindantes al proyecto se planea realizar actividades para el mejoramiento y mantenimiento de dicha infraestructura, lo cual será realizado mediante el encarpetamiento de la vialidad con materiales que faciliten la infiltración del agua de lluvia, aplicación de pinturas, instalación de áreas verdes con vegetación arbórea nativa y el balizamiento.

Se presentan a continuación vistas arquitectónicas del andador y del módulo de sanitarios públicos, con el objeto de ilustrar su configuración espacial, integración paisajística y relación con la vialidad y el frente de agua.

Figura II. 11. Vista del andador en área concesionada



Figura II. 12. Andador y escaleras acceso en área concesionada de frente a la propiedad privada



Nivel Planta Baja (1.80 m)

Este nivel estará desplantado a 1.80 metros sobre el nivel de calle y será el nivel que permita el acceso a la torre habitacional, el cual tendrá una **superficie de desplante de 1,432.654 m²** (**Plano II.14**). En este nivel se encontrarán distintas amenidades para el disfrute de los usuarios, entre los cuales se encuentra una alberca con jacuzzi, asoleaderos, una cancha de Pickleball, área de ejercicio al aire libre, área fitness, área social, área de snacks, un área lounge, biblioteca y un área para asador, así como diversas áreas ajardinadas.

El acceso principal a la torre será por la calle Los Peines, que conduce al Lobby y permite el acceso al resto de la torre por medio del núcleo de elevadores que contendrá 4 elevadores, así como escaleras. En esta área se encontrarán otros servicios como el cuarto eléctrico, cuarto de plomerías, chute de basura, sanitarios y el andén de carga/descarga que será el área donde ingresen los insumos de los proveedores. Asimismo, se podrá acceder a las amenidades por medio de unas escaleras que conectarán con el andador que será instalado en la marina.

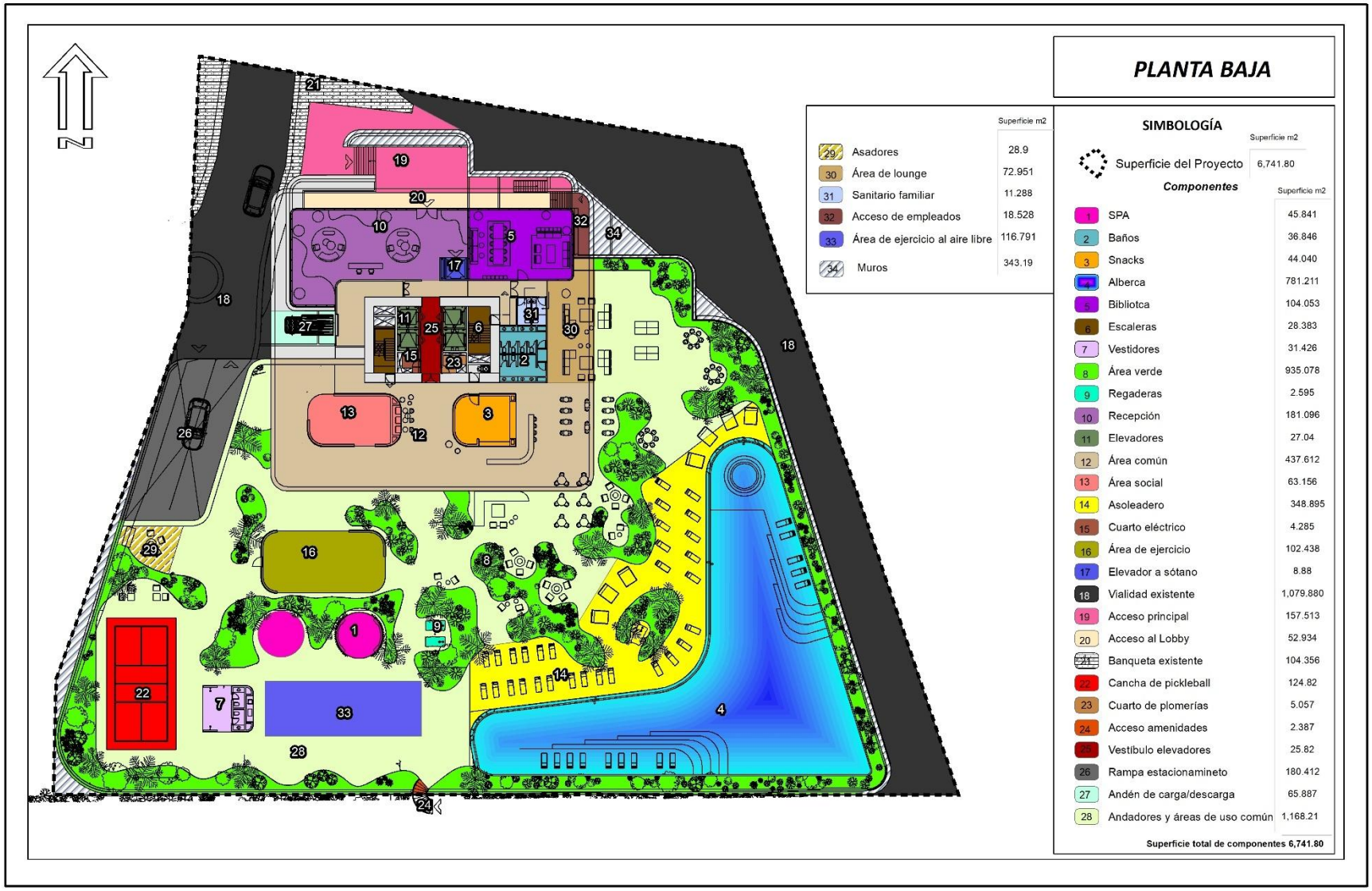
La **superficie total de este nivel**, considerando la totalidad del área ubicada dentro del polígono de propiedad privada, es de **6,741.80 m²**, de los cuales **únicamente 1,432.654 m² de superficie corresponden a componentes techados**.

Tabla II. 14. Componentes del Nivel Planta Baja (incluye áreas no techadas)

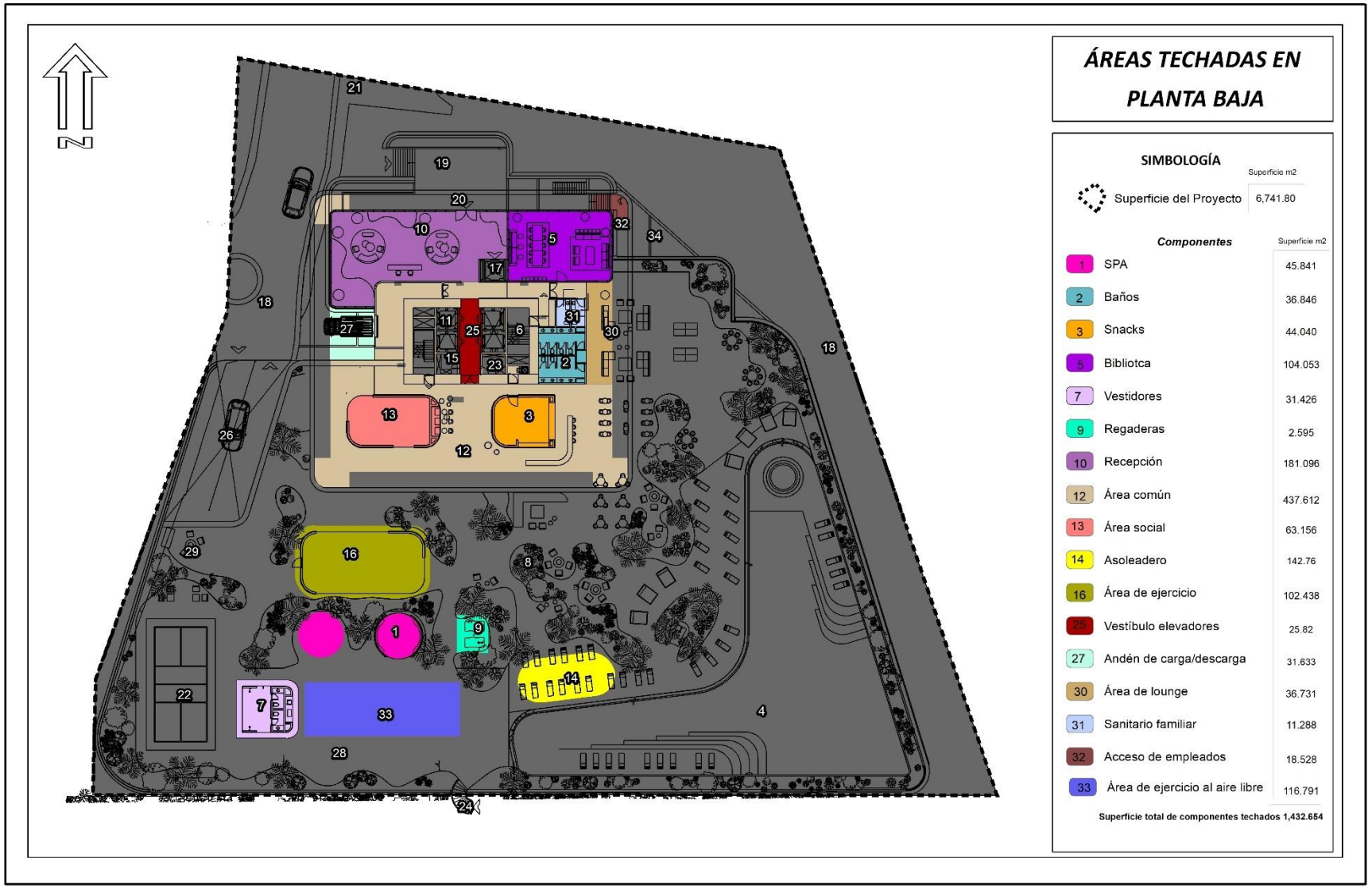
PLANTA BAJA	
Componente	**Superficie (m^2)**
SPA	45.841
Baños	36.846
Snacks	44.04
Alberca	781.211
Biblioteca	104.053
Escaleras	28.383
Vestidores	31.426
Área verde	935.078
Regaderas	2.595
Recepción	181.096
Elevadores	27.04
Área común	437.612
Área social	63.156
Asoleadero	348.895
Cuarto eléctrico	4.285
Área de ejercicio	102.438
Elevador a sótano	8.88

Vialidad existente	1,079.88
Acceso principal	157.513
Acceso al Lobby	52.934
Banqueta existente	104.356
Cancha de pickleball	124.82
Cuarto de plomerías	5.057
Acceso amenidades	2.387
Vestíbulo de elevadores	25.82
Rampa estacionamiento	180.412
Andadores y áreas de uso común	1,168.21
Andén de carga/descarga	65.887
Asadores	28.9
Área de lounge	72.951
Sanitario familiar	11.288
Acceso de empleados	18.528
Área de ejercicio al aire libre	116.791
Muros	343.19
TOTAL	**6,741.80**

Plano II. 13. Plan Maestro Nivel Planta Baja



Plano II. 14. Áreas techadas en Nivel Planta Baja



Niveles Tipo

A continuación, se presenta la descripción de los 7 niveles tipo que representarán a los 25 niveles habitacionales de la torre. El Nivel 01 será desplantado a 7.20 metros sobre el nivel de calle y cada nivel tendrá una altura de 3.6 metros, llegando a una altura de 93.60 metros sobre el nivel de calle en el nivel 25.

Nivel Tipo “Unit Mix 1A”

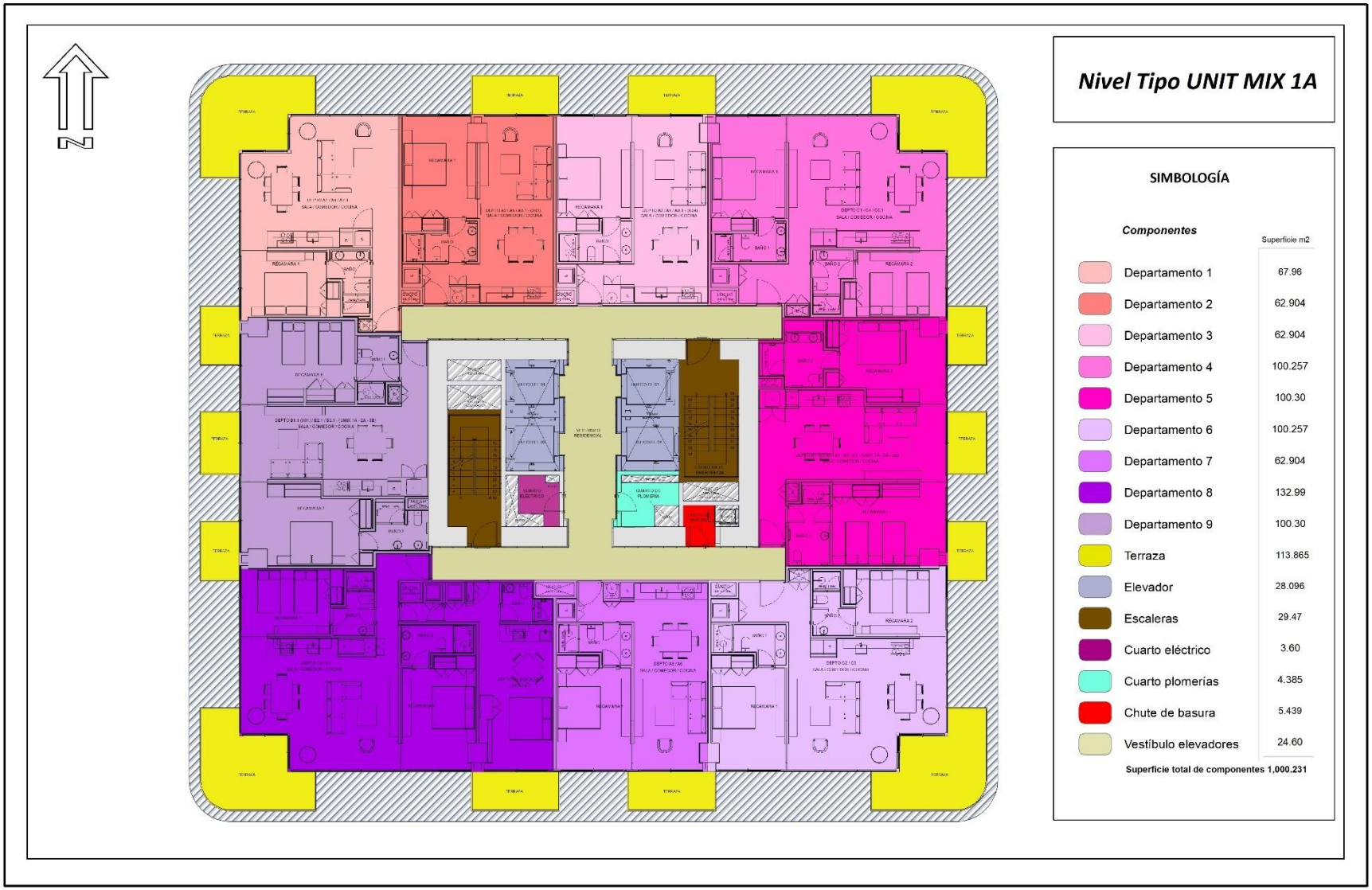
Este Nivel Tipo representa a los niveles 01, 02, 04 y 06 de la torre. Corresponderán a niveles donde se encontrarán 10 unidades habitacionales por nivel.

Estos niveles se conectarán con el resto de la torre por el núcleo de elevadores y escaleras, donde también se encuentra el cuarto eléctrico, cuarto de plomería y el chute de basura, a los cuales se tendrá acceso desde los departamentos por medio de pasillos.

Tabla II. 15. Componentes Nivel Tipo “Unit Mix 1A”

Nivel Tipo UNIT MIX 1A	
Componente	**Superficie (m^2)**
Departamento 1	67.96
Departamento 2	62.904
Departamento 3	62.904
Departamento 4	100.257
Departamento 5	100.3
Departamento 6	100.257
Departamento 7	62.904
Departamento 8	132.99
Departamento 9	100.3
Terraza	113.865
Elevador	28.096
Escaleras	29.47
Cuarto eléctrico	3.6
Cuarto de plomerías	4.385
Chute de basura	5.439
Vestíbulo de elevadores	24.6
TOTAL	**1,000.231**

Plano II. 15. Plan Maestro Nivel Tipo Unit Mix 1A



Nivel Tipo “Unit Mix 1B”

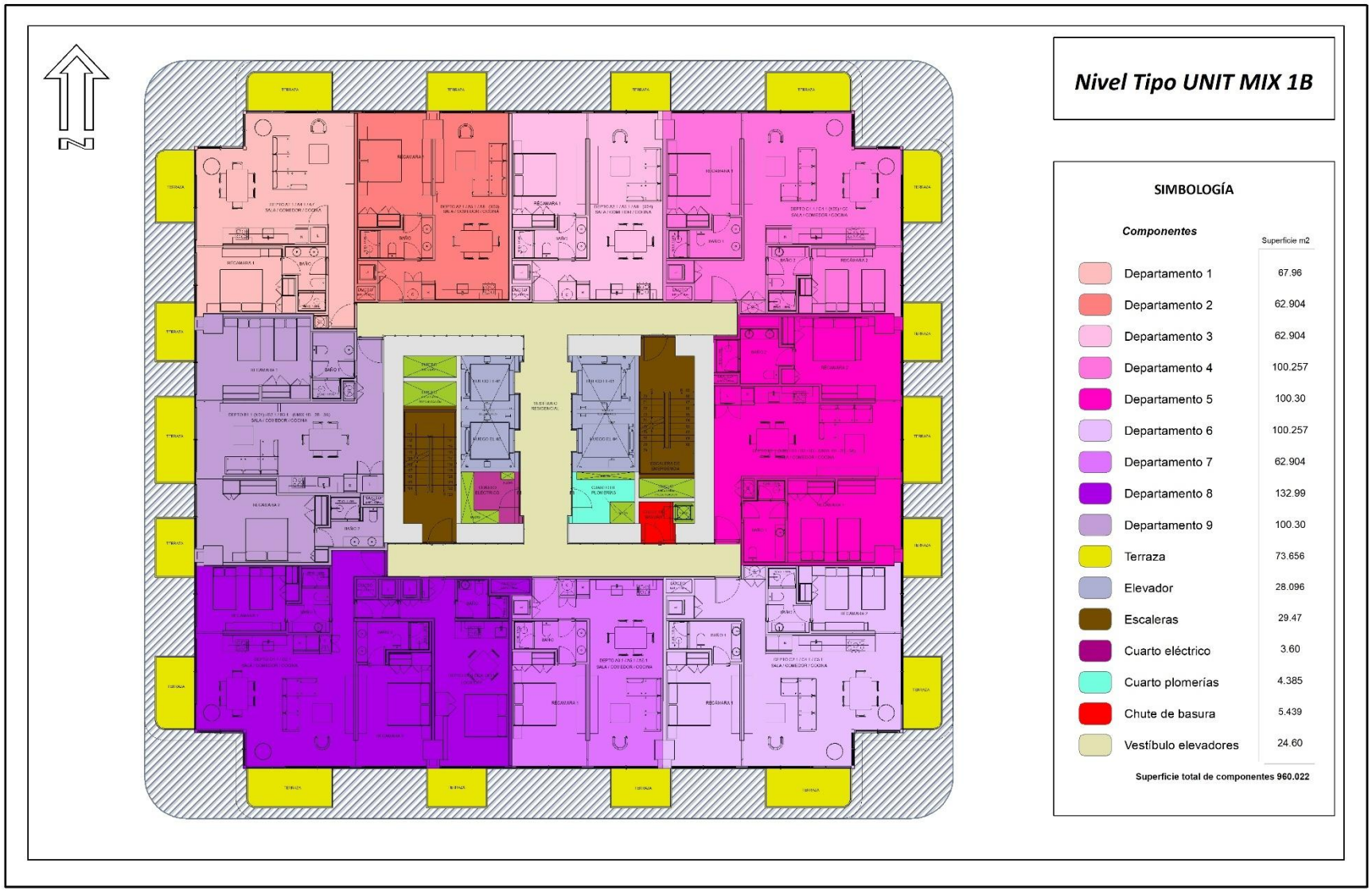
Este Nivel Tipo representa a los niveles 03, 05, 07 y 09 de la torre. Corresponderán a niveles donde se encontrarán 10 unidades habitacionales.

Estos niveles se conectarán con el resto de la torre por el núcleo de elevadores y escaleras, donde también se encuentra el cuarto eléctrico, cuarto de plomería y el chute de basura, a los cuales se tendrá acceso desde los departamentos por medio de pasillos.

Tabla II. 16. Componentes del nivel Tipo “Unit Mix 1B”

Nivel Tipo UNIT MIX 1B	
Componente	**Superficie (m^2)**
Departamento 1	67.96
Departamento 2	62.904
Departamento 3	62.904
Departamento 4	100.257
Departamento 5	100.3
Departamento 6	100.257
Departamento 7	62.904
Departamento 8	132.99
Departamento 9	100.3
Terraza	73.656
Elevador	28.096
Escaleras	29.47
Cuarto eléctrico	3.6
Cuarto de plomerías	4.385
Chute de basura	5.439
Vestíbulo de elevadores	24.6
TOTAL	**960.022**

Plano II. 16. Plan Maestro Nivel Tipo Unit Mix 1B



Nivel Tipo “Unit Mix 2A”

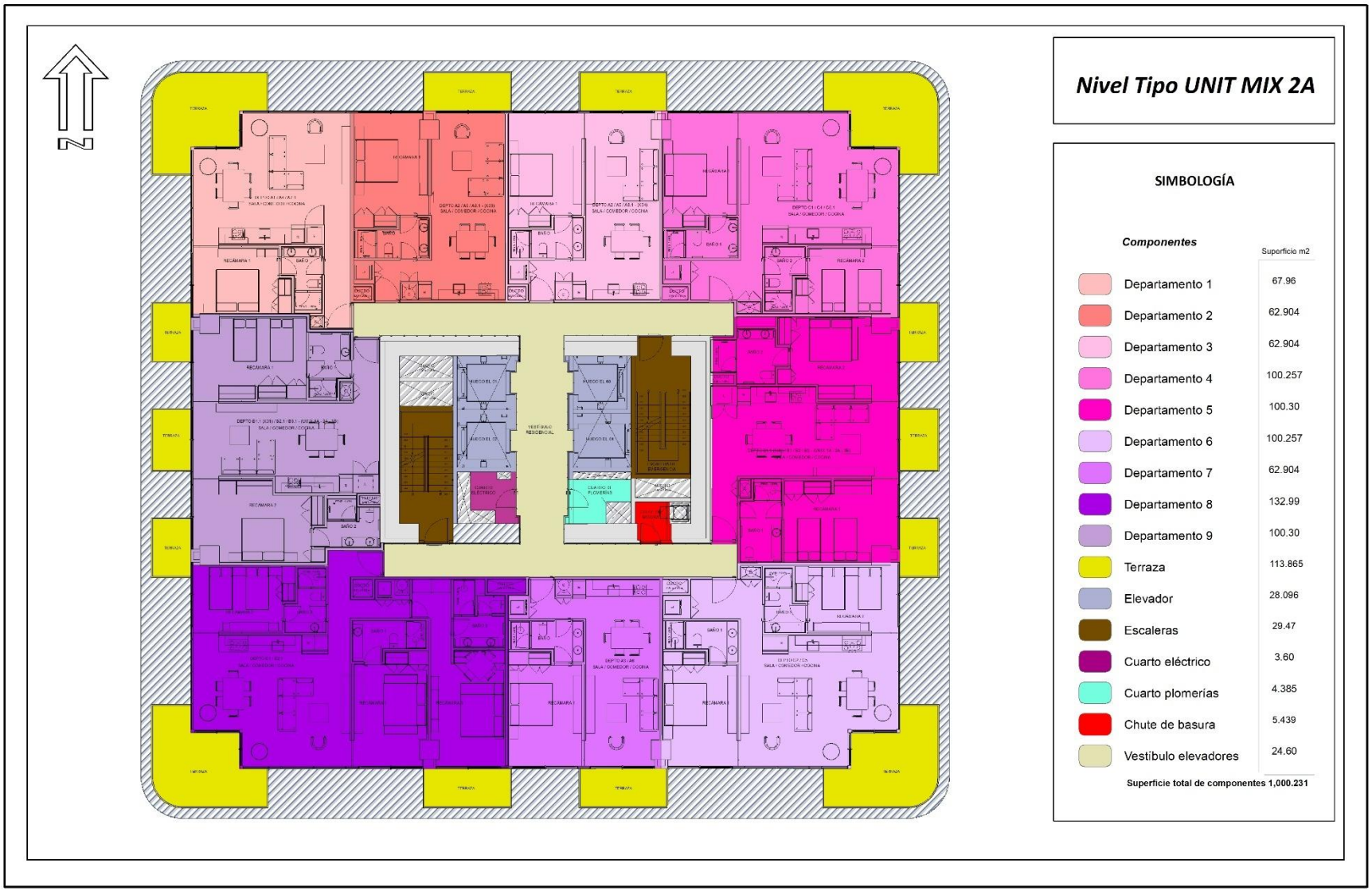
Este Nivel Tipo representa a los niveles 08, 10, 12, 14, 16, 18 y 20 de la torre. Corresponderán a niveles donde se encontrarán 9 unidades habitacionales.

Estos niveles se conectarán con el resto de la torre por el núcleo de elevadores y escaleras, donde también se encuentra el cuarto eléctrico, cuarto de plomería y el chute de basura, a los cuales se tendrá acceso desde los departamentos por medio de pasillos.

Tabla II. 17. Componentes Nivel Tipo “Unit Mix 2A”

Nivel Tipo UNIT MIX 2A	
Componente	**Superficie (m^2)**
Departamento 1	67.96
Departamento 2	62.904
Departamento 3	62.904
Departamento 4	100.257
Departamento 5	100.3
Departamento 6	100.257
Departamento 7	62.904
Departamento 8	132.99
Departamento 9	100.3
Terraza	113.865
Elevador	28.096
Escaleras	29.47
Cuarto eléctrico	3.6
Cuarto de plomerías	4.385
Chute de basura	5.439
Vestíbulo de elevadores	24.6
TOTAL	**1,000.231**

Plano II. 17. Plan Maestro Nivel Tipo Unit Mix 2A



Nivel Tipo “Unit Mix 2B”

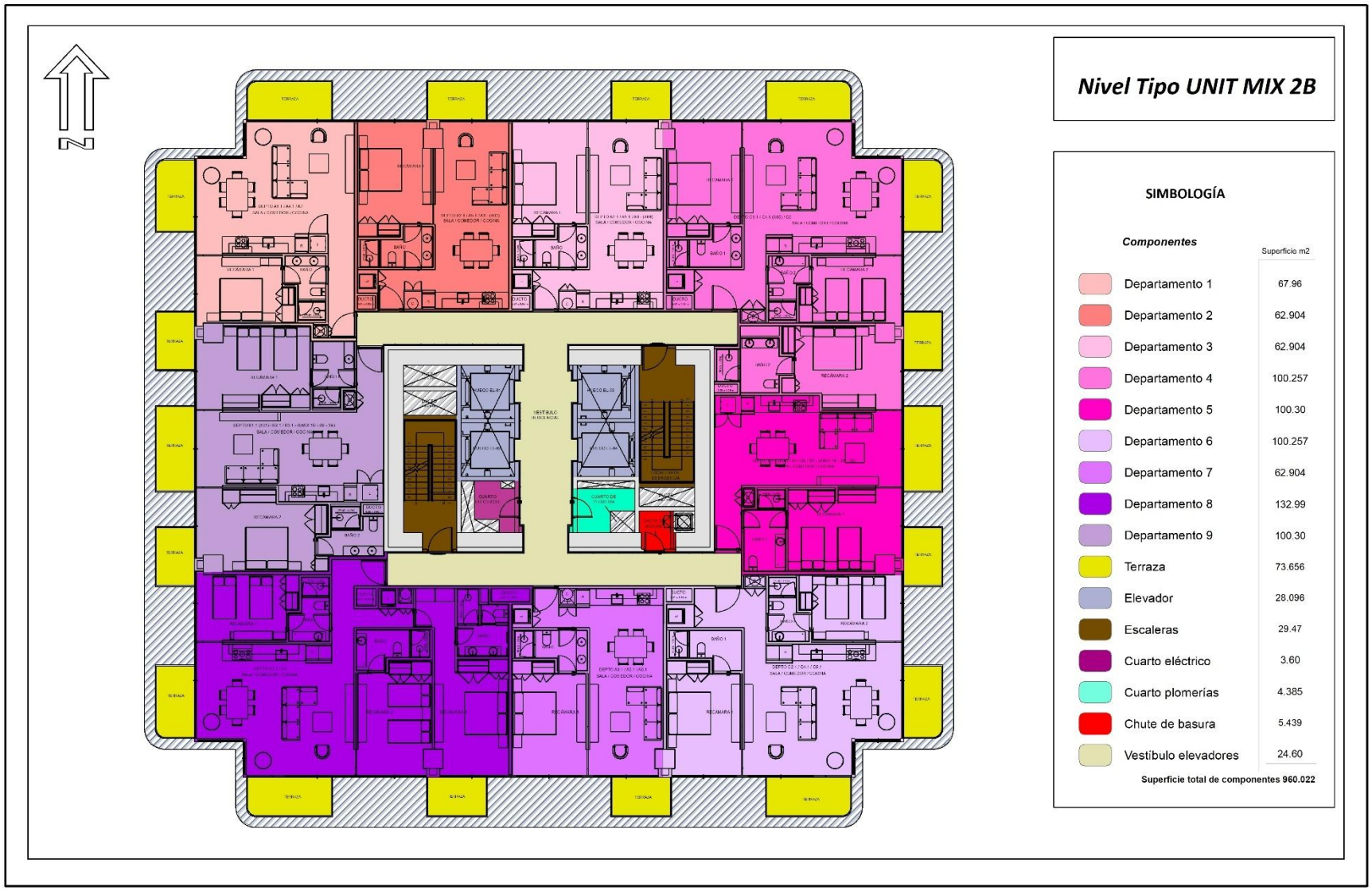
Este Nivel Tipo representa a los niveles 11, 13, 15, 17 y 19 de la torre. Corresponderán a niveles donde se encontrarán 9 unidades habitacionales.

Estos niveles se conectarán con el resto de la torre por el núcleo de elevadores y escaleras, donde también se encuentra el cuarto eléctrico, cuarto de plomería y el chute de basura, a los cuales se tendrá acceso desde los departamentos por medio de pasillos.

Tabla II. 18. Componentes Nivel Tipo “Unit Mix 2B”

Nivel Tipo UNIT MIX 2B	
Componente	**Superficie (m^2)**
Departamento 1	67.96
Departamento 2	62.904
Departamento 3	62.904
Departamento 4	100.257
Departamento 5	100.3
Departamento 6	100.257
Departamento 7	62.904
Departamento 8	132.99
Departamento 9	100.3
Terraza	73.656
Elevador	28.096
Escaleras	29.47
Cuarto eléctrico	3.6
Cuarto de plomerías	4.385
Chute de basura	5.439
Vestíbulo de elevadores	24.6
TOTAL	**960.022**

Plano II. 18. Plan Maestro Nivel Tipo Unit Mix 2B



Nivel Tipo “Unit Mix 3A”

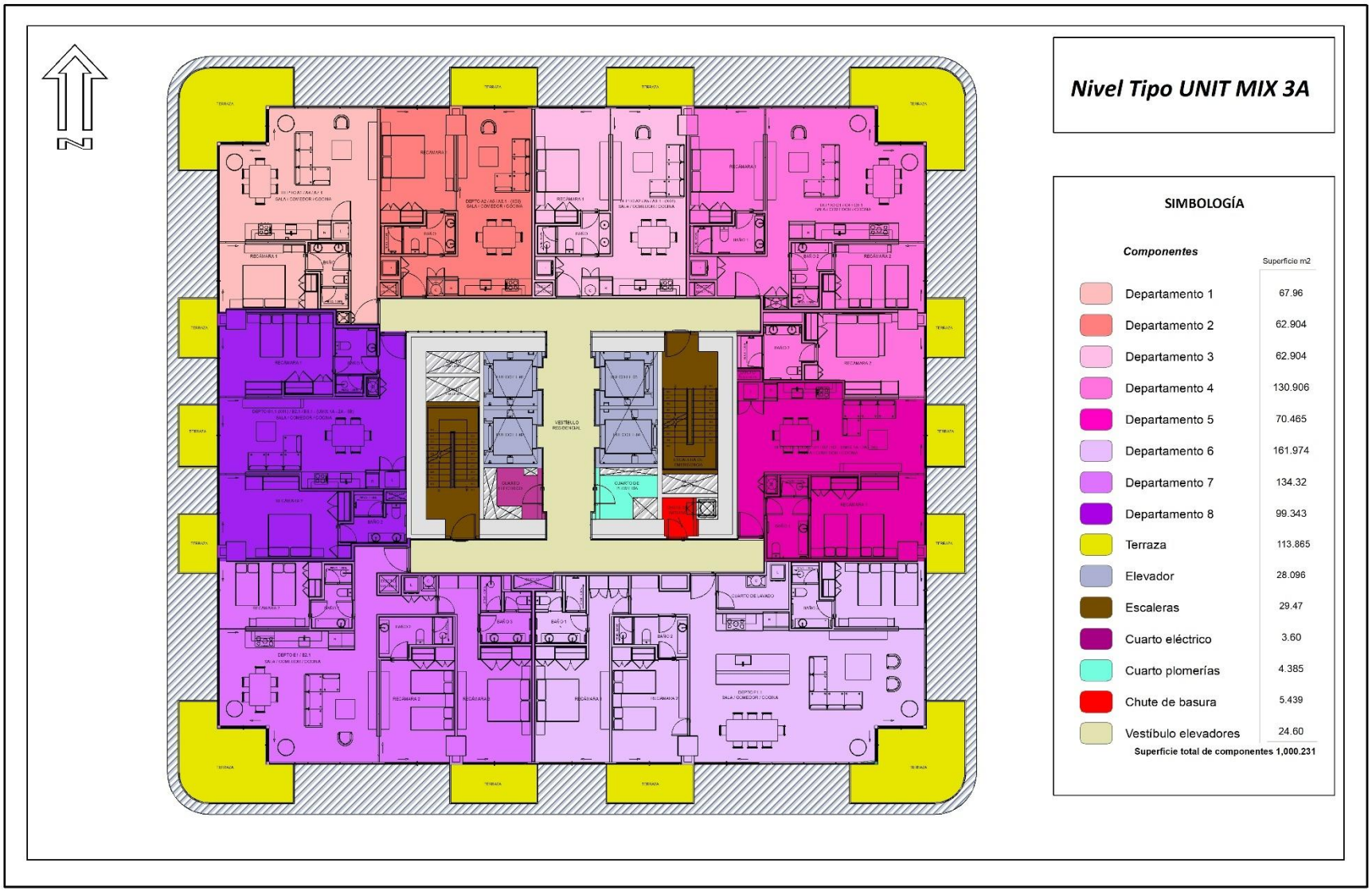
Este Nivel Tipo representa a los niveles 21 y 23 de la torre. Corresponderán a niveles donde se encontrarán 8 unidades habitacionales.

Estos niveles se conectarán con el resto de la torre por el núcleo de elevadores y escaleras, donde también se encuentra el cuarto eléctrico, cuarto de plomería y el chute de basura, a los cuales se tendrá acceso desde los departamentos por medio de pasillos.

Tabla II. 19. Componentes Nivel Tipo “Unit Mix 3A”

Nivel Tipo UNIT MIX 3A	
Componente	**Superficie (m^2)**
Departamento 1	67.96
Departamento 2	62.904
Departamento 3	62.904
Departamento 4	130.906
Departamento 5	70.465
Departamento 6	161.974
Departamento 7	134.32
Departamento 8	99.343
Terraza	113.865
Elevador	28.096
Escaleras	29.47
Cuarto eléctrico	3.6
Cuarto de plomerías	4.385
Chute de basura	5.439
Vestíbulo de elevadores	24.6
TOTAL	**1,000.231**

Plano II. 19. Plan Maestro Nivel Tipo Unit Mix 3A



Nivel Tipo “Unit Mix 3B”

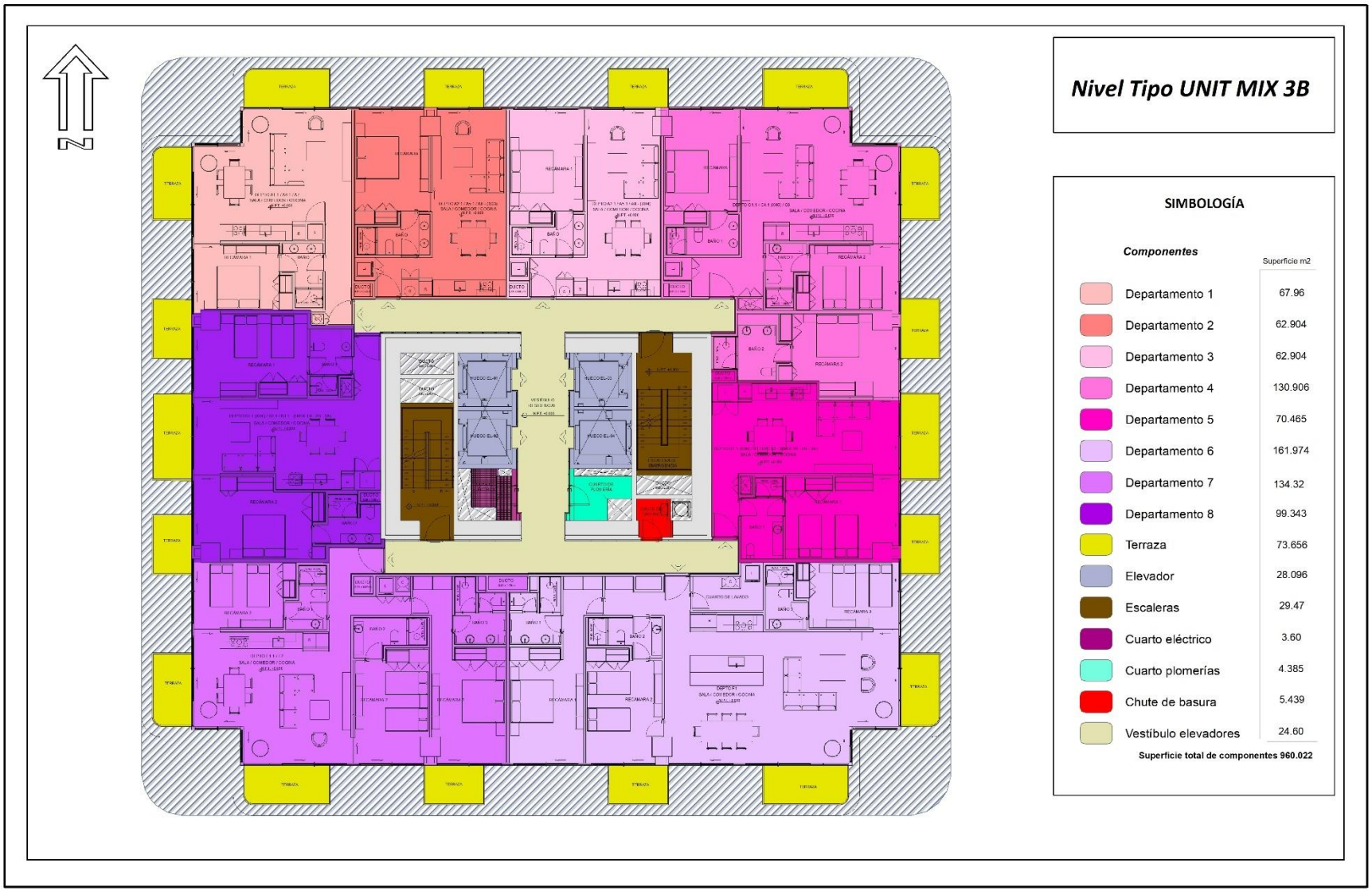
Este Nivel Tipo representa a los niveles 22 y 24 de la torre. Corresponderán a niveles donde se encontrarán 8 unidades habitacionales.

Estos niveles se conectarán con el resto de la torre por el núcleo de elevadores y escaleras, donde también se encuentra el cuarto eléctrico, cuarto de plomería y el chute de basura, a los cuales se tendrá acceso desde los departamentos por medio de pasillos.

Tabla II. 20. Componentes y superficies Nivel Tipo “Unit Mix 3B”

Nivel Tipo UNIT MIX 3B	
Componente	**Superficie (m^2)**
Departamento 1	67.96
Departamento 2	62.904
Departamento 3	62.904
Departamento 4	130.906
Departamento 5	70.465
Departamento 6	161.974
Departamento 7	134.32
Departamento 8	99.343
Terraza	73.656
Elevador	28.096
Escaleras	29.47
Cuarto eléctrico	3.6
Cuarto de plomerías	4.385
Chute de basura	5.439
Vestíbulo de elevadores	24.6
TOTAL	**960.022**

Plano II. 20. Plan Maestro Nivel Tipo Unit Mix 3B



Nivel Tipo “Unit Mix 4B”

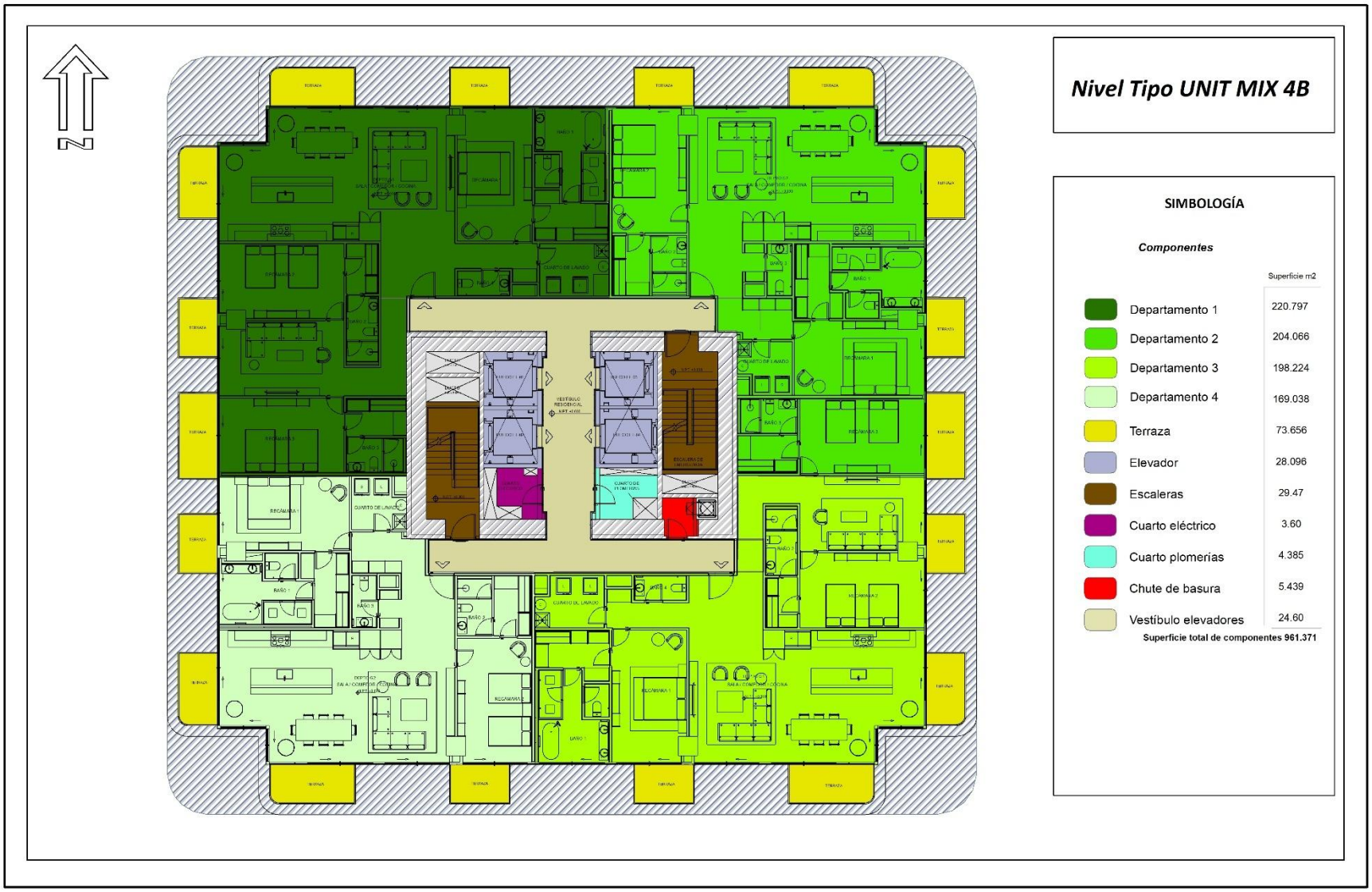
Este Nivel Tipo representa al nivel 25 de la torre. Corresponde al nivel donde se encontrarán 4 unidades habitacionales tipo Pent-house.

Este nivel se conectará con el resto de la torre por el núcleo de elevadores y escaleras, donde también se encuentra el cuarto eléctrico, cuarto de plomería y el chute de basura, a los cuales se tendrá acceso desde los departamentos por medio de pasillos.

Tabla II. 21. Componentes y superficies del Nivel Tipo “Unit Mix 4B”

Nivel Tipo UNIT MIX 4B	
Componente	**Superficie (m^2)**
Departamento 1	220.797
Departamento 2	204.066
Departamento 3	198.224
Departamento 4	169.038
Terraza	73.656
Elevador	28.096
Escaleras	29.47
Cuarto eléctrico	3.6
Cuarto de plomerías	4.385
Chute de basura	5.439
Vestíbulo de elevadores	24.6
TOTAL	**961.371**

Plano II. 21. Plan Maestro Nivel Tipo Unit Mix 4B



Nivel Roof Garden (99.00 m)

El Roof Garden corresponde al Nivel 26 de la torre, constituyendo el último nivel del edificio. En este nivel se ubican las áreas de amenidades destinadas al uso común de los residentes, entre las que se incluyen ludoteca, alberca, jacuzzi, asoleaderos, regadera, terrazas y áreas ajardinadas.

Asimismo, se localizan áreas de servicio tales como cuarto de máquinas de la alberca, cuarto de aseo, bodegas, lockers, sanitarios y vestidores.

El nivel se conecta con el resto de la torre mediante el núcleo de elevadores y escaleras, donde también se encuentran el cuarto eléctrico, cuarto de plomerías y el chute de basura, con acceso a través de los pasillos de circulación vertical.

La superficie total de la losa del nivel es de **1,210.44 m²**, de los cuales **872.114 m² corresponden a superficie techada** (cubierta reconocida para efectos de cómputo de superficie construida). El resto corresponde a áreas exteriores descubiertas.

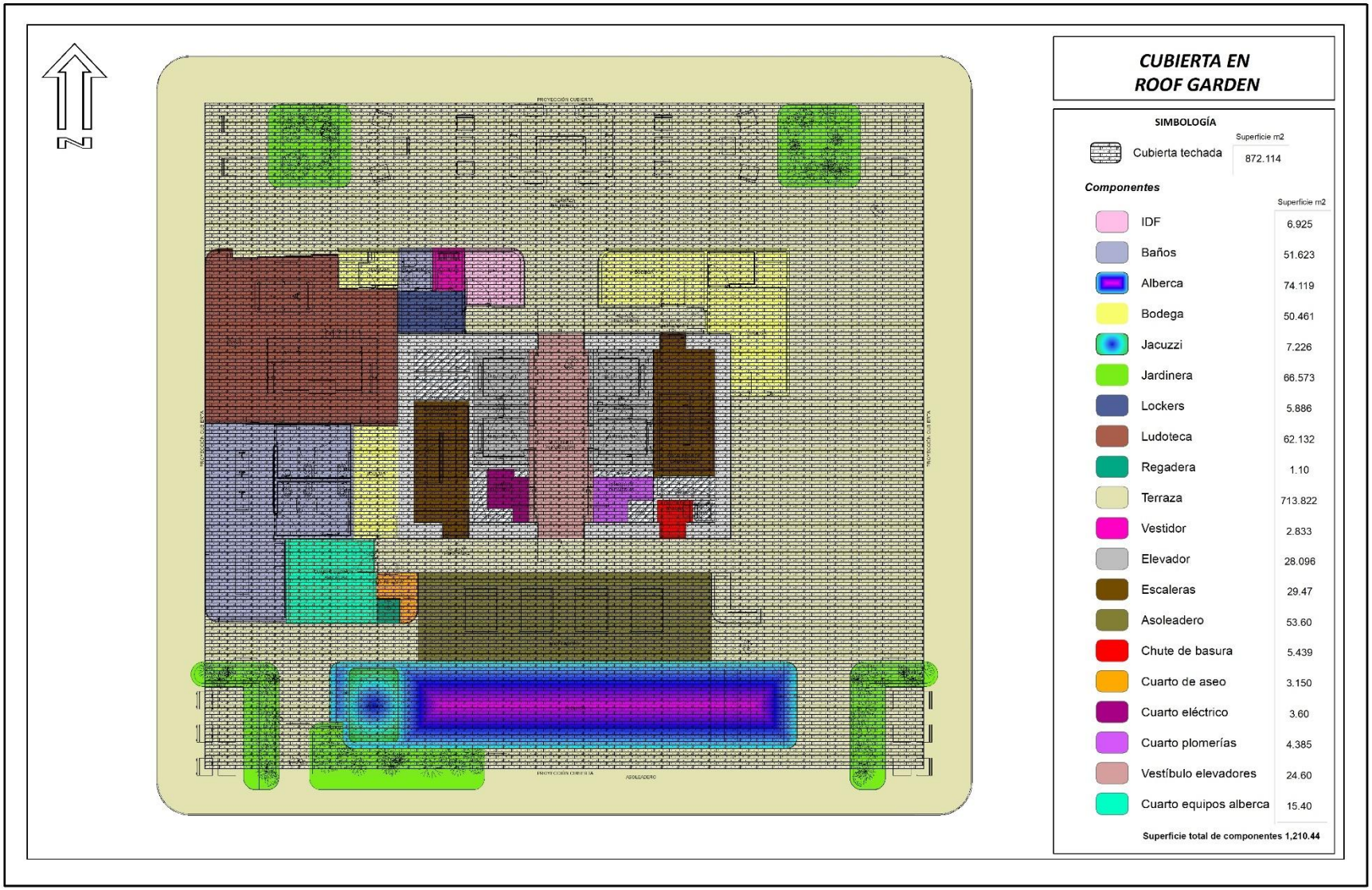
Tabla II. 22. Componentes del Roof Garden (incluye áreas no techadas)

Roof Garden	
Componente	**Superficie (m^2)**
IDF	6.925
Baños	51.623
Alberca	74.119
Bodega	50.461
Jacuzzi	7.226
Jardinera	66.573
Lockers	5.886
Ludoteca	62.132
Regadera	1.1
Terraza	713.822
Vestidor	2.833
Elevador	28.096
Escaleras	29.47
Asoleadero	53.6
Chute de basura	5.439
Cuarto de aseo	3.15
Cuarto eléctrico	3.6
Cuarto de plomerías	4.385
Vestíbulo de elevadores	24.6
Cuarto de equipos de alberca	15.4
TOTAL	**1,210.44**

Plano II. 22. Plan Maestro Nivel Roof Garden



Plano II. 23. Área cubierta Nivel Roof Garden



Azotea (104.40 m)

La azotea corresponde al área que cubrirá al nivel Roof Garden, así como los elementos del núcleo de elevadores. Este no será un nivel aprovechable por los usuarios y alcanzará una altura de 105.971 metros sobre el nivel de calle, siendo este el punto más alto de la torre.

Cumplimiento con el Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Distrito Urbano 5

El Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Distrito Urbano 5 del Municipio de Puerto Vallarta fue publicado en la Gaceta Municipal de Puerto Vallarta el 24 de diciembre del 2020. Este es el instrumento de planeación que se encarga de direccionar y regular el ordenamiento urbano integral y sostenible en el territorio municipal, apoyándose en un conjunto de lineamientos estructurados. Dichos lineamientos fueron considerados en el diseño del plan maestro del proyecto.

De acuerdo con este instrumento, el predio se encuentra en un uso de suelo **Comercial y de servicios medio CS3 (35)**. Por lo anterior, el predio donde se pretende desarrollar el Proyecto tiene asignados los lineamientos de uso de suelo que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla II. 23. Lineamientos de Uso Comercial y de Servicios Medio SC3 (35)

Criterio	PPDU-DU5	Proyecto Alisia
SUPERFICIE MÍNIMA DE LOTE	400 m^2	6,741.80 m^2
FRENTE MÍNIMA DE LOTE	12 m	65.34 m
COEFICIENTE DE OCUPACIÓN DEL SUELO (C.O.S.)	0.80 = 5,393.44 m^2	1,432.654 m^2
COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN DEL SUELO (C.U.S.)	2.40 = 16,180.35 m^2	16,180.35 m^2
INCREMENTO DE COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN DE SUELO (I.C.U.S)	1.60 = 10,786.88 m^2	10,786.88 m^2
CUS + ICUS	26,967.20 m^2	26,967.20 m^2
ALTURA MÁXIMA	CONDICIONADO	Cumple con factibilidad y permisos especiales otorgados por la Dirección de Desarrollo Urbano. Así mismo, se cuenta con el VoBo de aeronáutica (**ANEXO II.7**)
RESTRICCIÓN FRONTAL	3 m	13.85 m y 8.46 m
RESTRICCIÓN POSTERIOR	3 m	6.63 m

ESTACIONAMIENTO PARA VEHÍCULOS MOTORIZADOS (VM) Y NO MOTORIZADOS (VNM)	(VM) 0.5 POR VIVIENDA (VNM) 0.5 POR VIVIENDA / (0.5) POR CADA 100 m^2 (VNM) 0.5 POR CADA 100 m^2 = 112	112 en total, distribuidos en 108 cajones convencionales y 4 para discapacitados
ÍNDICE DE VIVIENDA	30 = 224.7	224

Según el Reglamento de Gestión y Ordenamiento Territorial del Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco, el Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS), el Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS) y el Incremento Coeficiente de Utilización del Suelo (ICUS) se definen y calculan de la siguiente manera:

> ***XV. Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS):*** *Factor que, multiplicado por el área total de un lote o predio, determina la máxima superficie de desplante edificable del mismo; excluyendo de su cuantificación, las áreas ocupadas por sótanos;*
> ***XVI. Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS):*** *Factor que, multiplicado por el área total de un lote o predio, determina la máxima superficie construida que puede tener una edificación, en un lote determinado; excluyendo de su cuantificación las áreas ocupadas por sótanos; (…)*
> ***XXX. ICUS: Incremento Coeficiente de Utilización del Suelo.*** *Es el factor que, multiplicado por el área total de un lote o predio, determina la superficie adicional al coeficiente de utilización de suelo que se permite edificar dentro del mismo;*

De igual manera, es necesario tomar en cuenta la definición de superficie edificable, la cual, según el citado reglamento, es la siguiente:

> ***LXIV. Superficie edificable:*** *Área de un lote o predio que puede ser ocupado por la edificación y corresponde a la proyección horizontal de la misma, excluyendo los salientes de los techos, cuando son permitidos;*

De acuerdo con los criterios de edificación señalados en el PPDU-DU5 se estimaron los coeficientes para el área de estudio, considerando que la Propiedad Privada, según la Escritura Pública No. 15,573, tiene una superficie total de 6,741.80 m^2. Resultando para el **Coeficiente de Ocupación del suelo (COS) un total de 5,393.44 m^2. La superficie total de desplante (COS) en la planta baja es de 1,432.654 m^2**, lo cual se encuentra plenamente delimitado en los planos arquitectónicos del proyecto.

De igual manera el **Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS)** del proyecto es de **16,180.32 m^2**, mientras que el Incremento en el **Coeficiente de Utilización del Suelo (ICUS)** es de **10,786.88 m^2**, resultando **un total de 26,967.20 m^2 de CUS**. El proyecto tiene un total de **26,967.20 m^2** de superficies techadas excluyendo al nivel Sótano, lo cual se apega a lo establecido por el PPDU-DU5.

La determinación de un sótano debe ser congruente con la definición del Reglamento de Construcción para el Municipio de Puerto Vallarta, la cual dice:

> ***LXXVIII. Sótano:*** *Área o espacio edificado por debajo del nivel de banqueta, para el caso de utilización medio nivel este podrá tener una altura máxima de 1.80 metros sobre el nivel medio de banqueta, y respetará la superficie de desplante correspondiente al COS;*

El Nivel Sótano descrito en el Plan Maestro se desplanta a 3.28 m bajo el nivel de banqueta, llegando hasta 1.8 metros sobre el nivel de banqueta y, dado que es utilizado como estacionamiento y no con fines comerciales o habitacionales, este nivel se considera sótano y su superficie no se considera en la determinación del CUS. Por otro lado, el sótano del proyecto cuenta con una superficie de 5,393.44 m^2, por lo que respeta la superficie limitante del COS del predio según el PPDU-DU5 y el Reglamento de Construcción municipal.

A continuación, se presenta una tabla resumen que contiene las superficies techadas que comprende cada uno de los niveles del proyecto, estas se tomaron para el cálculo del Coeficiente de Uso de Suelo (CUS). Dado que el nivel Sótano se encuentra desplantado bajo el nivel de calle, su superficie no es contemplada para el cálculo de CUS.

Tabla II. 24. Superficie construida por nivel (CUS)

NIVEL	SUPERFICIE TECHADA (m^2)
Roof Garden	872.114
25	961.371
24	1,000.231
23	960.022
22	1,000.231
21	960.022
20	1,000.231
19	960.022
18	1,000.231
17	960.022
16	1,000.231
15	960.022
14	1,000.231
13	960.022
12	1,000.231
11	960.022
10	1,000.231
09	960.022
08	1,000.231

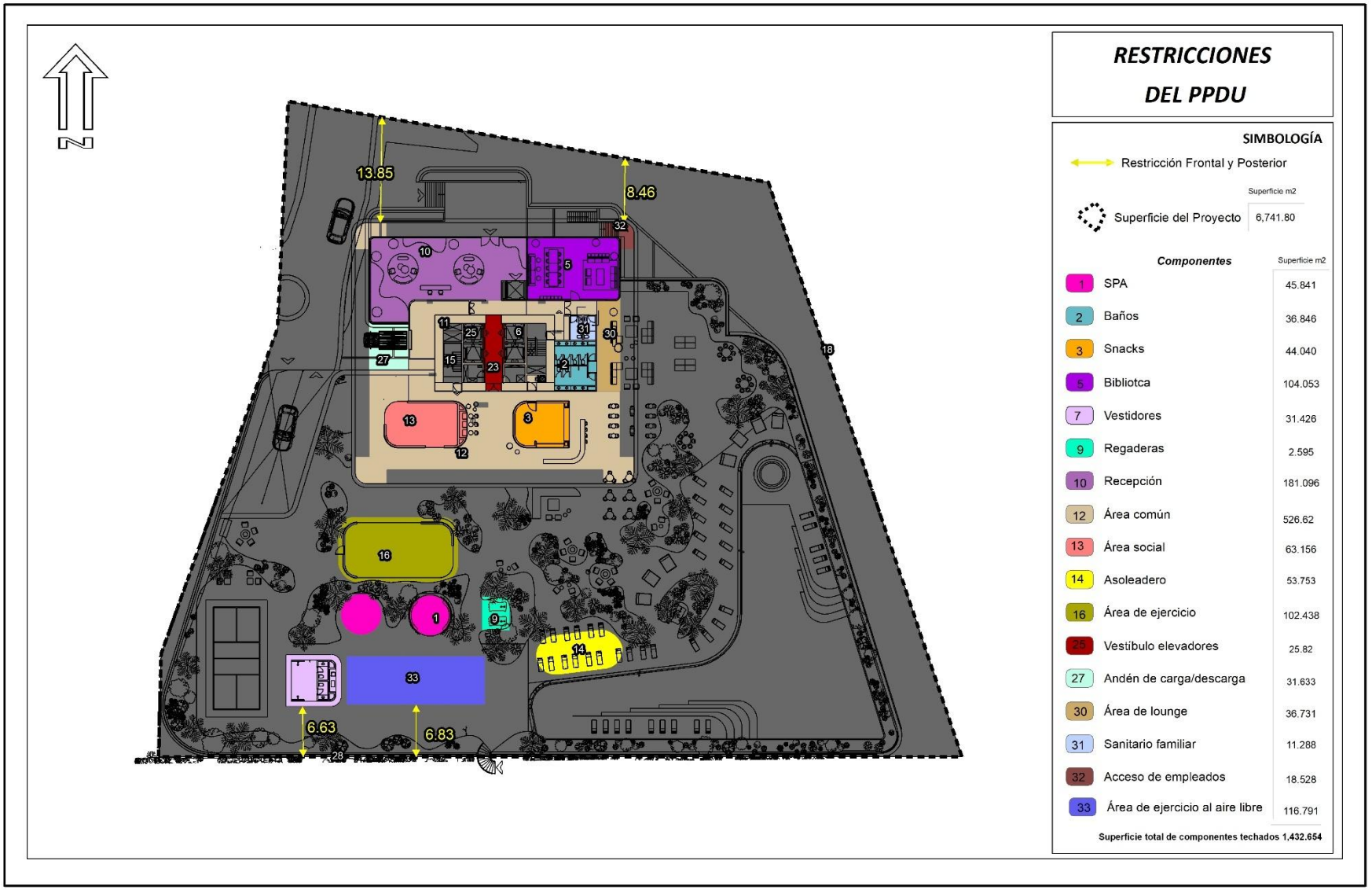
07	960.022
06	1,000.231
05	960.022
04	1,000.231
03	960.022
02	1,000.231
01	1,000.231
Planta Baja	1,432.654
TOTAL	**26,967.20**

Por otro lado, la superficie edificable del predio está determinada por una Restricción frontal de 3 metros y una Restricción posterior de 3 metros, mientras que a este uso de suelo no le aplica restricción lateral. Estas restricciones también se encuentran definidas en el Reglamento de Gestión y Ordenamiento Territorial del Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco de la siguiente manera:

> ***LVII. Restricción frontal:*** *Distancia que debe dejarse libre de construcción dentro de un lote, medida desde la línea del límite del lote con la vía pública o área común, hasta el alineamiento de la edificación por todo el frente del mismo; (…)*
> ***LIX. Restricción posterior:*** *Distancia en la cual se restringe la altura o la distancia de la construcción dentro de un lote, con objeto de no afectar la privacidad y el asoleamiento de las propiedades vecinas, medida desde la línea de propiedad de la colindancia posterior;*

De esta manera, el plan maestro fue diseñado usando como referencia de la superficie edificable según las restricciones establecidas en el PPDU-DU5, dando cumplimiento a este punto con una Restricción frontal de 8.46 m en el punto más cercano de la torre con el frente del predio y de 13.85 m en el punto más alejado. De igual manera, se respeta la restricción posterior con 6.83 m de distancia desde las amenidades techadas hasta el límite del predio. Esto se ve representado en el siguiente plano, el cual demuestra el respeto de las restricciones.

Plano II. 24. Restricciones del proyecto



II.2.2. Programa de trabajo

El desarrollo del proyecto se llevará a cabo en tres etapas. Primero, las etapas de "Preparación del sitio" y "Construcción", finalmente la etapa de "Operación y mantenimiento", según se describe en el calendario de trabajo que se presenta a continuación (**Tabla II. 26**), donde se muestran las actividades a realizar por el desarrollo del proyecto, dentro de sus respectivas etapas e incluye el periodo de tiempo estimado para la realización de cada una de ellas.

La primera etapa denominada **Preparación del sitio** incluye aquellas actividades relacionadas a la organización y acondicionamiento del terreno, incluyendo las actividades de remoción de vegetación. Para la mayoría de las actividades de preparación se estima una duración de 9 meses, contados a partir de obtener las autorizaciones y permisos pertinentes por parte de la o las autoridades correspondientes.

La segunda etapa llamada **Construcción** se pretende realizarla en un periodo de alrededor de 2 años y 6 meses, periodo en el cual se implementarán las obras de cimentación, construcción de la estructura (incluyendo la estructura de la torre y el Andador) e instalación y acabados de cada uno de los elementos que integran el proyecto.

Finalmente, en la etapa de **Operación y Mantenimiento** se iniciará una vez concluidas las actividades correspondientes a las etapas anteriormente descritas. Para esta etapa no es posible determinar un término debido a que la durabilidad del proyecto dependerá directamente del mantenimiento y uso que se le dé al mismo. Se considera un periodo de operación de 50 años, no obstante, podría ampliarse dependiendo del adecuado mantenimiento de la infraestructura.

Tabla II. 25. Programa de trabajo del proyecto Alisia

Clave	Actividad	Trimestre				Año				Año 50+
		1	2	3	4	1		2		
P1	Inversión inicial	■								
P2	Contratación de personal	■								
P3	Instalación de obras provisionales	■								
P4	Desmonte y despalme	■								
P5	Demolición de infraestructura actual	■	■							
P6	Cortes y excavaciones	■	■							
P7	Contención de taludes	■	■	■						
P8	Nivelación del terreno		■	■						
P9	Manejo de maquinaria-Etapa de Preparación	■	■	■						
P10	Generación y manejo de RSU, RME y RP	■	■	■						

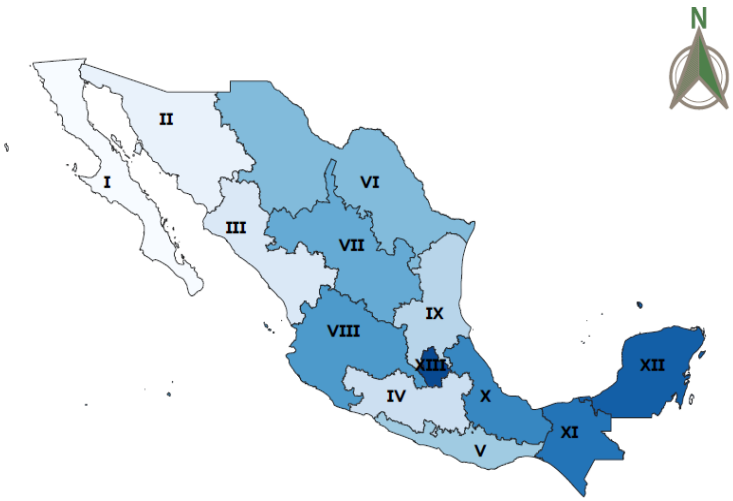
C1	Cimentación									
C2	Construcción de la estructura									
C3	Instalación de redes de servicios generales									
C4	Acabados									
C5	Desinstalación de obras provisionales									
C6	Generación y manejo de RSU, RME y RP									
C7	Manejo de maquinaria-Etapa de Construcción									
O1	Contratación de personal de la región									
O2	Mantenimiento de infraestructura									
O3	Generación y manejo de Residuos Sólidos Urbanos									
O4	Consumo de agua y generación de aguas residuales									

II.2.3. Representación gráfica regional

Las Regiones Hidrológicas (RH) son áreas delimitadas por sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, por lo tanto, sus límites no tienen relación con la división política estatal o municipal. Las regiones están conformadas por una o varias cuencas hidrológicas, que, a su vez, son consideradas como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos. En cambio, las Regiones Hidrológico-Administrativas (RHA) integran la división política municipal, siendo esta la unidad mínima de gestión administrativa de los recursos hídricos.

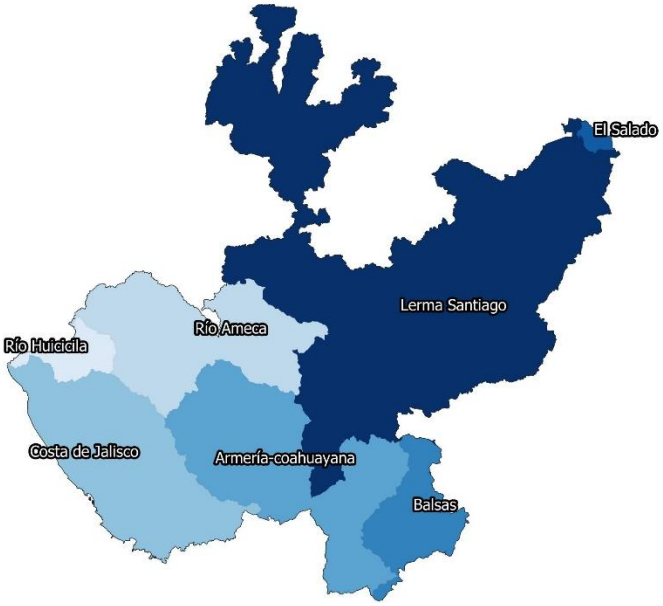
El área del proyecto se localiza en el municipio de Puerto Vallarta, Jalisco. Específicamente, se encuentra dentro de la zona urbana del municipio, en la Marina de Vallarta. Esta zona se ubica dentro de la RHA VIII Lerma-Santiago-Pacífico. De acuerdo con Estadísticas del Agua en México (CONAGUA, 2023), anualmente esta RHA cuenta con poco más de 35,247 hm^3 de agua dulce renovable, a lo que se le denomina disponibilidad natural media. Esto la coloca como la tercera de la República en términos de disponibilidad natural media. Sin embargo, también es la que presenta los mayores volúmenes concesionados de todas las del país (15,845 hm^3) y está dentro de la región más poblada, con 25.97 millones de habitantes. Por lo anterior, el grado de presión sobre el recurso hídrico es de 45.9% dentro de esta RHA, ubicándola dentro del grado de presión fuerte (presión fuerte: 40% a 100%).

Figura II. 13. Regiones Hidrológicas Administrativas (RHA) de México



El Estado de Jalisco forma parte de siete Regiones Hidrológicas (RH): Lerma-Santiago (RH-12), Ameca (RH-14), Armera-Coahuayana (RH-16), Balsas (RH-18), Costa de Jalisco (RH-15), Río Huicicila (RH-13) y El Salado (RH-37). El área del proyecto se ubica dentro de la RH-13 Huicicila. Las regiones hidrológicas a su vez son la agrupación de varias Cuencas Hidrológicas con niveles de escurrimiento superficial similares (INEGI, 2017).

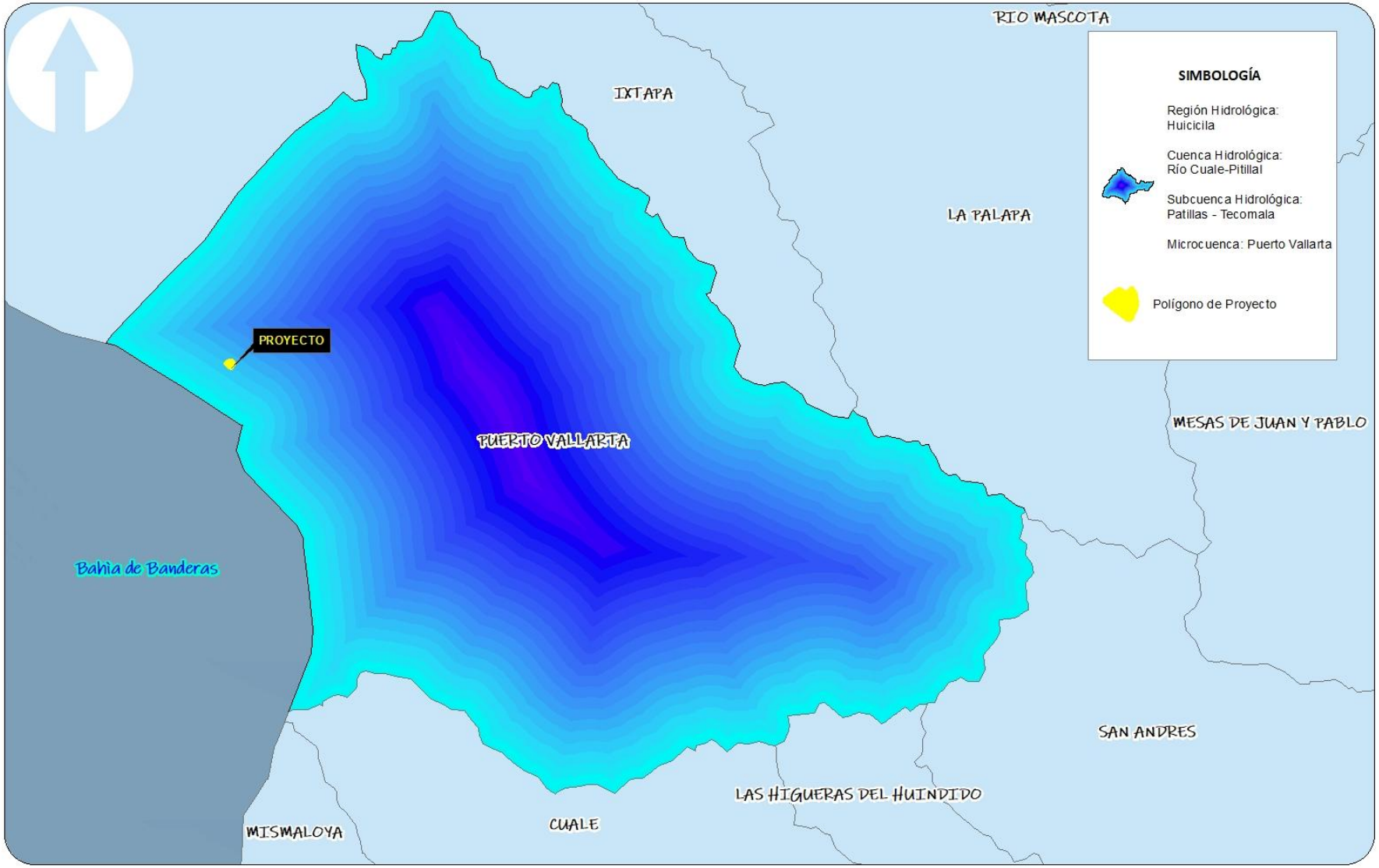
Figura II. 14. Regiones Hidrológicas (RH) de Jalisco



Una Cuenca Hidrológica está definida como la unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente se delimitan por un parte aguas o divisoria de las aguas aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad, en donde ocurre el agua en distintas formas y esta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aun sin que desemboquen en el mar (CEA Jalisco, 2015). La cuenca donde se ubica el Proyecto es la del Río Cuale-Pitillal.

A un nivel menor, las microcuencas son un área de drenaje que conjunta sus escurrimientos en un cause común llamada corriente principal. Puede abarcar desde unos cientos de hectáreas hasta cinco mil (Sánchez-Vélez, García-Núñez y Palma-Trujano, 2003). En este sentido, el área del proyecto se encuentra dentro de la microcuenca Puerto Vallarta.

Plano II. 25. Localización del proyecto en la Microcuenca Puerto Vallarta



Plano II. 26. Representación gráfica Regional



II.2.4. Preparación del sitio y construcción

En este apartado se detallan las actividades de las diferentes etapas que conllevara el desarrollo del proyecto denominado "**Alisia**". Para la etapa de Preparación del sitio se contemplan 10 actividades, mientras que se consideran 7 en la etapa de Construcción. Finalmente, para la etapa de Operación y Mantenimiento se identifican 4 actividades. Estas actividades se presentan en la siguiente tabla y se describen puntualmente a continuación.

Tabla II. 26. Actividades del Proyecto

Clave	Actividad
P1	Inversión inicial
P2	Contratación de personal
P3	Instalación de obras provisionales
P4	Desmonte y despalme
P5	Demolición de infraestructura actual
P6	Cortes y excavaciones
P7	Contención de taludes
P8	Nivelación del terreno
P9	Manejo de maquinaria-Etapa de Preparación
P10	Generación y manejo de RSU, RME y RP
C1	Cimentación
C2	Construcción de la estructura
C3	Instalación de redes de servicios generales
C4	Acabados
C5	Desinstalación de obras provisionales
C6	Generación y manejo de RSU, RME y RP
C7	Manejo de maquinaria-Etapa de Construcción
O1	Contratación de personal de la región
O2	Mantenimiento de infraestructura
O3	Generación y manejo de Residuos Sólidos Urbanos
O4	Consumo de agua y generación de aguas residuales

En este apartado se hará la descripción de las actividades anteriormente presentadas en el Programa de trabajo propuesto para las etapas de construcción y preparación:

Preparación del sitio

P1. Inversión inicial

El proyecto **"Alisia"** tiene asignada una inversión económica aproximada de $1,200,000,000 pesos mexicanos, que se utilizarán para la contratación del personal, la adquisición de insumos de la construcción y otros gastos.

P2. Contratación de personal

Con el propósito de generar derrama económica en la zona, disminuir tiempos de traslados y evitar desplazamientos de largas distancias, preferentemente se hará la contratación de la mano de obra dentro de las localidades cercanas al área de proyecto. El número de empleados podrá variar según la etapa y las actividades a lo largo del proyecto.

Tabla II. 27. Número de trabajadores por etapa de desarrollo

Etapa	Trabajadores
Preparación	20
Construcción	130
Operación	20

Teniendo en cuenta los datos observados en el sitio web de la Secretaría de Economía, en la sección de “Trabajadores de Apoyo en la Construcción” vinculado en el siguiente enlace https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/occupation/trabajadores-de-apoyo-en-la-construccion, se estima que los salarios que perciben los trabajadores en Jalisco ronda alrededor de los $7,000 pesos mensuales. En la actualidad, el salario mínimo en México para el año 2026 es de **$315.04 pesos diarios**. Los empleados que sean contratados para la construcción del proyecto **“Alisia”** ganarán, por lo menos, el salario mínimo.

Figura II. 15. Salario de los trabajadores de apoyo a la construcción en México año 2025

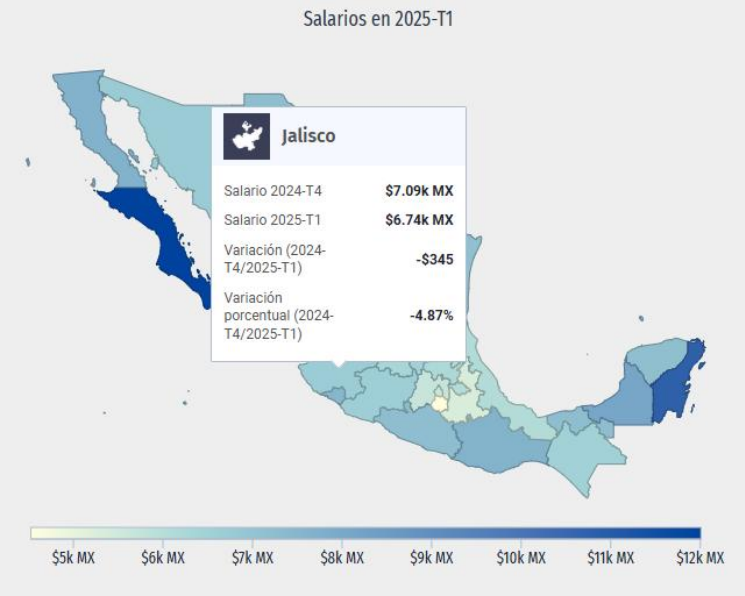
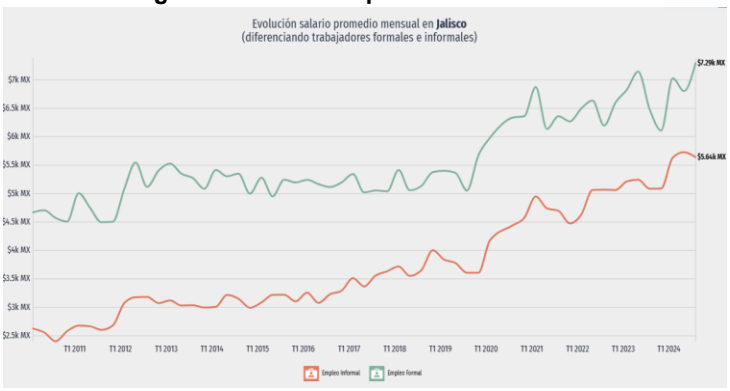


Figura II. 16. Salario promedio en Jalisco



Con la finalidad de evitar tiempos prolongados de trasporte de personal de obra, evitar la contaminación que ello implica y de aumentar el bienestar de la población de la región, la contratación del personal para la realización del proyecto se hará preferentemente dentro de la Zona Metropolitana Interestatal de Puerto Vallarta - Bahía de Banderas.

P3. Instalación de obras provisionales

Durante las etapas de preparación y construcción del proyecto se plantea la implementación de una serie de obras e instalaciones provisionales, necesarias para garantizar el funcionamiento logístico, técnico y operativo de la obra. Todas estas instalaciones serán temporales, estarán ubicadas dentro del área del proyecto autorizado para el desarrollo y serán desmontadas al término de la obra civil principal. No se prevé la ocupación de predios aledaños ni zonas externas al área del proyecto.

A continuación, se detallan dichas obras, así como una descripción de cada una de ellas:

OBRAS PROVISIONALES

1.- Obras de acceso provisional al sitio de obra

El acceso controlado de vehículos, maquinaria y personal será habilitado mediante dos puntos principales:

- **Ingreso técnico y de personal:** A través de la vialidad interna del Condominio Isla Iguana, con base en lo establecido en el **Contrato de Reconocimiento y Entrega de Posesión con Concesiones Recíprocas**, expediente **PJLP/005/2023** (**Anexo II.3**).

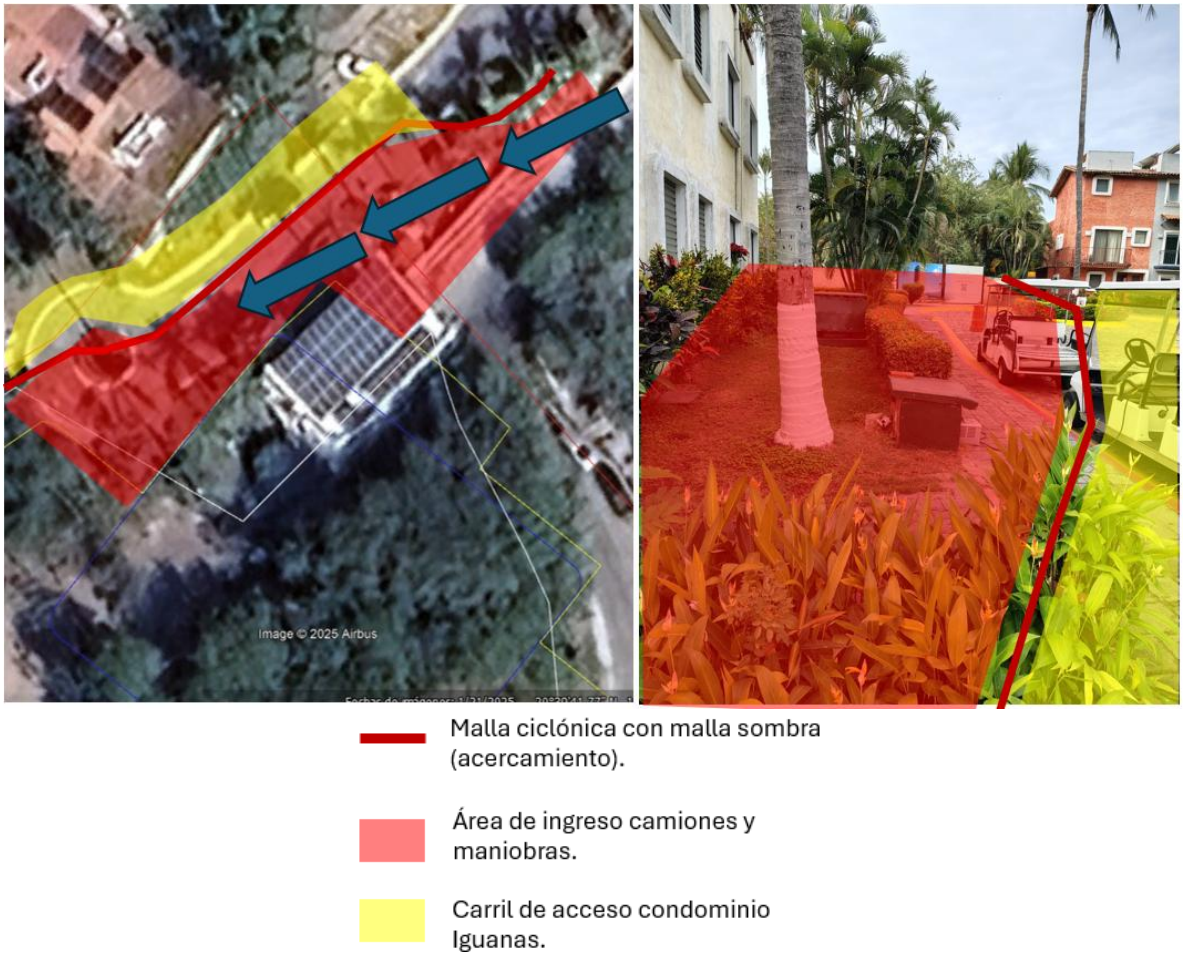
- **Ingreso de maquinaria pesada y materiales:** A través de la zona de “Los Peines”, mediante un acceso temporal habilitado para camiones y equipo de gran volumen, también conforme al convenio mencionado.

La instalación de estas obras contempla:

- Demolición de infraestructura actual descrita en puntos anteriores y adecuación de banquetas existentes.
- Retiro de cercado perimetral temporal.
- Nivelación superficial y señalización de acceso.

Estas adecuaciones permitirán una entrada más amplia, un radio de maniobra funcional para camiones y maquinaria, lo que busca evitar interferencias con zonas Residenciales aledañas y áreas fuera del área del Proyecto.

Figura II. 17. Obras de acceso al proyecto



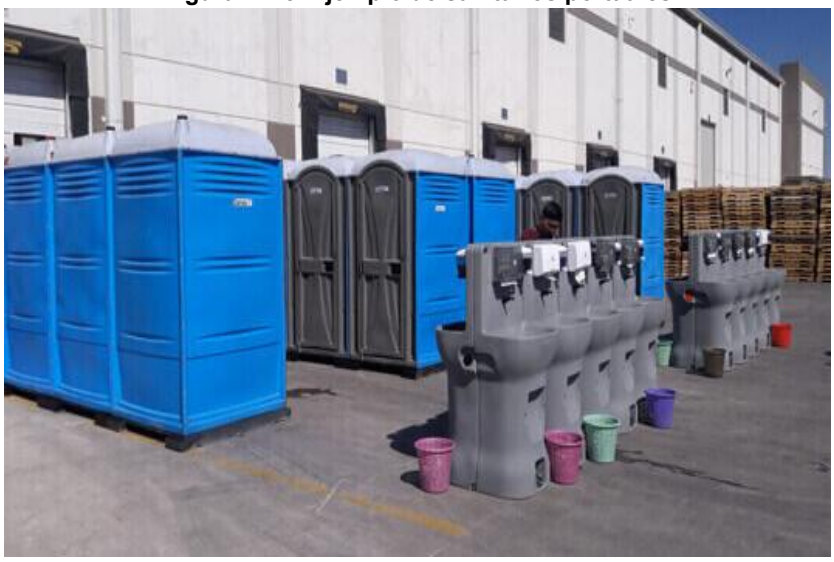
2.- Área de servicios auxiliares

Se instalará un **área de servicios auxiliares provisionales**, las cuales se ubicarán en áreas que no generen conflicto con el desplante y las actividades constructivas. Los servicios auxiliares provisionales a instalar serán:

Sanitarios portátiles

Para evitar la defecación de los trabajadores al aire libre, se instalarán sanitarios portátiles durante las fases de preparación y construcción del proyecto. Se propone la instalación de 1 baño para cada 15 trabajadores. En la primera etapa se considera la instalación como mínimo de dos sanitarios (20 trabajadores en área del proyecto) y para la etapa de construcción se deberá considerar por lo menos 9 sanitarios (130 trabajadores) en el área del proyecto o los que se requieran según la presencia simultanea de personal de obra. Para la instalación y mantenimiento de estos, la promovente contratará una empresa especializada en el manejo de aguas residuales, renta y servicio de sanitarios.

Figura II. 18. Ejemplo de sanitarios portátiles



Almacén temporal

Dentro de la zona donde se desarrollará el proyecto, se destinará un área para instalar una bodega provisional donde se almacenen materiales de construcción (herramientas, cemento, varillas, etc.), con la finalidad de tener un control sobre los materiales en uso, así como evitar la acumulación y dispersión de estos en zonas donde no sean necesarios y protegerlos de las condiciones climáticas.

Figura II. 19. Ejemplo de almacén temporal



Almacén de RME y RP

Para almacenar de manera temporal los Residuos de Manejo Especial (RME), se deberá instalar un almacén donde se separen los RME por tipo, evitando su mezcla con otros tipos de residuos. Estas áreas deberán ser cubiertas con lonas para evitar su dispersión por el viento y deberán estar correctamente rotulados. En caso de que por su magnitud los residuos deban ser acumulados en otras áreas del proyecto, se deberán delimitar y señalar estos espacios como almacén de RME, indicando el tipo de residuo a almacenar.

Para los Residuos Peligrosos (RP), no se estima que se produzcan grandes cantidades de estos, por la naturaleza del proyecto, sin embargo, de manera precautoria, se instalara un almacén para resguardar residuos peligrosos que puedan llegar a generarse, como son aceites, combustibles, pintura, sólidos impregnados, etc., los cuales deberán estar correctamente identificados hasta llevar a cabo su disposición final. Este almacén deberá instalarse de acuerdo con la legislación ambiental aplicable.

Figura II. 20. Ejemplo de almacenes para RME y RP



Contenedores de RSU

Los residuos sólidos urbanos, son aquellos generados, en este caso, por los trabajadores en la obra, como pueden ser restos de comida, envases, plásticos, etc. Se instalarán contenedores rotulados y con coloración diferente para su correcta identificación y serán separados de acuerdo con la separación primaria (orgánicos, inorgánicos y sanitarios), por lo que se colocarán contenedores de 200 l en áreas estratégicas y de mayor afluencia de trabajadores para la disposición temporal de los RSU generados dentro del proyecto.

Figura II. 21. Ejemplo de contenedores para RSU



Oficinas móviles tipo camper

Se instalarán oficinas integradas dentro de campers, que facilitan la instalación y traslado en caso de ser requerido. En estas oficinas se llevarán a cabo actividades administrativas para dirección de obra, control de calidad, seguridad industrial y ambiental. Se estima que tenga una dimensión aproximada de 3 m por 8 m y se colocará sobre bloques de concreto o alguna otra estructura nivelada.

Comedor y área de descanso del personal

Con el fin de mejorar las áreas de trabajo, se delimitará un área para fungir como comedor y área de descanso, la cual estará cubierta con una estructura ligera con malla sombra o toldo. Se estima que abarque unas dimensiones de 6 m por 6 m. Esta área estará disponible para ser aprovechada por los trabajadores durante los descansos. En conjunto, se instalarán contenedores de RSU en el área, ya que se espera que sea un punto de generación de estos residuos.

Figura II. 22. Ubicación de las obras provisionales

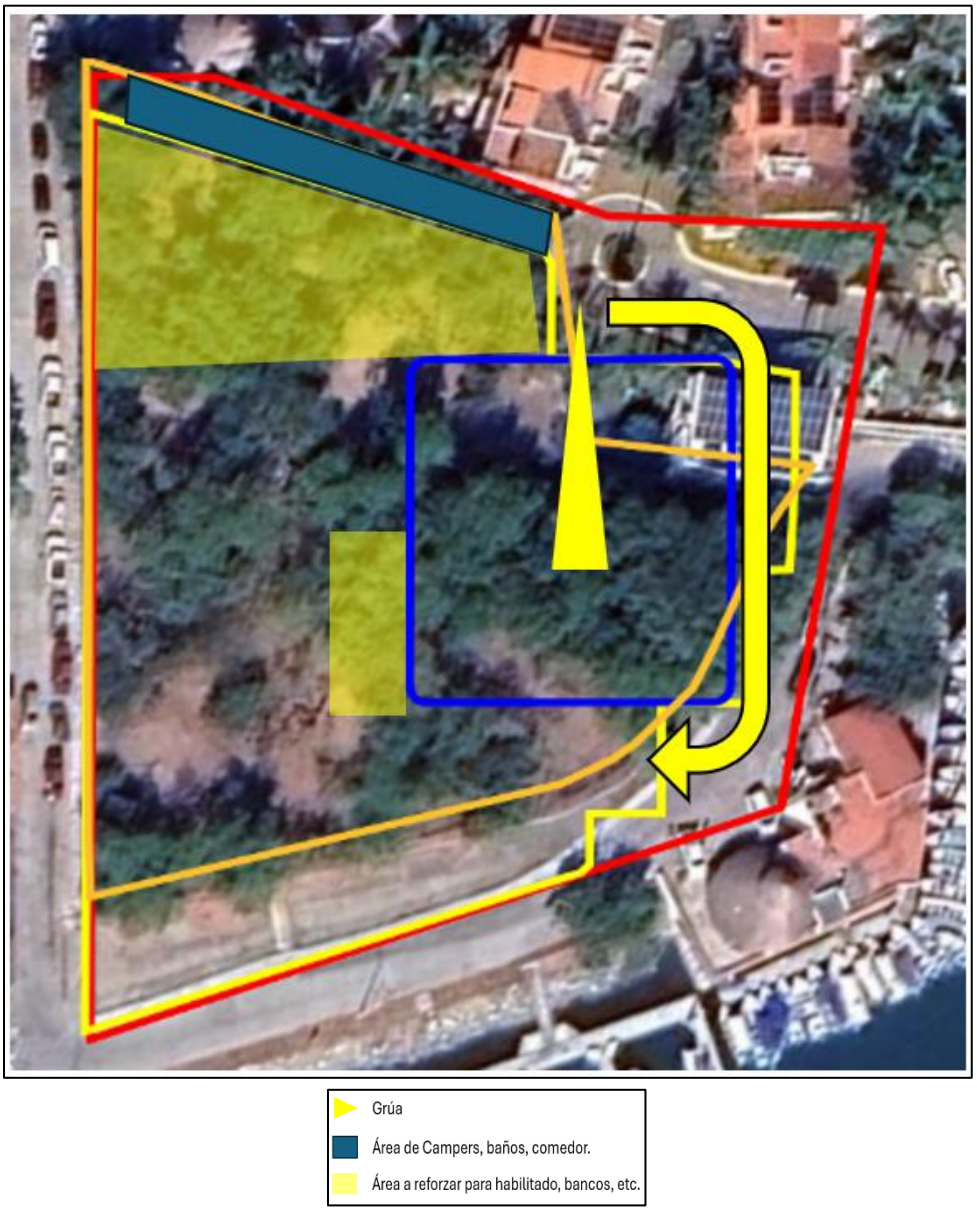


Tabla II. 28. Coordenadas UTM de ubicación de obras provisionales

Obra provisional	XUTM	YUTM
Grúa	474331.24 m E	2284693.12 m N
Área de Campers, baños, comedor.	474285.65 m E	2284700.09 m N
Área a reforzar para habilitado	474284.64 m E	2284680.79 m N

3.- Patio de maniobras y zona de acopio de materiales

Se habilitará un **patio de maniobras temporal** con **dimensiones estimadas** de **450 m²** dentro del predio para:

- Descarga de materiales de construcción.

- Estacionamiento momentáneo de maquinaria.
- Almacenamiento de prefabricados, estructuras y habilitado de acero.

4.- Área de abastecimiento de maquinaria

El abastecimiento de combustible para maquinaria ligera (por ejemplo, torres de iluminación o generadores) se realizará mediante **recipientes certificados con capacidad menor a 200 litros**, bajo condiciones de seguridad controlada por personal capacitado. La frecuencia será semanal o según necesidad, sin almacenamiento continuo. No se contempla la instalación de una zona permanente de recarga de combustible ni actividades de mantenimiento mecánico mayor dentro del área del proyecto.

La gestión de hidrocarburos se sujetará a lo dispuesto en la **NOM-005-ASEA-2016**, en cuanto a condiciones de almacenamiento, transferencia y contención de derrames. Esta actividad será **semanal o la demandada**, sin almacenamiento continuo en sitio.

Medidas de seguridad, desmontaje y gestión final

- Todas las obras provisionales contarán con señalización de seguridad, rutas de evacuación, extintores y bitácora de mantenimiento.
- Su operación será registrada en el programa de supervisión ambiental del proyecto.
- Al término de la obra, estas instalaciones serán **desmanteladas y retiradas** y las superficies restituidas a su condición original.

5.- Infraestructura provisional técnica (grúa trepadora y apuntalamiento estructural)

Durante la ejecución de la obra civil del proyecto “**Alisia”**, se contempla la implementación de infraestructura técnica provisional de apoyo vertical y logístico, indispensable para el suministro de materiales en altura y la optimización del espacio en obra.

Grúa Trepadora

Se instalará una **grúa trepadora tipo torre**, cuyo emplazamiento estará ubicado al interior del **cubo de escaleras** de la estructura en construcción. Esta grúa será utilizada para el **movimiento vertical de materiales, herramientas y equipos de construcción**, permitiendo la eficiencia en el suministro a los diferentes niveles del edificio conforme avance la obra.

La grúa contará con las siguientes características operativas:

- Su colocación en el cubo de escaleras permitirá aprovechar el núcleo estructural como eje de elevación sin ocupar áreas perimetrales del predio.
- Será **ensamblada progresivamente** a medida que se complete cada nivel de la estructura, permitiendo el avance junto con el desarrollo constructivo del edificio.
- Esta estrategia permitirá **cerrar niveles inferiores** conforme se avanza hacia niveles superiores, garantizando seguridad operativa y liberación de áreas de trabajo de forma secuencial.

Apuntalamiento estructural – Nivel 1 (N1)

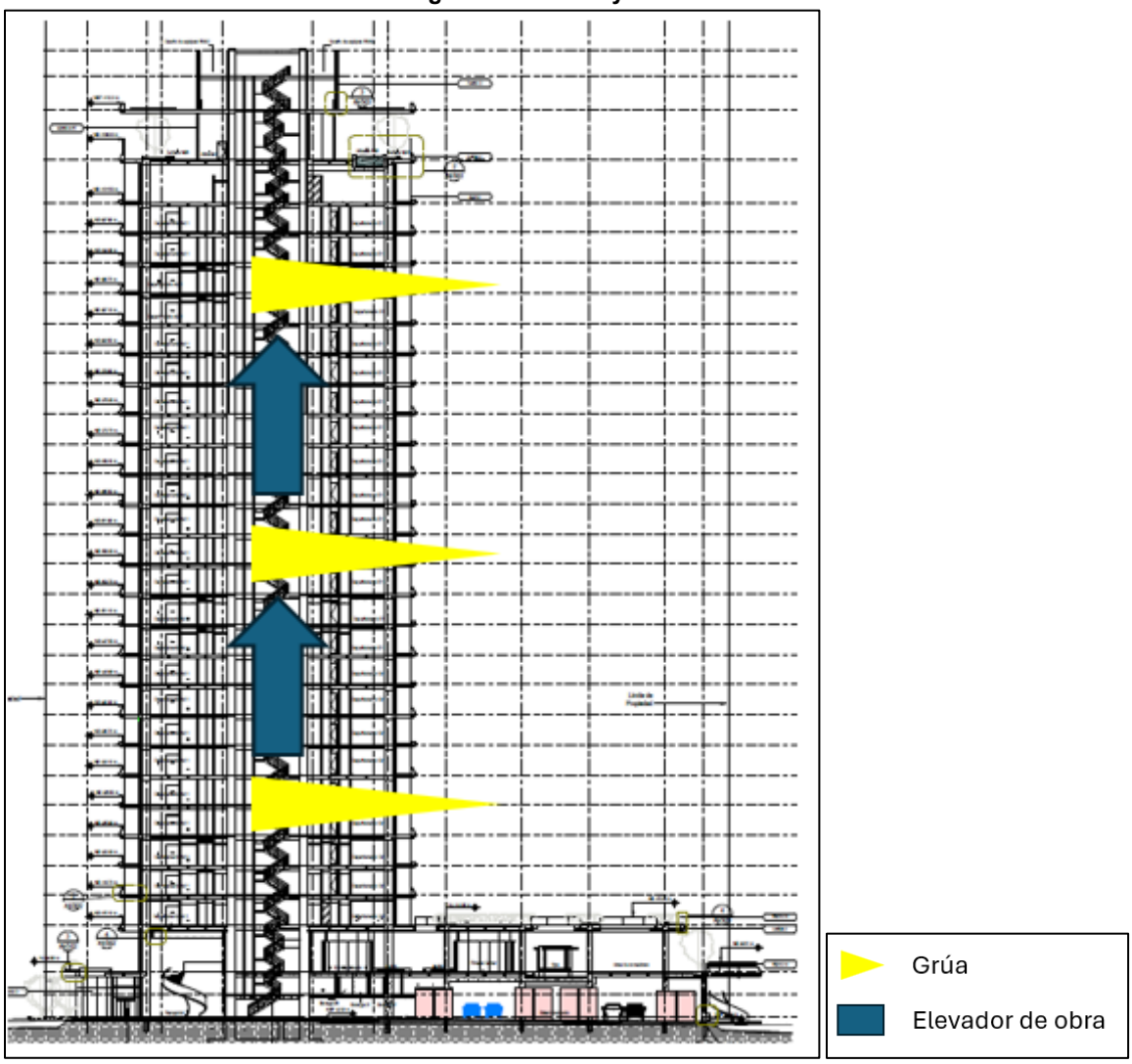
Como parte del plan logístico de obra, se considera la **instalación de apuntalamientos temporales** en el **Nivel 1 (N1)** de la estructura. El apuntalamiento estructural es una técnica constructiva que se utiliza para proporcionar soporte temporal a un edificio durante su construcción, lo que asegura la seguridad de los trabajadores.

Esta medida tiene como objetivo:

- Reforzar temporalmente los elementos estructurales del N1 mientras se completa el proceso de carga y curado de los niveles superiores.
- **Habilitar el Nivel 1 como zona de acopio de materiales**, preensamblaje de componentes y área de habilitado (corte y armado) de acero y elementos constructivos.
- Optimizar el uso del espacio interno del predio, evitando saturar las áreas externas destinadas a maniobras, tránsito o servicios auxiliares.

El sistema de apuntalamiento cumplirá con las normas de seguridad estructural aplicables a obra civil.

Figura II. 23. Grúa y elevador



Estas medidas logísticas buscan optimizar el flujo de trabajo, proporcionar espacios adecuados para el personal y garantizar la eficiencia en el manejo de materiales y equipos durante la ejecución del proyecto al aprovechar el espacio. **Las obras provisionales no representan infraestructura permanente ni modifican el uso de suelo autorizado.**

P4. Desmonte y despalme

Previo al inicio de las actividades de desmonte y despalme se aplicarán las técnicas y actividades contempladas en el Programa de manejo y reubicación de Iguana Verde (*Iguana rhinolopha*), así como las contempladas en la medida de Monitoreo, rescate y reubicación de fauna. Entre las actividades está la implementación del ahuyentamiento de fauna de alta movilidad previo al ingreso de maquinaria al predio, así como la captura y

reubicación de aquellos individuos de baja movilidad que sean encontrados en el predio, incluyendo a los individuos de *Iguana rhinolopha*. El monitoreo de incidencia de especies y la implementación de las medidas serán aplicados durante todas las actividades del proyecto. Estas medidas se describen puntualmente en el Capítulo VII de este DTU-BR.

De igual manera, se aplicará el Programa de Rescate y Reubicación de Flora, que contempla el rescate de 14 individuos arbóreos que se encuentran en el predio con el fin de ser reubicados en las áreas verdes y ajardinadas del proyecto. Esta medida se describe en el Capítulo VII de este DTU-BR.

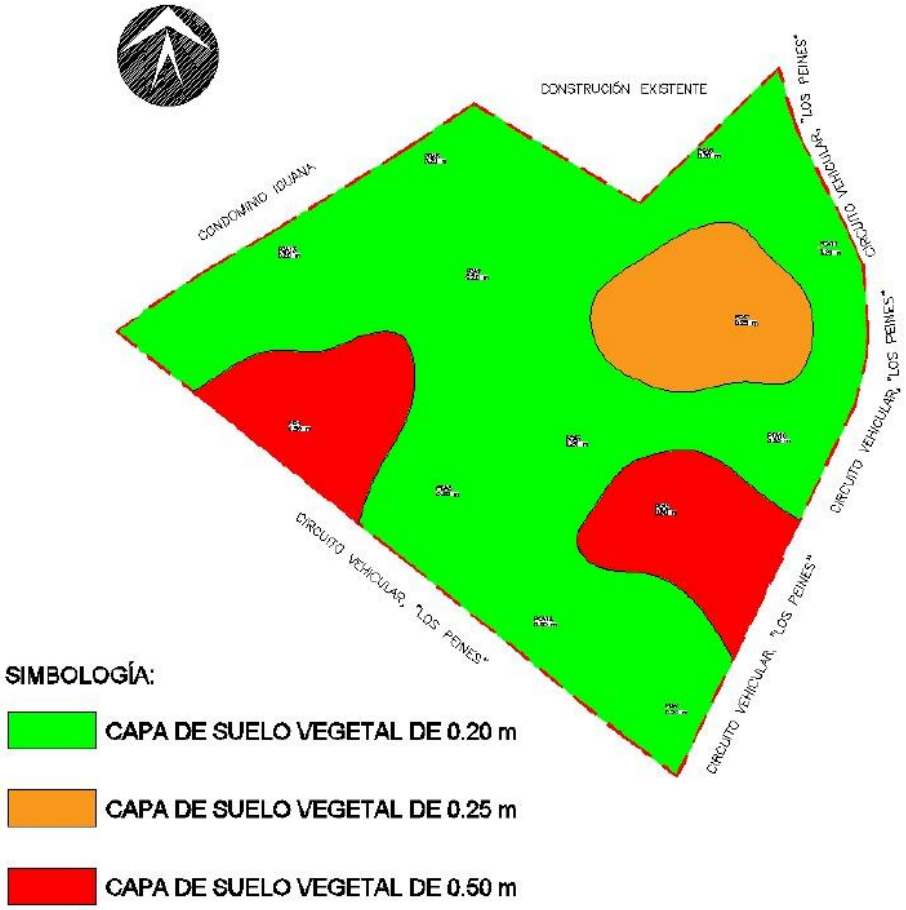
La actividad de desmonte y despalme consiste en el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales que será realizado en el predio. La remoción de la vegetación en el área de proyecto para el desmonte se realizará de manera direccional para tener un mejor manejo de la vegetación, evitando afectar zonas fuera del área del proyecto. A la par se hará un monitoreo de la fauna que pueda haber en el predio, dándoles oportunidad de desplazarse a otros sitios y de hacer la reubicación de especies de baja movilidad a zonas que cumplan con las condiciones adecuadas para su supervivencia.

Se retirará la capa superficial de tierra vegetal (Despalme). El volumen por retirar está determinado por el Estudio de mecánica de suelo que, mediante la **Figura II.21**, clasifica la superficie del predio de acuerdo con el grosor de la capa de suelo vegetal, la cual varía entre 20 cm a los 50 cm. Esta actividad será realizada procurando realizarlo de la forma menos agresiva posible con el ambiente, es decir, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se utilizará maquinaria y de ningún modo se utilizarán químicos o fuego.
- Se respetará la delimitación del área de desmonte.
- Se realizará de manera unidireccional formando un único frente de avance.
- Se realizará bajo la supervisión del gerente ambiental de la obra para vigilar que no se afecte a alguna especie de fauna.

El despalme se realizará con retroexcavadoras y el personal experto en fauna estará presente para realizar el rescate de fauna de baja movilidad que en ese momento se detecte. El material despalmado será colocado en una sección dentro del predio que presente un terreno plano, en forma de montículos que serán cubiertos con lona o plástico para evitar que se generen polvos fugitivos y sólidos suspendidos en el aire. El material será dispuesto apropiadamente.

Figura II. 24. Grosor de capa de suelo vegetal del predio



P5. Demolición de infraestructura actual

En la propiedad privada del Proyecto actualmente existe la construcción denominada como edificio de servicios de la “Condominio Isla Iguana” de dos niveles, la cual deberá ser demolida para cumplir con los objetivos del plan maestro de **“Alisia”**, ya que este no se adapta a los objetivos del proyecto.

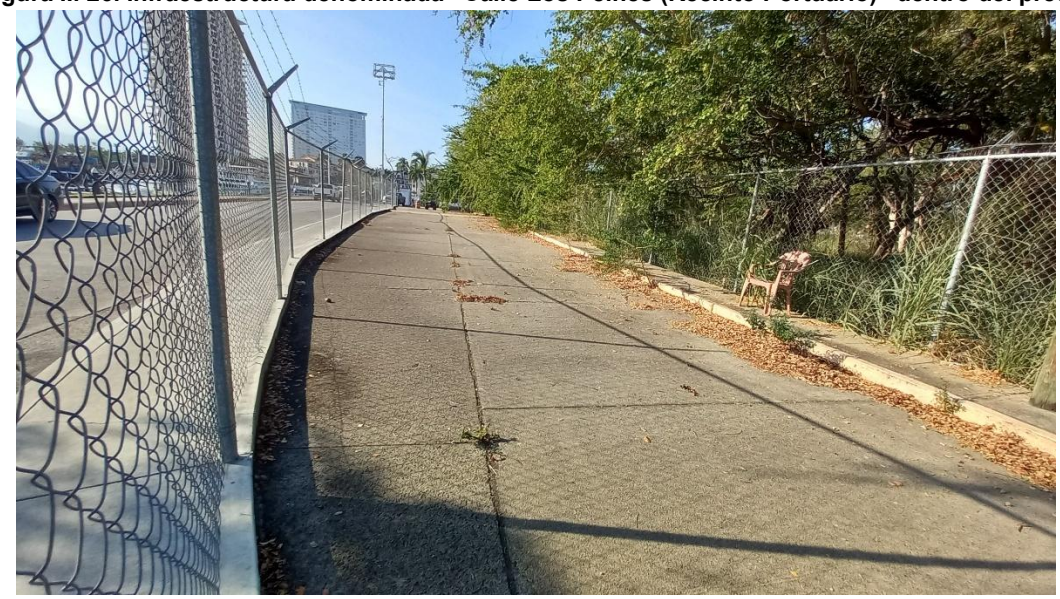
El mencionado Edificio de Servicios cuenta con una superficie de desplante aproximada de **163.12 m²**, el cual deberá ser demolido para el cumplimiento de los objetivos del proyecto, para lo cual, será necesario el uso de maquinaria como retroexcavadoras.

Figura II. 25. Fotografías actuales del edificio de servicios de la "Condominio Isla Iguana"



De igual manera será demolida, la infraestructura vial denominada **"Calle Los Peines (Recinto Portuario)"**, que abarca una superficie de **718.12 m^2** dentro de la propiedad privada, ya que esta interfiere con la proyección de las obras contempladas en el plan maestro.

Figura II. 26. Infraestructura denominada "Calle Los Peines (Recinto Portuario)" dentro del predio



El procedimiento de demolición será ejecutado en cumplimiento con la **normativa vigente del municipio de Puerto Vallarta, Jalisco**, en específico, al **Reglamento de Construcción del Municipio de Puerto Vallarta**, el cual establece la obligación de obtener una **Licencia de Demolición** expedida por la Dirección de Desarrollo Urbano, como requisito indispensable previo a la realización de cualquier obra de desmantelamiento de

edificaciones existentes, apegándose a lo establecido dentro del **Capítulo III "De las Medidas Preventivas en Demoliciones"** del reglamento citado.

Para estimar la generación de residuos de demolición se utilizó la metodología propuesta en el Manual de Buenas Prácticas Ambientales en la Construcción, elaborado por la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado de Jalisco, haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$RCD\ gen\ (kg) = [Área\ (m^2)] \times [Factor\ de\ conversión\ (m^3/m^2)] \times \{1.15\ [Densidad\ aprox.\ (kg/m^3)]\}$$

Tomando en cuenta que el área del edificio es de aproximadamente 163.12 m^2, contemplando que sus dos niveles suman una superficie de construcción aproximada de 326.24 m^2 y que, para el caso de la actividad de demolición, el factor de conversión de superficie construida a volumen de RCD generados es de 0.816 m^3/m^2, se obtuvo el resultado de **306.14 kg totales de residuos de demolición**.

Se aplicó la misma fórmula para estimar la generación de RCD por la demolición de la infraestructura vial. En este caso, la superficie de la Calle Los Peines (Recinto Portuario) es de 718.12 m^2, con un factor de conversión de superficie construida a volumen de RCD generados de 0.816 m^3/m^2, se obtuvo el resultado de **673.88 kg totales de residuos de demolición**.

Tabla II. 29. Generación de RCD en etapa de preparación

Infraestructura	Superficie por demoler (m^2)	Factor de demolición (m^3/m^2)	Factor de densidad (kg/m^3)	Estimación total (m^3)	RCD total (Kg)
Edificio de servicio	326.24	0.816	1.15	266.21	306.14
Calle Los Peines (Recinto Portuario)	718.12	0.816	1.15	585.98	673.88
TOTAL				**852.19**	**980.02**

Los residuos generados por la demolición deberán ser almacenados, manejados y dispuestos conforme a la legislación aplicable.

P6. Cortes y excavaciones

Se realizarán los cortes y excavaciones correspondientes, inicialmente, a la proyección del nivel sótano, que abarcará aproximadamente **5,393.44 m^2** de la propiedad privada.

Además, se contempla la excavación para los Barrettes y Pilas que serán la cimentación de la estructura de la torre.

Los cortes y excavaciones se harán por fases de acuerdo con el plan maestro del proyecto, previéndose que estas serán al aire libre y que contarán con las medidas de protección adecuadas para los operarios de las diversas maquinarias. Para su realización, los empleados usarán el equipo de protección personal adecuado para cada actividad, así como excavadoras y otra maquinaria necesaria. Una parte de este volumen de material generado será aprovechado para otras actividades que requieran de esta, como es la actividad nivelación del terreno. En cuanto a los residuos generados que no se puedan reutilizar serán recogidos constantemente por el personal de la obra para que el área se encuentre limpia y ordenada. El material sobrante será dispuesto adecuadamente en un sitio fuera del área del proyecto.

Inicialmente, se realizarán cortes verticales delimitando la superficie de desplante del sótano por medios mecánicos con excavadora y cortadora almeja (Clam Shell Grab) o una hidrofisora hasta la superficie de excavación, estabilizando los cortes con lodos bentónicos. Previa a la excavación del sótano, se plantea realizar obras de contención por medio de Muros Milán, los cuales serán los muros de nivel Sótano. Posteriormente, se iniciará la excavación del suelo interior y construcción del nivel sótano.

Figura II. 27. Ejemplo de excavación con almeja



Las excavaciones serán realizadas tanto para la proyección del sótano y cimentaciones de la Torre habitacional, como para la instalación de la zanja de infiltración en el área del Andador. El diseño de los cortes y excavaciones de cada uno de estos elementos se realizará de acuerdo a las características y necesidades constructivas.

La excavación en el predio se realizará por una superficie aproximada de **5,393.44 m^2**, en los cuales se delimite la proyección del nivel Sótano. Se estima que la **profundidad de excavación máxima sea de aproximadamente 3.80 metros por debajo del nivel del suelo natural**. Adicional al volumen teórico de excavación se estima un 30% de abultamiento de material tras la excavación, por lo que el **volumen total de tierra a retirar será de alrededor de 26,643.60 m^3**.

Todo este volumen de tierra deberá ser retirado del predio y dispuesto adecuadamente en sitios de disposición autorizados. Para ello, se estima que serán requeridos alrededor de **2,221 viajes de camiones tipo Torton de 12 m^3** cada uno. Además, para realizar las excavaciones serán requeridas 2 excavadoras y una retroexcavadora.

De igual manera, se realizarán las excavaciones correspondientes a la cimentación de la torre, que será realizado por medios mecánicos con almeja hasta la superficie de excavación, la cual variará de acuerdo con el elemento de cimentación.

Durante el proceso de excavación del sótano se espera encontrar agua subterránea debido a que, según el estudio de mecánica de suelo, el nivel de aguas freáticas se encontró alrededor de los -2.30 metros de profundidad. El volumen de agua que sea encontrado será evacuado del área de excavación con apoyo de 4 bombas hidráulicas, de tal manera que se permita seguir el proceso constructivo hasta la finalización del nivel sótano. El agua subterránea que será drenada al cuerpo de agua de la marina corresponde a agua salobre, debido a la cercanía del predio con el mar (Aproximadamente 20 m), la cual no estará contaminada dado que será bombeada directamente sin pasar por ningún proceso ni estar en contacto con residuos o sustancias peligrosas.

P7. Contención de taludes

El movimiento de tierras realizado para la proyección del Sótano generará terrenos con pendientes y paredes verticales en las zonas donde se realicen los cortes, por lo que será crucial implementar técnicas de estabilización y contención de taludes para asegurar la seguridad del personal de obra y de la estructura misma.

Las características del suelo según el **Estudio de Mecánica de Suelos** (**Anexo II.9**) y la presencia de humedad en el subsuelo del predio indican que los cortes que sean realizados deberán ser estabilizados. Para ello, se utilizarán lodos bentónicos, los cuales, al ser aplicados sobre las paredes de los cortes, evita desprendimientos de estas.

Los lodos bentónicos son fluidos de perforación de base acuosa, donde el agua actúa como un medio en que se suspende bentonita. La bentonita es una arcilla montmorillonítica (mineral del grupo de los silicatos) que absorbe un gran volumen de agua sin perder estabilidad o consistencia con la ventaja de poder ser reutilizados. Los lodos bentónicos utilizados para la estabilización de taludes no son tóxicos, corrosivos ni inflamables, además de que deben ser inertes ante la presencia de sales y minerales.

Durante la actividad de excavación serán inyectados lodos bentónicos con la finalidad de estabilizar las paredes del suelo, prevenir derrumbes y evitar que el volumen de agua del manto freático ingrese a las zonas excavadas. Esto es posible por las características del lodo utilizado: Al aplicarle trabajo, la suspensión de bentonita en agua actúa como un fluido, sin embargo, al dejarse en reposo aumenta su viscosidad y estabiliza la excavación. Asimismo, la densidad de esta sustancia es mayor a la de las aguas freáticas, por lo que estas sustancias no se mezclan, lo que permitirá, durante la construcción de la cimentación, la recuperación de los lodos bentónicos en tanques de recuperación para el desarenado de los mismos sin necesidad de retirar agua subterránea.

Una vez estabilizados los cortes perimetrales del nivel Sótano se realizarán obras para contener la masa de tierra, lo cual se realizará mediante muros Milán colados con concreto reforzado, los cuales serán los muros de nivel Sótano. Estos muros serán colocados antes del inicio de la excavación del resto de metros cúbicos de tierra encontrados en la proyección del sótano.

Los muros Milán son estructuras de concreto armado que es útil para contener cortes verticales realizados durante la excavación. Para el colado *in situ* de los muros Milán se sigue el siguiente procedimiento de acuerdo con los requisitos de la norma NBN EN 1538:2008:

1. Se construyen muros guía provisionales a lo largo del área donde se instalará el muro. Esta guía se rellena con lodo bentónico como estabilizante de suelos.

2. Se realizan los cortes y excavaciones a través del fluido estabilizante en suspensión utilizando una pinza para corte de suelo o almeja (Clam Shell Grab) hasta la profundidad de instalación.
3. Se instalan juntas metálicas temporales y jaulas de acero de refuerzo para la construcción del muro.
4. El concreto se inyecta por medio de tuberías “tremie”, que permite el bombeo constante de concreto a cierta profundidad, de tal manera que permite la recuperación de los lodos bentónicos en la superficie (El mismo sistema de recuperación será utilizado durante el colado de la cimentación).
5. Una vez que el concreto adquiera la resistencia necesaria, se retiran las juntas guía.
6. Con los muros del sótano estabilizados es posible comenzar la excavación del nivel sótano sin riesgo de derrumbes.

P8. Nivelación del terreno

La nivelación y adaptación del suelo para sentar las bases y cimientos donde se construirá el proyecto, realizado ya sea con maquinaria o a mano, según sea la complejidad y necesidad de la obra. Se procurará llevar a cabo el aprovechamiento de tierras sobrantes de las diferentes etapas para rellenar otras, evitando la perdida de tierra en la medida de lo posible. Para esta actividad será necesario el uso de maquinaria como motoconformadora y vibrocompactadora.

P9. Manejo de maquinaria - Etapa de Preparación

Durante la etapa de preparación, será necesario emplear una variedad de maquinaria para llevar a cabo las diferentes actividades. La maquinaria durante esta etapa será utilizada para crear las condiciones adecuadas para las fases subsiguientes del proyecto. Este proceso implica la utilización de equipos y herramientas especializadas para realizar tareas como excavación, nivelación y movimientos de tierra.

Es importante destacar que el mantenimiento y la reparación de la maquinaria no se llevará a cabo dentro del predio para prevenir posibles accidentes o derrames. En su lugar, el Promovente buscará un proveedor de renta de maquinaria o contratista que cumpla con los requisitos de las normativas ambientales, con el objetivo de reducir las emisiones contaminantes y generación de ruido, en cumplimiento con las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.

P10. Generación y manejo de RSU, RME y RP

Durante la etapa de preparación, se generarán residuos por parte de los trabajadores en la obra, los residuos potenciales son los siguientes:

- Residuos orgánicos: Restos de alimentos, vegetación de la actividad del despalme.
- Residuos inorgánicos: Envolturas de material o alimentos, latas, envases, etc.
- Residuos sanitarios: Materiales generados por el uso de los sanitarios portátiles.
- Residuos de construcción: Materiales cementantes, restos de grava, arena, cascajos, alambres, clavos, etc.
- Residuos peligrosos: Aceites, grasas y sus recipientes, sólidos impregnados.

La separación de los **RSU** durante esta etapa será de tipo primaria conforme lo indica la Norma Ambiental Estatal (NAE-SEMADES-007/2008) de manejo de residuos. Para esto, se colocarán contenedores de residuos rotulados y diferentes colores para su identificación. La recolección de RSU y su transporte hacia su disposición final se realizará por medio de una empresa autorizada contratada por el Promovente para el manejo integral de RSU.

De acuerdo con el Atlas Nacional de Residuos Sólidos Urbanos de 2022, en Jalisco, la generación promedio de residuos sólidos urbanos (RSU) por persona es de **0.835 kg/hab/d**. Este dato se utilizará para estimar la cantidad total de RSU que se generará en cada etapa del proyecto, tomando en cuenta el número de trabajadores y los días estimados de trabajo.

Para los cálculos relacionados con los trabajadores, se considerará un índice reducido de **0.417 kg/hab/día**, que corresponden a la generación de RSU por persona durante una jornada laboral, esto deriva de dividir el promedio por día entre dos. A continuación, se detallan las tablas que muestran los cálculos de los RSU estimados que se producirán en la etapa de Preparación tomando en cuenta que se trabajan **un promedio de 26 días** por mes y un número estimado de **20 trabajadores**.

Tabla II. 30. Estimación de la generación de RSU para la etapa de Preparación

N.º trabajadores	Días laborables	Kg/trabajado/día	Total (kg)
20	234	0.417	1,951.56

Para el manejo de residuos sólidos urbanos generados por los trabajadores o las obras, se colocarán contenedores en zonas estratégicas para la disposición temporal de los residuos. Estos deberán estar debidamente identificados para una separación primaria en residuos inorgánicos como cartón, plástico o envolturas de comida y otros para residuos orgánicos como restos de comida, así como para los residuos sanitarios cerca de los sanitarios portátiles. Así mismo, el promovente será el único responsable de asegurarse de que los

residuos generados sean manejados, recolectados y dispuesto por empresas autorizadas por las autoridades correspondientes.

Por otro lado, los residuos de manejo especial (**RME**) producto de la demolición de la infraestructura actual, serán manejados conforme a la legislación en materia vigente. El escombro será separado de los RSU y se almacenará temporalmente hasta su recolección y transporte hacia su disposición final por empresas autorizadas para este fin por la autoridad estatal.

Los RME podrán ser almacenados en contenedores de 200 litros o ubicados en montones delimitados y cubiertos con lonas de uso rudo para evitar su dispersión. En todo caso, estos deberán encontrarse dentro del área del proyecto, identificados con señalética y se mantendrán almacenados hasta que una empresa autorizada los recolecte y sean llevados hacia su disposición final.

Se estima que la cantidad de residuos derivados de la demolición que sean generados durante la etapa de preparación, según el procedimiento indicado en el Manual de Buenas Prácticas Ambientales en la Construcción, elaborado por la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado de Jalisco, sean los presentados en la siguiente tabla:

Tabla II. 31. Generación de RME en etapa de preparación

Infraestructura	Superficie por demoler (m^2)	Factor de demolición (m^3/m^2)	Factor de densidad (kg/m^3)	Estimación total (m^3)	RCD total (Kg)
Edificio de servicio	326.24	0.816	1.15	266.21	306.14
Calle Los Peines (Recinto Portuario)	718.12	0.816	1.15	585.98	673.88
TOTAL				**852.19**	**980.02**

A pesar de que no se espera una gran generación de **Residuos Peligrosos** (RP) durante el desarrollo de esta etapa, en caso de que estos se generen deberán ser almacenados, manejados y dispuestos conforme a lo establecido en la legislación. Los RP que pudieran generarse durante esta etapa son envases vacíos de combustible, aceites, grasas o sólidos impregnados, por lo que se tendrá que contratar a una empresa autorizada por la SEMARNAT para su recolección, transporte y disposición final en un sitio autorizado fuera del Proyecto. Temporalmente, estos RP serán almacenados en un almacén temporal

instalado en el área del Proyecto que cumpla con las características establecidas por la normatividad en materia.

Construcción

C1. Cimentación

Una vez terminadas las actividades de la etapa de Preparación, se procederá a formar los cimientos de la estructura principal de la torre, siguiendo el plan maestro y las necesidades estructurales del Proyecto según el **Estudio de Mecánica de Suelos**, el cual es presentado como **Anexo II.9** a este DTU-BR. Una vez terminadas las actividades de excavación de la proyección del sótano, se comenzará a realizar la cimentación que sostendrá la torre, para la cual se propone la construcción de Barrettes y Pilas apoyadas en los materiales resistentes profundos.

Según las conclusiones y recomendaciones establecidas en el estudio de mecánica de suelos realizado en el predio, se identificó que se tiene una capa de suelo vegetal de entre 20 cm y 50 cm, así como capas de materiales de relleno superficiales de calidad deficiente, los cuales deberán ser retirados durante las actividades excavación. Materiales más profundos corresponden predominantemente a arenas de grano fino, entre otros. Este tipo de suelo presenta problemas geotécnicos para algunos tipos de cimentación del proyecto, relacionados con fallas de la costra superficial por los esfuerzos transmitidos en condición sísmica y tensiones en la cimentación. Por lo anterior, la alternativa propuesta para la cimentación del proyecto corresponde a Barrettes y Pilas apoyadas en los materiales resistentes profundos.

El tipo de cimentación de la torre y la plataforma de amenidades de la planta baja será por medio de Barrettes de 37 metros de profundidad y Pilas de 24 metros de profundidad. En total, se instalarán 105 elementos de cimentación de diferentes diámetros y espesores distribuidos en la superficie de propiedad privada de acuerdo con las necesidades estructurales de la edificación.

La cantidad de elementos según su espesor se presenta en la siguiente tabla, así como una estimación aproximada del volumen de concreto que será requerido para su construcción.

Tabla II. 32. Barrettes de cimentación

BARRETTES (37 metros)		
Espesor (m)	**Piezas**	**Volumen de concreto (m^3)**

0.6	17	991
0.8	11	855
TOTAL	**28**	**1,846**

Tabla II. 33. Pilas de cimentación

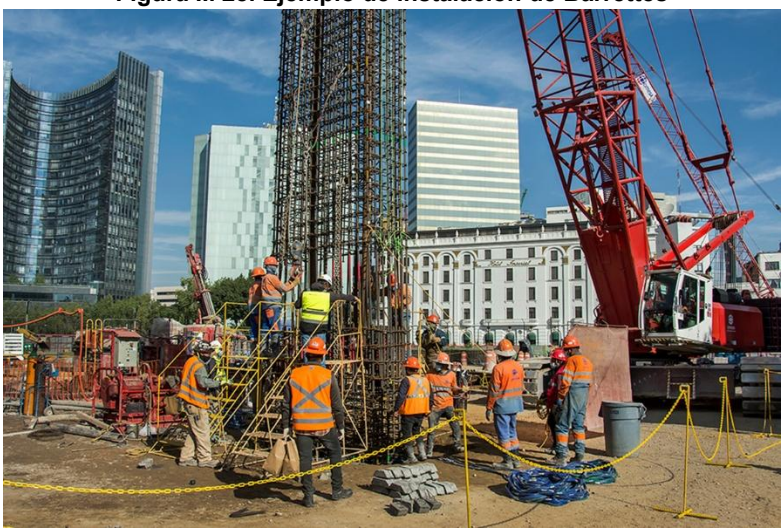
PILAS (24 metros)		
Diámetro (m)	**Piezas**	**Volumen de concreto (m^3)**
1.6	1	46
1.4	2	71
1.2	2	52
1	2	36
0.8	70	809
TOTAL	**77**	**1,014**

Las pilas son estructuras tubulares instaladas en las capas más estables del suelo. Permiten soportar esfuerzos de compresión, tracción y flexión. Estas serán utilizadas para la torre y los diferentes elementos de la plataforma de amenidades de la planta baja.

Los Barrettes, también conocidos como pilas rectangulares, son estructuras de cimentación de sección oblonga (rectangular) que transmiten cargas y dan mayor rigidez lateral ante cargas excéntricas o sismos gracias a que aportan mayor área de fricción, por lo que serán colocadas principalmente como la cimentación de la torre.

El proceso constructivo y los materiales utilizados durante la cimentación son similares al del muro Milán, siguiendo los requisitos de la norma NBN EN 1538:2008: Se construyen muros guía provisionales en zanjas estabilizadas. Después se realizan cortes con perforadora tipo almeja hasta la profundidad buscada a la vez que se estabilizan las paredes del suelo con lodos bentónicos. Posteriormente es colocada la estructura de acero y se realizará el vertido de concreto bombeado a partir de tuberías “tremie”, lo que permitirá la recuperación de los lodos bentónicos. La tubería de hormigón se eleva gradualmente conforme se rellena con el hormigón, manteniéndolo su final siempre por debajo del nivel de material ya vertido. Una vez terminada la cimentación, se comenzará con la construcción de la estructura principal de la torre.

Figura II. 28. Ejemplo de instalación de Barrettes



C2. Construcción de la estructura

Esta actividad contempla la instalación de la estructura principal de la torre habitacional, sus áreas de uso común y el andador en el muelle “Los Peines”.

La **estructura del edificio** será una superestructura en concreto de loza reticular postensada. La loza reticulada es un sistema constructivo que permite cubrir grandes claros con estructuras horizontales de concreto armado sin necesidad de adicionar columnas intermedias. La estructura de este tipo de losas se conforma de vigas y trabes entramadas dispuestas en dos direcciones, de tal manera que se forman cuadrículas o retículas simétricas. Esto reduce el peso de la estructura y la cantidad de materiales, como concreto, necesarios para la construcción, además que reduce los tiempos de obra. Este sistema estructural es ideal cuando se busca construir edificios de gran altura. Además, la técnica de postensado proporciona una gran capacidad de carga a la losa y resistencia a las deformaciones, lo que permite optimizar y aligerar la estructura.

En general, el proceso constructivo será realizado por fases por nivel, construyendo la losa antes de montar las columnas del siguiente nivel, lo que permitirá un avance de obra controlado.

El proceso constructivo general de la estructura es el siguiente:

1. Se realiza el armado de la cimbra, colocando largueros, puntales y una cama de triplay en el espacio que ocupan las losas reticulares.

2. Se preparan las cadenas de cerramiento, para lo que se preparar el respectivo armado de sus cimbrados.
3. Se arman las vigas y trabes de la losa, las cuales son dispuestas en sentidos cruzados, dándole la forma a la losa reticular.
4. Se instalan casetones en los espacios de la retícula. Estos serán colocados en las medidas y distancias optimas respecto a las necesidades estructurales de la obra.
5. Sobre los casetones y las armaduras para vigas y trabes se coloca la malla electrosoldada que le dará su resistencia a la capa de compresión. Este elemento previene la aparición de grietas y fisuras causados por cambios de temperatura.
6. Se colocan y alinean los cables o tendones de acero a los cuales se les aplicará un pretensado al estirar utilizando gatos hidráulicos y anclarlos a ambos extremos de la estructura.
7. Se cierra la cimbra y encofrado hasta el nivel deseado, procediendo con el vertido del concreto, el cual será adquirido en establecimientos locales autorizados.
8. Pasado el tiempo adecuado para que el proceso de fraguado proporcione la resistencia necesaria, se procede a retirar la cimbra y encofrado. Dependiendo del tipo de casetones que sean utilizados, estos también pueden ser retirados de la losa reticulada.
9. Una vez el concreto ha adquirido la resistencia necesaria, se libera la tensión de los cables o tendones de acero, ya sea mediante la cortadura de los extremos o mediante dispositivos especializados que permiten aflojar gradualmente la tensión. Estos cables ejercerán una fuerza de compresión sobre la losa, confiriéndole las características de carga y resistencia buscadas.

Para llevar a cabo la construcción del proyecto se requerirá una variedad de materiales de construcción, incluyendo: concreto, acero, block de concreto, arena, grava, varillas, adocreto, tapa poros, asfalto oxidado, casetones, membrana para techo, granito, mármol, cerámicos (u otro material para pisos), cancelería de aluminio anodizado o fierro, madera, tubos de cimbra para concreto reforzado, tubos de PVC, manguera plástica de alta resistencia, acero y cobre, así como cable eléctrico de uso rudo de diferentes calibres para la electrificación de los departamentos. Los materiales pétreos como arena, grava y piedra se obtendrán de bancos de material autorizados en la región. Los demás materiales serán adquiridos a través de proveedores autorizados.

Los muros divisorios serán construidos con block y cemento, así como otros materiales como Tablaroca, con la simultanea instalación las redes de servicios. Se llevará a cabo la adecuación de los muros para los conductos eléctricos que se instalarán en esta etapa. Además, en esta fase se comenzará a preparar los espacios de construcción para los procesos posteriores de acabado.

Adicionalmente, esta actividad incluye la construcción de un andador que proporcionará acceso a los usuarios del desarrollo al muelle “Los Peines” por medio de una escalera que conectará con las amenidades de la Planta Baja de la torre. De esta manera se permitirá el acceso público a esta sección de zona federal. Estará conformado por adoquín pórfido sellado con arena o algún material que permita la infiltración.

Adicionalmente, debajo del área del andador y sus áreas verdes se contempla la instalación de una zanja de infiltración que permitirá la infiltración progresiva de agua pluvial al acuífero, obra la cual se presenta como medida de mitigación en el Capítulo VII de este DTU-BR.

C3. Instalación de redes de servicios generales

Esta actividad implica la realización de los cortes, ranuras e instalación de tuberías, cables y demás instalaciones relacionadas con los servicios básicos que contendrá la torre.

La red hidrosanitaria estará compuesta por tres redes principales: hidráulicas, pluviales y sanitarias. La red eléctrica será instalada de acuerdo con los cálculos y estimaciones realizadas por la compañía constructora y/o la empresa contratista especializada, siempre apegándose al plan maestro de obra y a las especificaciones solicitadas por la constructora.

El proyecto cuenta con la viabilidad de incorporarse a la red de agua potable y alcantarillado municipal, lo cual se comprueba con los siguientes documentos:

- **Dictamen Técnico de Prefactibilidad**

El Oficio SEAPALPV/DG/605/2024 (**Anexo II.10**) de fecha 07 de junio de 2024 fue emitido por la Dirección General de SEAPAL Vallarta con asunto: “Dictamen Técnico de Prefactibilidad”. Este dictamen establece que el desarrollo **“Alisia”** es técnicamente viable para su incorporación a los servicios públicos municipales. Determina que la demanda de agua potable y la generación de aguas residuales proyectadas pueden ser atendidas por la infraestructura hidráulica existente, sin riesgo de afectación al pozo que abastece el Subdistrito ni a la capacidad operativa de la Planta de Tratamiento Norte II. Asimismo, se establece que las aguas residuales del proyecto serán recolectadas por el colector sanitario

municipal con trazo sobre la vialidad que conecta con la red principal ubicada en Avenida Francisco Medina Ascencio.

- **Convenio de pago de incorporación**

El **Convenio de Pago de Incorporación** (**Anexo II.11**) celebrado entre SEAPAL Vallarta y la Promovente del proyecto formaliza la incorporación del proyecto a la infraestructura municipal, estableciendo como procedente la conexión al sistema de agua potable desde la vialidad. Mediante este instrumento, el promovente se obliga al pago de $14,953,733.56 M.N. por concepto de derechos de incorporación, lo cual acredita el cumplimiento de las obligaciones financieras requeridas para formalizar la conexión legal del desarrollo a los servicios públicos de agua potable y alcantarillado.

- **Solicitud de Convenio de incorporación**

El Oficio SEAPALPV/DCC/027/2025 (**Anexo II.12**), de fecha 29 de enero de 2025, representa la Solicitud de convenio de pago entre por concepto de derechos de incorporación de la Promovente, autorizado con la cantidad de $5,165,510.78 M.N. de anticipo y un plazo de 5 meses.

Red eléctrica

El lote donde se pretende realizar el proyecto cuenta con la factibilidad otorgada por la Comisión Federal de Electricidad mediante Oficio No. P1439/2021 (**Anexo II.13**), en la cual se informa que es factible administrar el servicio al lote.

C4. Acabados

Los acabados en construcción se refieren a los materiales y técnicas utilizados para dar los toques finales a un edificio una vez que se ha completado la estructura principal. Estos acabados no solo mejoran la apariencia visual del edificio, sino que también cumplen funciones importantes, como proteger contra el desgaste, la humedad y el envejecimiento. Las características clave de los acabados en construcción incluyen:

Estética: Los acabados mejoran la estética del edificio, creando un aspecto atractivo y agradable. Pueden variar desde la elección de colores y texturas hasta elementos decorativos como molduras y revestimientos.

Protección: Los acabados proporcionan una barrera protectora contra los elementos. Esto incluye la resistencia a la humedad, la protección contra la corrosión y la capacidad de soportar cambios climáticos.

Funcionalidad: Algunos acabados tienen propósitos funcionales, como los suelos antideslizantes en áreas húmedas o las superficies de fácil limpieza en cocinas y baños.

Durabilidad: Los buenos acabados están diseñados para durar, lo que reduce la necesidad de mantenimiento constante y costoso.

Confort: Los acabados pueden mejorar el confort de un edificio al proporcionar aislamiento térmico o acústico, lo que contribuye a un ambiente interior más agradable.

Como parte de los acabados del proyecto se proyectan mejoras y mantenimiento de las vialidades de acceso y colindantes al proyecto, esto mediante aplicación de pintura, balizamiento y mejoramiento de las áreas verdes.

C5. Desinstalación de obras provisionales

Las obras provisionales instaladas durante la etapa de preparación serán retiradas al término de la construcción de la obra, procurando que no haya resto alguno previo a la llegada de los usuarios del proyecto, por lo que esta actividad conlleva una limpieza del área del proyecto, retirando materiales y restos de construcción y residuos en general resultantes. Cada que se finalicen las actividades en cada nivel se realizará la limpieza del área. Además, al finalizar las actividades de construcción re realizará una limpieza general de la obra en preparación para su etapa operativa.

C6. Generación y manejo de RSU, RME y RP

Durante la etapa de Construcción, se generarán residuos por parte de los trabajadores en la obra, los residuos potenciales son los siguientes:

- Residuos orgánicos: Restos de alimentos, vegetación de la actividad del despalme.
- Residuos inorgánicos: Envolturas de material o alimentos, latas, envases, etc.
- Residuos sanitarios: Materiales generados por el uso de los sanitarios portátiles.
- Residuos de construcción: Materiales cementantes, restos de grava, arena, cascajos, alambres, clavos, etc.

- Residuos peligrosos: Pinturas, aceites, grasas y sus recipientes, sólidos impregnados.

La separación de los **RSU** será de tipo primaria conforme lo indica la Norma Ambiental Estatal (NAE-SEMADES-007/2008) de manejo de residuos. Para esto, se colocarán contenedores de residuos rotulados y diferentes colores para su identificación. La recolección será realizada por el promovente, quien deberá contratar una empresa autorizada para el manejo integra de RSU.

De acuerdo con el Atlas Nacional de Residuos Sólidos Urbanos de 2022, en Jalisco, la generación promedio de residuos sólidos urbanos (RSU) por persona es en **0.835 kg/hab/d**. Este dato se utilizará para estimar la cantidad total de RSU que se generará en cada etapa del proyecto, tomando en cuenta el número de trabajadores y los días estimados de trabajo.

Para los cálculos relacionados con los trabajadores, se considerará un índice reducido de **0.417 kg/hab/día**, que corresponden a la generación de RSU por persona durante una jornada laboral, esto deriva de dividir el promedio por día entre dos. A continuación, se detallan las tablas que muestran los cálculos de los RSU estimados que se producirán en la etapa de Construcción tomando en cuenta que se trabajan **un promedio de 26 días** por mes y se estima un total de **130 trabajadores**.

Tabla II. 34. Estimación de la generación de RSU para la etapa de Construcción

N.º trabajadores	Días laborables	Kg/trabajado/día	Total (kg)
130	780	0.417	42,283.8

Para el manejo de residuos sólidos urbanos generados por los trabajadores o las obras, se colocarán contenedores en zonas estratégicas para la disposición temporal de los residuos. Estos deberán estar debidamente identificados para una separación primaria en residuos inorgánicos como cartón, plástico o envolturas de comida y otros para residuos orgánicos como restos de comida, así como para los residuos sanitarios cerca de los sanitarios portátiles. Así mismo, el promovente será el único responsable de asegurarse de que los residuos generados sean manejados, recolectados y dispuesto por empresas autorizadas por las autoridades correspondientes.

Por otro lado, los residuos producto de las actividades de construcción serán manejados conforme a la legislación en materia vigente. Los **RME** serán separados de los RSU y se almacenarán temporalmente hasta su recolección y transporte hacia su disposición final por empresas autorizadas para este fin por la autoridad estatal.

Los RME podrán ser almacenados en contenedores de 200 litros o ubicados en montones delimitados y cubiertos con lonas de uso rudo para evitar su dispersión. En todo caso, estos deberán encontrarse dentro del área del proyecto, identificados con señalética y se mantendrán almacenados hasta que una empresa autorizada los recolecte y sean llevados hacia su disposición final.

Se estima que la cantidad de residuos derivados de las actividades de construcción que sean generados durante la etapa de Construcción, según el procedimiento indicado en el Manual de Buenas Prácticas Ambientales en la Construcción, elaborado por la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado de Jalisco, sean los presentados en la siguiente tabla:

Tabla II. 35. Generación de RME en etapa de construcción

Actividad	Superficie de construcción (m^2)	Generación de RCD por m^2 construido (m^3)	Generación total de RCD (m^3)
Construcción del proyecto	32,360.64	8,672.652	9,973.549

Para el manejo de **Residuos Peligrosos** (RP), como podrán ser envases vacíos de combustible, aceites, grasas, pinturas, sólidos impregnados u otros materiales peligrosos, se tendrá que contratar a una empresa autorizada por la SEMARNAT para su recolección, transporte y disposición final en un sitio autorizado fuera del Proyecto. Temporalmente, estos RP serán almacenados en un almacén temporal instalado en el área del Proyecto que cumpla con las características establecidas por la normatividad en materia.

C7. Manejo de maquinaria - Etapa de Construcción

Este proceso implica la utilización de equipos y herramientas especializadas para realizar las tareas de construcción del proyecto. La maquinaria, se encarga de crear las condiciones adecuadas para la construcción y conclusión del proyecto. Sin embargo, el manejo inadecuado de la maquinaria puede acarrear riesgos significativos, tanto para los operadores como para el entorno circundante. La maquinaria será utilizada conforme las necesidades de la obra, por lo que es probable que toda la maquinaria no sea utilizada simultáneamente. Es importante destacar que el mantenimiento y la reparación de la maquinaria no se llevarán a cabo dentro del predio para prevenir posibles accidentes o derrames. En su lugar, el Promovente buscará un proveedor de renta de maquinaria o contratista que cumpla con los requisitos de las normativas ambientales, con el objetivo de

reducir las emisiones contaminantes y el ruido, en cumplimiento con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

II.2.5 Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo

Estimación del volumen

Para calcular el volumen de las materias primas forestales en las áreas destinadas a cambio de uso del suelo, se lleva a cabo una estimación específica para cada especie presente en dichas superficies, por lo tanto, esta información deriva de la identificación de:

1) Los tipos de vegetación que se encuentran en el sitio del proyecto,
2) La obtención de una muestra representativa de la vegetación presente en el conjunto predial, y
3) El cálculo del volumen individual (para cada árbol muestreado), el cálculo del volumen por especie (muestreada), el cálculo del volumen para la totalidad de la superficie del área muestreada y el cálculo del volumen para la totalidad de la superficie que se pretende afectar por especie y para la suma de todas las especies.

II.2.5.1 Tipo de vegetación

Uso de suelo y vegetación del área del proyecto de acuerdo con INEGI

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) ha analizado los usos de suelo y vegetación del país y las ha representado en mapas de distintas escalas, desde los años 80's iniciaron con la Serie I, la cual está basada en criterios fisionómicos, florísticos, fenológicos y del estado de conservación del uso de suelo. De acuerdo con la información del conjunto de datos vectoriales de la carta de uso de suelo y vegetación, escala 1:50, 000, Serie I del INEGI (1975), el tipo de vegetación del sitio del proyecto era "***Vegetación halófita***". Esta clasificación coincide con la geología del área del proyecto ya que en esta área se encuentra un suelo tipo aluvial y es respaldada con la edafología, ya que en toda la zona se encuentra el tipo de suelo ***solochak gleyico-sodica***.

Uso de suelo y vegetación actual del área del proyecto

Trabajo de gabinete. Se compararon las propuestas del INEGI y la CONAFOR en el Inventario Nacional Forestal (INFyS 2020), con el propósito de determinar el tipo de vegetación presente en el proyecto. En paralelo, se consultaron datos climáticos y de

precipitación para discernir entre la Selva Baja Caducifolia o Selva Mediana Subcaducifolia, ya que estos dos tipos de vegetación presentan distribuciones semejantes y ocasionalmente comparten especies. Para lograr esto, se realizó una fotointerpretación, se consultó la carta de "**Climas**" de la CONABIO y los datos climáticos de las estaciones climatológicas más cercanas. Finalmente, se realizó la caracterización de la vegetación durante el censo forestal (Estrato arbóreo) en el terreno forestal de **"Alisia"**.

Fotointerpretación

La fotointerpretación es una técnica que tiene como objetivo estudiar o analizar información extraída mediante la descripción de un diseño con aplicaciones visuales y digitales. Se basa en observar en una imagen todos los elementos que se encuentren presentes, como por ejemplo el tipo de vegetación y/o los usos de suelo.

Para el análisis del proyecto, se consultó la función "**Imágenes históricas"** o **"Timelapse**" de Google Earth, con el fin de observar los cambios de estacionalidad en la vegetación del municipio de Puerto Vallarta, distinguiendo entre la época de estiaje y la época de lluvia. Por ello, se consultaron varios periodos de las imágenes proporcionadas por la plataforma de Google Earth, debido a que, en general, las áreas urbanas se actualizan cada 1 a 3 años (pueden ser más constantes los cambios), mientras que las zonas rurales pueden tardar de 3 a 5 años o más en recibir una actualización.

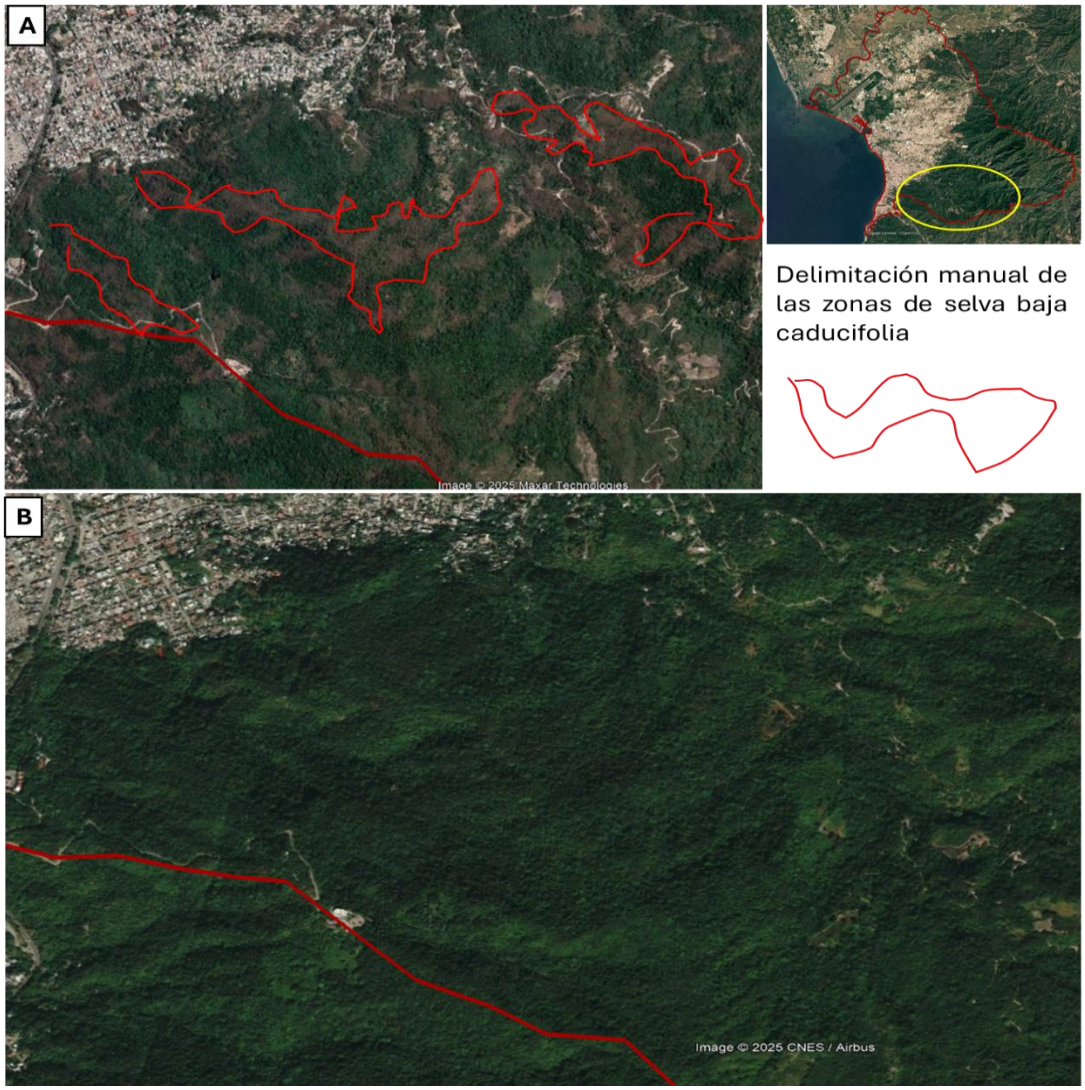
Con este contraste visual se puede intuir la presencia de Selva Baja Caducifolia o Selva Mediana Subcaducifolia. Ya se ha documentado que una de las principales diferencias entre los dos tipos de selvas a discernir es precisamente la estacionalidad que presentan durante la época de estiaje.

- **Selva baja caducifolia**: más del 75% de las especies pierden sus hojas
- **Selva mediana subcaducifolia**: 50 a 75% de las especies pierden las hojas

Tomando como base las propuestas de vegetación del INEGI y la CONAFOR, se exploraron las zonas que se proponen como Selva Baja Caducifolia, esto reduce la exploración y restringe solamente a las identificadas con los sitios de interés, las cuales se localizan al sur del Sistema Ambiental Regional. Las imágenes más cercanas a la fecha del desarrollo del presente estudio fueron las del año 2020. En la siguiente figura se puede observar claramente cómo cambia la tonalidad durante el mismo año: en la **figura sección A** se aprecian las tonalidades cafés dominantes, que indican la época de estiaje y la defoliación

característica de la selva baja caducifolia (delimitada manualmente en rojo). Mientras que, en contraste, en la **figura sección B** se aprecia un color verde uniforme, lo que indica la temporada de lluvia. Este contraste visual es una herramienta clave para discernir la estacionalidad de la vegetación.

Figura II. 29. Diferencias en la vegetación A) durante la época de estiaje B) temporada de lluvia



Partiendo de la información presentada, se realizó la misma caracterización para la vegetación que se distribuye en el predio del proyecto "**Alisia"**. En la Figura, **sección B**, se aprecia la temporada de lluvia. Durante esta época, todos los individuos arbóreos presentes en la zona presentan su follaje y posiblemente también sus órganos reproductores. Por otra parte, en la Figura, **sección A**), se observan más tonalidades de color café, pero no en su totalidad. El porcentaje de la "posible pérdida de hojas" no se acerca a lo descrito en la selva baja caducifolia. En lo observado en la imagen la perdida de follaje se aproxima a lo

que se describe en la selva mediana subcaducifolia, oscilando aproximadamente entre el 30% y el 45%.

Figura II. 30. Vegetación del predio A) durante la época de estiaje B) temporada de lluvia



Nota: La vegetación del predio se encuentra sin conectividad a la vegetación del SAR

Clima en el área del proyecto. Como se menciona en el apartado IV.2.2.1. Clima y fenómenos climáticos del Capítulo IV del presente estudio, el tipo de clima que se identifica es Aw1 (Cálido subhúmedo). Los tipos de vegetación a los que se están contrastando, suelen distribuirse entre los climas Am (Clima Tropical Monzónico) y Aw (Clima Tropical con estación seca marcada, según el sistema de Köppen modificado), pero preferentemente se encuentran distribuidos en los climas Aw. Por lo que el tipo de clima también sustenta la presencia de selva mediana subcaducifolia.

Datos de precipitación registrados en las estaciones climáticas. Se tienen los datos de precipitación media anual de dos estaciones climatológicas cercanas para determinar el promedio de precipitación en el área del proyecto:

- **Estación El Cuale** (Clave 14339): Registra datos de la cuenca Cuale desde 1981, con una precipitación media anual de **1,777.9 mm**.
- **Estación La Desembocada** (Clave 14081): Registra datos de la cuenca Ameca Ixtapa B desde 1961, con una precipitación media anual de **1,068.6 mm**.

Al promediar los datos de precipitación anual de ambas estaciones, se determina que la precipitación media anual en el Sistema Ambiental Regional (SAR) y, por lo tanto, en el área del proyecto, es de **1,423.25 mm**.

$$Precipitación\ Promedio = \frac{1{,}777.9\ mm + 1{,}068.9\ mm}{2} = 1{,}423.25\ mm$$

Los datos de precipitación que registran estas dos estaciones climatológicas y con el ajuste de los datos (promedio de la precipitación), esos requerimientos se aproximan a lo que se presenta en la selva mediana subcaducifolia. En la siguiente imagen se presentan cuatro diferentes zonas con selva mediana subcaducifolia y sus datos de temperatura y precipitación.

Figura II. 31. Temperatura y precipitación media anual de las selvas medianas

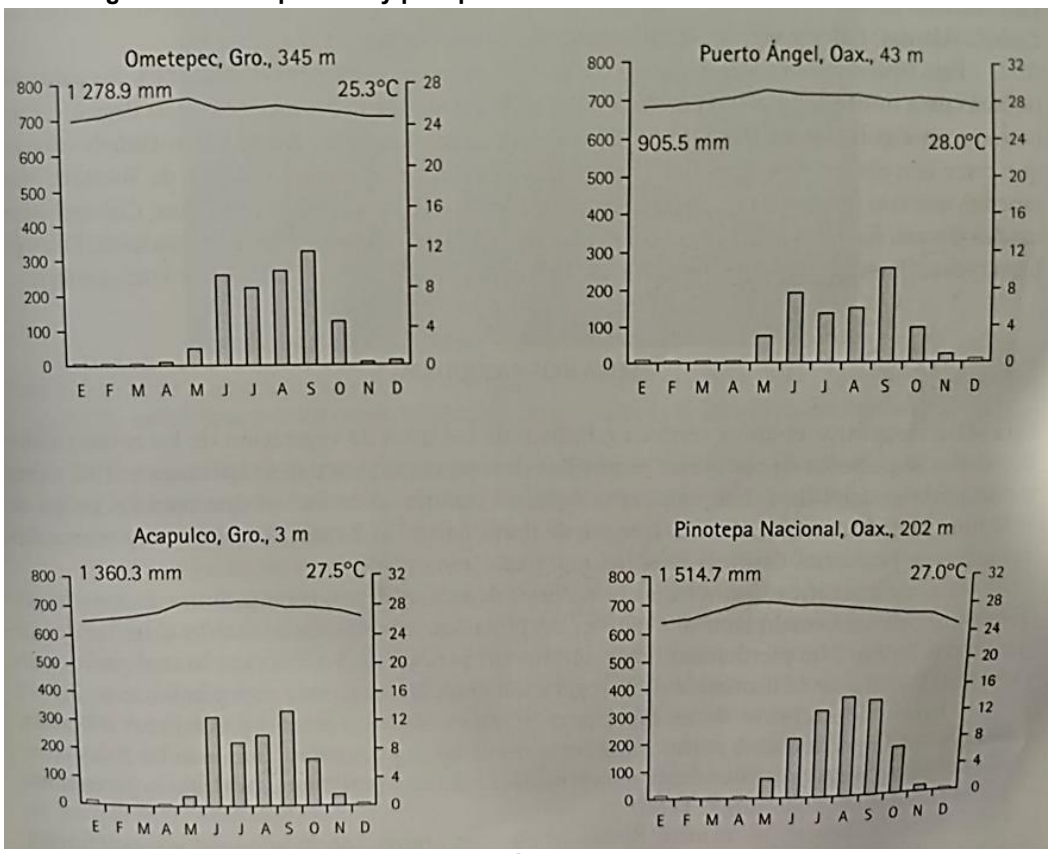


Imagen obtenida del libro Árboles tropicales de México

Visita al sitio. Posterior al trabajo de gabinete se visitó el predio del proyecto para determinar qué tipo de vegetación se distribuye. Se realizó un recorrido por toda la superficie del proyecto, poniendo especial énfasis a la superficie que presenta cobertura vegetal con vegetación forestal nativa de la región. Durante la caracterización de la vegetación se determinó lo siguiente:

- La presencia de dos usos de suelo y dos tipos de vegetación
    1. **Usos de suelo:** Urbano construido y vegetación ornamental

2. **Vegetación forestal:** *Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia* y *Vegetación Secundaria Herbácea de Selva Mediana Subcaducifolia*

Características de la vegetación forestal de predio

La vegetación del predio está caracterizada en su estrato arbóreo por individuos de 1.5 hasta 15 m de alto. Algunas de las especies que se pueden encontrar en el área del proyecto son; *Bursera simaruba, Ficus pertusa, Gliricidia sepium, Guazuma ulmifolia, Leucaena leucocephala* y *Pithecellobium dulce*. En el estrato arbustivo es común encontrar a *Morisonia flexuosa* y *Chrysalidocarpus lutescens*. En el estrato herbáceo se registró a *Cymbopogon citratus, Euphorbia dioeca, Euploca procumbens, Ipomoea purpurea* y *Lasiacis divaricata.* Estas especies son típicas tanto de selva baja caducifolia como se la selva mediana subcaducifolia.

Es pertinente mencionar que la vegetación presente en el predio se encuentra aislada del resto de la vegetación general del Sistema Ambiental Regional (SAR). El manchón de vegetación más cercano es de la Vegetación de Manglar, perteneciente a la ANP Estero el Salado, sin embargo, este se encuentra separado del predio por la mancha urbana, compuesta por la Marina de Puerto Vallarta y la Carretera #200 Tepic-Puerto Vallarta. Además, las condiciones bióticas del predio no son las idóneas para la proliferación del Manglar. Esto refuerza la idea de que la diversidad florística registrada proviene de remanentes bien conservados en zonas montañosas cercanas o de los petenes (islas de selva mediana que sobresalen en humedales, rodeadas de manglares y agua dulce) que se sitúan en el Estero El Salado.

Figura II. 32. Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia presente en el proyecto



En la siguiente tabla se presenta el resumen de superficies por tipo de vegetación y áreas donde se solicita el CUSTF:

Tabla II. 36. Superficie de CUSTF por tipo de vegetación

Tipo de vegetación	Superficie total		Superficie de CUS	
	m^2	ha	m^2	ha
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	3,422.645	0.3422645	3,422.645	0.3422645
Vegetación secundaria herbácea de selva mediana subcaducifolia	1,202.245	0.1202245	1,202.245	0.1202245
TOTAL	**4,624.89**	**0.462489**	**4,624.89**	**0.462489**

De acuerdo con esta información, se solicita el CUSTF en una superficie de **4,624.89 m^2** (0.439 ha) cubierta por vegetación forestal.

Plano II. 27. Vegetación actual en el predio de propiedad privada



CUSTF POR TIPO DE VEGETACIÓN

SIMBOLOGÍA

Vértice

Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	3,422.645 m^2
Vegetación Secundaria Herbácea de Selva Mediana Subcaducifolia	1,202.245 m^2

Fuente:
Elaboración con base al archivo de Usos del Suelo Actual, caracterizado por la visita de Campo

Proyección Cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte.

Datum de Referencia: WGS 1984

II.2.5.2 Muestreo

Debido a las dimensiones del predio se decidió llevar a cabo dos métodos de muestreo para la caracterización de la vegetación.

- **Estrato arbóreo**: Se realizó un censo del arbolado total presente en el área del proyecto.
- **Estrato arbustivo y herbáceo**: Para los estratos arbustivo y herbáceo se implementó un muestreo aleatorio simple con el fin de realizar un reconocimiento de la vegetación. Este tipo de muestreo se emplea en aquellos casos donde se dispone de poca información precisa sobre las características de la población a medirse (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Parámetros tomados en el censo forestal en el estrato arbóreo

Árboles: Para el estrato arbóreo se realizó un censo forestal, que consistió en registrar cada uno de los individuos, así como sus variables de medición. Para cada individuo arbóreo fueron, el DAP (Diámetro a la Altura del Pecho = 1.30m), la altura total en metros y la especie a la que corresponde de acuerdo con la clasificación taxonómica que se encuentra vigente. Se georreferenciaron todos los individuos arbóreos con la ayuda de un dispositivo GPS.

Figura II. 33. Ejemplo de censo dentro del predio



Parámetros tomados en los sitios de muestreo para los estratos arbustivos y herbáceo

Arbustos: Como se menciona, para este estrato especifico se realizó un muestreo, por lo que se presentan las características de las muestras. Los sitios de muestreo fueron de 28.27 m² y con un radio de 3 m. Para cada individuo se midió la altura en m, su cobertura y la especie a la que corresponde de acuerdo con la clasificación taxonómica vigente.

Herbáceas: Como se menciona, para este estrato especifico se realizó un muestreo, por lo que se presentan las características de las muestras. Los sitios de muestreo tuvieron una dimensión de 1 m². Se registraron las especies encontradas dentro del sitio de acuerdo con la clasificación taxonómica vigente, el porcentaje de cobertura de cada especie dentro del sitio de muestreo (1m²=100%) y el número de individuos de cada especie.

Figura II. 34. Ejemplo de muestreo de los estratos arbustivo y herbáceo



Las figuras del método de muestreo en estos estratos no están a escala

Temporada en que se realizaron los muestreos en el predio del proyecto Alisia

La toma de datos o muestreo de la vegetación en el predio del proyecto **"Alisia"** se realizó después de terminada la temporada de lluvia del año 2025. Específicamente, el muestreo se llevó a cabo durante el periodo del 22 de septiembre al 23 de septiembre de 2025. La

decisión de realizar el muestreo en esta temporada se tomó con el objetivo de lograr que los tres estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo) estuvieran bien representados, ya que, usualmente, el estrato herbáceo en las selvas durante la época de estiaje tiende a ser escaso.

Materiales utilizados para la toma de datos

Para la toma de los datos en los sitios de muestreo se utilizaron los siguientes materiales:

- GPS para georreferenciar
- Forcípula forestal para la medición de los árboles
- Clinómetro para medir las alturas de los árboles
- Cinta Larga para medir el radio de los círculos
- Tabla con Clip Metálico para la toma de datos
- Formatos para registrar los parámetros del arbolado

Figura II. 35. Material utilizado para la toma de datos, GPS, Forcípula forestal y tabla agarra papel, clinómetro y cinta larga



Toma de datos

Parámetros que se tomaron en el predio

- **ID**: se refiere a un número único de identificación de cada árbol.

- **Coordenadas del árbol**: en UTM (WGS 84 / UTM zona 13N).
- **Ubicación**: al interior del polígono del proyecto y/o en los linderos perimetrales del polígono del proyecto.
- **Nombre común**: se deberá registrar el nombre por cómo se le conoce en la región.
- **Nombre científico**: nombre de la especie binomial. La primera parte deberá corresponder al nombre genérico (género) y la segunda al nombre específico (especie), éste deberá escribirse en letra cursiva o formato de letras negritas.
- **Diámetro normal**: se deberá medir a la altura de 1.30 m de la base del árbol el diámetro del fuste (la madera del árbol que no considera la corteza) en centímetros, de ser un árbol multicaule (varios tallos) a una altura inferior de 1.30 m, se deberá medir cada diámetro de los troncos.
- **Altura total**: medida en metros desde la base del árbol hasta la punta de la última rama.

Figura II. 36. Representación de las mediciones realizadas al arbolado



II.2.5.3 Distribución de las muestras

Se registraron todos los **individuos arbóreos** presentes en el predio del proyecto. En total se contabilizaron **154 individuos (Plano II.28)**. Derivado de este censo forestal se corrobora que dentro del predio se distribuye **vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia**. En la siguiente tabla se muestra las ubicaciones de los individuos arbóreos censados. Es importante mencionar que dentro del predio se identificó una colonia grande de termitas que ha ido deteriorando la salud del estrato arbóreo y arbustivo.

Tabla II. 37. Coordenadas del censo del arbolado en el área del proyecto

No	UTMX	UTMY	Especie
1	474344.35	2284716.33	*Pithecellobium dulce*
2	474345.1545	2284712.015	*Leucaena leucocephala*
3	474346.5472	2284709.143	*Leucaena leucocephala*
4	474347.4612	2284707.707	*Leucaena leucocephala*
5	474345.2851	2284705.53	*Ficus pertusa*
6	474346.2861	2284705.008	*Ficus pertusa*
7	474344.0664	2284704.486	*Ficus crocata*
8	474338.024	2284702.911	*Leucaena leucocephala*
9	474338.024	2284702.911	*Leucaena leucocephala*
10	474335.94	2284702.028	*Guazuma ulmifolia*
11	474334.375	2284700.26	*Vachellia macracantha*
12	474334.272	2284701.256	*Vachellia macracantha*
13	474334.272	2284701.256	*Leucaena leucocephala*
14	474335.414	2284698.82	*Pithecellobium lanceolatum*
15	474338.855	2284701.249	*Pithecellobium dulce*
16	474332.283	2284694.73	*Pithecellobium dulce*
17	474335.202	2284696.275	*Pithecellobium dulce*
18	474336.141	2284697.269	*Leucaena leucocephala*
19	474350.724	2284697.69	*Pithecellobium dulce*
20	474351.03	2284693.041	*Pithecellobium dulce*
21	474348.735	2284691.163	*Simarouba amara*
22	474352.681	2284683.079	*Pithecellobium dulce*
23	474344.341	2284678.554	*Pithecellobium dulce*
24	474343.82	2284678.112	*Leucaena leucocephala*
25	474341.312	2284673.025	*Guazuma ulmifolia*
26	474342.558	2284670.256	*Pithecellobium dulce*
27	474340.579	2284670.149	*Pithecellobium dulce*
28	474338.392	2284670.595	*Pithecellobium dulce*
29	474338.6	2284670.262	*Pithecellobium dulce*
30	474341.409	2284667.934	*Pithecellobium dulce*
31	474340.785	2284668.488	*Guazuma ulmifolia*
32	474339.003	2284661.297	*Leucaena leucocephala*
33	474336.2	2284667.388	*Bursera simaruba*

No	UTMX	UTMY	Especie
34	474333.694	2284663.74	*Bursera simaruba*
35	474332.021	2284659.205	*Bursera simaruba*
36	474334.622	2284657.099	*Bursera simaruba*
37	474337.733	2284648.24	*Pithecellobium dulce*
38	474331.884	2284637.736	*Pithecellobium dulce*
39	474330.945	2284636.852	*Pithecellobium dulce*
40	474328.649	2284633.646	*Pithecellobium dulce*
41	474324.28	2284637.415	*Guazuma ulmifolia*
42	474320.951	2284640.076	*Citrus x latifolia*
43	474321.991	2284639.3	*Pithecellobium dulce*
44	474312.315	2284646.508	*Pithecellobium dulce*
45	474311.587	2284647.616	*Pithecellobium dulce*
46	474303.792	2284658.584	*Guazuma ulmifolia*
47	474304.316	2284660.575	*Guazuma ulmifolia*
48	474302.964	2284662.348	*Pithecellobium dulce*
49	474313.692	2284661.668	*Guazuma ulmifolia*
50	474317.23	2284659.449	*Pithecellobium dulce*
51	474322.019	2284657.782	*Vachellia macracantha*
52	474325.676	2284665.191	*Leucaena leucocephala*
53	474326.198	2284665.854	*Leucaena leucocephala*
54	474324.957	2284671.943	*Pithecellobium dulce*
55	474323.291	2284671.945	*Bursera simaruba*
56	474327.247	2284670.943	*Pithecellobium dulce*
57	474330.58	2284670.938	*Bursera simaruba*
58	474323.611	2284677.368	*Bursera simaruba*
59	474323.197	2284679.028	*Bursera simaruba*
60	474320.59	2284677.04	*Bursera simaruba*
61	474319.759	2284678.48	*Pithecellobium dulce*
62	474320.693	2284676.155	*Bursera simaruba*
63	474320.381	2284676.598	*Bursera simaruba*
64	474321.006	2284676.708	*Bursera simaruba*
65	474318.715	2284677.265	*Pithecellobium dulce*
66	474320.49	2284679.697	*Pithecellobium dulce*
67	474318.197	2284678.815	*Bursera simaruba*
68	474318.301	2284679.036	*Pithecellobium dulce*
69	474316.011	2284679.482	*Leucaena leucocephala*
70	474315.598	2284682.139	*Bursera simaruba*
71	474315.393	2284684.352	*Bursera simaruba*
72	474315.292	2284686.455	*Pithecellobium dulce*
73	474316.23	2284686.897	*Bursera simaruba*
74	474314.669	2284687.895	*Simarouba amara*
75	474317.588	2284689.108	*Bursera simaruba*
76	474313.218	2284692.767	*Bursera simaruba*
77	474311.865	2284693.433	*Bursera simaruba*

No	UTMX	UTMY	Especie
78	474313.003	2284688.34	*Bursera simaruba*
79	474299.747	2284670.321	*Leucaena leucocephala*
80	474294.845	2284665.791	*Pithecellobium dulce*
81	474291.939	2284672.546	*Vachellia macracantha*
82	474290.488	2284677.418	*Vachellia macracantha*
83	474287.256	2284675.874	*Vachellia macracantha*
84	474285.169	2284673.331	*Gliricidia sepium*
85	474285.488	2284677.204	*Leucaena leucocephala*
86	474282.572	2284677.984	*Leucaena leucocephala*
87	474278.3	2284676.994	*Leucaena leucocephala*
88	474286.848	2284681.186	*Bursera simaruba*
89	474291.747	2284683.724	*Pithecellobium dulce*
90	474292.165	2284684.498	*Pithecellobium dulce*
91	474297.998	2284684.158	*Pithecellobium dulce*
92	474299.042	2284685.816	*Bursera simaruba*
93	474299.46	2284687.143	*Leucaena leucocephala*
94	474297.377	2284687.368	*Bursera simaruba*
95	474296.338	2284688.808	*Bursera simaruba*
96	474296.756	2284689.472	*Pithecellobium dulce*
97	474294.67	2284687.593	*Bursera simaruba*
98	474294.777	2284689.585	*Bursera simaruba*
99	474293.42	2284688.038	*Bursera simaruba*
100	474291.546	2284688.262	*Bursera simaruba*
101	474291.443	2284689.369	*Bursera simaruba*
102	474290.094	2284692.47	*Bursera simaruba*
103	474290.719	2284692.579	*Bursera simaruba*
104	474292.596	2284693.794	*Bursera simaruba*
105	474293.534	2284694.567	*Bursera simaruba*
106	474264.3573	2284685.256	*Pithecellobium dulce*
107	474277.0168	2284694.299	*Psidium guajava*
108	474278.4378	2284695.849	*Guazuma ulmifolia*
109	474278.007	2284689.721	*Leucaena leucocephala*
110	474282.699	2284693.034	*Leucaena leucocephala*
111	474282.394	2284698.015	*Leucaena leucocephala*
112	474284.48	2284699.45	*Leucaena leucocephala*
113	474287.2866	2284699.401	*Leucaena leucocephala*
114	474286.7053	2284700.693	*Leucaena leucocephala*
115	474288.024	2284701.326	*Leucaena leucocephala*
116	474288.544	2284700.551	*Leucaena leucocephala*
117	474289.171	2284702.099	*Leucaena leucocephala*
118	474287.919	2284700.663	*Leucaena leucocephala*
119	474290.524	2284701.101	*Leucaena leucocephala*
120	474291.982	2284700.988	*Bursera simaruba*
121	474290.94	2284701.101	*Bursera simaruba*

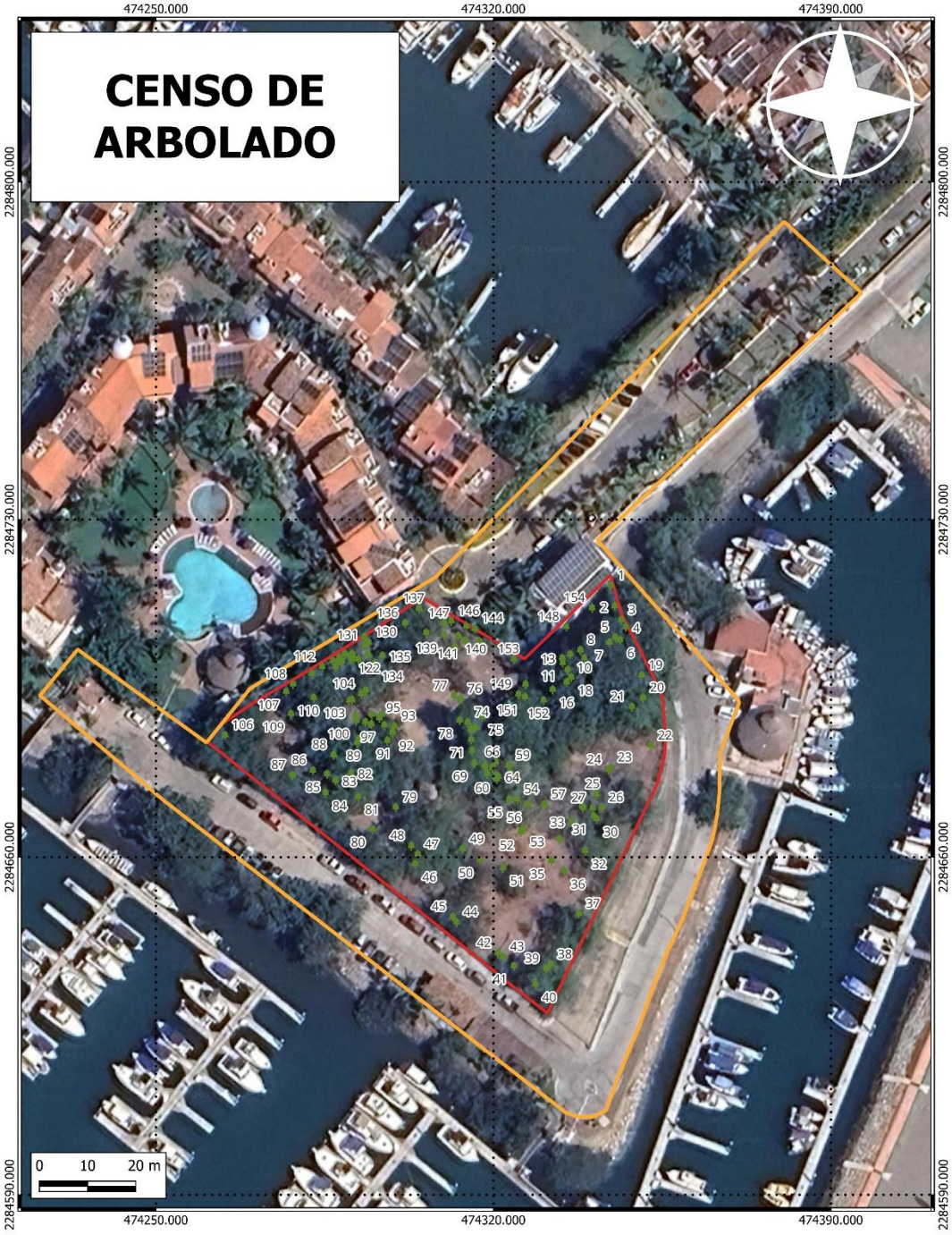
No	UTMX	UTMY	Especie
122	474290.629	2284701.876	*Leucaena leucocephala*
123	474290.42	2284701.765	*Leucaena leucocephala*
124	474290.421	2284701.876	*Leucaena leucocephala*
125	474290.629	2284701.987	*Leucaena leucocephala*
126	474290.733	2284702.097	*Leucaena leucocephala*
127	474293.239	2284705.635	*Simarouba amara*
128	474293.239	2284705.635	*Pithecellobium dulce*
129	474294.07	2284704.527	*Leucaena leucocephala*
130	474294.07	2284704.527	*Leucaena leucocephala*
131	474293.444	2284703.864	*Leucaena leucocephala*
132	474293.966	2284704.638	*Leucaena leucocephala*
133	474293.962	2284701.871	*Guazuma ulmifolia*
134	474295.418	2284700.209	*Bursera simaruba*
135	474296.983	2284701.756	*Bursera simaruba*
136	474301.7014	2284708.48	*Cassia fistula*
137	474304.5642	2284711.534	*Pithecellobium dulce*
138	474306.052	2284706.501	*Bursera simaruba*
139	474309.801	2284706.052	*Bursera simaruba*
140	474312.717	2284705.826	*Tabebuia rosea*
141	474314.174	2284704.939	*Bursera simaruba*
142	474312.089	2284703.503	*Bursera simaruba*
143	474317.091	2284704.713	*Guazuma ulmifolia*
144	474316.157	2284707.371	*Bursera simaruba*
145	474314.387	2284707.816	*Bursera simaruba*
146	474311.264	2284708.927	*Bursera simaruba*
147	474309.8128	2284708.48	*Pithecellobium dulce*
148	474335.1007	2284707.75	*Leucaena leucocephala*
149	474325.199	2284693.744	*Bursera simaruba*
150	474326.66	2284695.845	*Bursera simaruba*
151	474326.552	2284693.189	*Pithecellobium dulce*
152	474330.405	2284692.519	*Bursera simaruba*
153	474324.2224	2284701.036	*Cassia fistula*
154	474340.454	2284711.667	*Pithecellobium dulce*

Como se mencionó en la metodología de la toma de datos, se realizaron muestreos para los estratos arbustivos y herbáceos. En total se realizaron 7 muestreos para caracterizar estos dos estratos dentro del predio. En la siguiente tabla se muestra las ubicaciones de los muestreos, mientras que su distribución se presenta en el **Plano II.29**.

Tabla II. 38. Coordenadas de los sitios de muestreo del estrato arbustivo y herbáceo

Muestreo	UTM X	UTM Y
1	474309	2284662
2	474321	2284657
3	474317	2284658
4	474315	2284707
5	474306	2284691
6	474324	2284682
7	474285	2284686

Plano II. 28. Ubicación los árboles censados dentro del predio



SIMBOLOGÍA

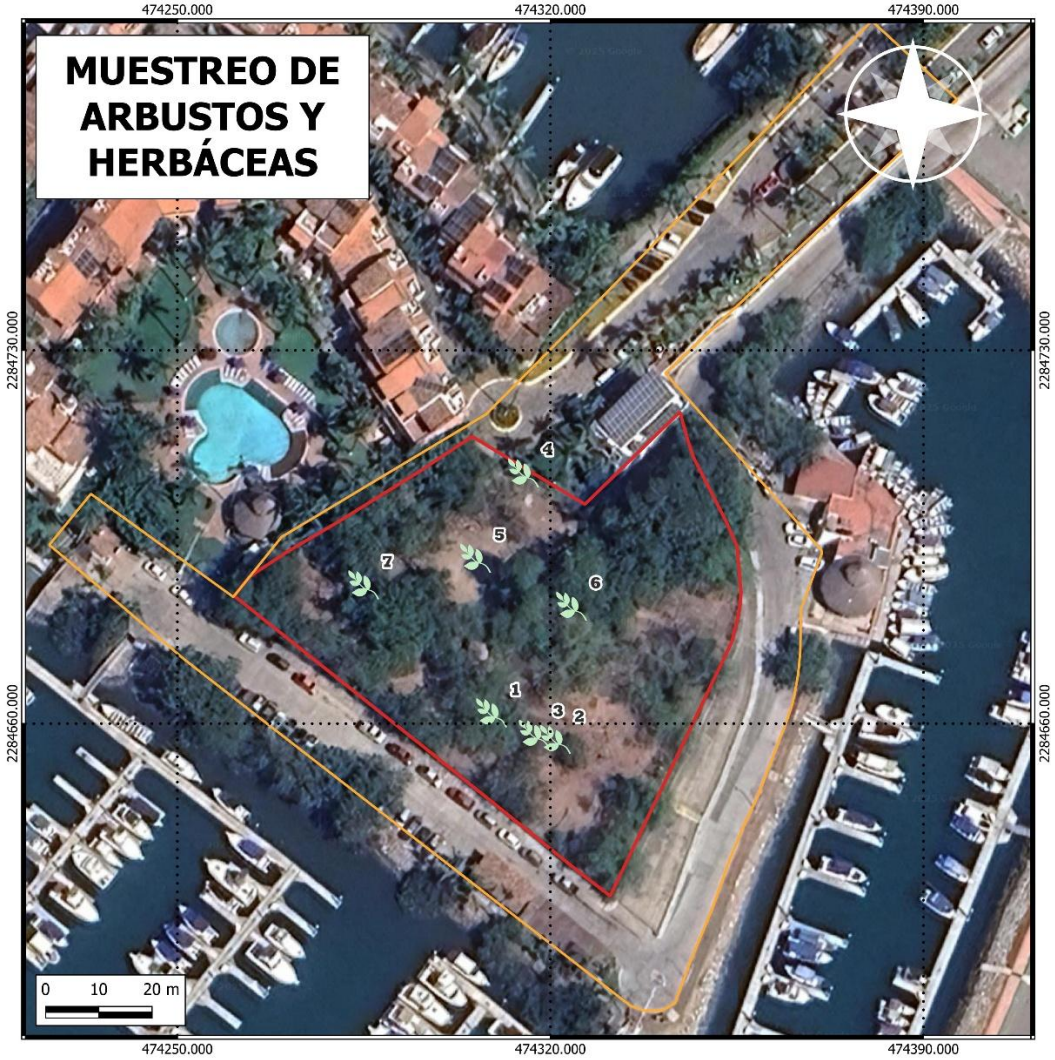
- Árboles censados
- Área del proyecto
- Poligono de Cambio de Uso de Suelo

Fuente: Elaboración propia con base a censo de arbolado llevado a cabo en el poligono del proyecto
Mapa base Google Satellite

Proyección cartográfica:

UTM Zona 13 Hemisferio Norte.
Datum de Referencia: WGS 1984

Plano II. 29. Sitios de muestreo para arbustivas y herbáceas dentro del predio





SIMBOLOGÍA

- Muestreo herbaceas y arbustos Alisia
- Area del Proyecto
- Poligono de Cambio de Uso de Suelo

Fuente: Elaboración propia con base a muestreos realizados en campo.

Mapa base Google Satellite

Proyección cartográfica:

UTM Zona 13 Hemisferio Norte.
Datum de Referencia: WGS 1984

II.2.5.4 Análisis Estadístico.

En este apartado, se presenta la metodología utilizada para el cálculo del volumen forestal en la superficie donde pretende realizarse el cambio de uso de suelo.

Precisión de los datos.

La precisión, es una medida del grado en que la población se encuentra representada en la muestra; es por esto por lo que, cuanto mayor sea la muestra, mayor será el grado de precisión obtenido. Teniendo en cuenta que los valores reales de la población son desconocidos y que, mediante el cálculo estadístico se puede estimar que se encuentra dentro de ciertos límites (límites de confianza), se puede asumir que, a cierto tamaño de muestra le corresponden ciertos límites de confianza dentro de un nivel de probabilidad determinado.

Estrato arbóreo. En el caso del estrato arbóreo, se midieron todos los individuos dentro de la superficie predial, por lo que, no fue necesario realizar estimaciones estadísticas para el esfuerzo de muestreo, toda vez que en el trabajo de campo ***se cubrieron al 100%***.

Estrato arbustivo. En total se realizaron 7 muestreos en el estrato arbustivo. Como resultado se obtuvo que para el estrato arbustivo se registraron solamente 2 individuos, repartidos en 2 especies. *Chrysalidocarpus lutescens* y *Morisonia flexuosa*. Este resultado es concordante con el tipo de vegetación que se distribuye dentro del proyecto **"Alisia"**. La mayor diversidad se encuentra en el estrato arbóreo. Un aspecto relevante en este estrato es que una de las especies identificadas no tiene distribución natural en el territorio mexicano.

Estrato herbáceo. De igual manera se realizaron curvas de acumulación de especies, estableciendo los límites de confianza al 94%, para así determinar el grado de representatividad de las muestras obtenidas, y con las que se realizaron las estimaciones de número de individuos y cobertura en la superficie de cambio de uso de suelo.

Selección y justificación del tipo de muestreo utilizado

El tipo de muestreo aleatorio se emplea en aquellos casos en que se dispone de poca información previa acerca de las características de la población a medirse. La distribución de los sitios de muestreo debe de realizarse a través de toda el área de interés, donde sólo se elegirá cierto número para ser muestreados. Este diseño es, por lo tanto, una aplicación de las leyes de la probabilidad y sus resultados tienen una alta confiabilidad, son imparciales

y consistentes. A continuación, se describen las ventajas y desventajas de este tipo de muestreo.

Ventajas:

- La estimación de los parámetros de la población se realiza de forma más simple.
- Sus resultados son imparciales y no son influidos por gradientes en los valores de las características, ni por variaciones sistemáticas en las poblaciones.
- La estimación de los parámetros de la población se realiza de forma más simple.

Desventajas:

- Existe inseguridad para establecer la ubicación exacta de las muestras en un bosque denso.
- En muchas ocasiones, las muestras quedan en sitios inaccesibles o muy alejados del resto de las parcelas, lo cual influencia en los costos.
- No proporcionan datos confiables acerca de la configuración y topografía del ecosistema, que si bien, esto no constituye la información más importante a recabar, son por lo general, complementos del inventario muy útiles para el manejo y aprovechamiento forestal.

Puesto que en el censo forestal se registró el 100% de los individuos del estrato arbóreo en función de la (relativamente) poca superficie forestal, *los muestreos aleatorios sólo fueron llevados a cabo para los estratos arbustivo y herbáceo en la Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia.*

II.2.5.5 Determinación volumétrica a remover resultado del Cambio de Uso de Suelo proyectado en el estrato arbóreo

El volumen se determinó con base en las variables de Diámetro Normal o Diámetro a la Altura del Pecho (DAP a 1.30 m) y la altura total del individuo (A); se desarrollaron las fórmulas para el cálculo del volumen (RTA), utilizadas en las publicaciones estatales del Inventario Nacional Forestal (CONAFOR, 1961-1985, 2014), mismas que vienen especificadas por especie en la siguiente tabla. Una vez calculados los valores de volumen de los individuos de la superficie muestreada, se prosiguió con la extrapolación a una superficie de “hectárea tipo” (10,000 m^2), así como la superficie del cambio de uso del suelo propuesta por cada tipo de vegetación.

Los pasos que fueron realizados por tipo de vegetación se muestran a continuación:

- Cálculo del volumen por individuo, muestra y tipo de vegetación (vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia).
- Extrapolación para las existencias de volumen en la hectárea tipo.
- Extrapolación para la existencia total de volumen dentro del área de C.U.S.T.F.

Para calcular el volumen de las especies de arbolado registradas en el censo del predio, se procedió a identificar la ecuación alométrica correspondiente de las utilizadas por la CONAFOR para el Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS) del ciclo 2015 – 2020, la mayoría provenientes del Sistema Biométrico Forestal (SiBiFor). Sin embargo, debido a que para el estado de Jalisco la mayoría de las ecuaciones corresponden a especies de bosques templados (Pinos y Encinos) y no existen ecuaciones específicas para las especies de selvas tropicales, se utilizaron ecuaciones de otros estados. Se procuró que, en caso de haber opciones, se utilizaran aquellas de estados ubicados en la vertiente del Pacífico cuya composición y estructura forestal fueran similares a las de Jalisco. Finalmente, se identificaron dos excepciones sin ecuación asignada: *Cassia Fistula*, debido a que es una especie introducida con fines de ornato que no se distribuye de manera natural en México, y *Citrus* x *latifolia*, por ser una especie de origen híbrido proveniente del sudeste asiático.

Tabla II. 39. Ecuaciones para las especies del Inventario Nacional Forestal periodo 2015-2020

Nombre Científico	Clave de ecuación	Ecuación	Justificación de la elección de la ecuación	Periodo de uso
Bursera simaruba	T7_Chis	EXP(-9.86139158+1.93994057*LN(diam)+1.04126898*LN(alt))	Ecuación por la cercanía al estado	Inventario Nacional Forestal periodo 2015-2020
Ficus crocata	TV_Oax	EXP(-10.06787497+2.0005528*LN(diam)+0.99031834*LN(alt))	Ecuación por la cercanía al estado	Inventario Nacional Forestal periodo 2015-2020
Ficus pertusa	T5_Chis	EXP(-9.843341+1.92700277*LN(diam)+1.00612327*LN(alt))	Ecuación por la cercanía al estado	Inventario Nacional Forestal periodo 2015-2020
Gliricidia sepium	TIV_Oax	EXP(-10.71439546+1.97139127*LN(diam)+1.06409203*LN(alt))	Ecuación por la cercanía al estado	Inventario Nacional Forestal periodo 2015-2020
Guazuma ulmifolia	T15_Chis	EXP(-9.80434696+1.91033696*LN(diam)+1.03262007*LN(alt))	Ecuación por la cercanía al estado	Inventario Nacional Forestal periodo 2015-2020
Leucaena leucocephala	TIV_Oax	EXP(-10.71439546+1.97139127*LN(diam)+1.06409203*LN(alt))	Ecuación por la cercanía al estado	Inventario Nacional Forestal periodo 2015-2020

Nombre Científico	Clave de ecuación	Ecuación	Justificación de la elección de la ecuación	Periodo de uso
Pithecellobium dulce	TIV_Oax	EXP(-10.71439546+1.97139127*LN(diam)+1.06409203*LN(alt))	Ecuación por la cercanía al estado	Inventario Nacional Forestal periodo 2015-2020
Pithecellobium lanceolatum	TX_Cam	EXP(-9.5643815+1.82330416*LN(diam)+1.01741981*LN(alt))	Ecuación por la cercanía al estado	Inventario Nacional Forestal periodo 2015-2020
Psidium guajava	T10_Chis	EXP(-9.05936092+1.68198628*LN(diam)+1.0337615*LN(alt))	Ecuación por la cercanía al estado	Inventario Nacional Forestal periodo 2015-2020
Simarouba amara	T7_Chis	EXP(-9.86139158+1.93994057*LN(diam)+1.04126898*LN(alt))	Ecuación por la cercanía al estado	Inventario Nacional Forestal periodo 2015-2020
Vachellia macracantha	T4_QR	Exp(-9.67348922+1.86887607*LN(diam)+1.01858126*LN(alt))	Ecuación para el género	Inventario Nacional Forestal periodo 2015-2020

II.2.5.6 Cambio de uso de suelo total (volumen, cobertura y número de individuos)

Se obtuvieron los resultados para cada uno de los siguientes conceptos:

- Total, de individuos en la superficie muestreada = Sumatoria (individuos de cada especie).
- Total, del volumen (RTA) en la superficie muestreada = Sumatoria (volumen de cada especie).
- Individuos en la hectárea (ha) tipo de cada especie = (Superficie de una hectárea *Número de individuos de la especie en el muestro) ÷ Superficie Total del muestreo.
- Total, de individuos en la ha tipo = Sumatoria (Individuos en la ha tipo de todas las especies).
- Volumen (RTA) en la ha tipo que corresponde a cada especie = (Superficie de una hectárea *Volumen de la especie en el muestreo) ÷ Superficie Total del muestreo.
- Total, del volumen en la ha tipo = Sumatoria (Volumen en la ha tipo de todas las especies).
- Individuos de cada especie en el área de CUSTF = Estimación de los individuos dentro de la superficie de CUSTF.
- Volumen de cada especie en el área de CUSTF = Cálculo de volumen de los individuos dentro del polígono de CUSTF.

Estrato arbóreo

Los resultados para el área censada y hectárea tipo en la **vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia**, se muestran en las siguientes tablas, en donde se presenta el número total de individuos que se verán afectados, por el Cambio de Uso de Suelo que se generará por efecto del desarrollo del proyecto en los terrenos forestales de la comunidad vegetal se prevé la remoción de **151 individuos arbóreos nativos a los cuales corresponde un total de 51.063 m^3 de madera**.

Tabla II. 40. Individuos, área basal y volumen en la superficie del censo 4,624.89 m^2

Especie	Superficie Censo	Individuos	Área basal	Volumen m^3
Bursera simaruba	4,624.89	47	0.711	2.647
Ficus crocata	4,624.89	1	2.389	18.904
Ficus pertusa	4,624.89	2	1.290	8.725
Gliricidia sepium	4,624.89	1	0.057	0.082
Guazuma ulmifolia	4,624.89	10	0.304	1.010
Leucaena leucocephala	4,624.89	38	0.196	0.243
Pithecellobium dulce	4,624.89	40	7.472	18.983
Pithecellobium lanceolatum	4,624.89	1	0.010	0.026
Psidium guajava	4,624.89	1	0.025	0.079
Simarouba amara	4,624.89	3	0.008	0.021
Tabebuia rosea	4,624.89	1	0.003	0.008
Vachellia macracantha	4,624.89	6	0.113	0.334
Total	4,624.89	151	12.577	51.063

Tabla II. 41. Individuos, área basal y volumen en la hectárea tipo

Especie	Hectárea tipo	Individuos	Área basal	Volumen m^3
Bursera simaruba	10,000	102	1.5381	5.7228
Ficus crocata	10,000	2	5.1647	40.8744
Ficus pertusa	10,000	4	2.7890	18.8661
Gliricidia sepium	10,000	2	0.1229	0.1782
Guazuma ulmifolia	10,000	22	0.6573	2.1836
Leucaena leucocephala	10,000	82	0.4227	0.5255
Pithecellobium dulce	10,000	86	16.1561	41.0463
Pithecellobium lanceolatum	10,000	2	0.0205	0.0555
Psidium guajava	10,000	2	0.0550	0.1715
Simarouba amara	10,000	6	0.0177	0.0453
Tabebuia rosea	10,000	2	0.0061	0.0170
Vachellia macracantha	10,000	13	0.2438	0.7228
Total	10,000	326	27.1940	110.4090

Estrato arbustivo.

En la superficie total muestreada de **197.89 m^2** (7 muestreos de 28.27 m) para las especies del estrato arbustivo se registró un total de **2 individuos** y **0.679 m^2 de cobertura** en la

superficie muestreada en Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia. Dado que durante el recorrido del predio no se encontraron más individuos de porte arbustivo, se concluye que, para el área de Cambio de Uso de Suelo, los **2 individuos** que presentan una cobertura de **0.679 m²**, representan la totalidad de individuos y cobertura del estrato arbustivo que será afectada durante las actividades del proyecto.

Tabla II. 42. Individuos y cobertura del estrato arbustivo. Superficie muestreada 197.4 m²

Especie	Superficie muestreada	Individuos	Cobertura
Chrysalidocarpus lutescens	197.4	1	0.238
Morisonia flexuosa	197.4	1	0.442
Total	197.4	2	0.679

Tabla II. 43. Individuos y cobertura del estrato arbustivo. Hectárea tipo (10,000 m²)

Especie	Hectárea tipo	Individuos	Cobertura
Chrysalidocarpus lutescens	10,000	51	12.036
Morisonia flexuosa	10,000	51	22.380
Total	10,000	101	34.416

Estrato herbáceo.

A diferencia del estrato arbustivo, para el estrato herbáceo, se registraron un mayor número de especies y de individuos por unidad de muestreo. En la superficie total muestreada de **7 m²** (**0.0007 ha**), se registraron un total de **58 individuos** abarcando una cobertura de **3.5 m²**, mientras que para la de CUSTF se **restima 38,321 individuos con una cobertura de 2,312.445 m²**. El número de individuos y la cobertura estimada para el estrato herbáceo son muy variables, lo cual se atribuye a la dinámica del ciclo de vida de las especies herbáceas. Con base en estos cálculos, se estima que la cobertura del estrato herbáceo corresponde al 50% de la superficie total, (superficie total del predio **4,624.89 m²**). Proporcionalmente, esta es la superficie total que el estrato herbáceo cubre en el predio.

Tabla II. 44. Individuos y cobertura del estrato herbáceo. Superficie muestreada 7 m²

Especie	Superficie muestreada	Individuos	Cobertura
Anoda cristata	7	4	0.35
Euphorbia dioeca	7	4	0.1
Euploca procumbens	7	5	0.1
Lasiacis divaricata	7	8	0.5
Megathyrsus maximus	7	12	0.9
Paspalum paniculatum	7	6	0.45
Rivina humilis	7	4	0.25
Ruellia blechum	7	7	0.2
Serjania trifoliolata	7	8	0.65

Total	7	58	3.5

Tabla II. 45. Individuos y cobertura del estrato herbáceo. Hectárea tipo (10,000 m²)

Especie	Hectárea tipo	Individuos	Cobertura
Anoda cristata	10,000	5,714	5,714.286
Euphorbia dioeca	10,000	5,714	5,714.286
Euploca procumbens	10,000	7,143	7,142.857
Lasiacis divaricata	10,000	11,429	11,428.57
Megathyrsus maximus	10,000	17,143	17,142.86
Paspalum paniculatum	10,000	8,571	8,571.429
Rivina humilis	10,000	5,714	5,714.286
Ruellia blechum	10,000	10,000	10,000
Serjania trifoliolata	10,000	11,429	11,428.57
Total	10,000	61,429	82,857

Tabla II. 46. Individuos y cobertura del estrato herbáceo. Superficie de Cambio de Uso de Suelo (4,624.89 m²)

Especie	CUSTF	Individuos	Cobertura
Anoda cristata	4,624.89	2,643	231.245
Euphorbia dioeca	4,624.89	2,643	66.070
Euploca procumbens	4,624.89	3,303	66.070
Lasiacis divaricata	4,624.89	5,286	330.349
Megathyrsus maximus	4,624.89	7,928	594.629
Paspalum paniculatum	4,624.89	3,964	297.314
Rivina humilis	4,624.89	2,643	165.175
Ruellia blechum	4,624.89	4,625	132.140
Serjania trifoliolata	4,624.89	5,286	429.454
Total	4,624.89	38,321	2,312.445

Figura II. 37. Cobertura del estrato herbáceo.



II.2.6 Operación y mantenimiento.

O1 Contratación de personal de la región

Se realizará la contratación de personal para la etapa de Operación y mantenimiento del proyecto. Con la finalidad de mantener la infraestructura en buenas condiciones, así como dar servicio de limpieza y atención al cliente dentro de las instalaciones del proyecto, se realizará la contratación permanente de personal. Se estima que el total del personal permanente del edificio durante esta etapa será de 20 trabajadores, procurando que sean habitantes de la región. Por otro lado, cuando se requieran realizar actividades de mantenimiento especiales, se realizará la contratación temporal de prestadores de servicios especializado para realizar dichas actividades.

O2 Mantenimiento de infraestructura

Para evitar el daño y deterioro de la construcción, se aplicarán técnicas y actividades que tienen el fin de conservar la obra en las mejores condiciones realizando mantenimiento del edificio, estacionamiento, albercas y restos de amenidades que se ofrecen, así como del andador y el ingreso al desarrollo.

O3 Generación y manejo de RSU

De acuerdo con el Atlas Nacional de Residuos Sólidos Urbanos de 2022, en Jalisco, la generación promedio de residuos sólidos urbanos (RSU) por persona es de **0.835 kg/hab/día**. Este dato se utilizará para estimar la cantidad total de RSU que se generará en la etapa Operativa del proyecto tomando en cuenta la ocupación máxima estimada de habitantes para el proyecto, la cual es de **594 residentes**.

Para los cálculos relacionados con los trabajadores, se considerará un índice reducido de **0.417 kg/hab/día**, que corresponde a la generación de RSU por persona durante una jornada laboral, esto deriva de dividir el promedio por día entre dos. Se tomará en cuenta los días laborales de los empleados y el estimado de trabajadores de **20 trabajadores**.

Durante estas etapas habrá una vigilancia constante y personal destinado para garantizar la limpieza, orden y separación correcta de estos residuos.

Tabla II. 47. Estimación de generación de RSU anual en la etapa operativa del proyecto

Individuos		No. de días	RSU persona/kg/día	RSU total kg/año
Usuarios	594	365	0.835	181036.35
Trabajadores	20		0.4175	3047.75
Total				**184,084.1**

Es importante mencionar que la estimación anterior **es en el supuesto de una ocupación máxima a lo largo del año**, por tal motivo, **es posible que la generación real de residuos durante la etapa de operación del proyecto sea menor**.

Durante la fase de operación, la generación de RSU será principalmente por parte de los ocupantes de las residencias, por lo que, de igual manera, su manejo se realizará por ellos mismos, por lo que se propone se realice, por lo menos, una separación primaria. Para esta fase se propone que se realice una separación secundaria de los residuos sólidos urbanos en las áreas comunes del edificio. La administración del edificio será responsable de ejecutar e instalar sus contendedores para la gestión de estos residuos. Su transporte se realizará por medio de una empresa autorizada por el municipio y la disposición final se realizará en el relleno sanitario local. Dadas las características de operación del desarrollo, no se prevé la generación de residuos peligrosos o de manejo especial dentro de las actividades de operación y mantenimiento. En caso de requerirse, la disposición de estos residuos se realizará conforme a la normatividad aplicable vigente.

O4 Consumo de agua y generación de aguas residuales

Una vez en operación el proyecto, tanto los usuarios como los trabajadores demandarán un consumo de agua, por lo que es importante tomar en cuenta la proyección del gasto total.

Con base en la cantidad máxima de personas calculadas para ingresar al proyecto, que es de 594 habitantes y de 20 trabajadores, se realizó el cálculo de consumo de agua potable y su desperdicio. Se consideró una dotación máxima de agua potable por habitante de 217 l/hab/día, que es la cantidad más alta sugerida en un clima cálido subhúmedo y de tipo doméstico (CONAGUA, 2007) y un porcentaje de desperdicio del 80% de la dotación para el cálculo de aguas residuales. Se consideró que el consumo solo corresponderá a medio día en el caso de los trabajadores. Se obtuvieron los siguientes resultados:

- Gasto diario de agua potable por persona = 217 l/usuario/día
- Capacidad total de habitantes en el proyecto = 594 habitantes
- Cantidad total de trabajadores en el proyecto = 20 trabajadores
- Consumo máximo total de agua por día = **182.483 m^3**
- Generación de agua residual máxima por día = **104.275 m^3**

Tabla II. 48. Cálculo de demanda de Agua potable

	No. De personas	Gasto diario por persona	Coeficiente de variación diaria	Consumo máximo por día (m^3/día)	Gasto máximo diario (m^3/día)	Consumo total (m^3/día)
Usuarios	594	217	1.4	128.898	180.4572	**182.483**
Trabajadores	20	72.333		1.447	2.03	

Tabla II. 49. Cálculo de aguas residuales de la etapa de Operación

	No. De personas	Generación agua residual	Generación máxima de agua residual por día (m^3)	Agua residual total al día (m^3)
Usuarios	594	173.600	103.118	**104.2757**
Trabajadores	20	57.867	1.157	

II.2.7 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Con las acciones preventivas y correctivas y el mantenimiento oportuno de la infraestructura, no se visualiza una etapa de desmantelamiento y/o abandono, ya que el fin de estas actividades es prolongar la vida útil del proyecto. La etapa de abandono, en caso de existir se visualiza que pueda ocurrir pasando al menos 50 años de operación. Asimismo, en caso de que el proyecto sea abandonado, cierre y se vuelva obsoleto, se tomará el

procedimiento adecuado para ser demolido. En caso de cierre o abandono, se proseguirá a realizar las actividades enlistadas a continuación:

Tabla II. 50. Actividades para etapa de abandono

CLAVE	ACTIVIDAD
A1	Retiro de todas las redes de suministros
A2	Demolición de la infraestructura
A3	Rehabilitación del área donde se implementará el proyecto
A4	Limpieza general

A1 Retiro de todas las redes de suministro

Esta actividad se realiza con la finalidad de evitar fugas y otros accidentes al momento de la demolición. Se deberá cerrar por completo las líneas de suministro de agua potable, las líneas eléctricas, retirar el suministro de gas, así como las líneas de datos utilizadas durante la operación del proyecto.

A2 Demolición de la infraestructura

La zona que llegue a demolerse deberá ser enmallada, dicha malla estará cubierta con plástico como medida de retención de polvos y evitar que las partículas de arena se dispersen por el viento o que puedan llegar al mar. Se propone primero la demolición de la edificación con maquinaria exclusiva para poder realizar la actividad y posteriormente (y solamente en caso de ser necesario) el área verde, con la finalidad de que ayuden en la retención de polvos.

Durante todo el proceso de demolición se adoptarán medidas de seguridad e higiene para los trabajadores y personas que circulen cerca del área. Asegurando así, un buen manejo de la operación sin afectar a infraestructura aledaña.

A3 Rehabilitación del área del proyecto

Una vez que se haya retirado toda la infraestructura del sitio, se trabajará en remediar los cambios adversos que el proyecto haya provocado al medio, como la alteración a la topografía, remoción de la vegetación, entre otras alteraciones.

A4 Limpieza general

Una vez que se haya hecho la rehabilitación del predio, posteriormente se procederá a realizar la última actividad de la etapa de abandono del sitio, la cual consistirá en asegurarse que el área quede completamente libre y limpia de vestigios del material utilizado en la

operación del proyecto, así como también residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos.

II.2.8 Residuos

Durante las tres etapas del proyecto, se prevé la generación de residuos sólidos y líquidos por parte de los trabajadores y usuarios. La planeación y seguimiento de estos residuos resulta una práctica necesaria e importante en materia de cuidado ambiental, ya que una correcta gestión facilitará la disposición final ágil y segura de los residuos. La separacion de los residuos en el origen facilita su aprovechamiento y evita o disminuye notablemente la contaminación por la eliminación de dichos residuos, así como el agotamiento de los recursos naturales.

Durante las etapas de preparación y construcción del proyecto se emplearán sanitarios portátiles para los trabajadores del proyecto. El manejo y disposición de las aguas residuales que se generen en estas etapas estará a cargo de la empresa contratada para dar el servicio, por ello no se prevé que el proyecto pueda generar alguna afectación a consecuencia de estos residuos líquidos. Se estima la implementación de un sanitario portátil por cada 15 empleados.

En la siguiente tabla se describe con mayor detalle la proyección propuesta para el manejo de los residuos sólidos y líquidos que se generen dentro de cada una de las etapas del proyecto. Posteriormente se detalla la infraestructura necesaria para el manejo de estos residuos.

Tabla II. 51. Manejo de residuos del proyecto

Clasificación de Residuos	Residuos Sólidos		Residuos Líquidos
	Orgánicos	Inorgánicos	
Tipos de Residuos por clasificación	Desperdicio y desechos de comida (cascaras, frutas, verduras), papel, cartón, periódico, madera, tierra removida sobrante, etc.	Latas, metales, textiles, vidrio, plásticos de todo tipo, etc.	Generación y descarga de aguas residuales por parte de usuarios y trabajadores.
			1-Baños portátiles
			2-Uso sanitario de los usuarios
Etapa de Generación	Preparación, construcción y operación	Construcción y operación	Construcción y operación

Manejo	Clasificación y almacenamiento en el área de Residuos No Peligrosos.	1-Almacenamiento para el agua residual generada por los baños portátiles.
Disposición	1-Los residuos con potencial comercial serán dispuestos con empresas autorizadas para este giro.	1-El agua residual de los baños portátiles será puesta a disposición de la empresa encargada de dichos baños.
	2-La tierra sobrante será utilizada como relleno y nivelación del terreno.	

De acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR, 2003), los residuos se definen como "*materiales o productos que se desechan ya sea en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso, que se contienen en recipientes o depósitos, y que necesitan estar sujetos a tratamiento o disposición final"* con base en lo dispuesto en la misma ley. Dependiendo de sus características y orígenes se les clasifica como: residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos.

Los **Residuos Sólidos Urbanos (RSU)** son los provenientes de las casas habitación como consecuencia de la eliminación de los materiales utilizados en las actividades domésticas, así como los derivados de cualquier actividad desarrollada en establecimientos o en la vía pública. Como ejemplo de estos residuos se encuentran los envases, empaques, productos de consumo, entre otros. La inadecuada disposición de estos residuos puede traer consecuencias negativas en la salud pública y a los ecosistemas (SEMARNAT, 2016).

Los RSU que se generen en el proyecto tendrán como mínimo una separación primaria de acuerdo con la Norma Ambiental Estatal NAE-SEMADES-007/2008. Esta NAE establece los lineamientos para la separación de los RSU. La separación primaria consiste en la clasificación de los residuos en: orgánicos, inorgánicos y sanitarios. Por otra parte, en la separación secundaria los residuos inorgánicos son clasificados en diversas categorías, para conocer los residuos que tienen potencial de reciclaje y así reincorporarlos a los procesos productivos. Esta clasificación se compone de cinco categorías principales: cartón y papel, metal, plástico, vidrio y textiles.

Tabla II. 52. Separación primaria de los RSU de acuerdo con la NAE-SEMADES-007/2008

Orgánico	Inorgánico	Sanitario
- Restos de comida - Cáscaras y restos de frutas, verduras y hortalizas - Productos lácteos - Restos y filtros de café y té - Huesos y productos cárnicos, etc. - Residuos de jardín - Tierra, polvo, ceniza, aserrín, etc.	- Vidrio - Plásticos - Metales - Textiles y calzado - Maderas procesadas - Papel, periódico y cartón - Envases y envolturas - Utensilios de cocina - Cerámica, Cuero, etc.	- Papel sanitario - Toallas sanitarias, pañales y pañuelos desechables - Utensilios y algodones de curación - Rastrillos y cartuchos de rasurar - Excretas de animales - Colillas de cigarro - Preservativos

Figura II. 38. Ejemplo de contenedores para la disposición de RSU



Según la LGPGIR, se conoce como **Residuos de Manejo Especial (RME)** a "*aquellos generados por los procesos productivos que no reúnen las características para ser considerados residuos sólidos urbanos o peligrosos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos".* Entre estos, se pueden ejemplificar los residuos de rocas o fabricación de materiales de construcción, los generados por servicios de salud (excepto los biológico infecciosos), los generados por actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderos; los generados por actividades que se realizan en puertos, aeropuerto, terminales ferroviarias y portuarias, lodos provenientes de tratamiento de aguas residuales, residuos en grandes volúmenes de tiendas departamentales y centros comerciales, residuos de construcción, mantenimiento y demolición, y finalmente, los residuos tecnológicos o de vehículos automotores (SEMARNAT, 2016).

Los Residuos de Manejo Especial (RME), son los generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos ni como RSU, o

que son producidos por grandes generadores (producen más de 10 toneladas al año) de RSU. Los residuos producto de la construcción y demolición generados por el desarrollo del proyecto deberán ser manejados conforme a la NAE-SEMADET-001/2016**.**

La cuantificación del volumen de producción y composición de los residuos de la construcción y demolición (RCD) todavía se enfrenta al problema de la falta de datos o estadísticas fiables, lo que ha obligado hasta el momento a manejar estimaciones efectuadas a través de cálculos indirectos o basadas en muestras de limitada representatividad. Para estimar la generación de residuos de construcción, Castells (2000) propone que la generación de residuos de construcción de una obra de demolición es de 900 kg/m^2 de residuos, mientras que una obra nueva genera 200 kg/m^2.

En su mayoría los residuos estarán compuestos por tierras y rocas, hormigón, hierro, acero, ladrillos, bloques y materiales cerámicos. Estos residuos serán clasificados para valorizar los residuos con potencial de comercialización.

Posterior a la separación de los RCD, estos serán almacenados temporalmente dentro del proyecto, evitando de cualquier manera su depósito en vía o espacios públicos. De igual manera los RCD tendrán que estar separados de los RSU y los residuos peligrosos, por lo que se dispondrá de una zona de almacenamiento o en su defecto establecer contenedores para capacidades mayores, los cuales tendrán que ser ubicados con sus respectivos señalamientos, además de rotularlos para identificar el tipo de residuo que acopiará.

Figura II. 39. Ejemplo de almacén temporal y contenedor para RME



Para que el plan maestro de **“Alisia”** se lleve a cabo, será necesario la demolición de la infraestructura existente dentro del área del proyecto, una edificación en abandono que será retirada en su totalidad, pues interfiere en el cumplimiento del Plan Maestro del Proyecto. Al hacer estos ajustes, los residuos generados de la demolición y la construcción del proyecto deberán llevar un correcto manejo y separación de acuerdo con lo anteriormente mencionado.

Para hacer el cálculo de la cantidad de residuos de construcción y demolición (RCD) que se puedan generar, se utilizó la formula sugerida en el "Manual de Buenas Prácticas Ambientales en la Construcción" de SEMADET:

$$RCD\ gen\ (kg) = [Área\ (m^2)] \times [Factor\ de\ conversión\ (m^3/m^2)] \times \{1.15\ [Densidad\ aprox.\ (kg/m^3)]\}$$

Los factores de conversión se presentan en la siguiente figura:

Tabla II. 53. Factor de conversión de superficie construida a volumen (SEMADET)

Factor definitivo de conversión de superficie construida a volumen de RCD generados			
Construcción	Remodelación	Demolición	Bardeo
m^3 de RCD por m^2 construido	m^3 de RCD por m^2 construido	m^3 de RCD por m^2 construido	m^3 de RCD por metro lineal
0.268	0.493	0.816	0.053

Tomando en cuenta que el área del edificio por demoler es de aproximadamente 163.12 m^2, contemplando que sus dos niveles suman una superficie de construcción aproximada de 326.24 m^2 y que, para el caso de la actividad de demolición, el factor definitivo de conversión de superficie construida a volumen de RCD generados es de 0.816 se realiza la estimación de la generación total de RCD. Así mismo, esta metodología fue aplicada para estimar los residuos de demolición derivado del retiro de la Calle Los Peines (Recinto Portuario), la cual cuenta con una superficie de 718.12 m^2. Además, se estima la cantidad de RCD generadas por la construcción del proyecto que tendrá una superficie total de 32,360.64 m^2. En la Tabla siguiente se presentan los resultados de las estimaciones de RCD que serán generados por la implementación del proyecto.

Tabla II. 54. Estimación de residuos de demolición

Actividad	Superficie de construcción (m^2)	Generación de RCD por m^2 construido (m^3)	Generación total de RCD (Kg)
Demolición edificio actual	326.24	266.211	306.14
Demolición Calle Los Peines (Recinto Portuario)	718.12	585.985	673.883
Construcción del proyecto	32,159.18	8,672.652	9,973.549
TOTAL			**10,953.576**

Los **Residuos Peligrosos (RP)** son definidos como aquellos que poseen características que les confieren peligrosidad, como corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad,

inflamabilidad o ser biológico-infecciosos (CRETIB, por las siglas), así como los envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados (SEMARNAT, 2016).

Los residuos peligrosos se refieren básicamente a aquellos que se generan producto del mantenimiento de la maquinaria (envases de aceite, estopas impregnadas del mismo, diésel, residuos de productos relacionados con pinturas, materiales que entran en contacto con estos, entre otros).

El correcto manejo de estos residuos requiere de la instalación de un almacenamiento temporal para resguardar los residuos generados durante las etapas de preparación y construcción del presente proyecto. De este modo, cada determinado tiempo una empresa que sea contratada por el promovente deberá recolectar estos residuos. Dicha empresa deberá contar con un permiso emitido por la SEMARNAT y le corresponderá transportar estos residuos hasta un lugar autorizado para su disposición final.

El almacén que se acondicionará para resguardo de los RP que puedan generarse durante la ejecución del proyecto deberá estar techado para evitar la entrada del agua de lluvia, con suelo impermeable y con una pendiente de solera suficiente que permita la limpieza de cualquier vertido accidental, así como algún sistema de recogida de estos derrames.

Figura II. 40. Ejemplo de almacén para RP



II.2.9 Emisiones y descargas

La práctica de la construcción se asocia con emisiones de partículas a la atmósfera, durante el proceso se emplean diversas fuentes que generan polución, y aunque se consideren como fuentes temporales, aportan de forma importante a deteriorar la calidad del aire y el medio ambiente.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), las partículas se pueden clasificar por su origen, las cuales pueden ser primarias y secundarias, las partículas primarias son aquellas que se emiten de forma directa a la atmosfera por diferentes fuentes y las partículas secundarias son aquellas que se integran en la atmosfera como resultado de diferentes reacciones químicas a partir de la presencia se materiales gaseosos, conocidos como precursores, tales como dióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NOx) y compuestos orgánicos volátiles (COV).

A continuación, se presenta un listado de la maquinaria a utilizar en el proyecto, información que sirvió como base para la estimación de emisiones en las diferentes actividades y las relacionadas a los motores de combustión interna de las mismas.

Tabla II. 55. Maquinaria por utilizar en el proyecto

Maquinaria y/o vehículos	Unidades
Camión de volteo	6
Retroexcavadora	3
Revolvedora	2
Pipa de agua	2
Compactadora	1
Niveladora	1
Grúa torre	2
Total	**17**

Con lo anterior se calculó la emisión relativa a los motores de combustión interna presente en la maquinaria y camiones del proyecto.

Tabla II. 56. Estimación de la emisión proveniente de un camión de volteo

Contaminante	Tiempo de operación (h)	Porcentaje de Carga	Potencia nominal (KW)	Factor de emisión (g/KW-h)	Emisión (kg/día)	
					Unitario	Total
CO	3	100	209	3	1.881	11.286
HC	3	100	209	1.35	0.846	5.076
NOx	3	100	209	14.36	9.003	54.018

Tabla II. 57. Estimación de la emisión proveniente de una retroexcavadora

Contaminante	Tiempo de operación (h)	Porcentaje de Carga	Potencia nominal (KW)	Factor de emisión (g/KW-h)	Emisión (kg/día)	
					Unitario	Total
CO	5	100	112	3.76	2.105	6.315
HC	5	100	112	1.72	0.963	2.889
NOx	5	100	112	14.36	8.041	24.123

Tabla II. 58. Estimación de la emisión proveniente de una revolvedora

Contaminante	Tiempo de operación (h)	Porcentaje de Carga	Potencia nominal (KW)	Factor de emisión (g/KW-h)	Emisión (kg/día)	
					Unitario	Total
CO	3	100	261	3	2.349	4.698
HC	3	100	261	1.35	1.057	2.114
NOx	3	100	261	14.36	11.243	22.486

Tabla II. 59. Estimación de la emisión proveniente de una pipa de agua

Contaminante	Tiempo de operación (h)	Porcentaje de Carga	Potencia nominal (KW)	Factor de emisión (g/KW-h)	Emisión (kg/día)	
					Unitario	Total
CO	2	100	205	3	1.23	2.46
HC	2	100	205	1.35	0.553	1.106
NOx	2	100	205	14.36	5.887	11.774

Tabla II. 60. Estimación de la emisión proveniente de una compactadora

Contaminante	Tiempo de operación (h)	Porcentaje de Carga	Potencia nominal (KW)	Factor de emisión (g/KW-h)	Emisión (kg/día)	
					Unitario	Total
CO	5	100	70	5.06	1.77	1.77
HC	5	100	70	1.72	0.6	0.6
NOx	5	100	70	14.36	5.03	5.03

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.....3

III.1. ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES. 3

III.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (CPEUM) 3
III.1.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. (LGEEPA) ..5
III.1.2.1 Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental. 13
III.1.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. (LGDFS).....16
III.1.3.1 Reglamento de la Ley General de Aprovechamiento Forestal Sustentable 17
III.1.4 Ley General de Vida Silvestre. (LGVS).....18
III.1.4.1 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. 28
III.1.5 Ley de Responsabilidad Ambiental. (LRA) 29
III.1.6 Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. (LGAHOTDU) 30
III.1.7 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. (LGPGIR) 32
III.1.7.1 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 36
III.1.8 Ley General del Cambio Climático. (LGCC) 40
III.1.9 Tratados Internacionales.....42
III.1.9.1 Cumbre de la Tierra-Estocolmo.....42
III.1.9.2 Declaración de Rio sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.....43
III.1.9.3 Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. 44
III.1.9.4 Declaración de la conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Humano. 45
III.1.9.5 Convenio sobre la Diversidad Biológica. 46

III.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)..... 47

Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Costa Alegre del Estado de Jalisco (POERCA) 51
III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. (POEGT) 66

III.3 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS..... 88

III.3.1 Áreas Naturales protegidas 88
III.3.1.1 Vinculación con el Decreto del Gobernador del estado de Jalisco por el que se establece como Área Natural Protegida de competencia estatal como Parque

Estatal "Estero El Salado", con una superficie de 208-80-45 hectáreas, ubicada en el municipio de Puerto Vallarta, Jalisco.....90
III.3.1.2 Vinculación con el programa de aprovechamiento del ANP de competencia estatal Parque Estatal "Estero El salado" 102
III.3.2 Regiones Prioritarias para la Conservación.....111
III.3.2.1 Regiones Terrestres Prioritarias.....111
III.3.2.2 Regiones Hidrológicas Prioritarias 114
III.3.2.3 Regiones Marinas Prioritarias 116
III.3.2.4 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.....118

III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS 120

III.4.1 NOM-022-SEMARNAT-2003 120
III.4.2 NOM-041-SEMARNAT-2015 129
III.4.3 NOM-045-SEMARNAT-2017 130
III.4.4 NOM-050-SEMARNAT-2018 131
III.4.5 NOM-059-SEMARNAT-2010 133
III.4.6 NOM-080-SEMARNAT-1994 137
III.4.7 Otras Normas Específicas.....139

III.5 PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO (PDU) 146

III.5.1 Programa Municipal de Desarrollo Urbano para Puerto Vallarta 146
III.5.2 Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Distrito Urbano 5 (PPDU-DU5) 148

III.6 OTROS INSTRUMENTOS..... 160

III.6.1 Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 160
III.6.1.1 Programa Sectorial De Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030 161
III.6.2 Plan Estatal de Desarrollo y Gobernanza de Jalisco 2024-2030 "Hacia una ruta sustentable para las niñas y niños, con una visión al 2050".....162

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.

En el presente capítulo se llevará a cabo el análisis de los ordenamientos jurídicos, a efecto de conocer y vincular las disposiciones de dichos instrumentos para determinar la congruencia del proyecto dentro del marco legal ambiental que le son aplicables al proyecto, así como de los ordenamientos territoriales vigentes. De igual manera, el desarrollo del proyecto se vincula en distintos instrumentos jurídicos ambientales y, en caso de que se requiera, se llevarán a cabo ajustes derivados del proyecto para que se enmarquen en las disposiciones jurídicas ambientales vigentes para el desarrollo del territorio.

III.1. ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES.

III.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (CPEUM)

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) es el conjunto de normas jurídicas que garantizan la convivencia social y el establecimiento de derechos humanos. Esa misma integra, establece, organiza y constituye las normas que rigen a la sociedad de nuestro país. Como su nombre lo sugiere, sirve para constituir un Estado, para organizarlo y ponerle límites al poder, así como para garantizar la dignidad de las personas.

En el primer numeral de la CPEUM se establece que todas las personas que se encuentren dentro del territorio nacional gozarán de derechos humanos reconocidos por nuestra carta magna y de los tratados internacionales de los que el Estado sea parte y que solo podrán suspenderse en los casos y bajo las condiciones que la misma establece.

Asimismo, dicho documento establece una serie de normas ambientales, de las cuales derivan las leyes generales y sus reglamentos en materia ambiental. A continuación, se presenta una síntesis de los artículos que se hace mención:

Artículo 4. En general, este artículo establece una serie de derechos, de los cuales, el estado garantizará su cumplimiento. En el cuarto párrafo se desprende que *“Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a ese derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoca en términos de lo dispuesto por la ley”*. Esto abarca

un rango muy amplio, pues de ello derivan todos los elementos necesarios para garantizar un medio ambiente sano, así como los tipos de daños ambientales y la responsabilidad de quien los genere.

Artículo 25. Este es uno de los artículos que configuran el régimen económico del país, estableciendo que *"Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional…"* y que *"planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional…"*. Asimismo, subraya la importancia del cuidado del medio ambiente en este crecimiento: *"Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente"*. Por esta razón, los instrumentos económicos de planeación deben contener entre sus objetivos de desarrollo, un equilibrio entre el crecimiento económico y el medio ambiente.

Artículo 27. Establece los dominios del Estado sobre los bienes nacionales y que dichos bienes serán utilizados bajo lo que dicte la utilidad pública. Menciona que la nación tendrá los derechos de *"imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público"* y que se dictarán las medidas necesarias para *"preservar y restaurar el equilibrio ecológico"*. A su vez, se menciona que dichos bienes no pueden usarse, explotarse o aprovecharse a menos que se tengan concesiones, otorgadas por el Ejecutivo Federal.

Artículo 28. Menciona la prohibición de los monopolios, así como aquellas actividades del Estado que no constituyen monopolios. A su vez, similar al artículo anterior, establece lo siguiente:

> *El Estado, sujetándose a las leyes, podrá en casos de interés general, concesionar la prestación de servicios públicos o la explotación, uso y aprovechamiento de bienes de dominio de la Federación, salvo las excepciones que las mismas prevengan. Las leyes fijarán las modalidades y condiciones que aseguren la eficacia de la prestación de los servicios y la utilización social de los bienes, y evitarán fenómenos de concentración que contraríen el interés público.*

Artículo 73. Artículo que formaliza las facultades del congreso que, en materia ambiental, menciona las siguientes:

> *El Congreso tiene facultad: (…)*
> *XXIX. Para establecer contribuciones:*
> *2o. Sobre el aprovechamiento y explotación de los recursos naturales comprendidos en los párrafos 4º y 5º del artículo 27;*

5o. Especiales sobre:
f) Explotación forestal.
XXIX-G. Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de las entidades federativas, de los Municipios y, en su caso, de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.

De aquí derivan las leyes en materia ambiental que serán vinculadas al presente proyecto en apartados posteriores.

Estos numerales establecen las bases legales, en cuanto a la rectoría jurídica nacional, para la conservación y protección al ambiente toda vez que se determina que el crecimiento social, económico y cultural deberá de estar condicionado al cumplimiento de los criterios de preservación y restauración de los ecosistemas previstos en las leyes reglamentarias de la materia, con el propósito de evitar que el crecimiento económico del país ocasione daño al entorno natural, buscando con ello, se promueva un verdadero desarrollo sustentable.

A efecto de promover un desarrollo sustentable a nivel nacional a partir de los derechos fundamentales establecidos en esta Carta Magna, es que se promulgaron las distintas leyes y reglamentos en materia de protección y regulación ambiental, mismas que se desarrollarán en función del cumplimiento que presente el proyecto.

III.1.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. (LGEEPA)

La LGEEPA es un instrumento federal ambiental mediante el cual se establecen políticas de protección, aprovechamiento y desarrollo sustentable de los recursos naturales, teniendo como objetivo establecer los lineamientos para el cuidado y conservación de los recursos naturales, así como la protección al entorno natural y restauración del equilibrio ecológico dentro del territorio nacional y zonas sobre las que la nación ejerza su soberanía y jurisdicción.

Uno de los objetivos de esta ley federal es el de normar la operatividad de los proyectos en cada una de sus etapas. De esta manera, existe un desarrollo ordenado enfocado a la sustentabilidad, apegados a un proceso de evaluación mediante criterios e indicadores ambientales, económicos y sociales para procurar la calidad de vida y productividad de la población, mediante la aplicación de medidas adecuadas en cuanto a la preservación del equilibrio ecológico, protección al ambiente y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Del Artículo Primero se desprende que la Ley es reglamentaría de las disposiciones constitucionales en relación con la preservación y restauración del equilibrio ecológico, brindado bases para llevar a cabo distintas actividades, mismas que guardan relación con la materia de la Manifestación de Impacto Ambiental presentada ante esa secretaría federal y se cita el artículo, a saber:

> ***Artículo 1°-*** *La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección del ambiente, en el territorio nacional y las zonas en las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público y de interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:*
>
> ***I.*** *Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar;*
>
> ***II.*** *Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;*
>
> ***III.*** *La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;*
>
> ***IV.*** *La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas;*
>
> ***V.*** *El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;*
>
> ***VI.*** *La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo;*
>
> ***VII.*** *Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;*
>
> ***VIII.*** *El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX-G de la Constitución.*
>
> ***IX.*** *El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental, y*
>
> ***X.*** *El establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan.*

Del artículo tercero se desprenden definiciones que resulta importantes citar para comprender el contenido del estudio; esas definiciones son las siguientes y se cita, a saber:

> ***ARTÍCULO 3o. -*** *Para efectos de esta Ley se entiende por: (…)*

> ***III.- Aprovechamiento sustentable:*** *La utilización de los recursos naturales en forma que se respeta la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos; (…)*
>
> ***X.- Criterios ecológicos:*** *Los lineamientos obligatorios contenidos en la presente Ley, para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente, que tendrán el carácter de instrumentos de la política ambiental;*
>
> ***XI.- Desarrollo Sustentable:*** *El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras; (…)*
>
> ***XIII Bis.- Ecosistemas costeros:*** *Las playas, las dunas costeras, los acantilados, franjas intermareales; los humedales costeros tales como las lagunas interdunarias, las lagunas costeras, los esteros, las marismas, los pantanos, las ciénegas, los manglares, los petenes, los oasis, los cenotes, los pastizales, los palmares y las selvas inundables; los arrecifes de coral; los ecosistemas formados por comunidades de macroalgas y de pastos marinos, fondos marinos o bentos y las costas rocosas. Estos se caracterizan porque se localizan en la zona costera pudiendo comprender porciones marinas, acuáticas y/o terrestres; que abarcan en el mar a partir de una profundidad de menos de 200 metros, hasta 100 km tierra adentro o 50 m de elevación.*
>
> ***XX.- Impacto ambiental:*** *Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza; (…)*
>
> ***XXI.- Manifestación del impacto ambiental:*** *El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo;*
>
> ***XXIV.- Ordenamiento ecológico:*** *El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos;*

Por otro lado, el **Capítulo IV "Instrumentos de la política ambiental"** define, de las Secciones I a la IX, los instrumentos de política ambiental, de entre los cuales y para efectos particulares del presente proyecto, resultan aplicables las siguientes secciones:

- **Sección II "Ordenamiento Ecológico del Territorio".**
- **Sección IV "Regulación Ambiental de los Asentamientos Humanos".**
- **Sección V "Evaluación del Impacto Ambiental".**
- **Sección VI "Normas Oficiales Mexicanas en Materia Ambiental".**

La observancia de dichos instrumentos constituye un elemento sustantivo dentro del procedimiento de evaluación del impacto ambiental, en virtud de que el artículo 35 de LGEEPA dispone lo que a continuación se cita:

> ***ARTÍCULO 35.-*** *(…)*
>
> Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables. (…)

Bajo esta premisa normativa, a continuación, se presenta la vinculación del proyecto con cada una de estas Secciones:

La **Sección II de la LGEEPA** refiere al proceso de **Ordenamiento Ecológico del Territorio**, que como resultado puede ser presentado en los **Programas** que se establecen en el **Artículo 19 BIS**, y que a continuación se enlistan:

> ***ARTÍCULO 19 BIS.-*** *El ordenamiento ecológico del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, se llevará a cabo a través de los programas de ordenamiento ecológico:*
>
> ***I.-*** *General del Territorio;*
>
> ***II.-*** *Regionales;*
>
> ***III.-*** *Locales, y*
>
> ***IV.-*** *Marinos.*

En este sentido, en el **apartado III.2 del presente Capítulo**, se identifican los **Programas de Ordenamiento Ecológico - Territoriales** que son aplicables a la región en la que se ubica el proyecto "**Alisia**". Sin embargo, es importante considerar que el predio de propiedad privada sobre el que se pretende edificar el proyecto "**Alisia**", se localiza dentro de los limites del Centro de Población determinados para la ciudad de Puerto Vallarta, Jalisco; y en consecuencia vienen a colación los **Artículos 20 BIS 4 fracción II**, y **20 BIS 5 fracción III** de la **LGEEPA**.

> ***ARTÍCULO 20 BIS 4.-*** *Los programas de ordenamiento ecológico local serán expedidos por las autoridades municipales, y en su caso por las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, de conformidad con las leyes locales en materia ambiental, y tendrán por objeto (…):*

> ***II.- <u>Regular, fuera de los centros de población, los usos del suelo</u>*** *con el propósito de proteger el ambiente y preservar, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales respectivos, fundamentalmente en la realización de actividades productivas y la localización de asentamientos humanos, (…)*
>
> ***ARTÍCULO 20 BIS 5.-*** *Los procedimientos bajo los cuales serán formulados, aprobados, expedidos, evaluados y modificados los programas de ordenamiento ecológico local, serán determinados en las leyes de las entidades federativas en la materia, conforme a las siguientes bases (…)*
>
> ***III.- <u>Las previsiones contenidas en los programas de ordenamiento ecológico local del territorio, mediante las cuales se regulen los usos del suelo, se referirán únicamente a las áreas localizadas fuera de los límites de los centros de población</u>****. En los programas de ordenamiento ecológico local del territorio se establecerán límites geográficos hasta donde se pueden extender las áreas urbanizables de los centros de población en el territorio ordenado. Cuando en dichas áreas se pretenda la ampliación de un centro de población o la realización de proyectos de desarrollo urbano, se deberá cumplir con lo que establezca el programa de ordenamiento ecológico respectivo, el cual sólo podrá modificarse mediante el procedimiento que establezca la legislación local en la materia; (…)*

Asimismo, en la **Sección IV** "**Regulación Ambiental de los Asentamientos Humanos" de la LGEEPA**, se establece, particularmente en su Artículo 23, la planeación del desarrollo urbano y la vivienda por medio de Planes o Programas de Desarrollo Urbano, en los cuales se determinan los usos de suelo. En el **apartado III.5 del presente Capítulo**, se presentan puntualmente el cumplimiento de los **Planes y Programas de Desarrollo Urbano** que regulan los usos del suelo en el municipio de Puerto Vallarta; Esto es considerando que, el predio donde se pretende edificar el proyecto "**Alisia**", se encuentra dentro del **Centro de Población** determinado para el municipio de Puerto Vallarta, Jalisco, y que se integra de **10 distritos urbanos**, que en su conjunto conforman el **Programa Municipal de Desarrollo Urbano para Puerto Vallarta, Jalisco**, publicado en la Gaceta Municipal de Puerto Vallarta el 24 de diciembre del 2020 (**PMDU-PV-2020**), y en específico **Plan Parcial de Desarrollo Urbano para el denominado Distrito Urbano 5 Marina Vallarta** (**PPDU-DU5**), publicado en el Tomo 02 de la misma Gaceta Municipal de fecha 24 de diciembre de 2020 .

La vinculación con estos instrumentos permitirá identificar los usos y destinos del área, así como con las normas de control urbanístico que el instrumento establezca, permitiendo a esta Secretaría la evaluación de la compatibilidad del Proyecto, en cumplimiento de lo establecido en el Artículo 35 de la LGEEPA.

En la **Sección V de la LGEEPA** se establece que, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras o actividades enlistadas en el Artículo 28 de esta Ley General deberán seguir el procedimiento administrativo de la evaluación de impacto ambiental, mismo que se cita a la letra, a saber:

> ***ARTÍCULO 28.-*** *La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:*
> ***I.-*** *Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;*
> ***II.-*** *Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;*
> ***III.-*** *Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear;*
> ***IV.-*** *Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como residuos radiactivos;*
> ***V.-*** *Aprovechamientos forestales en selvas tropicales y especies de difícil regeneración;*
> ***VI.-*** *Se deroga.*
> ***VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;***
> ***VIII.-*** *Parques industriales donde se prevea la realización de actividades altamente riesgosas;*
> ***IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;***
> ***X.- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales;***
> ***XI.-*** *Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;*
> ***XII.-*** *Actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas, y*
> ***XIII.-*** *Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente.*
>
> ***(Énfasis añadido).***

De las fracciones que se desprenden del vigésimo octavo Artículo, resultan aplicables al Proyecto las fracciones **VII**, **IX** y **X** debido a que, para cumplir con los objetivos del Proyecto se requerirá el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales de Vegetación Secundaria

de Selva Mediana Subcaducifolia en un predio ubicado en ecosistemas costeros, particularmente en la Zona Federal del Recinto Portuario de Puerto Vallarta; lo que implica la necesidad de someter al procedimiento de evaluación del impacto ambiental las actividades y obras inherentes al Proyecto.

En el Artículo 30 de la LGEEPA se considera que, para obtener la autorización a que se refiere el mencionado Artículo 28, los interesados deberán presentar a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, una manifestación de impacto ambiental (MIA) que contenga la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA), que deberá incluir por lo menos una descripción de los posibles efectos en los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente, así como propiciar efectos positivos.

Con la finalidad de darle un mejor enfoque a la evaluación de impacto ambiental, y en cumplimiento al Artículo 30 de la presente Ley, se ha determinado que el ecosistema que comprende el Proyecto está representado por el Sistema Ambiental, con lo cual es factible realizar el análisis desde un marco integral, más amplio que la superficie que afectará directamente el proyecto y que responde en su extensión a las dinámicas que rigen sobre la integralidad funcional del ecosistema, dando cumplimiento a lo establecido en el mencionado artículo 30. En capítulos subsecuentes de este documento se describirán de manera amplia los aspectos técnicos y de su definición, entre los que destacan una visión y análisis del conjunto de elementos ambientales de la zona, la identificación de la problemática socioambiental con la finalidad de reforzar y prever los posibles impactos ambientales acumulativos que puedan incidir de manera directa o indirecta por el desarrollo del proyecto.

Por otra parte, el 22 de diciembre del 2010 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el "*Acuerdo por el que se expiden los lineamiento y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignas las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan"*, en el cual se establecen los requisitos para **realizar los trámites unificados de aprovechamiento forestal y de cambio de uso de suelo forestal en sus modalidades A y B**, los cuales

son opcionales para los interesados y, por lo tanto, no anulan o limitan el derecho de estos para solicitar las autorizaciones de aprovechamiento de recursos forestales, de cambio de uso de suelo forestal y en materia de impacto ambiental de manera separada.

Por lo que, debido a las características del proyecto y a la naturaleza de este, los numerables aplicables de ese acuerdo son los citados a continuación:

> ***SEPTIMO.*** *El documento técnico unificado correspondiente al trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B, contendrá la información que prevén los artículos 12 y 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, según corresponda, así como la indicada en el artículo 121, fracciones V, IX, X, XI, XIII y XIV, del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.*
>
> ***OCTAVO.*** *El documento técnico unificado del trámite unificado de aprovechamiento forestal contendrá la información correspondiente a la manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, prevista en el artículo 12 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como la información relativa al programa de manejo forestal, en el nivel intermedio o avanzado, según corresponda, de acuerdo con lo ordenado en el artículo 77 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, su Reglamento y las disposiciones que de ellos se deriven.*
>
> ***NOVENO.*** *A la solicitud de trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, en sus modalidades A y B, se anexará:*
>
> - ***I.*** *Documento técnico unificado, en original impreso y en formato electrónico;*
> - ***II.*** *Copia simple de la identificación oficial del solicitante;*
> - ***III.*** *Resumen del contenido del documento técnico unificado, en formato electrónico;*
> - ***IV.*** *Copia de la constancia del pago de derechos correspondientes;*
> - ***V.*** *Cuando se trate de actividades altamente riesgosas, el estudio de riesgo correspondiente;*
> - ***VI.*** *Original o copia certificada del título de propiedad inscrito en el Registro Público que corresponda o del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar las actividades que impliquen el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. En ambos casos se anexará copia simple para su cotejo;*
> - ***VII.*** *Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo, y*
> - ***VIII.*** *Cuando se trate del reconocimiento, exploración superficial y explotación petrolera en terrenos forestales, la documentación que acredite el derecho a realizar las actividades propuestas*
>
> ***(Énfasis añadido)***

Asimismo, del segundo párrafo del décimo numeral se desprende que los trámites unificados, objeto del Acuerdo, se llevarán a cabo en un procedimiento único el cual se

desarrollará conforme a las etapas y plazos establecidos para la evaluación del impacto ambiental descritos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, por parte de esta Secretaría Federal. Por lo tanto, se presenta ante esta Secretaría el Documento Técnico Unificado Modalidad B-Regional para el Proyecto denominado **"Alisia"**, para su evaluación; con el objetivo de obtener la autorización en materia de impacto ambiental al que hace referencia el Artículo 28 de la LGEEPA, así como la autorización en materia cambio de uso de suelo forestal a que se hace referencia en el Artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) vigente.

Finalmente, en la **Sección VI** de esta Ley se establece la facultad de la Secretaría a emitir Normas Oficiales Mexicanas en Materia Ambiental y para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Estas normas buscan garantizar la sostenibilidad de las actividades económicas, por lo que el Proyecto debe considerar su cumplimiento en el desarrollo de sus actividades dada la obligatoriedad establecida en el Artículo 37 TER, a saber:

> ***ARTÍCULO 37 TER.-*** *Las normas oficiales mexicanas en materia ambiental son de cumplimiento obligatorio en el territorio nacional y señalarán su ámbito de validez, vigencia y gradualidad en su aplicación.*

Por lo tanto, en la sección **III.4** de este capítulo del DTU B-Regional se presenta la vinculación del Proyecto con aquellas especificaciones de las Normas Oficiales Mexicanas que le sean aplicables, resaltando el cumplimiento de cada una de ellas.

III.1.2.1 Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental.

Este ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; y tiene por objeto reglamentar la aplicación de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental.

La aplicación de este reglamento le compete al ejecutivo federal por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Esta secretaría ejercerá las atribuciones contenidas en este ordenamiento.

Al igual que en la ley general vinculada anteriormente, el reglamento en materia de impacto ambiental cuenta con un listado de definiciones en su tercer numeral, mismas que serán

importantes para el desarrollo de la presente información adicional y que se citan a continuación:

> ***Artículo 3o.-*** *Para los efectos del presente reglamento se considerarán las definiciones contenidas en la ley y las siguientes: (…)*
> ***III.- Daño ambiental:*** *Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso;*
> ***IV.- Daño a los ecosistemas:*** *Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico; (…)*
> ***IX. Impacto ambiental significativo o relevante:*** *Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales; (…)*
> ***XIII. Medidas de prevención:*** *Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente; (…)*
> ***XIV. Medidas de mitigación:*** *Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas. (…).*

En el **Artículo 5 del Capítulo II**, relativo a las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y las excepciones, se desprenden 23 incisos los cuales señalan las actividades que requerirán autorización por parte de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental; mismos que a la letra se citan:

> ***Artículo 5o.-*** *Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:*
> *A) Hidráulicas: (…)*
> *B) Vías generales de comunicación: (…)*
> *C) Oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos: (…)*
> *D) Actividades del sector hidrocarburos: (…)*
> *E) Petroquímicos: (…)*
> *F) Industria química: (…)*
> *G) Industria siderúrgica: (…)*
> *H) Industria papelera: (…)*
> *I) Industria azucarera: (…)*
> *J) Industria del cemento: (…)*
> *K) Industria eléctrica: (…)*
> *L) Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la federación: (…)*
> *M) Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como residuos radioactivos: (…)*
> *N) Aprovechamientos forestales en selvas tropicales y especies de difícil regeneración: (…)*

> *Ñ) Plantaciones forestales: (…)*
> ***O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas:***
> *P) Parques industriales donde se prevea la realización de actividades altamente riesgosas: (…)*
> ***Q) Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros: (…)***
> ***R) Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales: (…)***
> *S) Obras en áreas naturales protegidas: (…)*
> *T) Actividades pesqueras que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas: (…)*
> *U) Actividades acuícolas que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas: (…)*
> *V) Actividades agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas: (…)*
>
> ***(Énfasis añadido)***

Una vez citado el numeral aplicable para el presente proyecto, cabe resaltar que las obras a realizar forman parte de los incisos **O**, **Q** y **R** de este mismo artículo.

Por otro lado, del séptimo numeral del *Acuerdo por el que se expiden los lineamiento y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignas las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan* se desprende que, para el trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B, deberá contar con la información que prevén los Artículos 12 y 13 del reglamento de la LGEEPA, por lo que se citarán ambos artículos a la letra:

> ***Artículo 12.-*** *La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:*
> ***I.*** *Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;*
> ***II.*** *Descripción del proyecto;*
> ***III.*** *Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;*
> ***IV.*** *Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;*
> ***V.*** *Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;*
> ***VI.*** *Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;*
> ***VII.*** *Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y*
> ***VIII.*** *Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.*
> ***Artículo 13.-*** *La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:*

> ***I.*** *Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;*
> ***II.*** *Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;*
> ***III.*** *Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;*
> ***IV.*** *Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;*
> ***V.*** *Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;*
> ***VI.*** *Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;*
> ***VII.*** *Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y*
> ***VIII.*** *Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.*

Como se desprende del Acuerdo, la evaluación del Documento Técnico Unificado será con base en la LGEEPA y su reglamento en materia de Impacto Ambiental, por lo tanto, los capítulos del estudio serán elaborados de acuerdo con alguno de los supuestos citados anteriormente. El artículo aplicable al presente DTU-BR, dadas las características de este, es el Artículo 13.

Derivado de la solicitud por parte este suscrito, en cuanto a la vinculación de cambio de uso de suelo, se agrega la vinculación de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, misma que se desarrolla a continuación:

III.1.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. (LGDFS)

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable se deriva del Artículo 27 constitucional y se encarga de regular el manejo de los recursos forestales y sus servicios ambientales, por lo que de esa legislación se desprende lo relativo al cambio de uso de suelo.

En la Sección Séptima de esta Ley se desprende lo relativo al cambio de uso de suelo en terrenos forestales y se citan los artículos aplicables, a saber;

> ***Artículo 93.*** *La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. (…)*
> ***Artículo 95.*** *La Secretaría podrá autorizar la modificación de una autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o bien, la ampliación del plazo de ejecución del cambio de uso de suelo establecido en la autorización respectiva, siempre*

que lo solicite el interesado, en los términos que se establezcan en el Reglamento de la presente Ley.

Una vez analizados los **Artículos 93 y 95** de esta Ley General, es importante señalar que, debido a que el proyecto consiste en la construcción de un desarrollo habitacional que implicara el cambio de uso de suelo en una zona forestal, los artículos mencionados resultan aplicables para llevar a cabo la vinculación a lo largo del presente DTU-B Regional.

Asimismo, el predio del Proyecto cuenta con una superficie de 6,741.80 m². Sin embargo, esta superficie presenta afectaciones por infraestructura de las vialidades que dan acceso a esa zona del Recinto Portuario. Por ello, se declara que, de la superficie total del área del Proyecto, solo se identifican **4,624.89 m² de terreno forestal**, por los que se solicita el CUSTF para el cumplimiento de los objetivos del Plan Maestro. Asimismo, es necesario remitirnos al reglamento de esta misma ley para dar un cabal cumplimiento a la legislación en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

III.1.3.1 Reglamento de la Ley General de Aprovechamiento Forestal Sustentable

Este Reglamento es de observancia general en el territorio nacional y su objetivo es reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal en materia de conservación, protección, restauración, producción, ordenación, cultico, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y sus recursos.

En la **Sección VI "Cambio de uso de suelo en terrenos forestales"** se establece la solicitud de autorización de Cambio de uso de suelo en terrenos forestales ante la Secretaría, que debe contener lo establecido en el **Artículo 139**, a saber:

Artículo 139. *Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente:*

- ***I.*** *Nombre o denominación o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante;*
- ***II.*** *Lugar y fecha;*
- ***III.*** *Datos de ubicación del predio o Conjunto de predios, y*
- ***IV.*** *Superficie forestal solicitada para el Cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar identificada conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.*

A la solicitud a que se refiere el párrafo anterior, se deberá anexar lo siguiente:

- ***I.*** *Copia simple de la identificación oficial del solicitante;*

> ***II.*** *Original o copia certificada del instrumento con el cual se acredite la personalidad del representante legal o de quien solicite el Cambio de uso de suelo a nombre del propietario o poseedor del predio, así como copia simple para su cotejo;*
>
> ***III.*** *Original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo;*
>
> ***IV.*** *Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea de conformidad con la Ley Agraria en la que conste el acuerdo de Cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, y*
>
> ***V.*** *El estudio técnico justificativo, en formato impreso y electrónico o digital.*
>
> *Para efectos previstos en el inciso c) del presente artículo, cuando se trate de las instalaciones, actividades y proyectos del Sector Hidrocarburos, los interesados deberán acreditar la propiedad, posesión o derecho para su realización, con la documentación señalada en el artículo 31 del presente Reglamento.*

El resto de los artículos que se desglosan de esta Sección hacen referencia al Estudio Técnico Justificativo y su evaluación, mismos que no son aplicables al presente caso, en virtud de que el estudio es un Documento Técnico Unificado y, como se desprende del Acuerdo citado en secciones anteriores, este DTU-BR se evalúa con base en el reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental.

III.1.4 Ley General de Vida Silvestre. (LGVS)

La Ley General de Vida Silvestre es de orden público e interés social y es reglamentaria del Párrafo Tercero del Artículo 27 y de la Fracción XXIX, Inciso G del Artículo 73 constitucionales. Tiene por objeto establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los Gobiernos de los Estados, y Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio nacional, y en las zonas donde la Nación ejerza su jurisdicción, mismo que se vincula con el proyecto en cuanto al manejo de flora y fauna existente en el área.

En el artículo 60 de este mismo ordenamiento, dicta que:

> ***Artículo 60.*** *La Secretaría promoverá e impulsará la conservación y protección de las especies y poblaciones en riesgo, por medio del desarrollo de proyectos de conservación y recuperación, el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación de hábitat críticos y de áreas de refugio para proteger especies acuáticas, la coordinación de programas de muestreo y seguimiento permanente, así como de certificación del aprovechamiento sustentable, con la participación en su caso de las personas que manejen dichas especies o poblaciones y demás involucrados.*

Para el cumplimiento y adecuada vinculación con la legislación en materia de vida silvestre, es indispensable hacer énfasis en el hecho de que, para la elaboración y estructura del presente estudio, se realizaron muestreos tanto de flora como de fauna en el área del proyecto, con la finalidad de analizar e identificar las especies presentes y, así mismo, identificar si alguna de ellas se encuentra dentro de una categoría de protección y/o requiera de alguna de las especificaciones marcadas por la Ley General de Vida Silvestre, y su reglamento, así como de las Normas Oficiales Mexicanas que a efecto le aplicasen.

Al respecto, en el área del proyecto se registró la presencia de la especie *Iguana iguana*, y de *Larus heermanni*. Estas especies de fauna se encuentran catalogadas bajo la categoría de riesgo "Sujeta a protección especial" según la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, la cual tiene fundamento en el Capítulo I "Especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación" del Título VI "Conservación de la vida silvestre" de la Ley General de Vida Silvestre, específicamente en el Artículo 56, el cual se presenta a continuación.

> ***Artículo 56.*** *La Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la norma oficial mexicana correspondiente, señalando el nombre científico y, en su caso, el nombre común más utilizado de las especies; la información relativa a las poblaciones, tendencias y factores de riesgo; la justificación técnica-científica de la propuesta; y la metodología empleada para obtener la información, para lo cual se tomará en consideración, en su caso, la información presentada por el Consejo.*
> *Las listas respectivas serán revisadas y, de ser necesario, actualizadas cada 3 años o antes si se presenta información suficiente para la inclusión, exclusión o cambio de categoría de alguna especie o población. Las listas y sus actualizaciones indicarán el género, la especie y, en su caso, la subespecie y serán publicadas en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.*

De estas dos especies, solo se encuentran poblaciones de *Iguana iguana* a lo largo del año en el predio de propiedad privada. Por el contrario, *Larus heermanni* se encontró sobrevolando los alrededores del área del proyecto, solo durante la temporada de estiaje, ya que esta especie es migratoria y se distribuye por la zona costera del estado de Jalisco posterior a su época de reproducción, y por lo tanto no se le consideró una especie residente.

Tabla III. 1. Listado Faunístico del Predio, enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Especie	Nombre común	NOM	Distribución
Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana Verde	Pr	Nativa
Laridae	*Larus heermanni*	Gaviota Plomiza	Pr	Migratoria

Por otro lado, de acuerdo con los resultados del censo botánico practicado para el área de proyecto, no se identificaron especies de flora enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla III. 2. Ficha de identificación de *Iguana Iguana*

<table>
<tr><th colspan="5">FICHA DE IDENTIFICACIÓN</th></tr>
<tr><td colspan="5">
Fotografías: Banco de imágenes, CONABIO</td></tr>
<tr><td rowspan="2">TAXONOMÍA</td><td>Familia</td><td>Género</td><td>Especie</td><td>Nombre común</td></tr>
<tr><td>Iguanidae</td><td>Iguana</td><td>Iguana</td><td>Iguana Verde</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Categoría de riesgo</td><td colspan="2">NOM-059-SEMARNAT-2010</td><td>CITES</td><td>UICN</td></tr>
<tr><td colspan="2">Sujeta a Protección Especial (Pr)</td><td>Apéndice II</td><td>Preocupacion menor (LC)</td></tr>
<tr><td>Descripción</td><td colspan="4">La iguana verde es un reptil con hábitos diurnos que puede llegar a tamaños de hasta dos metros y pesar de 4 a 6 kilos en hembras y hasta 10 kilos en machos. Tiene una cabeza angosta con hocico redondeado, sus ojos son algo grandes y sus pupilas verticalmente elípticas, sus garras son grandes y afiladas lo que les permite trepar fácilmente. Presentan un pliegue gular de gran tamaño en machos adultos con escamas triangulares en los bordes, dando una apariencia de sierra. Presentan una línea de escamas alargadas desde la base de la cabeza hasta la cola.</td></tr>
<tr><td>Distribución y Hábitat</td><td colspan="4">Se distribuyen ampliamente desde el norte de Veracruz y Sinaloa hasta Centro y Sudamérica (Campbell, 1998). En el país está distribuida desde Veracruz en la vertiente Atlántica y Sinaloa por la vertiente del pacífico hacia el sur del país. Prefieren climas cálidos, por lo que se pueden encontrar en selvas tropicales húmedas y secas, manglares y en zonas áridas y semiáridas en menor grado. Además, pueden concentrarse en áreas rocosas, matorrales, acantilados, mangles, bordes de ríos, lagos o claros, zonas áridas y sabanas con arbustos y árboles dispersos, entre otros.
</td></tr>
<tr><td>Alimentación</td><td colspan="4">Son herbívoros, aunque en algunas ocasiones pueden incluir algunos insectos o inclusive carne, sobre todo cuando son juveniles.</td></tr>
</table>

Reproducción	Pueden cambiar su coloración en época reproductiva a un verde- naranja intenso. Son animales ectotermos, pueden llegar a poner hasta 30 huevos en cada puesta.

Tabla III. 3. Ficha de identificación de *Larus heermanni*

FICHA DE IDENTIFICACIÓN				
 **Fotografías: Blake Matheson y Banco de imágenes, CONABIO**				
TAXONOMÍA	**Familia**	**Género**	**Especie**	**Nombre común**
	Laridae	*Larus*	*heermanni*	Gaviota Plomiza
Categoría de riesgo	**NOM-059-SEMARNAT-2010**	**CITES**		**UICN**
	Sujeta a Protección Especial (Pr)	-		Casi Amenazado (NT)
Descripción	La Gaviota Plomiza es un ave mediana que se caracteriza por su cabeza blanca en adultos reproductores que pasa a gris pizarra en el cuello y hasta el vientre, así como que su pico rojo tiene la punta negra. La cabeza es de color gris oscuro en el plumaje no reproductor y blanca en el plumaje reproductor. Los inmaduros se parecen a los adultos no reproductivos, pero son más oscuros y marrones y el pico es rosado hasta el segundo invierno. Forman comunidades sociales que anidan en el suelo como muchas gaviotas, sin embargo, se distinguen de otras especies por su particular patrón de plumaje y migratorio.			
Distribución y Hábitat	Aproximadamente el 90% de su población se ubica en Isla Rasa, frente a Baja California, aunque existen colonias más pequeñas en islas al norte de California y hasta el sur en Nayarit. Después de la época de reproducción, que ocurre entre marzo a julio, las aves comúnmente se dispersan hacia el centro de California y, con menor frecuencia, al norte hasta Columbia Británica y al sur hasta Guatemala, con un número máximo de individuos que llegan a Canadá durante julio y agosto. Estos individuos septentrionales se retiran entonces hacia el sur para invernar a lo largo de la costa sólo desde California hacia el sur, con algunos inmaduros no reproductores que permanecen a lo largo de la costa todo el año. 			

Alimentación	Se alimentan principalmente de pequeños peces pelágicos, sobre todo sardina del Pacífico (*Sardinops sagax*), (*Engraulis mordax*) y (*Scomber japonicus*).
Reproducción	Anidan en islas áridas del Golfo de California, principalmente en Isla Rasa. El tamaño de la nidada oscila entre 1 y 3 huevos. Tras 28 días de incubación, los pichones eclosionan y vuelan por primera vez aproximadamente a los 45 días de edad.

De igual forma, derivado de los muestreos realizados en el **Sistema Ambiental Regional (SAR)** determinado en el Capítulo IV, se identificó una especie de árbol *Handroanthus chrysanthus* con la categoría de riesgo, clasificada como Amenazada; sin embargo, esta especie **no se encontró al interior del Área del Proyecto**.

Tabla III. 4. Listado Florístico del SAR, enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Especie	Nombre común	NOM	Distribución
Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus*	Primavera	A	Nativa

En cuanto a especies de fauna enlistadas bajo alguna categoría de riesgo, se identificaron 10 especies distintas en el **SAR**; de las cuales, 3 se identificaron durante el tiempo de estiaje, 3 en el tiempo de lluvias, y 4 en ambas temporadas. De estas especies, 6 se encuentran en la categoría Protección Especial, 1 Amenazada, y 3 en Peligro de Extinción.

Tabla III. 5. Listado Faunístico del SAR, enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 temporada de seca

Familia	Especie	Nombre común	NOM	Distribución
Teiidae	*Aspidoscelis lineattissimus*	Huico de Líneas de Jalisco	Pr	Endémica
Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana Mexicana de Cola Espinosa	A	Endémica
Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana Verde	Pr	Nativa
Accipitridae	*Chondrohierax uncinatus*	Gavilán Pico de Gancho	Pr	Nativa
Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla Aura	Pr	Residente/migratoria
Psittacidae	*Eupsittula canicularis*	Perico Frente Naranja	Pr	Nativa
Psittacidae	*Ara militaris*	Guacamaya Verde	P	Nativa

Tabla III. 6. Listado faunístico del SAR enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 temporada de lluvias

Familia	Especie	Nombre común	NOM	Distribución
Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	Pr	Nativa
Teiidae	*Aspidoscelis lineattissimus*	Huico de Líneas de Jalisco	Pr	Endémica
Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla negra menor	Pr	Nativa
Vireonidae	*Vireo atricapilla*	Vireo gorra negra	P	Migratoria
Psittacidae	*Eupsittula canicularis*	Perico frente naranja	Pr	Nativa
Psittacidae	*Ara militaris*	Guacamaya verde	P	Nativa
Felidae	*Leopardus pardalis*	Ocelote	P	Nativo

La clasificación de las especies y poblaciones en riesgo se identifica en el Artículo 58 de esta Ley, a saber:

> ***Artículo 58.*** *Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como:*
> ***a)*** *En peligro de extinción, aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.*
> ***b)*** *Amenazadas, aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.*
> ***c)*** *Sujetas a protección especial, aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.*

Para contrarrestar los impactos que se puedan generar por las actividades del proyecto a estas especies, y asegurar que la construcción de este no propicie que las especies encontradas en el predio sean declaradas como amenazadas, se presenta como medida un **Programa Monitoreo, Rescate y Reubicación de Fauna** que aborda a todas las especies en general que pueda encontrarse en el predio.

Particularmente, para atender a la población de Iguana Verde (*Iguana iguana*), se propone la implementación de un **Programa de Manejo y Reubicación de Iguana Verde (*Iguana iguana*)** enfocado especialmente a esta especie de reptil considerando sus características particulares.

Con el objetivo de proteger la biodiversidad local y de conservar las poblaciones de esta especie, se propone como medida, la reubicación de estos individuos fuera del área donde se pretenden realizar las obras. De igual manera, se prohibirá entre los trabajadores y usuarios del edificio, la caza o aprovechamiento de estos reptiles y, en general, de cualquier individuo de flora y fauna silvestre que pudiera encontrarse en el predio. Estas estrategias se detallan de forma puntual en el Capítulo VII de este DTU-BR.

Por otro lado, el **Artículo 60 TER** de esta Ley regula obras y actividades que puedan afectar al ecosistema de manglar, el cual dice:

> ***Artículo 60 TER****.- Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del*

> *ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.*
> *Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.*

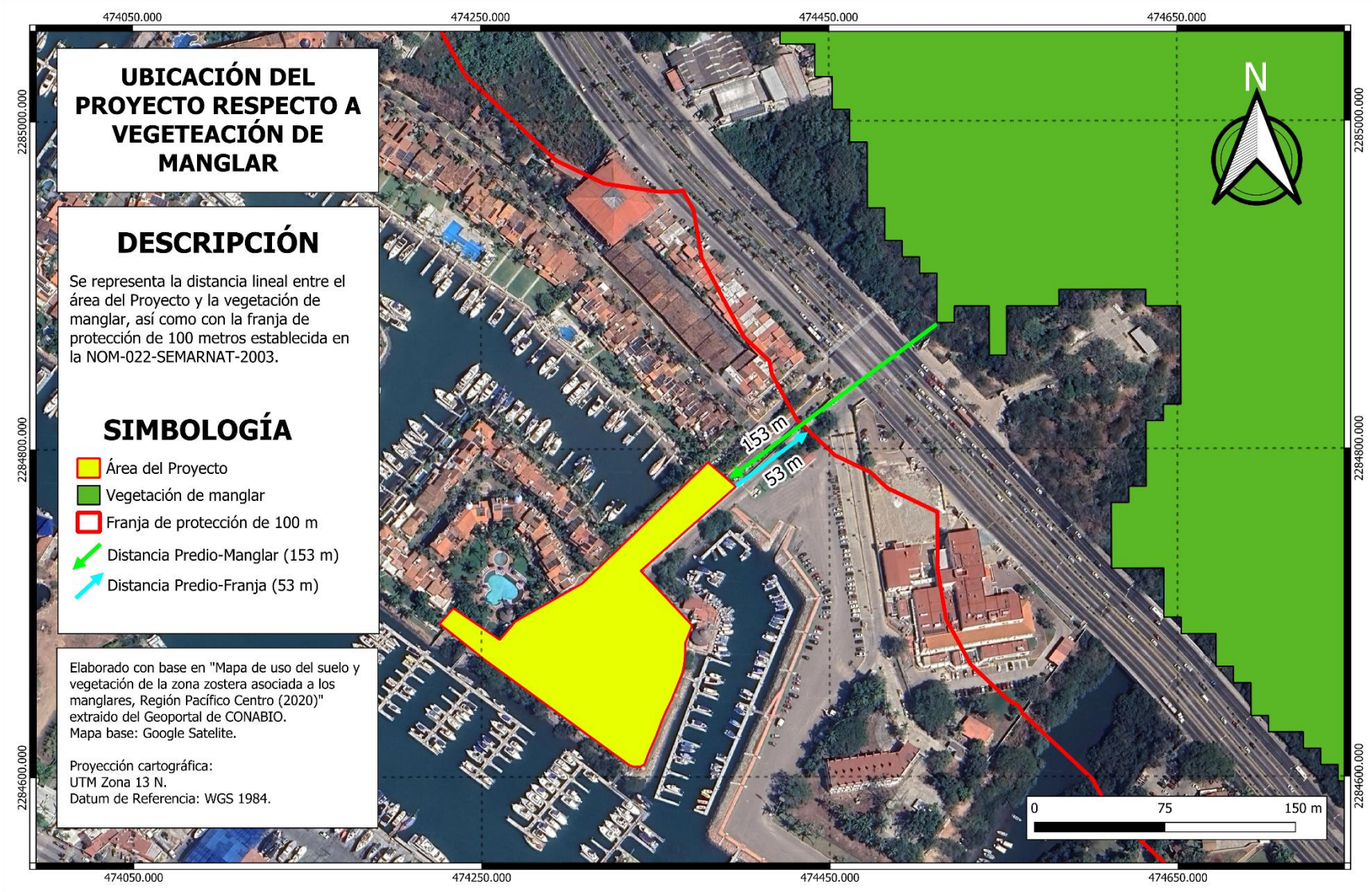
En función de lo anterior, es importante exponer que el polígono de propiedad privada, sobre el que se pretende edificar el proyecto, se localiza a **240 metros lineales desde el límite del Estero El Salado**, donde se encuentra vegetación de manglar. En este sentido, se aclara que **la construcción del proyecto no afectará al ecosistema de manglar** del **Estero El Salado**, dada la distancia con respecto al límite del estero, y a que el proyecto no se ubica directamente sobre o interrumpe algún flujo hidrológico que conecte con el sistema estuarino y de manglar (**Plano III.1**).

Justificación de no afectación al manglar

Considerando que el área de área de desplanta de la torre se localiza a 240 m de la comunidad de manglar más cercana (**Plano III.1**), y a **153 metros lineales** con respecto de la zona del Recinto Portuario de Puerto Vallarta, una zona que ya presenta un grado de antropización, es válido argumentar que la construcción y operación de la torre habitacional no generará afectaciones significativas al ecosistema de manglar. A este respecto, se presentan los siguientes razonamientos de no afectación:

- **Ubicación fuera del ecosistema y su zona de influencia directa**: El predio del proyecto se localiza en un área urbanizada, completamente consolidada y con infraestructura existente, distando aproximadamente 153 metros en línea recta del límite de vegetación de manglar y a aproximadamente 53 metros del trazo de la franja de protección de 100 metros (**Plano III.1**). Esta distancia se estimó utilizando datos espaciales del Sistema de Monitoreo de Manglar Mexicano del año 2020. La distancia física asegura que las actividades constructivas y operativas se realicen fuera del área de influencia directa del ecosistema de manglar. No existe sobreposición física ni colindancia directa con áreas de manglar o sus canales hidrológicos primarios. La zona de obra no comprende ni interviene directamente ningún componente ecológico del manglar, como la vegetación halófita o los suelos hidromórficos que caracterizan este ecosistema.

Plano III. 1. Ubicación del proyecto en relación con vegetación de manglar



- **No modificación del flujo hidrológico**: La obra propuesta es una torre habitacional con calles de acceso que no pretende la alteración de acuíferos subterráneos o patrones de flujo de agua subsuperficial conectados al manglar. Tampoco se realizarán actividades que impliquen relleno, desvío o bloqueo de canales de agua, tanto naturales como artificiales, que puedan afectar el balance hidrológico del Estero El Salado. Dentro del Recinto Portuario de Puerto Vallarta existe un sistema de canales navegables que mantiene su conexión con el Océano Pacífico y, a su vez, con el estero. El proyecto se desarrollará en superficie terrestre, sin modificar los vasos de conexión existentes ni las estructuras hidráulicas de la zona. El sistema natural de alimentación hídrica del Estero El Salado, impulsado principalmente por las mareas y el intercambio con el océano, permanecerá intacto y sin interferencias por parte de la construcción o futura operación del proyecto.

- **Sin alteraciones a zonas de anidación, refugio o productividad ecológica**: El proyecto se llevará a cabo en una zona completamente urbanizada y previamente intervenida, desprovista de vegetación de manglar y, por ende, carente de las condiciones ecológicas necesarias para funcionar como zona de anidación, reproducción, refugio, alimentación o alevinaje para especies asociadas al manglar. La actividad constructiva se limitará estrictamente al predio, sin invadir o impactar áreas con funciones críticas para el ecosistema. La productividad primaria del Estero El Salado, derivada de su cobertura vegetal y procesos biogeoquímicos, no será afectada por la construcción o por la operación del proyecto, ya que no se intervienen los componentes biológicos del manglar ni se generan barreras que impidan el movimiento de especies entre el manglar y su zona de influencia.

- **Generación manejo y descargas de aguas residuales:** La potencial principal vía de afectación al manglar sería de forma indirecta, a través de la contaminación del cuerpo de agua por escorrentías superficiales pluviales y de agua residual. Para prevenir cualquier tipo de contaminación, el proyecto cuenta con la factibilidad del SEAPAL - Organismo Operador de Agua Local, para la implementación de los servicios de suministro de agua potable, alcantarillado y el tratamiento del agua residual producto del proyecto. A continuación, se describen las diversas factibilidades y convenios otorgados por el SEAPAL:

  Oficio SEAPALPV/DG/605/2024 (**Anexo II.3**), de fecha 07 de junio de 2024. Este dictamen establece que el desarrollo **“Alisia”** es técnicamente viable para su

incorporación a los servicios públicos municipales. Determina que la demanda de agua potable y la generación de aguas residuales proyectadas pueden ser atendidas por la infraestructura hidráulica existente, sin riesgo de afectación al pozo que abastece el Subdistrito, **ni a la capacidad operativa de la Planta de Tratamiento Norte II**. Asimismo, se establece que las aguas residuales del proyecto serán recolectadas por el colector sanitario municipal con trazo sobre la vialidad que conecta con la red principal ubicada en Avenida Francisco Medina Ascencio.

Autorización de celebración del convenio de incorporación.

Oficio SEAPALPV/DCC/027/2025 (**Anexo II.4**), de fecha 31 de diciembre de 2024. Este documento autoriza la formalización del convenio de incorporación del proyecto a la infraestructura municipal, estableciendo como procedente la conexión al sistema de agua potable desde la vialidad, y al sistema de alcantarillado a través del colector sanitario existente. Además, se señala que la ruta técnica de conducción incluye el cárcamo de bombeo Marina, el cual descarga hacia la Planta Norte II, donde las aguas residuales serán debidamente tratadas.

Convenio de incorporación a infraestructura hidráulica

Convenio celebrado entre ODG HOLDING, S.A.P.I. de C.V. y SEAPAL Vallarta (**Anexo II.5**), firmado en fecha 31 de diciembre de 2024. Mediante este instrumento, el promovente se obliga al pago de $14,953,733.56 M.N. por concepto de derechos de incorporación, lo cual acredita el cumplimiento de las obligaciones financieras requeridas para formalizar la conexión legal del desarrollo a los servicios públicos de agua potable y alcantarillado.

Esto garantiza que no habrá descargas directas de aguas residuales sin tratamiento hacia la Marina ni hacia el Estero El Salado. Adicionalmente, se implementará un plan integral de manejo de residuos de construcción y demolición (RCD), asegurando su recolección, almacenamiento temporal seguro y disposición final en sitios autorizados, minimizando cualquier riesgo de vertido o arrastre hacia los cuerpos de agua. Estas medidas se describen puntualmente en el Capítulo VII de este DTU-B.

El Proyecto cumple con los principios fundamentales del artículo **60 TER** de la Ley General de Vida Silvestre, ya que no afecta suelos hidromórficos, cuerpos de agua naturales asociados al manglar, ni altera al manglar y vegetación halófita asociada.

Medidas de prevención

- **Infraestructura hidráulica de control**: Se incorporará un sistema de drenaje pluvial que impida el escurrimiento directo de aguas pluviales hacia cuerpos de agua (dársena portuaria), y de esta forma se evite contaminación difusa.
- **Contención de residuos**: Durante las etapas de preparación y construcción, se delimitará el área de trabajo, especialmente en las zonas adyacentes a los cuerpos de agua, que impida físicamente el paso de residuos a áreas que no se contemplen en el Plan Maestro del Proyecto, En los cuerpos de agua, se ubicarán barreras físicas flotantes. Estas barreras consisten en estructuras flexibles y resistentes (ej. cortinas de PVC reforzado o mallas con flotadores y faldones sumergidos) que se instalarán en la superficie del agua (dársena portuaria). Su función es contener cualquier residuo de construcción (pequeños escombros, plásticos, maderas, herramientas, y cualquier tipo de derrame) que pudiera caer accidentalmente al agua, impidiendo su dispersión y arrastre por las corrientes hacia el interior del Estero El Salado.
- **Prohibición de descargas**: Se establecerá una prohibición estricta sobre cualquier descarga de aguas residuales (domésticas, de construcción, de lavado de equipos) o residuos líquidos (aceites, combustibles, químicos) directamente al sistema de canales de la Marina o al Estero El Salado. Todas las aguas residuales serán conducidas a la red municipal para su tratamiento.

Con base en la localización geográfica del proyecto, el entorno urbano preexistente, la naturaleza de la obra y las medidas propuestas, se concluye que **la construcción del desarrollo habitacional no representa un riesgo para el ecosistema de manglar del Estero El Salado**; y por lo tanto, se considera que cumple con lo dispuesto en el **Artículo 60 TER de la LGVS**. El proyecto no interfiere con el flujo hidrológico del manglar, no implica intervención directa o indirecta sobre el ecosistema y garantiza la preservación de los procesos ecológicos y servicios ambientales del humedal. En consecuencia, el proyecto se considera ambientalmente viable siempre y cuando, se apliquen las medidas preventivas propuestas, las cuales se desarrollan puntualmente en el Capítulo VII de este Documento.

III.1.4.1 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre.

Este ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Vida Silvestre. Para el cumplimiento y adecuada vinculación con la legislación en materia de vida silvestre, es indispensable hacer énfasis en el hecho que, para la elaboración y estructura del

presente estudio, se realizaron muestreos tanto de flora como de fauna en el área del proyecto, mismos que se detallan en el Capítulo IV del presente documento. Esto con la finalidad de analizar e identificar especies que se encuentren dentro de una categoría de protección y/o que requieran de alguna de las especificaciones marcadas por el Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre.

III.1.5 Ley de Responsabilidad Ambiental. (LRA)

Esta ley es reglamentaria del Artículo 4° Constitucional y es de orden público e interés social. Su objeto es la protección, preservación y restauración del ambiente y su respectivo equilibrio ecológico. Busca garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de toda persona y a la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental.

Regula la responsabilidad ambiental que surge de los daños ocasionados al ambiente, para lo que se espera la reparación y compensación de estos, como lo establece el Artículo 1°:

> ***Artículo 1o.-*** *La presente Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.*
> *(…)*
> *El régimen de responsabilidad ambiental reconoce que el daño ocasionado al ambiente es independiente del daño patrimonial sufrido por los propietarios de los elementos y recursos naturales. (…)*

De acuerdo con lo dictaminado en el Artículo 10:

> ***Artículo 10.-*** *Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley.*
> *De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.*

En caso de que durante la ejecución del proyecto se realice alguna acción u omisión que tenga efectos adversos sobre el ambiente, el Promovente está obligado a revertir y/o reparar dichos efectos.

III.1.6 Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano. (LGAHOTDU)

Esta Ley General es de orden público e interés social, así como de observancia general en todo el territorio nacional. Su objetivo se establece en el Artículo 1:

> ***Artículo 1.*** *La presente Ley es de orden público e interés social y de observancia general en todo el territorio nacional.*
> *Las disposiciones de esta Ley tienen por objeto:*
> ***I.*** *Fijar las normas básicas e instrumentos de gestión de observancia general, para ordenar el uso del territorio y los Asentamientos Humanos en el país, con pleno respeto a los derechos humanos, así como el cumplimiento de las obligaciones que tiene el Estado para promoverlos, respetarlos, protegerlos y garantizarlos plenamente;*
> ***II.*** *Establecer la concurrencia de la Federación, de las entidades federativas, los municipios y las Demarcaciones Territoriales para la planeación, ordenación y regulación de los Asentamientos Humanos en el territorio nacional;*
> ***III.*** *Fijar los criterios para que, en el ámbito de sus respectivas competencias exista una efectiva congruencia, coordinación y participación entre la Federación, las entidades federativas, los municipios y las Demarcaciones Territoriales para la planeación de la Fundación, Crecimiento, Mejoramiento, consolidación y Conservación de los Centros de Población y Asentamientos Humanos, garantizando en todo momento la protección y el acceso equitativo a los espacios públicos;*
> ***IV.*** *Definir los principios para determinar las Provisiones, Reservas, Usos del suelo y Destinos de áreas y predios que regulan la propiedad en los Centros de Población, y*
> ***V.*** *Propiciar mecanismos que permitan la participación ciudadana en particular para las mujeres, jóvenes y personas en situación de vulnerabilidad, en los procesos de planeación y gestión del territorio con base en el acceso a información transparente, completa y oportuna, así como la creación de espacios e instrumentos que garanticen la corresponsabilidad del gobierno y la ciudadanía en la formulación, seguimiento y evaluación de la política pública en la materia.*

Del artículo tercero de esta ley, se desprenden algunos conceptos que se requieren destacar por su importancia, y para brindar una mejor visión respecto de la vinculación del presente proyecto con este ordenamiento.

> ***Artículo 3.*** *Para los efectos de esta Ley, se entenderá por: (…)*
> ***I. Acción Urbanística****: actos o actividades tendientes al uso o aprovechamiento del suelo dentro de Áreas Urbanizadas o Urbanizables, tales como subdivisiones, parcelaciones, fusiones, relotificaciones, fraccionamientos, condominios, conjuntos urbanos o urbanizaciones en general, así como de construcción, ampliación, remodelación, reparación, demolición o reconstrucción de inmuebles, de propiedad pública o privada, que por su naturaleza están determinadas en los planes o programas de Desarrollo Urbano o cuentan con los permisos correspondientes.*

Comprende también la realización de obras de equipamiento, infraestructura o Servicios Urbanos;

II. Área Urbanizable: *territorio para el crecimiento urbano contiguo a los límites del Área Urbanizada del Centro de Población determinado en los planes o programas de Desarrollo Urbano, cuya extensión y superficie se calcula en función de las necesidades del nuevo suelo indispensable para su expansión;*

III. Área Urbanizada: *territorio ocupado por los Asentamientos Humanos con redes de infraestructura, equipamientos y servicios;*

IV. Asentamiento Humano: *el establecimiento de un conglomerado demográfico, con el conjunto de sus sistemas de convivencia, en un área físicamente localizada, considerando dentro de la misma los elementos naturales y las obras materiales que lo integran; (…)*

VI. Centros de Población*: las áreas constituidas por las zonas urbanizadas y las que se reserven para su expansión;(…)*

XVI. Destinos: *los fines públicos a que se prevea dedicar determinadas zonas o predios de un centro de población o Asentamiento Humano; (…)*

XIX. Espacio Edificable: *suelo apto para el uso y aprovechamiento de sus propietarios o poseedores en los términos de la legislación correspondiente; (…)*

XXII. Infraestructura: *los sistemas y redes de organización y distribución de bienes y servicios en los Centros de Población, incluyendo aquellas relativas a las telecomunicaciones y radiodifusión; (…)*

XXVI. Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos*: el ordenamiento territorial es una política pública que tiene como objeto la ocupación y utilización racional del territorio como base espacial de las estrategias de desarrollo socioeconómico y la preservación ambiental; (…)*

XXXVI. Usos del Suelo: *los fines particulares a que podrán dedicarse determinadas zonas o predios de un Centro de Población o Asentamiento Humano; (…)*

XXXVIII. Zonificación: *la determinación de las áreas que integran y delimitan un territorio; sus aprovechamientos predominantes y las Reservas, Usos de suelo y Destinos, así como la delimitación de las áreas de Crecimiento, Conservación, consolidación y Mejoramiento;*

XXXIX. Zonificación Primaria: *la determinación de las áreas que integran y delimitan un centro de población; comprendiendo las Áreas Urbanizadas y Áreas Urbanizables, incluyendo las reservas de crecimiento, las áreas no urbanizables y las áreas naturales protegidas, así como la red de vialidades primarias, y*

XL. Zonificación Secundaria: *la determinación de los Usos de suelo en un Espacio Edificable y no edificable, así como la definición de los Destinos específicos. (…)*.

Bajo este marco de conceptos y sus definiciones, es que el ordenamiento territorial se encarga de planear los usos del suelo adecuados para un determinado espacio, dentro

de los Centros de Población. Para ello, se realizan estudios sobre el entorno natural y las actividades económicas de la región en particular, y se determinan zonificaciones adecuadas para aprovechar el espacio sin deteriorar los recursos naturales, las áreas en las que se puede urbanizar, los desarrollos urbanísticos que se deben realizar, los servicios públicos que se deben mejorar, las áreas que se deben proteger, y los recursos que se deben invertir. De esta manera, el presente proyecto, mediante este estudio, verifica que este se desarrolle de manera óptima y se dé cumplimiento íntegramente a los ordenamientos territoriales aplicables.

En el **Artículo 23** de esta Ley, se establecen 5 diferentes instrumentos que deberán aplicarse para planear y regular los asentamientos humanos y el desarrollo urbano, a saber:

> ***Artículo 23.*** *La planeación y regulación del Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos y del Desarrollo Urbano de los Centros de Población, se llevarán a cabo sujetándose al Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, a través de:*
> ***I.*** *La estrategia nacional de ordenamiento territorial;*
> ***II.*** *Los programas estatales de ordenamiento territorial y Desarrollo Urbano;*
> ***III.*** *Los programas de zonas metropolitanas o conurbaciones;*
> ***IV.*** *Los planes o programas municipales de Desarrollo Urbano, y*
> ***V.*** *Los planes o programas de Desarrollo Urbano derivados de los señalados en las fracciones anteriores y que determinen esta Ley y la legislación estatal de Desarrollo Urbano, tales como los de Centros de Población, parciales, sectoriales, esquemas de planeación simplificada y de centros de servicios rurales.*

El Proyecto **"Alisia"** se ubica en el municipio de Puerto Vallarta, estado de Jalisco, particularmente en el Distrito Urbano 5, el cual se encuentra regulado en materia de ordenamiento territorial por un Plan Parcial de Desarrollo Urbano, mismo que se fundamenta en el Inciso V del Artículo anteriormente citado. Dado que, por su alcance territorial, este instrumento es el que regula el uso del suelo en el área del Proyecto, se presenta la vinculación del Proyecto **"Alisia"** con este instrumento en secciones posteriores de este mismo capítulo.

III.1.7 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. (LGPGIR)

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la CPEUM que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.

La vinculación con este ordenamiento federal parte de la prevención y regulación en la generación, valorización y gestión integral de los residuos peligrosos, sólidos urbanos y

de manejo especial que pudieran generarse durante las etapas del proyecto. Asimismo, es importante prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y proponer un manejo adecuado, bajo los principios de la reducción en la generación, reúso de los materiales, y reciclado de los mismos.

El Artículo 5 de esta ley federal, establece las siguientes definiciones y se citan a la letra:

> ***Artículo 5.-*** *Para los efectos de esta Ley se entiende por: (…)*
> ***VIII. Generación:*** *Acción de producir residuos a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo; (…)*
> ***X. Gestión Integral de Residuos:*** *Conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad; (…)*
> ***XVII. Manejo Integral:*** *Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social; (…)*
> ***XIX. Microgenerador:*** *Establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;*
> ***XX. Pequeño Generador:*** *Persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida; (…)*
> ***XXIX. Residuo:*** *Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven;*
> ***XXX. Residuos de Manejo Especial:*** *Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos; (…)*
> ***XXXIII. Residuos Sólidos Urbanos:*** *Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole;*

Respecto a las atribuciones en materia de prevención de la generación, aprovechamiento, gestión integral de los residuos, entre otras actividades, que deberán tener la federación, las entidades federativas y los municipios se establece que tanto en la separación, manejo, valorización y disposición final se seguirán los procedimientos y

fundamentos que establece la legislación estatal y reglamentos municipales sobre estas actividades.

> ***Artículo 6.-*** *La Federación, las entidades federativas y los municipios, ejercerán sus atribuciones en materia de prevención de la generación, aprovechamiento, gestión integral de los residuos, de prevención de la contaminación de sitios y su remediación, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta Ley y en otros ordenamientos legales.*

Relativo a la clasificación de los residuos, el Artículo 15 de esta Ley hace mención de la subclasificación de los residuos y dice:

> ***Artículo 15.-*** *La Secretaría agrupará y subclasificará los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial en categorías, con el propósito de elaborar los inventarios correspondientes, y orientar la toma de decisiones basada en criterios de riesgo y en el manejo de estos.*
> *La subclasificación de los residuos deberá atender a la necesidad de:*
> ***I.*** *Proporcionar a los generadores o a quienes manejan o disponen finalmente de los residuos, indicaciones acerca del estado físico y propiedades o características inherentes, que permitan anticipar su comportamiento en el ambiente;*
> ***II.*** *Dar a conocer la relación existente entre las características físicas, químicas o biológicas inherentes a los residuos, y la posibilidad de que ocasionen o puedan ocasionar efectos adversos a la salud, al ambiente o a los bienes, en función de sus volúmenes, sus formas de manejo y la exposición que de éste se derive. Para tal efecto, se considerará la presencia en los residuos, de sustancias peligrosas o agentes infecciosos que puedan ser liberados durante su manejo y disposición final, así como la vulnerabilidad de los seres humanos o de los ecosistemas que puedan verse expuestos a ellos;*
> ***III.*** *Identificar las fuentes generadoras, los diferentes tipos de residuos, los distintos materiales que constituyen los residuos y los aspectos relacionados con los mercados de los materiales reciclables o reciclados, entre otros, para orientar a los responsables del manejo integral de residuos;*
> ***IV.*** *Identificar las fuentes generadoras de los residuos cuya disposición final pueda provocar salinización e incrementos excesivos de carga orgánica en suelos y cuerpos de agua.*

El proyecto realizará una gestión integral de los residuos sólidos urbanos que se generen. Para ello, se realizará la separación primaria de residuos durante las etapas de preparación y construcción y separación secundaria durante su operación. Los residuos de construcción serán gestionados conforme a la regulación aplicable.

Los Residuos Sólidos Urbanos, de acuerdo con el **Artículo 18** de la presente Ley General, se podrán clasificar en orgánicos e inorgánicos para facilitar su separación primaria y secundaria.

Asimismo, en el **Artículo 19** de la LGPGIR se consideran también como Residuos de Manejo Especial (RME) los residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general. Los residuos de manejo especial se clasifican como se señala a continuación:

- Residuos de las rocas o los productos de su descomposición.
- Residuos de servicios de salud, con excepción de los biológico-infecciosos.
- Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas.
- Residuos de los servicios de transporte, puertos, aeropuertos, terminales ferroviarias y portuarias y en las aduanas.
- Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales.
- Residuos de las construcción, mantenimiento y demolición general.
- Residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática, fabricantes de productos electrónicos o de vehículos automotores.
- Otros que determine la SEMARNAT.

Por lo que, la clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las Normas Oficiales Mexicanas que contendrán los listados de estos y cuya emisión estará a cargo de la Secretaría de conformidad con lo establecido en el Artículo 20 de esa misma ley.

La SEMARNAT determinará, junto con las partes interesadas, otros residuos peligrosos que serán sujetos a planes de manejo, cuyos listados específicos serán incorporados en la norma oficial mexicana que establece las bases para su clasificación.

De acuerdo con lo que se desprende del Capítulo V del presente DTU-BR, durante la etapa de preparación, construcción se generarán residuos de excavación, residuos peligrosos, así como residuos sólidos urbanos por parte del personal de la obra, razón por la cual será necesario un manejo adecuado de ellos. Se considera que los impactos, sumados con la acumulación de residuos de zonas aledañas, podrían incrementarse de forma acumulativa. A su vez, se proponen medidas que buscan mitigar los impactos potenciales relacionados a la generación de residuos durante el desarrollo del proyecto mediante el manejo adecuado de los RSU, RME y RP.

Por otro lado, en la etapa de operación se generarán residuos sólidos urbanos por parte de los usuarios del desarrollo, razón por la cual será necesario un manejo adecuado de ellos. Se considera que los impactos, sumados con la acumulación de residuos de zonas aledañas, podrían incrementarse de forma acumulativa. A su vez, se proponen medidas de mitigación para esta etapa, que se incluye en este proyecto como una actividad propia del proyecto relacionada al manejo adecuado de los RSU.

III.1.7.1 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

El Artículo 2 establece las definiciones de conceptos, entre los que destacan por su vinculación con el proyecto las siguientes fracciones:

> ***Artículo 2.-*** *Para efectos del presente Reglamento, además de las definiciones contenidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se entenderá por:*
> ***I****. Almacenamiento de residuos peligrosos, acción de retener temporalmente los residuos peligrosos en áreas que cumplen con las condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para evitar su liberación, en tanto se procesan para su aprovechamiento, se les aplica un tratamiento, se transportan o se dispone finalmente de ellos;*
> ***II****. Acopio, acción de reunir los residuos de una o diferentes fuentes para su manejo; (…)*
> ***V****. Centro de acopio de residuos peligrosos, instalación autorizada por la Secretaría para la prestación de servicios a terceros en donde se reciben, reúnen, trasvasan y acumulan temporalmente residuos peligrosos para después ser enviados a instalaciones autorizadas para su tratamiento, reciclaje, reutilización, co-procesamiento o disposición final; (…)*
> ***XV****. Manifiesto, documento en el cual se registran las actividades de manejo de residuos peligrosos, que deben elaborar y conservar los generadores y, en su caso, los prestadores de servicios de manejo de dichos residuos y el cual se debe utilizar como base para la elaboración de la Cédula de Operación Anual; (…)*
> ***XVII****. Recolección, acción de recoger residuos para transportarlos o trasladarlos a otras áreas o instalaciones para su manejo integral; (…)*
> ***XIX****. Relleno sanitario, instalación destinada a la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.*

De acuerdo con lo que establece el Artículo 83 de este Reglamento, el almacenamiento de residuos peligrosos por parte de microgeneradores deberá atender a lo siguiente:

> ***Artículo 83.-*** *El almacenamiento de residuos peligrosos por parte de microgeneradores se realizará de acuerdo con lo siguiente:*
> ***I.*** *En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios;*
> ***II.*** *En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo, y*
> ***III.*** *Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan previsiones específicas para la microgeneración de residuos peligrosos.*

Artículo 84.- *Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.*

Manejo de Residuos Sólidos Urbanos:

Para el proyecto, los Residuos Sólidos Urbanos generados durante la etapa de preparación y construcción tendrán una separación primaria y serán dispuestos en el vertedero autorizado más cercano, mientras que para la etapa de operación tendrán una separación secundaria. Todos los RSU serán colocados en distintos contenedores que serán rotulados para su correcta separación en Orgánicos, Inorgánicos y Sanitarios (Inorgánicos no reciclables). Para el correcto manejo de los RSU deberán seguirse los siguientes pasos:

1. Adquirir contenedores para la separación primaria de los residuos que se generarán.
2. Identificar puntos estratégicos para la localización de los contenedores, en congruencia con el cronograma de trabajo y, si fuera necesario, por etapas.
3. Acordar o firmar contratos de servicio con las autoridades o empresas privadas (autorizadas) para la recolección periódica de los residuos y su disposición final en sitios autorizados.
4. Capacitar al personal que laborará durante el transcurso de la obra (obreros, maquinistas, transportistas, oficinistas, personal de limpieza y seguridad, etc.) para el correcto funcionamiento del sistema de separación de residuos.
5. Implementar calendarios de trabajo y rutas de recolección de los residuos para su traslado al centro de acopio temporal (este se define durante el transcurso de la obra, de acuerdo con el tiempo en que tardan en llenarse los contenedores).

Figura III. 1. Sistema de separación primaria de RSU



Figura III. 2. Ejemplos de materiales correspondientes a cada grupo de residuos mediante separación primaria



Para facilitar el correcto uso de los contenedores de basura se propone, de manera ilustrativa, la colocación de grabados con ejemplos de los residuos que se deben de colocar en cada uno de los contenedores además de que en la parte superior se les colocarán letreros donde se enlisten los residuos correspondientes.

Figura III. 3. Color que deberán tener los contenedores según el tipo de residuo



Se recomienda que los contenedores de basura tengan en su interior bolsas plásticas para el fácil manejo de los residuos y contar con tapas, las cuales deben estar bien colocadas al finalizar la jornada de trabajo, esto con el fin de evitar atraer fauna nociva o silvestre.

Durante la etapa de operación, se procurará una separación secundaria de los residuos sólidos urbanos. Para que esta separación suceda, deberá establecerse en el reglamento de los habitantes del proyecto "**Alisia"**, con el fin de que los residuos sean valorizados y reincorporados a un proceso o tratamiento.

Tabla III. 7. Descripción de los contenedores separación secundaria

Color y nombre del contenedor	Tipo de residuo que almacenará
Amarillo: Papel y cartón	Cartón, papel, periódico, libros, revistas y hojas.
Gris: Metales	Reciclables como latas de refresco, cerveza y comida. Estructuras metálicas, llaves, alambres, grapas, corcholatas.
Azul: Plásticos	Envases para alimentos y bebidas.
Verde: Orgánico	Deshechos de comida.
Naranja: Vidrio	Cristalería, envases vacíos de alimentos.

Manejo de Residuos de Manejo Especial:

Los Residuos de Manejo Especial (RME) son aquellos generados en los procesos productivos que no reúnen las características para ser considerados como Peligrosos o como Residuos Sólidos Urbanos o que son producidos por grandes generadores de RSU. Para el presente proyecto, estos residuos están compuestos principalmente por los restos de material de construcción como escombro, madera, PVC, etc. Estos deberán ser almacenados temporalmente en sitios específicos del proyecto para posteriormente llevarse a un centro de acopio autorizado. Otro ejemplo de RME que se generará en el proyecto, es el material producto del desmonte y despalme, está conformado por troncos, ramas, restos de herbáceas, arbustos y material edáfico. Estos residuos serán almacenados temporalmente en montículos cubiertos con lona para evitar que se generen polvos y sólidos suspendidos en el aire, debe ser un sitio plano y alejado de escurrimientos y cuerpos de agua. El material de despalme será reutilizado en actividades de conformación de áreas verdes o actividades de restauración de suelo, de relleno o retención de suelo, lo que permitirá que se reincorpore la materia orgánica al suelo.

Manejo de Residuos Peligrosos:

Los Residuos Peligrosos (RP) son aquellos que poseen alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, embalajes y suelos que hayan sido contaminados.

Se incluyen también estopas o trapos impregnados con sustancias como grasas, aceites, solventes, pinturas, combustibles, etc.

El presente proyecto no generará una gran cantidad de Residuos Peligrosos, estos únicamente estarán compuestos por el aceite de la maquinaria, así como la pintura, sólidos impregnados y otros materiales que se utilizarán en los acabados, por lo que la gestión de esos residuos se propone como sigue:

- Contratar a una empresa autorizada por la SEMARNAT para la recolección, transporte y disposición final de los RP, solicitar Manifiesto de entrega, transporte y recepción de los Residuos Peligrosos con el volumen recolectado, fecha, sello y firma.
- Construir un almacén temporal de residuos peligrosos, donde se podrán guardar por un periodo máximo de seis meses. Debe cumplir con:
    - Área cerrada (paredes y techo) con plancha de concreto con pendiente y canaletas que transfieran derrames líquidos a un recipiente de contención, para evitar transferencia del residuo al suelo.
    - Todos los contenedores con residuos almacenados deben estar etiquetados y tener tapa, para evitar incompatibilidad entre distintos productos.
    - Colocar señalamientos
    - Contar con materiales absorbentes por si existiesen derrames, como arena y absorbentes como *Sphagnum moss*.
    - Sistema de seguridad en caso de accidentes como extintores, etc.

III.1.8 Ley General del Cambio Climático. (LGCC)

Esta Ley General es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Los principios de la política nacional de cambio climático se encuentran establecidos en el Artículo 26, Capítulo I "*Principios*", Título Cuarto "*Política nacional de cambio climático*", en el cual se observan los principios de:

> ***Artículo 26.*** *En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de: (…)*
> ***VIII.*** *Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause; (…)*
> ***XI.*** *Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad;*
> ***XII.*** *Compromiso con la economía y el desarrollo económico nacional, para lograr la sustentabilidad sin vulnerar su competitividad frente a los mercados internacionales, y (…).*

Además, los Capítulos II “Adaptación” y III “Mitigación” establecen las estrategias y acciones de adaptación y mitigación en alineación con la Política nacional de cambio climático, los cuales han sido retomados en la evaluación de impacto ambiental y presentados como medidas para prevenir y reducir al mínimo los impactos relacionados con la emisión de contaminantes que generan el cambio climático, así como instalaciones que permitan la adaptación de los efectos del cambio climático que afectan al área del proyecto.

Al respecto con lo establecido en esta Ley, el Proyecto cuenta con un Plan para Contingencias Ambientales e Hidrometeorológicas, diseñado específicamente para el área del proyecto, el cual contempla estrategias de prevención, respuesta y recuperación ante eventos climáticos extremos y contingencias ambientales. Dicho plan incorpora rutas de evacuación, protocolos de actuación en caso de emergencia, lineamientos de señalización, formación de brigadas, y un subprograma de recuperación, todo ello en concordancia con el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC) y la Ley General de Protección Civil. El Plan para Contingencias se presenta como **Anexo VII.7** a este DTU-B Regional.

Adicionalmente, se presenta como **Anexo VII.8** el Análisis de Riesgo por Impacto de Huracanes y Cambio Climático, elaborado con base en herramientas de modelación numérica, el cual evalúa la vulnerabilidad del predio frente a eventos hidrometeorológicos extremos, particularmente huracanes y el incremento del nivel medio del mar. Este estudio simula escenarios representativos para ciclones categoría 1, 3 y 5, considerando variables como sobreelevación del mar, precipitación intensa y escurrimientos pluviales. Los resultados confirman que, si bien el predio se encuentra dentro de una marina que brinda protección natural frente al oleaje directo, existe alta susceptibilidad a la acumulación de aguas por marea de tormenta e inundación pluvial, situación que ha sido considerada dentro del diseño estructural y operativo del proyecto.

Derivado de lo anterior, en el Capítulo VI de este DTU-B Regional para el proyecto **“Alisia”** se establecieron 12 medidas de mitigación, entre las cuales, 5 guardan relación con acciones de adaptación y mitigación del cambio climático.

III.1.9 Tratados Internacionales

III.1.9.1 Cumbre de la Tierra-Estocolmo

La conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio humano fue convocada por la Organización de las Naciones Unidas, celebrada en Suecia en junio de 1972. Fue la primer gran conferencia respecto de cuestiones ambientales y marcó un parteaguas en el desarrollo de la política internacional del medio ambiente.

De esta conferencia se desprende el primer documento internacional que reconoce el derecho a un medio ambiente sano mediante 26 principios. La Declaración estableció el *Principio de la Cooperación,* mismo que es crucial en el desarrollo del Derecho Internacional Ambiental.

En materia de medio ambiente, el objetivo mayor es consolidar internacionalmente el desarrollo sostenible. Este término se acuñó en 1983 por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en su informe, conocido como *Informe Brundtland*, mismo que es definido como: "*El desarrollo que satisface las necesidades de la generación actual sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades"*.

Históricamente México ha sido un país muy activo en esta línea. Desde hace más de un siglo comenzó la firma de acuerdos para proteger los recursos naturales, como el llamado *"Convención para la Equitativa Distribución de las Aguas del Río Bravo"* firmado en 1906.

En materia de Impacto Ambiental, a nivel Internacional, uno de los primeros esfuerzos coordinados para regular de manera normativa la aplicación del procedimiento de evaluación del impacto ambiental sobre las diversas actividades y obras que pudiesen generar deterioro del medio ambiente fue la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo que tuvo lugar en Rio de Janeiro, Brasil en 1992, la cual dio origen a la *Agenda 21* y la *Declaración de Río de Janeiro*. Esta última se prevé en su principio número diecisiete lo siguiente:

> ***Principio 17.*** *Deberá emprenderse una evaluación del impacto ambiental, en calidad de instrumento nacional, respecto de cualquier actividad propuesta que probablemente haya de producir un impacto negativo considerable en el medio ambiente y que esté sujeta a la decisión de una autoridad nacional competente.*

En efecto, el principio número 17 de la Declaración de Río establece que aquellos países que aceptaron dicha Declaración de Principios, entre ellos México, deberán prever dentro de su estructura legal como instrumento de política nacional, el procedimiento de la evaluación del impacto ambiental. Partiendo de esta declaratoria, el obligado en dar

cumplimiento es el poder legislativo en cuanto a la expedición de las leyes, reglamentos y normas a través de las cuales se cumpliera el principio 17. La aplicación de dichos instrumentos de política nacional es a través del poder ejecutivo, cuya función es regular las diversas actividades y obras propuestas sociedad del país a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Asimismo, México ha firmado otros tratados internacionales, los cuales se relacionan al proyecto de forma indirecta en razón de que permiten el desarrollo del proyecto sin conflicto alguno. Estos dan parámetros ambientales y legales muy extensos, que no hay que dejar de observar. No obstante, no implican una limitante al proyecto, ya que al cumplir con el marco jurídico ambiental nacional se está respetando los principios ambientales que se prevén en dichos tratados, siendo estos mecanismos de control ambiental y parámetros para el cumplimiento de la normatividad ambiental en nuestro sistema jurídico.

III.1.9.2 Declaración de Rio sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo tiene como objetivo establecer una alianza mundial nueva y equitativa mediante la creación de nuevos niveles de cooperación entre los Estados, los sectores calves para la sociedad y las personas; procurando alcanzar acuerdos internacionales en los que se respetan los interesados de todos y se proteja la integridad del sistema ambiental y de desarrollo mundial.

Esta declaración proclama 27 principios de los cuales se destacan los siguientes:

> ***PRINCIPIO 1. -*** *Los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible. Tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.*
> ***PRINCIPIO 2. -*** *De conformidad con la Carta de las Naciones Unidas y los principios del derecho internacional, los Estados tienen el derecho soberano de aprovechar sus propios recursos según sus propias políticas ambientales y de desarrollo, y la responsabilidad de velar por que las actividades realizadas dentro de su jurisdicción o bajo su control no causen daños al medio ambiente de otros Estados o de zonas que estén fuera de los límites de la jurisdicción nacional.*
> ***PRINCIPIO 4. -*** *A fin de alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente deberá constituir parte integrante del proceso de desarrollo y no podrá considerarse en forma aislada.*
> ***PRINCIPIO 11. -*** *Los Estados deberán promulgar leyes eficaces sobre el medio ambiente. Las normas, los objetivos de ordenación y las prioridades ambientales deberían reflejar el contexto ambiental y de desarrollo al que se aplican (…)*
> ***PRINCIPIO 13. -*** *Los Estados deberán desarrollar la legislación nacional relativa a la responsabilidad y la indemnización respecto de las víctimas de la contaminación y otros daños ambientales. Los Estados deberán cooperar asimismo de manera expedita y más decidida en la elaboración de nuevas leyes internacionales sobre*

> *responsabilidad e indemnización por los efectos adversos de los daños ambientales causados por las actividades realizadas dentro de su jurisdicción, o bajo su control, en zonas situadas fuera de su jurisdicción.*
> ***PRINCIPIO 16. -*** *Las autoridades nacionales deberían procurar fomentar la internalización de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos, teniendo en cuenta el criterio de que el que contamina debe, en PRINCIPIO, cargar con los costos de la contaminación, teniendo debidamente en cuenta el interés público y sin distorsionar el comercio ni las inversiones internacionales.*

Estos principios muestran que el medio ambiente es primordial para el desarrollo humano, por lo que se deberán desarrollar y aplicar normas, a efecto de proteger el entorno natural.

Aunado a lo anterior, es importante señalar que el proyecto dará cabal cumplimiento a cada uno de los ordenamientos de alcance internacional, federal, estatal y municipal, a efecto de brindar la menor afectación posible al entorno natural.

III.1.9.3 Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Actualmente existe un acuerdo firmado sobre acciones con respecto de los acelerados cambios climáticos de orden mundial. En la Declaración de Río, llevada a cabo Brasil en junio de 1992, se discutieron de las cuestiones referentes a los cambios inminentes en el clima del planeta y se suscribió la Convención de Cambio Climático, misma que fundamentó el *Protocolo de Kioto* y del cual se desprenden 28 artículos.

El Protocolo de Kioto sobre Cambio Climático es el resultado más significativo del esfuerzo colectivo y global para buscar un marco conjunto que permita luchar contra el cambio climático. De esta manera se establecen unos límites cuantificados y obligatorios de emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para los países que lo ratifican y que son jurídicamente vinculantes para éstos.

> *Las partes (…) se asegurarán individual o conjuntamente de que sus emisiones antropogénicas agregadas, expresadas en dióxido de carbono equivalente, de los gases de efecto invernadero (…) no excedan de las cantidades atribuidas a ellas (…) con miras a reducir el total de sus emisiones de esos gases a un nivel inferior en no menos del 5% al de 1990 en un periodo de compromiso comprendido entre 2008 y 2012.*
> *Todas las partes (…) formularán, aplicarán, publicarán y actualizarán periódicamente programas nacionales y, en su caso, regionales que contengan medidas para mitigar el cambio climático y medidas para facilitar una adaptación adecuada; tales programas guardarán relación, entre otros, con los sectores de la energía.*

Presenta como objetivo global la reducción de un 5% en las emisiones respecto de 1990 (cubre los 6 principales GEI), focalizado mediante un compromiso de los 38 países

industrializados incluidos en el Anexo Uno del Protocolo con objetivos jurídicamente vinculantes y calendarios de cumplimiento.

En atención a las disposiciones reglamentarias de la Constitución Política de México, en congruencia con los acuerdos internacionales anteriormente referidos y de los cuales México es parte, en los capítulos subsecuentes del presente Documento Técnico Unificado, se determinan las acciones de prevención, mitigación, restauración y conservación propuestas para acatar los compromisos adquiridos por la Nación a partir de la suscripción de dichos acuerdos internacionales.

III.1.9.4 Declaración de la conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Humano.

Firmada en Estocolmo, Suecia en junio de 1972, proclamó que los conocimientos y las acciones del hombre se utilizarán para conseguir mejores condiciones de vida, pero estableciendo normas y medidas que evitarán que se causarán daños al medio ambiente. La declaración establece 26 principios que tienen por objeto la utilización racional de los recursos naturales en beneficio de las generaciones presentes y futuras.

Menciona, entre otras cosas, que el hombre tiene derecho a disfrutar de condiciones de vida en un medio de calidad, de tal forma que pueda llevar una vida digna y con bienestar, que los recursos no renovables deben emplearse de tal forma que no se ponga en peligro su agotamiento, que debe ponerse fin a la descarga de sustancias tóxicas y a la liberación de calor, que debe apoyarse la lucha de todos los países contra la contaminación, que se debe impedir la contaminación de los mares por sustancias que puedan poner en peligro la salud del hombre o dañar la vida marina, que las políticas ambientales de todos los Estados deben encaminarse a planificar su desarrollo de manera que puedan lograr mejores condiciones de vida, proteger el medio ambiente y preservar sus recursos naturales.

De manera general, el proyecto no contravendrá con los ideales de dicha declaración siempre y cuando no se rebasen los límites máximos establecidos por la legislación nacional al darle la correcta aplicación de medidas de prevención, mitigación, así como las de compensación ambiental. Esto asegurará que no se comprometerá el bienestar de los recursos naturales ni se generará contaminación ni deterioro ambiental, en cambio el desarrollo de este coadyuvará con el crecimiento de desarrollos urbanos e incrementará el bienestar social.

III.1.9.5 Convenio sobre la Diversidad Biológica.

El CDB surge de la Convención sobre Diversidad Biológica llevada a cabo el 5 de junio de 1992 en Río de Janeiro, Brasil, y constituye un tratado internacional cuyo objetivo principal radica en la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. El convenio fue ratificado por México el 11 de marzo de 1993, habiendo entrado en vigor el 29 de diciembre del mismo año.

Para dar cumplimiento a los preceptos establecidos en dicho convenio se reconoció la importancia que tiene la diversidad biológica a nivel de ecosistemas, especies y recursos genéticos (incluida la biotecnología), los cuales podrán ser utilizados de manera sostenible para el beneficio de la humanidad.

Es importante señalar que el principio de precaución del presente tratado establece que cuando haya peligro de considerable reducción o pérdida de diversidad biológica, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas que impidan o minimicen dicho peligro.

Otro aspecto fundamental corresponde a lo establecido en su Artículo 14, fracción 1, inciso a) en torno a la manera en la que deberán de proceder cada uno de los países adheridos a este convenio respecto a la evaluación del impacto ambiental y la reducción al mínimo de los impactos adversos ocasionados por el desarrollo de proyectos de diversa índole:

> ***1.*** *Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda:*
> ***a)*** *Establecerá procedimientos apropiados por los que se exija la evaluación del impacto ambiental de sus proyectos propuestos que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica con miras a evitar o reducir al mínimo esos efectos y, cuando proceda, permitirá la participación del público en esos procedimientos.*

Con la presentación del presente Documento Técnico Unificado modalidad B Regional ante la autoridad competente, se da cumplimiento a lo establecido en el párrafo anterior, no sin antes mencionar que, dada su magnitud, contemplando que se encuentra en un área urbanizada y que se proponen las medidas de prevención, mitigación y compensación suficientes para disminuir los efectos ambientales adversos, el desarrollo del proyecto no contribuirá a la pérdida o reducción de la diversidad biológica existente en la región donde se localiza el Proyecto.

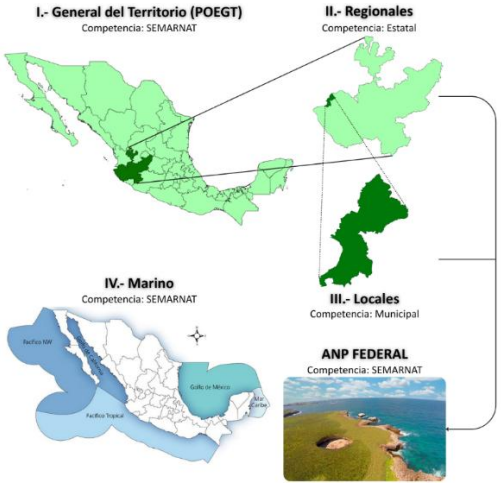
III.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)

Los Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) son instrumentos de política ambiental cuyo objeto es regular e inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de garantizar la protección del medio ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Para ello, se sustentan en la identificación de las aptitudes del territorio y en la definición de criterios y lineamientos de ocupación que permitan prevenir, minimizar o evitar conflictos derivados de la interacción entre los componentes sociales, ambientales e institucionales que inciden en una región determinada.

En el proceso de ordenamiento se generan, instrumentan, evalúan y modifican las políticas ambientales y territoriales con las que se busca alcanzar un equilibrio entre las actividades productivas inherentes del territorio y la protección de los recursos naturales.

Los POET se establecen en la Sección II “Ordenamiento Ecológico del Territorio” del Capítulo IV “Instrumentos de la Política Ambiental” de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. El ordenamiento ecológico del territorio se lleva a cabo a través de cuatro modalidades establecidas en la LGEEPA: (I) General del Territorio, (II) Regionales, (III) Locales y (IV) Marinos. Estos consideran la competencia de los tres órdenes de gobierno, así como los alcances de acuerdo con el área territorial de aplicación (**Figura III.4**). El predio del proyecto se ubica en Boulevard Francisco Medina Ascencio (Interior Los Peines) s/n, Fraccionamiento Marina Vallarta, dentro del Distrito 5 en el municipio de Puerto Vallarta, estado de Jalisco. A continuación, se presenta la vinculación del proyecto denominado **“Alisia”** con los diferentes Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio aplicables según su alcance territorial.

Figura III. 4. Modalidades y competencia de los POET



Con la finalidad de identificar los Programas de Ordenamiento Ecológico aplicables a la ubicación del proyecto, se efectuó la consulta correspondiente en el **Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA 8.0) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)**, así como en los registros y publicaciones oficiales de la **Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET) del Gobierno del Estado de Jalisco**. Como resultado de dicho análisis, se determinó que el área donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra regulada por los siguientes instrumentos de ordenamiento ecológico:

- **Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).**
  - Publicado en el D.O.F. el 7 de septiembre de 2012.
  - Se sustenta en la Fracción I del Artículo 19 BIS de la LGEEPA.
  - Ordena a todo el territorio nacional de la Republica de los Estados Unidos Mexicanos.

- **Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco.**
  - Publicado en el Periódico Oficial del Estado de Jalisco el 28 de julio de 2001 y actualizado el 27 de julio de 2006.
  - Se sustenta en la Fracción II del Artículo 19 BIS de la LGEEPA, y es un Ordenamiento de carácter Regional.
  - Este instrumento tuvo vigencia y aplicación en todo el territorio del estado de Jalisco. Sin embargo, a partir de la emisión del **ACUERDO DIELAG ACU 073/2021** del C. Gobernador del Estado de Jalisco, **publicado el 11 de septiembre de 2011** en el Periódico Oficial *El Estado de Jalisco*, los municipios que integran la denominada "**Región Costa Alegre**" quedaron excluidos de su ámbito de aplicación. En consecuencia, dicha región pasó a regirse por el **Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada "Costa Alegre" del Estado de Jalisco**, el cual establece el marco normativo aplicable en materia de ordenamiento ecológico para los municipios de Puerto Vallarta, Tomatlán, Cabo Corrientes, Cuautitlán de García Barragán, La Huerta, Casimiro Castillo, Villa Purificación, Autlán de Navarro, Talpa de Allende y Cihuatlán.

- **Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región denominada "Costa Alegre" del Estado de Jalisco.**
  - Publicado por primera vez en el Periódico Oficial del Estado de Jalisco el **27 de febrero de 1999**, con una Fe de erratas del 29 de abril de 1999, y

sus diversas modificaciones de fechas 6 de noviembre de 1999, 20 de julio de 2010, 1 de octubre de 2011, y actualización de fecha 1 de noviembre de 2011.

- Se sustenta en la Fracción II del Artículo 19 BIS de la LGEEPA, y de igual forma que el Programa Estatal, se le considera un Ordenamiento de carácter Regional.
- El referido programa fue elaborado con base en tres escalas cartográficas diferenciadas:
  - **i)** **escala 1:250,000**, aplicable al ámbito de los diez municipios que integran la denominada **Macro-Región**;
  - **ii)** **escala 1:50,000**, correspondiente a cuatro **Ventanas de Áreas Críticas**, identificadas como *Tomatlán–Cajón de Peñas, Chalacatepec, Chamela–Careyes* y *Barra de Navidad–Tenacatita*; y
  - **iii)** **escala 1:55,000**, para la **Ventana de Área Crítica** denominada *Puerto Vallarta–El Tuito*, dentro de la cual se localiza el área del proyecto **Alisia**.
- Con posterioridad, este mismo instrumento, al igual que el **Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Jalisco**, fue formalmente derogado mediante el **Acuerdo DIELAG ACU 073/2021**, emitido por el Titular del Poder Ejecutivo del Estado de Jalisco, y publicado el **11 de septiembre de 2021** en el *Periódico Oficial "El Estado de Jalisco"*, a través del cual se establecieron diversos acuerdos de especial relevancia, que a continuación se citan:

> ***PRIMERO**. Se aprueba el Plan Regional de Integración Urbana de la Región denominada "Costalegre" que comprende los municipios de Cabo Corrientes, Cihuatlán, Tomatlán y La Huerta, todos del Estado de Jalisco.*
>
> ***SEGUNDO**. Se aprueba y expide el Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial Regional de la Región denominada "Costalegre" que comprende los municipios de Cabo Corrientes, Cihuatlán, Tomatlán y La Huerta, Jalisco.*
>
> ***TERCERO**. Se deroga lo dispuesto en el Programa Estatal de Desarrollo Urbano, publicado en el Periódico Oficial "El Estado de Jalisco" el jueves 26 de diciembre de 1996 sección IV, número 35; en lo que corresponde al territorio que se comprende la Región denominada "Costalegre", establecida*

en el Ordenamiento Territorial de la Región Denominada "Costalegre", que se integra junto con el presente acuerdo.

***CUARTO**. Se deroga lo dispuesto en el Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco, publicado el 28 de julio del 2001 y actualizado el 27 de julio de 2006 en el Periódico Oficial del Estado de Jalisco, en lo que corresponde al territorio previsto en el Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial Regional de la Región denominada "Costalegre" que se aprueba en el presente acuerdo.*

***QUINTO**. Se deroga el "Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Costa Alegre" publicado el 27 de febrero de 1999 en el Periódico Oficial del Estado de Jalisco, con Fe de erratas el 29 de abril de 1999.*

***SEXTO**. Se comunica a la Ciudadanía, mediante publicación que se haga en el Periódico Oficial "El Estado de Jalisco" la aprobación por parte de los Ayuntamiento de Cabo Corrientes, Cihuatlán, La Huerta y Tomatlán de los Programas Municipales de Desarrollo Urbano de los Municipios de la Región denominada "Costalegre".*

***SÉPTIMO**. Considerando que los instrumentos de ordenamiento territorial y desarrollo urbano mencionados en el presente acuerdo, fueron elaborados bajo el principio de congruencia, siendo armónicos entre sí, se instruye a su publicación de manera conjunta integrando el documento que se denomina Ordenamiento Territorial de la Región Denominada "Costalegre", que forma parte del presente acuerdo.*

***OCTAVO**. Los instrumentos que integran el Ordenamiento Territorial de la Región Denominada "Costalegre" que forma parte del presente acuerdo, son instrumentos de referencia, de aplicación y consulta obligada en la emisión y actualización de los diversos instrumentos que forman parte del Sistema Estatal de Planeación para el Desarrollo Urbano, así como para los Ordenamientos Ecológicos Locales. Conforme a lo dispuesto por los artículos 78. A y 81 del Código Urbano del Estado de Jalisco y 20 bis 5 fracción I de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.*

- De este modo, se configura el origen del instrumento denominado **Ordenamiento Territorial de la Región "Costalegre"**, el cual entró en vigor el 12 de septiembre de 2021 **para los municipios de Cabo Corrientes, Cihuatlán, Tomatlán y La Huerta, Jalisco**, quedando expresamente excluido el municipio de Puerto Vallarta, y los restantes.

- Finalmente, mediante acuerdo publicado el **12 de marzo de 2022** en el *Periódico Oficial del Estado de Jalisco*, el C. Gobernador del Estado reformó el diverso **Acuerdo DIELAG ACU 073/2021**, publicado el **11 de septiembre de 2021**, específicamente en lo relativo a su **Artículo Quinto**, para quedar como sigue:

> **QUINTO.** Se deroga el *Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Costa Alegre*, publicado el 27 de febrero de 1999 en el *Periódico Oficial del Estado de Jalisco*, con Fe de erratas del 29 de abril de 1999, **únicamente** en lo que respecta a los municipios de **Cabo Corrientes, Cihuatlán, Tomatlán y La Huerta**, de la región denominada *Costalegre*, por lo que **continúa vigente** en lo que corresponde los municipios de **Puerto Vallarta, Cuautitlán de García Barragán, Casimiro Castillo, Villa Purificación, Autlán de Navarro y Talpa de Allende**, todos ellos del Estado de Jalisco.

- Con base en esta secuencia de actualizaciones y reformas a los instrumentos de ordenamiento ecológico-territorial, para el territorio del municipio de **Puerto Vallarta** resulta aplicable la regulación establecida por la **Ventana de Área Crítica Puerto Vallarta–El Tuito**, que se deriva del *Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Costa Alegre del Estado de Jalisco*, **publicado el 27 de febrero de 1999**, **con fe de erratas de fecha 29 de abril de 1999**, y sus subsecuentes modificaciones, de fechas **6 de noviembre de 1999, 20 de julio de 2010, 1 de octubre de 2011**, así como su actualización publicada el día **1 de noviembre de 2011**.

Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Costa Alegre del Estado de Jalisco (POERCA)

Considerando lo anteriormente expuesto; de la consulta de la cartografía ***escala 1:55,000*** correspondiente a la ***Ventana de Área Crítica Puerto Vallarta–El Tuito*** que se deriva del ***Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Costa Alegre del Estado de Jalisco (POERCA)***, ***publicado el 27 de febrero de 1999***, y sus subsecuentes modificaciones y actualizaciones; tenemos que sus **Unidades de Gestión Ambiental (UGA)**, y en específico la **UGA Tu4025C** que incide con el área del proyecto, cartográficamente presentan una sobre posición respecto con los limites del

Centro de Población de la cabecera municipal de Puerto Vallarta, Jalisco. Limites que están definidos en el **Programa Municipal de Desarrollo Urbano** (**PMDU-PV-2020**), y en el **Plan Parcial de Desarrollo Urbano denominado "Distrito Urbano 5" (PPDU-DU5**), publicados el día 24 de diciembre del 2020 en la Gaceta Municipal de Puerto Vallarta, Año 03, Número 18, Tomos 01 y 02 respectivamente, y registrados en el Registro Público de la Propiedad y de Comercio con sede en Puerto Vallarta, Jalisco, el día 23 de abril de 2021.

En este sentido, es necesario considerar que existe una contradicción en cuanto a la aplicabilidad del Programa de Ordenamiento y los Criterios de Regulación Ecológica que derivan de sus Unidades de Gestión Ambiental, por encontrarse dentro del Centros de Población:

Por lo expuesto anteriormente, y considerando la jerarquización y concurrencia de competencias en materia de Ordenamiento Ecológico - Territorial, Asentamientos Humanos, y Desarrollo Urbano, establecida, con fundamentos en los artículos 115 de la CPEUM, 20 Bis 4 y 20 Bis 5 de la LGEEPA, así como los artículos 11 fracciones I, II, III, XI y XII, y artículo 23 de la LGAHOTDU, se solicita se valoren los siguientes razonamientos y argumentos que sustentan la inaplicabilidad de la **UGA Tu4025C** y el ***Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Costa Alegre del Estado de Jalisco, publicado el 27 de febrero de 1999***, con fe de erratas de fecha 29 de abril de 1999, y sus subsecuentes modificaciones, de fechas 6 de noviembre de 1999, 20 de julio de 2010, 1 de octubre de 2011, así como su actualización publicada el día 1 de noviembre de 2011, **por encontrarse en dentro del Centro de Población de Puerto Vallarta, Jalisco**.

Inaplicabilidad del *Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Costa Alegre del Estado de Jalisco, publicado el 27 de febrero de 1999*, con fe de erratas de fecha 29 de abril de 1999, y sus subsecuentes modificaciones, de fechas 6 de noviembre de 1999, 20 de julio de 2010, 1 de octubre de 2011, así como su actualización publicada el día 1 de noviembre de 2011, para el proyecto "Alisia".

La tesis central de la defensa jurídica se finca en el principio de **separación competencial y territorial** establecido tanto en el artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos como en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Dicho artículo, 115, otorga a los municipios la facultad exclusiva para formular, aprobar y administrar la zonificación y los planes de desarrollo urbano municipal y para regular el uso de suelo dentro de su jurisdicción,

constituyéndose, así como la autoridad primaria y competente dentro de los centros de población.

Por su parte, la LGEEPA delimita que los Programas de Ordenamiento Ecológico únicamente regulan los usos del suelo **fuera** de los Centros de Población, lo cual confiere **primacía jurídica al ordenamiento territorial y urbano sobre el ecológico** en las áreas formalmente delimitadas como centros de población.

Fundamento de Jerarquía Superior: ARTÍCULO 115 CONSTITUCIONAL

El artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) establece, a la letra:

"Los municipios tendrán la facultad para **formular, aprobar y administrar la zonificación y los planes de desarrollo urbano municipal**; controlar y vigilar la utilización del suelo en su jurisdicción; y **otorgar licencias y permisos para construcciones**…"

Asimismo, señala que el Municipio Libre es la base de la organización territorial del Estado mexicano.

Interpretación constitucional aplicable:

1. El Municipio es la **autoridad competente primaria y exclusiva** para regular el **uso del suelo dentro de los centros de población**.
2. El ordenamiento ecológico **no puede invadir ni sustituir** la competencia municipal en áreas urbanas.
3. Los programas como el POER tienen carácter **complementario**, pero **no constituyen normativa de uso de suelo urbano**.
4. Cualquier instrumento que pretenda modificar o restringir lo establecido en un PDU **viola el principio constitucional de legalidad y competencia**.

Dentro de un Centro de Población, la autoridad competente y la normativa aplicable en materia de uso de suelo es exclusivamente el PDU Municipal. El POE no tiene jerarquía ni competencia para intervenir en zonas urbanas. De igual forma, viene a reforzar el caso, la distribución de competencias y facultades establecidas en la **Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU)**, que en su **Artículo 11 fracciones I, II, III, XI** y **XII** determina claramente las atribuciones exclusivas de los municipios:

> **Artículo 11.** Corresponde a los municipios:
>
> **I.** Formular, aprobar, administrar y ejecutar los planes o programas municipales de Desarrollo Urbano, de Centros de Población y los demás que de éstos deriven, adoptando normas o criterios de congruencia, coordinación y ajuste con otros niveles superiores de planeación, las normas oficiales mexicanas, así como evaluar y vigilar su cumplimiento;
>
> **II.** Regular, controlar y vigilar las Reservas, Usos del Suelo y Destinos de áreas y predios, así como las zonas de alto riesgo en los Centros de Población que se encuentren dentro del municipio;
>
> **III.** Formular, aprobar y administrar la Zonificación de los Centros de Población que se encuentren dentro del municipio, en los términos previstos en los planes o programas municipales y en los demás que de éstos deriven; (…)
>
> **XI.** Expedir las autorizaciones, licencias o permisos de las diversas acciones urbanísticas, con estricto apego a las normas jurídicas locales, planes o programas de Desarrollo Urbano y sus correspondientes Reservas, Usos del Suelo y Destinos de áreas y predios;
>
> **XII.** Validar ante la autoridad competente de la entidad federativa, sobre la apropiada congruencia, coordinación y ajuste de sus planes y programas municipales en materia de Desarrollo Urbano, lo anterior en los términos previstos en el artículo 115, fracción V de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; (…)

Con este fundamento superior, el análisis legal subsecuente confirma la **inaplicabilidad total de la UGA Tu4025C**.

Marco Legal de la Inaplicabilidad del Ordenamiento Ecológico

El fundamento jurídico que excluye la aplicación del POER Costa Alegre deriva directamente de las disposiciones de la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)**, las cuales delimitan de manera expresa el ámbito territorial de validez de los programas de ordenamiento ecológico, tanto en su modalidad local como regional. Dicho marco normativo establece una separación estricta entre las zonas urbanas y las áreas sujetas al ordenamiento ecológico, preservando la competencia municipal en el manejo del suelo urbano dentro de los centros de población.

A. Restricción Expresa del Ámbito Territorial (Artículos 20 Bis 4, fracción II y 20 Bis 5, fracción III de la LGEEPA)

El legislador federal, al diseñar el régimen de concurrencia en materia ambiental, **fijó límites precisos e invariables** a las facultades de los programas de ordenamiento

ecológico. Dichos instrumentos solo pueden operar **fuera de los centros de población**, sin excepciones ni interpretaciones extensivas.

Artículo 20 Bis 4, fracción II (LGEEPA)

Define el objeto de los programas de ordenamiento ecológico local, estableciendo que deben:

"Regular, fuera de los centros de población, los usos del suelo con el propósito de proteger al ambiente y preservar, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales respectivos…"

Este precepto evidencia que el legislador **excluyó expresamente a los centros de población** del ámbito geográfico de operación del ordenamiento ecológico. Su diseño responde a la necesidad de regular **áreas naturales, rurales o productivas**, no zonas urbanizadas como lo es el Recinto Portuario y el Distrito Urbano 5.

Artículo 20 Bis 5, fracción III (LGEEPA)

Esta disposición constituye el límite territorial más claro:

"Las previsiones [...] mediante las cuales se regulen los usos del suelo, **se referirán únicamente a las áreas localizadas fuera de los límites de los centros de población**."

Este artículo **no deja espacio para interpretación**:

- El ordenamiento ecológico **no puede regular usos del suelo dentro de un centro de población**.
- No puede "complementar", "superponerse" o "mitigar" la normativa urbana.
- La competencia sobre zonas urbanas es **exclusiva del municipio**, con base en el artículo 115 constitucional.

Conclusión jurídica del marco legal

Dado que el predio objeto del Proyecto se ubica **dentro de los límites del Centro de Población de Puerto Vallarta**, conforme a la delimitación oficial establecida en el **PPDU-DU5 Marina Vallarta**, resulta jurídicamente imposible aplicar la UGA Tu4025C del POER Costa Alegre.

El ordenamiento ecológico:

- Carece de competencia territorial,
- Carece de competencia material,
- Y no puede desplazar la normativa urbana municipal dentro de un centro de población.

Por tanto:

La regulación ecológica prevista en el POER está reservada únicamente para las áreas ubicadas fuera de la mancha urbana consolidada y que este reconocida como parte del Centro de Población.

En consecuencia, no es jurídicamente aplicable al predio del proyecto "**Alisia**" ni puede utilizarse para restringir el uso del suelo urbano que rige en el PPDU-DU 5 Marina Vallarta.

Prevalencia del Programa de Desarrollo Urbano (PDU)

La regulación de los usos, destinos y aprovechamientos del suelo dentro de los centros de población constituye una competencia primaria y exclusiva del ámbito municipal**,** conforme a lo previsto en el **artículo 115 constitucional**, así como en la **Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU)** y en la legislación estatal aplicable.

En dicho marco, los Programas de Desarrollo Urbano (PDU) son los instrumentos vinculantes, obligatorios y de aplicación directa para la determinación del uso de suelo en zonas urbanas formalmente delimitadas.

A. Acreditación de la Condición Urbana del Predio

1. Zonificación Urbana Específica

El predio del Proyecto se encuentra clasificado dentro de la zonificación **CS3 (35)** del Programa de Desarrollo Urbano 5 Marina Vallarta**,** instrumento que define:

- Usos permitidos y compatibles.
- Densidades y coeficientes de construcción.
- Intensidad de ocupación del suelo.
- Lineamientos de consolidación urbana.

Esta clasificación acredita jurídicamente la condición urbana consolidada del predio y determina de manera directa y obligatoria los parámetros que rigen cualquier desarrollo inmobiliario dentro de dicho polígono.

2. Opinión de Congruencia de SEMADET

Se cuenta con Opinión Favorable de Congruencia emitida por la Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) de la SEMADET**,** mediante oficio **SEMANET/No. 0059/2028,** de fecha 31 de diciembre de 2018, y **oficio SEMADET/DEPOTGU No. 056/2021**, de fecha de 10 de marzo de 2021.

Dichos pronunciamientos administrativos poseen relevancia jurídica sustantiva, ya que:

- **Confirma que el predio se ubica dentro de un área urbana consolidada**, cuya existencia antecede a la emisión del POER Costa Alegre.
- **Valida la compatibilidad del proyecto** con los parámetros urbanísticos del PPDU-DU5 Marina Vallarta.
- Reconoce que **el régimen normativo aplicable al predio es el urbano**, no el ecológico regional.

Esta opinión tiene naturaleza de **acto declarativo de autoridad competente**, que da certeza oficial sobre la condición urbana del predio, reforzando la inaplicabilidad de las disposiciones del POER y, específicamente, de la UGA Tu4025C.

B. Principio de Congruencia Normativa

El artículo **20 Bis 5, fracción IV, de la LGEEPA**, establece que debe existir una congruencia entre el ordenamiento ecológico y el urbano. Sin embargo, esta congruencia **no implica subordinación** ni permite que un instrumento ecológico regional se superponga a los planes de desarrollo urbano municipales.

La interpretación sistemática de la **LGEEPA** y la **LGAHOTDU** revela un **sistema dual de concurrencia**, bajo el cual:

- **Fuera del Centro de Población → rige el Ordenamiento Ecológico**,
- **Dentro del Centro de Población → rige el Ordenamiento Territorial y Urbano**.

Es decir, la congruencia se cumple **respetando los límites territoriales y competenciales** de cada instrumento, no por superposición normativa.

Conclusión del Principio de Prevalencia

El **PPDU-DU 5 Marina Vallarta ya determinó el uso de suelo aplicable al predio**, en este caso, el destinado a la construcción de un edificio de departamentos.

Pretender aplicar la UGA Tu4025C del POER en una zona urbana:

- Implica modificar de facto la zonificación establecida en el PDU.
- Constituye un acto carente de competencia material por parte del POER.
- Violenta el principio de legalidad administrativa.
- Invade la competencia constitucional municipal prevista en el artículo 115 de la CPEUM.
- y contraviene el marco de concurrencia establecido en la LGAHOTDU.

Por lo anterior, el PDU prevalece de manera **plena, exclusiva y obligatoria** sobre cualquier lineamiento ecológico regional dentro del Centro de Población de Puerto Vallarta.

Alcances y límites de la congruencia entre el Ordenamiento Ecológico y Urbano

El marco jurídico prevé un modelo de concurrencia entre la política ambiental y la política de desarrollo urbano; sin embargo, dicha concurrencia no implica superposición normativa, sino una delimitación precisa de facultades y ámbitos de aplicación para evitar conflictos entre instrumentos y preservar el orden competencial constitucional.

Conforme al **artículo 20 Bis 5, fracción IV, de la LGEEPA**, debe existir congruencia entre los programas de ordenamiento ecológico y los programas de desarrollo urbano. No obstante, la congruencia debe entenderse como un principio de **armonización en la planeación**, y no como una autorización para que un programa de ordenamiento ecológico regional intervenga en la regulación del uso del suelo urbano.

La propia LGEEPA delimita expresamente los ámbitos territoriales de aplicación:

- El ordenamiento ecológico regula los usos del suelo fuera de los centros de población (arts. 20 Bis 4 y 20 Bis 5).

- El ordenamiento territorial y urbano regula los usos del suelo dentro del centro de población**,** de conformidad con el artículo 115 constitucional**,** la LGAHOTDU y los planes municipales de desarrollo urbano**.**

En ese sentido, la congruencia normativa se satisface cuando cada instrumento opera dentro de su ámbito territorial correspondiente, sin invadir las competencias del otro. No existe fundamento legal que permita interpretar la congruencia como supremacía del POER sobre la planeación urbana municipal dentro de un centro de población.

Asimismo, la Opinión de Congruencia emitida por la **DGOT/SEMADET** confirma que el predio:

1. Se ubica en un área plenamente urbanizada**,**
2. Dicha área urbana es preexistente al POER**,**
3. Debe evaluarse bajo la normativa del PDU 5 Marina Vallarta**,**
4. Reafirmando con ello que el POER no es el instrumento aplicable dentro de la zona del Proyecto.

La congruencia entre instrumentos de planeación se respeta cuando el ordenamiento ecológico aplica exclusivamente fuera del centro de población y el desarrollo urbano aplica dentro del centro de población**,** conforme a los principios constitucionales y legales vigentes.

Por tanto:

El POER Costa Alegre no puede válidamente intervenir en la determinación del uso del suelo del predio ubicado dentro del PDU 5 Marina Vallarta, ni sustituir o modificar sus disposiciones urbanas.

CONCLUSIÓN

Con fundamento en el **Artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos**, que confiere al municipio la competencia exclusiva para formular, administrar y aplicar la zonificación y regular el uso del suelo dentro de los centros de población; así como en los artículos **20 Bis 4 y 20 Bis 5 de la LGEEPA**, que limitan la aplicación del ordenamiento ecológico únicamente a las áreas ubicadas fuera de los centros de población; y considerando que el predio se encuentra acreditadamente

dentro de la zonificación **CS3 (35)** del **Centro de Población de Puerto Vallarta**, se solicita respetuosamente:

1. Que la autoridad desestime y declare la inaplicabilidad de los criterios y lineamientos de la UGA Tu4025C del POER Costa Alegre respecto del predio, por carecer dicho instrumento de competencia territorial y material para regular el uso del suelo urbano.

2. Que se confirme que la evaluación del proyecto debe regirse exclusivamente por las disposiciones del *Plan Parcial de Desarrollo Distrito Urbano 5 Marina Vallarta (PPDU-DU5)*, instrumento jurídico competente y vigente dentro del centro de población, cuya congruencia ya fue reconocida por la autoridad estatal mediante la Opinión Favorable de Congruencia emitida por la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Gobierno del Estado de Jalisco.

3. Y finalmente, para pronta consulta, se insertan en las paginas III.62 a III.66 los oficios **SEMADET/No. 0059/2028,** de fecha 31 de diciembre de 2018, y **oficio SEMADET/DEPOTGU No. 056/2021**, de fecha de 10 de marzo de 2021, en los que se determina otorgar el dictamen de congruencia al Plan Parcial de Desarrollo Urbano Distrito Urbano 5 (PPDU-DU5), de conformidad con la **Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU), y el artículo 83 del Código Urbano para el Estado de Jalisco**, que a la letra dice:

> ***Código Urbano para el Estado de Jalisco***
>
> ***Artículo 83.*** *El Gobernador del Estado y los presidentes municipales, en sus respectivos ámbitos de competencia, solamente ordenarán la publicación e inscripción de un programa o plan, si previamente se aprobó con apego a las disposiciones de este Código y si existe congruencia con los programas y planes de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico aplicables en el ámbito estatal, regional y municipal.*

Medio Ambiente y Desarrollo Territorial

Av. Circunvalación
Agustín Yáñez # 2343,
Colonia Moderna, C.P. 44190,
Guadalajara, Jalisco, México.

SECRETARÍA
Oficio SEMADET/DEPOTGU No. 056/2021

Guadalajara, Jalisco, 10 de marzo de 2021

Ing. Arturo Dávalos Peña
Presidente Municipal de
Puerto Vallarta, Jalisco
Presente.

At'n Arq. José Fernando López Márquez
Director de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente

Asunto: Dictámenes de Congruencia, PMDU y PPDU
Puerto Vallarta, Jalisco

Me refiero a sus oficios PMPVR/0063/21 y PMPVR/0064/21, con fecha enero 19 de 2021, **recibidos el 20 de enero del mismo año**, mediante el cual informa de la aprobación de los proyectos de Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Planes Parciales de Desarrollo Urbano, de los Distritos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, Las Palmas y el Colorado, del Municipio de Puerto Vallarta, mismos que fueron publicados en las Gacetas Municipales bajo número 18, tomos 1, 2 y 3, del año 3, y respecto de los cuales solicita los dictámenes de congruencia correspondientes, a fin de estar en condiciones de su inscripción en el Registro Público de la Propiedad.

Respecto a lo anterior, se exponen las siguientes consideraciones:

1. Se ha recibido el oficio DDUMA/1261/21, de fecha 3 de marzo de 2021, mediante el cual se da respuesta puntual a las observaciones emitidas por esta Secretaría mediante oficio SEMADET/DEPOTGU/N°254/2020, de fecha 9 de noviembre de 2020.

   Dichas respuestas han sido analizadas, constatando que se realizaron los ajustes necesarios, para integrar a los proyectos las observaciones que fueron consideradas procedentes, y se ha justificado legal y/o

Jalisco
GOBIERNO DEL ESTADO

Medio Ambiente y Desarrollo Territorial

Av. Circunvalación
Agustín Yáñez # 2343,
Colonia Moderna, C.P. 44190,
Guadalajara, Jalisco, México.

técnicamente, aquellas que fueron consideradas parcial o totalmente improcedentes.

De igual manera, se ha confirmado que los ajustes realizados a los Planes Parciales, se plasmaron paralelamente en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano, integrando al proyecto, las observaciones emitidas mediante nuestro similar SEMADET/DEPOTGU/N°247/2020, de fecha octubre 29 de 2020.

2. El Programa Municipal de Desarrollo Urbano y sus Planes Parciales de Desarrollo Urbano, se encuentran alineados a lo establecido en el Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco, en el Ordenamiento Ecológico Regional de la Costalegre, así como en su ventana prioritaria Puerto Vallarta-El Tuito. Asimismo, se ha realizado la referencia obligada al Atlas de Riesgos correspondiente.

3. Con base en lo estipulado en el artículo 86 del Código Urbano para el Estado de Jalisco, el Programa Municipal de Desarrollo Urbano y sus Planes Parciales de Desarrollo Urbano, previo a ser aprobados, fueron sometidos a evaluación en Materia de Impacto Ambiental por la autoridad competente, correspondiendo en esta caso, a la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial SEMADET, quien a solicitud de la Dirección de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del H. Ayuntamiento de Puerto Vallarta, analizó la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Específica MIA-E, del Programa Municipal de Desarrollo Urbano y sus Planes Parciales de Desarrollo Urbano correspondientes, **dictaminando "Procedente y Ambientalmente Viable"** y emitiéndose Autorización Condicionada mediante Exp. 3456 Reg. 09, Oficio SEMADET DEPGA/CGEIA N° 482/2316/2020, de fecha 15 de diciembre del año 2020.

   Dicha MIA ha considerado los impactos de la implementación de los Planes Parciales de los Distritos Urbanos que integran el Municipio de Puerto Vallarta, y ha sido fundamental en el establecimiento de las estrategias de los instrumentos de planeación motivo de este oficio.

Por lo anteriormente citado, se hacer constar que tanto el Programa Municipal de Desarrollo Urbano como sus Planes Parciales, guardan congruencia, coordinación y ajuste con la planeación estatal y federal, incluidos los instrumentos de referencia aplicables, apegándose asimismo a las disposiciones del Código Urbano para el Estado de Jalisco.

Jalisco
GOBIERNO DEL ESTADO

Medio Ambiente y Desarrollo Territorial

Av. Circunvalación
Agustín Yáñez # 2343,
Colonia Moderna, C.P. 44190,
Guadalajara, Jalisco, México.

Consecuentemente, con relación al Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Planes Parciales de Desarrollo Urbano, de los Distritos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, Las Palmas y el Colorado, del municipio de Puerto Vallarta, **SE EMITE DICTAMEN DE CONGRUENCIA FAVORABLE,** de conformidad con el artículo 44 de la Ley General de Asentamientos Humanos Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, y artículo 83, del Código Urbano para el Estado de Jalisco.

Le informo que el presente dictamen, no exime del cumplimiento a las demás disposiciones normativas, que sean aplicables al ámbito territorial del Programa y Planes Parciales de Desarrollo Urbano correspondientes.

Por otra parte, se le solicita muy atentamente, que **una vez registrados, nos envíe copia de:**

1. Boleta registral
2. Archivos digitales editables definitivos, de la totalidad de los planos, lo que nos permitirá su integración al Sistema de Información Geográfico Ambiental, Territorial y Cambio Climático SIGATyCC.

Se emite el presente dictamen con base en las atribuciones conferidas a esta Secretaría en el artículo 9° Ter, fracción XXVI, del Código Urbano para el Estado de Jalisco, artículo 28, fracción XXXVII, de la Ley Orgánica del Poder Ejecutivo del Estado de Jalisco, y artículo 29, fracción V, del Reglamento Interno de la SEMADET.

Sin otro particular por el momento, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Josué Díaz Vázquez
Dirección Ejecutiva de Planeación, Ordenamiento Territorial y Gestión Urbana

Josué Díaz Vázquez
Director Ejecutivo de Planeación, Ordenamiento Territorial y Gestión Urbana

DEPOTGU-01-017-2021 y DEPOTGU-03-082-2021
Dirección Ejecutiva de Planeación, Ordenamiento Territorial y Gestión Urbana
JDV/MDGS

Jalisco
GOBIERNO DEL ESTADO

Página 3 de 3

0059

[redacted]

Av. Circunvalación
Agustín Yáñez # 2343,
Colonia Moderna, C.P. 44190,
Guadalajara, Jalisco, México.

El presente dictamen, no exime del cumplimiento a las demás disposiciones normativas, que sean aplicables al ámbito territorial de los Planes Parciales correspondientes. Asimismo, se deberá respetar las demarcaciones de zonas federales relativas a los cauces o cuerpos de agua y/o áreas naturales protegidas, presentes en el distrito urbano en cuestión.

El instrumento motivo de este oficio, deberá ser inscrito en el Registro Público de la Propiedad, dentro de los veinte días hábiles siguientes a la fecha de la notificación del dictamen de congruencia. Una vez inscrito, comenzará a surtir efectos.

Se le solicita muy atentamente, que una vez registrado y habiendo entrado en vigor, nos envíe copias del documento definitivo en formato digital, lo que nos permitirá su integración al Sistema de Información Geográfico Ambiental, Territorial y Cambio Climático SIGATyCC.

Sin más por el momento, quedo de usted.

ATENTAMENTE

Sergio Humberto Graf Montero
Secretario de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial

"2018, Centenario de la Creación del municipio de Puerto Vallarta y del XXX Aniversario del Nuevo Hospital Civil de Guadalajara"

SEMADET. 04703/2018 DGPOT-10-654-2018
Dirección General de Planeación y Ordenamiento Territorial
JDVMDGS

Jalisco

0059

Av. Circunvalación
Agustín Yáñez # 2343,
Colonia Moderna, C.P. 44190,
Guadalajara, Jalisco, México.

El presente dictamen, no exime del cumplimiento a las demás disposiciones normativas, que sean aplicables al ámbito territorial de los Planes Parciales correspondientes. Asimismo, se deberá respetar las demarcaciones de zonas federales relativas a los cauces o cuerpos de agua y/o áreas naturales protegidas, presentes en el distrito urbano en cuestión.

El instrumento motivo de este oficio, deberá ser inscrito en el Registro Público de la Propiedad, dentro de los veinte días hábiles siguientes a la fecha de la notificación del dictamen de congruencia. Una vez inscrito, comenzará a surtir efectos.

Se le solicita muy atentamente, que una vez registrado y habiendo entrado en vigor, nos envíe copias del documento definitivo en formato digital, lo que nos permitirá su integración al Sistema de Información Geográfico Ambiental, Territorial y Cambio Climático SIGATyCC.

Sin más por el momento, quedo de usted.

ATENTAMENTE

Sergio Humberto Graf Montero
Secretario de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial

"2018, Centenario de la Creación del municipio de Puerto Vallarta y del XXX Aniversario del Nuevo Hospital Civil de Guadalajara"

SEMADET. 04703/2018 DGPOT-10-654-2018
Dirección General de Planeación y Ordenamiento Territorial
JDVJMDGS

Jalisco

III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. (POEGT)

El sitio en el que se pretende la implementación del proyecto se encuentra enmarcado dentro de la estructura territorial regulada por el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio publicado en el DOF el 7 de septiembre de 2012.

Con fundamento en el Artículo 26 del Reglamento de la LGEEA en Materia de Ordenamiento Ecológico, última reforma publicada en el DOF el 31 de octubre de 2014, la propuesta del Programa está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

La base para la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico y para construir la propuesta del POEGT.

El área del proyecto se encuentra en la Región Ecológica 6.32, dentro de la UAB 65 “Sierras de la Costa de Jalisco y Colima” (**Plano III.2**) y sus lineamientos y acciones, así como la forma en la que el proyecto cumplirá con estos, se presentan en las tablas siguientes.

Tabla III. 8. Estrategias sectoriales correspondientes a la UAB 65 región 6.32

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Política ambiental	Prioridad de atención	Estrategias sectoriales
65	Preservación de Flora y Fauna	Forestal Minería	Protección, preservación y aprovechamiento sustentable	Baja	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 21, 22, 23, 31, 33, 37, 38, 42, 43, 44.

Plano III. 2. Propuesta del Ordenamiento Ecológico General del Territorio

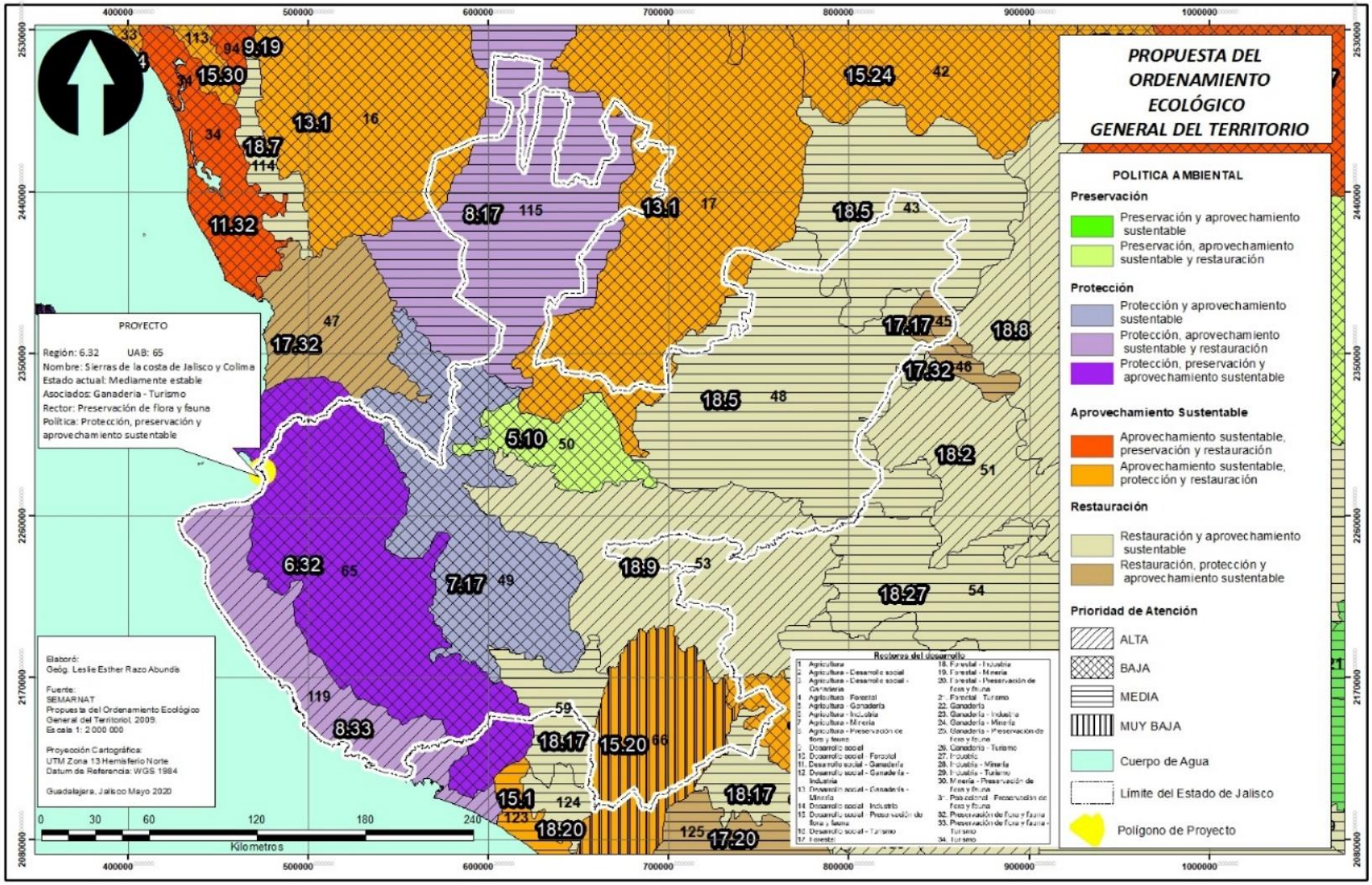


Tabla III. 9. Estrategias sectoriales correspondientes a la UAB 65 región 6.32

Estrategia 1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.	
Acciones	**Forma de Cumplimiento**
Fomentar y consolidar las iniciativas de protección y conservación *in situ*, como las áreas naturales protegidas en los ámbitos federal, estatal y municipal de conservación ecológica de los centros de población, aquellas destinadas voluntariamente a la conservación y las designadas por su importancia a nivel internacional, incrementando el número de áreas que cuentan con un financiamiento garantizado para las acciones básicas de conservación.	En virtud de que el promovente es un particular, el criterio no aplica para el presente proyecto.
Fomentar la creación de mecanismos de apoyo para las comunidades rurales, grupos de comuneros, pescadores y campesinos que tengan áreas dedicadas a la conservación o que contribuyan a la protección de la biodiversidad de su área de influencia.	El objetivo del proyecto es la creación de un desarrollo inmobiliario, el cual se ejecutará en un predio privado, por lo que no se da una relación con el criterio.
Establecer mecanismos de coordinación institucional en los tres órdenes de gobierno para la autorización de obras y actividades en áreas propuestas para la conservación del patrimonio natural.	Aunque no se llevaran a cabo mecanismos de coordinación institucional, a lo largo de este capítulo se vincularán las normas en los tres niveles de gobierno, que resulten aplicables al proyecto.
Promover en los programas de ordenamiento ecológico regionales y locales, las condiciones para la articulación, la conectividad y el manejo regional de las áreas sujetas a conservación.	Aunque el proyecto no tenga como finalidad la promoción de programas de ordenamiento, se realizaran las vinculaciones pertinentes con los ordenamientos que resulten aplicables al proyecto.
Reforzar los instrumentos y capacidades para prevenir y controlar los actos ilícitos contra los elementos de la biodiversidad.	No le compete al desarrollo del proyecto la realización de este criterio, pero a lo largo del proyecto, se tendrá una vigilancia de los elementos de biodiversidad presentes en este, de acuerdo con las leyes vigentes.
Establecer mecanismos de bioseguridad para regular la manipulación de los recursos genéticos.	En virtud de que el proyecto no guarda relación con las actividades de manipulación de recursos genéticos, el presente criterio no aplica al mismo.
Impulsar los esfuerzos de seguimiento (monitoreo) de la condición de los elementos de la biodiversidad nacional.	El criterio establece actividades a nivel nacional, por lo que este no aplica al desarrollo local del proyecto. Sin embargo, se tendrá un monitoreo de la flora y fauna presente en el predio del proyecto.
Establecer y desarrollar por medio de la coordinación interinstitucional e intersectorial, las capacidades para la prevención, control, mitigación y seguimiento de emergencias, mediante el diseño y aplicación de programas específicos para eventos como: huracanes, incendios forestales, mortandad	Se tiene planeada una plática para los trabajadores sobre temas de educación ambiental, el manejo de los residuos, respeto a la flora y fauna y acciones en caso de contingencias ambientales. Estas medidas se describen puntualmente en el Capítulo VII de este DTU-B.

de fauna, vulcanismo, sequía, e inundaciones y de adaptación al cambio climático.	
Fortalecer la conservación de los ecosistemas y las especies, en especial, de aquellas especies en riesgo.	Aunque la finalidad del proyecto no tiene relación con la conservación de ecosistemas y especies, se implementarán medidas preventivas para causar el menor impacto y fomentar el cuidado de las especies a lo largo de cada una de las etapas del proyecto. Estas medidas se describen puntualmente en el Capítulo VII de este DTU-B.
Fomentar la creación y mayor cobertura de Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA).	El criterio no aplica al proyecto al ser promovido por el sector privado.
Fomentar acciones para proteger y conservar los recursos hídricos, superficiales y del subsuelo, a partir de las cuencas hidrológicas en el territorio nacional.	Durante el desarrollo de las actividades del proyecto, se tendrá en cuenta el uso adecuado del agua, a fin de mitigar los impactos que se generen en este elemento natural.
Mejorar la detección y fortalecer la prevención y el combate de incendios forestales.	Una de las medidas preventivas es llevar a cabo una plática de concientización ambiental, de la cual se hará mención que está prohibido hacer fogatas y/o la quema de cualquier tipo de material. Esta medida se describe puntualmente en el Capítulo VII de este DTU-B.
Promover el establecimiento de corredores biológicos entre Áreas Naturales Protegidas (ANP) u otras modalidades de conservación.	Este criterio no es aplicable para el desarrollo del estudio, debido a que el proyecto no se llevará a cabo en una ANP.
Celebrar convenios de o concertación, con instituciones involucradas en la preservación de áreas naturales para promover y proponer que las zonas susceptibles de ser declaradas como área natural protegida sean inscritas legalmente según corresponda. Asimismo, promover la elaboración de planes de manejo y el asesoramiento a los sujetos agrarios involucrados.	El proyecto no tiene como finalidad el celebrar convenios para la preservación de áreas naturales, por lo que se considera que este criterio no es aplicable al proyecto.
Estrategia 2. Recuperación de especies en riesgo	
Acciones	**Forma de Cumplimiento**
Promover la recuperación del tamaño de las poblaciones de especies amenazadas o en peligro de extinción, listadas la NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, así como de aquellas indicadoras y/o emblemáticas cuya protección resulte en la	Las especies que se encuentren en alguna de las categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del proyecto serán intervenidas, para su correcto rescate y reubicación, con el fin de mitigar el posible daño que se genere en sus poblaciones. Lo mismo se aplicará a las especies indicadoras y/o prioritarias. Además, se promoverá la protección de estas especies entre los trabajadores, durante cada una de las etapas del

conservación del hábitat de otras especies prioritarias y que puedan ser objeto de seguimiento (monitoreo).	proyecto. Estas medidas se describen puntualmente en el Capítulo VII de este DTU-B.
Diseñar planes y programas estratégicos para la restauración de Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal que han estado sometidas a un uso y manejo constante por la actividad antrópica.	El presente criterio no aplica al proyecto, ya que es competencia de la federación formular y ejecutar programas de restauración ecológica. Por otro lado, se tomaron en cuenta los programas de ordenamiento aplicables al proyecto, con el fin de evitar dañar zonas con alta vulnerabilidad.
Formular directrices sobre traslocación de especies y programas de atención para las especies exóticas, así como para el control y erradicación de especies invasoras y plagas.	Formular directrices sobre traslocación, control y erradicación de especies exóticas invasoras es una acción que debe ser llevada a cabo desde los consensos gubernamentales y debido a que el proyecto es de carácter privado el mismo no le es aplicable.
Erradicar especies exóticas que afectan negativamente a las especies y los ecosistemas naturales de México, con énfasis en el territorio insular y en las Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal que se consideren prioritarias por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.	Si bien no le corresponde al promovente del proyecto erradicar las especies exóticas que afectan negativamente a los ecosistemas naturales, si se compromete a no incentivar la existencia de especies invasoras en el área del proyecto.
Establecer disposiciones legales, administrativas y políticas en materia de traslocación y el movimiento de especies, y que favorezcan la producción, comercio y consumo de las especies nativas.	Este criterio no es aplicable ya que no se prevé la traslocación de ninguna especie fuera del predio ni el comercio y consumo de especies nativas.
Llevar a cabo evaluaciones técnicas y científicas sobre el impacto que provoca la autorización para la traslocación e introducción de especies, sobre especies nativas y el ambiente en general.	El criterio no aplica al proyecto, ya que no se tiene planeado realizar la traslocación e introducción de especies.
Instrumentar el Programa de Conservación de Especies en Riesgo 2007-2012, y sus Programas de Acción para la Conservación de Especies en Riesgo.	El presente criterio, es competencia de la federación por lo que no aplica al proyecto. A pesar de ello, se realizarán medidas de mitigación del impacto a la fauna y flora presente, con un mayor enfoque en las incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Estas medidas se describen puntualmente en el Capítulo VII de este DTU-B.
Fomentar la recuperación de especies en riesgo mediante proyectos de reproducción, traslocación, repoblación y reintroducción, en el marco del Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA).	No aplica al proyecto, debido a que no se realizará reproducción, traslocación, repoblación y reintroducción, en el marco del Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA).
Estrategia 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad	
Acciones	**Forma de Cumplimiento**

Promover la integración de un sistema de apoyo al desarrollo científico que articule los esfuerzos, recursos y políticas de todas las instituciones de educación superior e investigación para el desarrollo e impulso de conocimiento sobre los ecosistemas y su biodiversidad.	El criterio no aplica al proyecto, debido a que este tiene como objetivo el desarrollo turístico y no la promoción del conocimiento sobre los ecosistemas. Sin embargo, con el fin de conocer el tipo de flora y fauna en el SAR y en el predio, se llevaron a cabo muestreos utilizando diferentes técnicas establecidas.
Formular estrategias de apropiación y manejo de la biodiversidad, en diferentes escenarios ambientales y culturales, que deriven preferentemente en el diseño de mejores técnicas de uso y el desarrollo de nuevos procesos industriales, productos y mercados para definir esquemas de manejo que permitan la sostenibilidad de los aprovechamientos.	La acción que se menciona en el criterio es competencia del gobierno, por lo que no aplica al proyecto.
Impulsar el desarrollo sustentable dentro de las áreas naturales protegidas y hacia fuera de ellas.	El criterio no es aplicable ya que el área donde se lleva a cabo el proyecto no se encuentra en una ANP.
Rescatar el manejo, formas de organización y valores derivados de los conocimientos empíricos o tradicionales, sean éstos etnobotánicos, etnozoológicos o de otro tipo.	La finalidad del proyecto es la realización de un desarrollo turístico, por lo que el criterio no aplica al proyecto.
Incorporar en la investigación sobre la biodiversidad, aspectos sociales y culturales (valores de uso, religiosos, estéticos, etc.); económicos (valor de los servicios ecológicos, usos actuales y potenciales y su aplicabilidad comercial, etc.), y de manejo (tecnologías, propagación, rehabilitación, etc.), además de los aspectos ecológicos y biológicos (demografía, diversidad genética, aspectos reproductivos, estatus, etc.).	La finalidad del proyecto no es la investigación de la biodiversidad, sin embargo, en la evaluación de impacto ambiental, se observaron aspectos sociales, económicos y ambientales.
Impulsar los estudios de valoración económica de los usos de la biodiversidad nacional, particularmente en el caso de los elementos más utilizados y de los usos que afectan negativamente los recursos.	Es competencia de la federación el impulsar estudios a nivel nacional, por lo que el criterio no aplica al proyecto.
Realizar esfuerzos de modelaje e investigación científica orientada a evaluar los impactos de las emisiones a la atmósfera y el efecto que produciría el cambio climático en las áreas naturales protegidas y en ecosistemas naturales, así como en la abundancia relativa de las especies que sean clasificadas como prioritarias para la conservación, de conformidad con la Ley General de Vida Silvestre), previendo los efectos que los cambios de unos acarrean para otros.	El proyecto, al no ser promovido por un ente gubernamental, no le concierne el modelaje e investigación científica que menciona el criterio.

Fortalecer en todos los niveles acciones de educación ambiental encaminadas a propiciar cambios de actitud y comportamiento en la sociedad frente a la biodiversidad.	Se prevé la ejecución de platicas informativas al personal que laborará en el proyecto, las cuales abarcaran temas de educación ambiental, protección a la fauna durante cada una de las etapas del proyecto y el manejo de los residuos que se generen.
Monitorear ecosistemas prioritarios amenazados.	El proyecto se encuentra en una región marina prioritaria, sin embargo, el criterio es competencia de entes gubernamentales, por lo que no aplica al proyecto.
Monitorear “puntos de calor” en tiempo real para detectar incendios.	No es competencia del proyecto la realización de dicha actividad, por lo que el criterio no aplica.
Monitorear especies silvestres para su conservación y aprovechamiento.	Se monitoreará la incidencia de especies de flora y fauna silvestres presentes en el proyecto, durante cada una de las etapas del proyecto.
Monitorear y evaluarlas especies exóticas o invasoras.	Se dará preferencia a las especies de flora nativa para la implementación de áreas verdes del proyecto y se evitará la instalación de flora y fauna exótica o invasora.
Estrategia 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, recursos genéticos y recursos naturales.	
Acciones	**Forma de Cumplimiento**
Operar el Fondo para el Fomento al Uso Sustentable de la Biodiversidad mediante proyectos de reproducción, repoblación, translocación y reintroducción de especies silvestres, así como el desarrollo de sus respectivos mercados.	Es competencia de entes gubernamentales la operación del fondo para el fomento al uso sustentable de la biodiversidad, por lo que el criterio no aplica al proyecto.
Fomentar el uso legal de los recursos genéticos y la distribución equitativa de los beneficios derivados de su uso.	Este criterio no es aplicable para el desarrollo del estudio, ya que las actividades a realizar no están relacionadas con los recursos genéticos.
Establecer mecanismos de bioseguridad para regular la manipulación de los recursos genéticos.	Este criterio no es aplicable para el desarrollo del proyecto, ya que las actividades a realizar no están relacionadas con los recursos genéticos.
Realizar una evaluación, tanto en el aspecto agrícola como en el alimentario, de las bondades y riesgos derivados de la liberación, consumo o utilización de productos transgénicos y organismos modificados genéticamente, tanto para el ambiente como para la salud humana.	Este criterio no es aplicable para el desarrollo del proyecto, ya que las actividades a realizar no están relacionadas con los recursos genéticos.
Establecer un programa nacional de biotecnología que mida el valor económico de los recursos genéticos nativos, fomente y oriente la investigación en ingeniería genética relacionada con especies nativas,	Este criterio no es aplicable para el desarrollo del proyecto, ya que las actividades a realizar no están relacionadas con los recursos genéticos.

establezca criterios, salvaguardas e indicadores de seguridad, y tenga también como propósito revalorar y reanimar el saber popular en torno al uso selectivo de la biodiversidad.	
Impulsar el conocimiento y la regulación del acceso a los recursos genéticos y sus usos, así como fomentar la expedición de patentes o registros asociados con la denominación de origen, la propiedad intelectual o el secreto industrial, según convenga, de los recursos genéticos derivados de la domesticación, selección o manipulación tradicional hecha por grupos mexicanos (indígenas, campesinos u otros).	Este criterio no es aplicable para el desarrollo del proyecto, ya que las actividades a realizar no están relacionadas con los recursos genéticos.
Estrategia 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos y pecuarios	
Acciones	**Forma de Cumplimiento**
Adoptar prácticas y tecnologías en materia de uso del suelo que sean acordes a las características agroecológicas y socioeconómicas de la región que permitan la conservación, mejoramiento y recuperación de su capacidad productiva y el uso eficiente de los recursos para maximizar su productividad.	El promovente no pretende realizar el establecimiento de sistemas productivos, ya que el proyecto es de carácter turístico por lo que el presente criterio se encuentra fuera de sus alcances o aplicaciones.
Elaborar manuales de técnicas y prácticas exitosas de conservación de suelos.	Esta acción no es aplicable ya que el proyecto una vez concluido no requerirá de la aplicación de técnicas de conservación de suelos.
Apoyar la realización de obras de conservación de suelo y agua a través de buenas prácticas agrícolas para regiones y cultivos, prácticas de mejoramiento de suelos y estrategias de reconversión productiva, así como el desarrollo de manuales para estos temas. Lo anterior, con un enfoque integral y preventivo, que permita a los productores rurales desarrollar sus actividades productivas con mayor certeza y de forma armónica con su entorno.	El proyecto no es de carácter agrícola, por lo que no le compete el criterio. Sin embargo, se pretende llevar a cabo acciones que ayuden a mitiga los impactos al suelo y el agua durante la ejecución de las actividades del proyecto.
Apoyar el desarrollo de proyectos ganaderos sustentables, que minimicen el impacto ambiental de la ganadería, que aprovechen las excretas en la obtención de biocombustibles para reducir la liberación de gases de efecto invernadero y que apoyen la recuperación o mejoramiento de la cobertura vegetal.	El presente proyecto consiste en un desarrollo habitacional, por lo que los criterios relacionados a aspectos ganaderos, pecuarios y apícolas no aplican al proyecto, como lo es los sistemas de riego y la obtención de biocombustibles.
Proteger los agostaderos con apoyos del componente Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola (PROGAN) del Programa de Usos Sustentable de Recursos Naturales para la Producción Primaria.	El presente proyecto consiste en un desarrollo habitacional, por lo que los criterios relacionados a aspectos ganaderos, pecuarios y apícolas no

	aplican al proyecto, como lo es los sistemas de riego y la obtención de biocombustibles.
Identificar proyectos prioritarios de tecnificación del riego, dando prioridad a las regiones con menor disponibilidad de agua, con el fin de contribuir a un uso más eficiente y sustentable del recurso, elevar la productividad por volumen de agua utilizado, e incrementar la rentabilidad de las actividades agrícolas en beneficio de los productores.	El presente proyecto consiste en un desarrollo habitacional, por lo que los criterios relacionados a aspectos ganaderos, pecuarios y apícolas no aplican al proyecto, como lo es los sistemas de riego y la obtención de biocombustibles.
Impulsar la reconversión productiva y tecnológica, fomentando el establecimiento de cultivos con menores requerimientos hídricos y mayor presencia en el mercado, así como la modernización integral de los sistemas de riego, desde la fuente de abastecimiento, la conducción del agua a las parcelas y su aplicación a los cultivos.	El presente proyecto consiste en un desarrollo habitacional, por lo que los criterios relacionados a aspectos ganaderos, pecuarios y apícolas no aplican al proyecto, como lo es los sistemas de riego y la obtención de biocombustibles.
Promover estudios para identificar áreas de oportunidad para inducir la realización de pequeñas y medianas obras para el manejo y conservación del suelo, agua y biodiversidad.	Durante la realización del proyecto, se contemplan actividades encaminadas a la mitigación de impactos de suelo, agua y la biodiversidad presente.
Apoyo del Programa de Activos Productivos para ganadería diversificada.	Este criterio no es aplicable debido a que las actividades principales en las que va enfocado al desarrollo habitacional y no pecuario.
Estrategia 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas	
Acciones	**Forma de Cumplimiento**
Incrementar la productividad del agua en distritos de riego.	El presente proyecto consiste en un desarrollo habitacional, por lo que los criterios relacionados a aspectos de infraestructura hidroagrícola no aplican al proyecto.
Rehabilitar y modernizar distritos y unidades de riego y temporal tecnificado.	
Promover el uso de agua residual tratada en los distritos de riego.	
Involucrar a las Asociaciones Civiles de Usuarios de Riego y a los Comités técnicos de Aguas Subterráneas en el impulso del ahorro de volúmenes y tecnificación del riego.	
Potenciar los recursos destinados a la modernización y tecnificación de la infraestructura hidroagrícola.	
Estrategia 7: Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	
Acciones	**Forma de Cumplimiento**
Impulsar la ejecución de proyectos de aprovechamiento forestal sustentable en zonas rurales y /o de población indígena.	

Mantener actualizada la zonificación forestal.	Tal criterio no aplica al proyecto, puesto que la finalidad de este es la construcción de un complejo turístico por lo que no se realizará un aprovechamiento forestal.
Fomentar el aprovechamiento forestal sustentable certificado.	
Instrumentar los Consejos Regionales Forestales en las Unidades de Manejo Forestal (UMAFORS)	
Incrementar la cobertura del diagnóstico fitosanitario en ecosistemas forestales.	
Impulsar las Promotoras de Desarrollo Forestal.	
Incrementar la superficie sujeta a manejo forestal para el aprovechamiento sustentable de recursos forestales maderables y no maderables.	
Estrategia 8: Valoración de los servicios ambientales.	
Acciones	**Forma de Cumplimiento**
Realizar estudios y análisis económicos en torno al impacto de la pérdida o disminución de elementos de la biodiversidad; en particular y prioritariamente, de aquellos que presten servicios ambientales directamente relacionados con la restauración y conservación de suelo fértil, y de regulación y mantenimiento de los ciclos hidrológicos.	Este criterio no es aplicable para la operación y mantenimiento del proyecto, en virtud de que no se desarrollarán actividades de investigación. A pesar de ello, para la planeación del proyecto se evaluó el impacto que tendrán las actividades, en los componentes naturales que se mencionan.
Identificar el potencial y la distribución de la prestación de servicios ambientales, así como a los usuarios y proveedores.	Este criterio no es aplicable para la operación y mantenimiento del proyecto, en virtud de que no se desarrollarán actividades de investigación. A pesar de ello, para la planeación del proyecto se evaluó el impacto de las actividades en los servicios ambientales.
Valorar los costos de la pérdida de los bienes y servicios ambientales asociada a la ejecución de proyectos de desarrollo.	La información requerida en este criterio se podrá encontrar en el presente DTU-B en los capítulos correspondientes.
Ampliar la atención institucional en el otorgamiento de estímulos fiscales o cualquier otro tipo de instrumento económico, dirigido a promover mayor participación de distintos sectores en estudios ambientales, uso sustentable, protección y conservación de la biodiversidad y de los servicios ambientales.	El presente criterio no aplica al proyecto, ya que es competencia de organismos gubernamentales el otorgamiento de estímulos fiscales.
Impulsar el desarrollo de mercados locales de pago por servicios ambientales.	El presente criterio no aplica al proyecto, ya que es competencia de entes gubernamentales el impulsar el desarrollo de mercados locales.
Fortalecer el cobro de derechos de goce y disfrute de las ANP.	La acción no es aplicable al proyecto, ya que este no se encuentra en una ANP.

Ampliar la superficie de los ecosistemas forestales incorporada al Programa de Pago por Servicios Ambientales.	El proyecto prevé el desmonte de la flora presente, por lo que no se realizará un registro al programa de pago por servicios ambientales.
Desarrollar mercados y cadenas productivas para productos y derivados de especies silvestres y recursos naturales aprovechados de manera sustentable.	Este criterio no es aplicable debido a que, el proyecto no involucrará el aprovechamiento de especies silvestres.
Desalentar el comercio de productos derivados del aprovechamiento no sustentable de los recursos naturales y la biodiversidad.	En virtud de que el proyecto va dirigido al sector turístico, este criterio no es aplicable ya que no involucrará el aprovechamiento no sustentable de los recursos naturales.
Fortalecer el Sistema Nacional de Auditorias Técnicas Preventivas de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).	Tales acciones conciernen a entes gubernamentales por lo que no aplica al proyecto.
Crear el Sistema Nacional de Certificación Forestal y de la Cadena de Custodia en la CONAFOR.	
Fomentar el turismo de naturaleza en las ANP.	Esta acción no es aplicable, ya que el área donde se encuentra el proyecto no es una ANP.
Estrategia 9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotadas	
Acciones	**Forma de Cumplimiento**
Mantener actualizada la disponibilidad media anual de las aguas superficiales en las cuencas hidrológicas del país y adoptar las medidas necesarias para el registro oportuno y veraz de los volúmenes concesionados y utilizados.	Este criterio no es aplicable en virtud de que el proyecto es de carácter privado. Por consiguiente, no involucra a ninguna institución de carácter público.
Instrumentar planes de manejo de acuíferos sobreexplotados.	
Propiciar la preservación de los ecosistemas del país procurando mantener el caudal ecológico.	
Instrumentar proyectos de recarga artificial de acuíferos.	
Operar Bancos de Agua.	
Desarrollar sistemas regionales de información para reforzar la gestión del agua por cuenca y acuífero.	El proyecto no tiene la facultad para desarrollar sistemas de información para la gestión del agua, sin embargo, se tomarán medidas en materia de aguas.
Dar un papel más relevante a los Comités Técnicos de Aguas en la gestión de los acuíferos.	Este criterio no es aplicable en virtud de que el proyecto es de carácter privado.
Fortalecer la organización y funcionamiento de los Consejos de Cuenca y sus órganos auxiliares.	

Reforzar los sistemas de medición y verificación del cumplimiento de los volúmenes concesionados.	En virtud de que no hay volúmenes concesionados, no es aplicable al proyecto.
Estrategia 10. Reglamentar el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos para su protección	
Acciones	**Forma de Cumplimiento**
Identificar cuerpos de agua de atención prioritaria.	Las acciones en mención no son aplicables al proyecto, debido a que es competencia de organismos gubernamentales la realización de estas.
Instrumentar reglamentos para el uso del agua en cuencas y elaborar proyectos de reglamentos en acuíferos prioritarios	
Ejecutar el proceso de planeación, programación, presupuesto y aplicación obligatoria de los Programas Hídricos por Cuenca Prioritaria.	
Establecer proyectos de veda de agua subterránea.	
Actualizar decretos de veda y poligonales acordes con las condiciones de agua renovable (disponibilidad) en las cuencas y acuíferos.	
Establecer declaratorias de reserva de aguas superficiales y subterráneas.	
Formular reglamentos para la distribución de las aguas superficiales por cuenca y subterránea por acuífero.	
Estrategia 11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por la CONAGUA	
Acciones	**Forma de Cumplimiento**
Contar con un programa de mantenimiento de infraestructura en las presas.	Debido a que el proyecto es turístico en una zona costera, y que no tiene relación con presas, este criterio no es aplicable en el desarrollo del estudio.
Crear un fondo nacional para el mantenimiento y rehabilitación de presas e infraestructura hidráulica mayor.	
Asegurar que los volúmenes de agua concesionados estén acordes con la disponibilidad de las fuentes de abastecimiento.	En virtud de que no hay volúmenes concesionados, este criterio no es aplicable para el desarrollo del proyecto.
Estrategia 12. Protección a los ecosistemas	
Acciones	**Forma de Cumplimiento**
Conservar los suelos mediante el fortalecimiento de instrumentos para su protección, programas de manejo sustentable de tierras y fortalecimiento de criterios ambientales en los programas agropecuarios y forestales mediante acciones transversales con la SAGARPA.	No le compete al promovente del proyecto, la realización de las acciones que se mencionan
Realizar estudios para la conservación y mejoramiento de pastizales y agostaderos, a fin de impulsar la explotación racional de las tierras dedicadas a la ganadería.	La naturaleza del proyecto no tiene que ver con actividades agrícolas o ganaderas, por ello, el criterio no es aplicable.

Ejecutar proyectos de preservación y ordenamiento forestal sustentable en zonas rurales y/o de población indígena.	El criterio no aplica, ya que el proyecto no se ejecutará en zonas rurales y/o indígenas.
Regular la expansión de la frontera agrícola y ganadera hacia territorios con interés para la preservación o protección.	La naturaleza del proyecto no tiene que ver con actividades agrícolas o ganaderas, por ello, el criterio no es aplicable.
Controlar, mitigar y prevenir la desertificación y actualizar e implementar el Programa Nacional de Lucha contra la Desertificación, fortaleciendo las capacidades mediante el Sistema Nacional de Lucha contra la Desertificación y Degradación de los Recursos Naturales (SINADES).	La naturaleza del proyecto no tiene que ver con actividades agrícolas o ganaderas, por ello, el criterio no es aplicable. No obstante, se llevarán a cabo medidas de mitigación para reducir del impacto de las actividades del proyecto sobre el suelo. Estas medidas se describen en el Capítulo VII de este DTU-B.
Estrategia 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes	
Acciones	**Forma de Cumplimiento**
Promover que el uso y aplicación de plaguicidas agrícolas sea realizado por profesionales certificados.	Este criterio no es aplicable debido a que las actividades principales en las que va enfocado el proyecto son turísticas y no agrícola.
Promover el manejo integrado de plagas como estrategia de control en los sistemas de producción.	
Promover la generación y uso de biofertilizantes y bioplaguicidas en las actividades agrícolas.	
Estrategia 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios	
Acciones	**Forma de Cumplimiento**
Reforestar tierras preferentemente forestales con especies nativas, apropiadas a las distintas zonas ecológicas del país y acordes con los cambios en las tendencias climáticas.	Se tratará, en lo posible, de implementar áreas verdes con especies nativas, dándole mayor relevancia a los individuos forestales. Lo anterior, se menciona con más detalle en el capítulo VII de medidas de mitigación.
Restaurar zonas con suelos erosionados y/o degradados debido a la deforestación y uso no sustentable de la tierra, mediante obras apropiadas de conservación y restauración de suelos y reforestación, poniendo énfasis en prácticas agronómicas (no mecánicas) y biológicas que mejoren la calidad de los mismos.	Con la implementación de áreas verdes, se espera que se reduzca el impacto que provocará el desmonte en el sitio del proyecto y, con ello, la erosión del suelo. Además, en el capítulo VII se proponen las medidas de mitigación necesarias para la conservación de suelos.
Elaborar manuales de técnicas y prácticas exitosas de conservación y restauración de ecosistemas y especies, y aplicarlos.	Durante el desarrollo del proyecto no se tiene como finalidad realizar actividades de investigación, ni elaborar manuales, sin embargo, el presente Documento Técnico Unificado desprende información técnica-jurídica que podrá ser consultada de manera pública.

Compensar las superficies forestales pérdidas debido a autorizaciones de cambio de uso del suelo, con acciones de restauración de suelos y reforestaciones en otras áreas.	Como parte de las medidas de compensación por los efectos adversos, se propone realizar la reforestación de 1.2 ha dentro del polígono del ANP Parque Estatal “Estero El Salado”. Esta medida se describe particularmente en el Capítulo VII de este DTU. Además, se declara que no se iniciarán actividades de cambio de uso de suelo hasta obtener la autorización de CUSTF correspondiente.
Aumentar la superficie con plantaciones forestales comerciales, para recuperar la cobertura forestal en zonas deforestadas, disminuir la presión sobre los bosques nativos e impulsar el mercado nacional de productos forestales.	Se implementarán áreas verdes, aunque no se tiene la finalidad tener plantaciones forestales comerciales, por lo que este criterio no le aplica.
Recuperar áreas degradadas por la actividad de extracción de hidrocarburos o por extracción de materiales de construcción.	Este criterio no es aplicable debido a que no se llevarán a cabo actividades de extracción de hidrocarburos.
Reforestación y revegetación de predios ganaderos apoyados, con el componente PROGAN.	Debido a que el proyecto no contempla actividades ganaderas, este criterio no es aplicable.
Elaborar 32 Guías Técnicas Estatales para la reforestación, revegetación y protección de agostaderos y obras y prácticas para el aprovechamiento sustentable del suelo y agua, por el componente PROGAN.	El criterio no aplica al proyecto, ya que le compete al gobierno federal la elaboración de tales guías.
Estrategia 15. Aplicación de los productos de la investigación en el sector minero al desarrollo económico y social, y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables	
Acciones	**Forma de cumplimiento**
Generar y aplicar el conocimiento geológico del territorio para promover la inversión en el sector.	No le corresponde al promovente del proyecto la generación de conocimiento científico o información a nivel del territorio para promover la inversión en el sector geológico.
Brindar capacitación y asesoría técnica de apoyo a la minería.	Este criterio no aplica para el desarrollo del estudio, ni del proyecto debido a que no se llevaran a cabo actividades relativas a la minería.
Apoyar con información y conocimiento geocientífico a instituciones e inversionistas, para impulsar y coadyuvar en la atracción de nuevos capitales hacia la actividad minera, así como para solucionar las demandas sociales en lo relacionado al uso óptimo del suelo y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	Este criterio no aplica para el desarrollo del estudio, debido a que no se llevaran a cabo actividades relativas a la minería.
Estrategia 15BIS: Coordinación entre los sectores minero y ambiental.	

Acciones	Forma de cumplimiento
Desarrollar acciones de colaboración entre el sector minero y las autoridades ambientales, que promuevan el desarrollo sustentable de la industria minera, así como mejorar los mecanismos específicos de gestión y control en las diferentes fases de sus actividades.	Este criterio no aplica para el desarrollo del estudio, ni del proyecto debido a que no se llevaran a cabo actividades relativas a la minería.
Promover la participación de los diversos representantes del sector minero en los ordenamientos ecológicos regionales o locales que se desarrollen.	
Intensificar acciones de asesoría a los medianos y pequeños mineros, para favorecer mayores niveles de cumplimiento ambiental.	
Estrategia 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo	
Acciones	**Forma de cumplimiento**
Diversificar y consolidar la oferta turística, a través del desarrollo de productos turísticos en las categorías de sol y playa, turismo de naturaleza, cultural, salud, cruceros, reuniones, deportivo, turismo religioso, urbano, turismo social y otros que se consideren pertinentes de acuerdo a los criterios de la política turística nacional.	El desarrollo del proyecto se reflejará en la creación de una oferta turística, puesto que consiste en la implementación de un desarrollo turístico-habitacional.
Impulsar la integración de circuitos y rutas temáticas y regionales donde se integren las diversas categorías de productos en las categorías de sol y playa, turismo de naturaleza, cultural, salud, cruceros, reuniones, deportivo, turismo religioso, urbano, turismo social y otros que se consideren pertinentes de acuerdo a los criterios de la política turística nacional.	Este criterio no es aplicable en el desarrollo del proyecto, ya que la integración de circuitos y rutas temáticas es una iniciativa que debe partir de las instancias gubernamentales locales, sin embargo, el proyecto se pudiera sumar al dar cumplimiento a los criterios de política turística nacional.
Vincular de manera transversal todas las acciones de planeación y desarrollo de oferta competitiva en las instancias de la SECTUR, FONATUR, Consejo de Promoción Turística de México (CPTM) y Centro de Estudios Superiores en Turismo (CESTUR).	La acción que se menciona no aplica al proyecto, ya que tal acción les corresponde a organismos gubernamentales.
Integrar programas, acciones e instrumentos de fomento a la oferta como los programas tecnológicos, de asistencia técnica y financiamiento (MIPyMEs).	El proyecto no tiene la finalidad de ofrecer servicios de educación, por lo que tal acción no le es aplicable.
Sistematizar y socializar la información estratégica sobre el desarrollo turístico su evolución, perspectivas y competitividad entre otros.	El proyecto no tiene la finalidad de ofrecer servicios de educación, por lo que tal acción no le es aplicable

Incorporar criterios ambientales (tales como: sistema de tratamiento de aguas, restauración de cubierta vegetal, manejo y disposición de residuos sólidos, otros) en la autorización de desarrollos turísticos en sitios con aptitud turística.	El presente DTU-B, particularmente en su Capítulo VII, presenta diversas medidas de prevención, mitigación y compensación para atender a los impactos adversos potenciales por la implementación del proyecto, así como para dar cumplimiento a la normatividad y criterios ambientales que le sean aplicables.
Gestionar infraestructura de bajo impacto acorde con el tipo de turismo (de naturaleza, de aventura, rural, de la salud e histórico cultural) y asegurar un mantenimiento periódico.	En el presente proyecto, si bien no se ha contemplado el uso de infraestructura de bajo impacto, se tomarán medidas que mitiguen los impactos que se generen las estructuras de alto impacto.
Estrategia 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional	
Acciones	**Forma de cumplimiento**
Identificar y priorizar inversiones y acciones de política pública con criterios regionales de fortalecimiento y diversificación.	Este criterio no es aplicable debido a que el proyecto va enfocado al turismo y no es de carácter social.
Identificar y priorizar inversiones y acciones de política con criterios regionales de impulso a zonas marginadas.	
Actualizar y ampliar el Programa Agenda 21 para el Turismo Mexicano, mediante la evolución de la metodología de indicadores y el desarrollo de la capacidad de respuesta *in situ* para el seguimiento, verificación del cumplimiento de metas y su integración a los planes de desarrollo de los destinos turísticos.	Les compete a entes gubernamentales la realización de la actividad en mención, por lo que no le aplica al proyecto.
Promover acciones de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático en los destinos turísticos principalmente en las costas.	El capítulo VII, relativo a las medidas de mitigación, desarrolla acciones para minorizar el impacto ambiental que pudiera ser generado por la construcción del proyecto.
Participar en los programas de investigación, sobre las causas y efectos de los fenómenos naturales, el perfeccionamiento de monitoreo y alertamiento de la población y los turistas en los destinos turísticos más vulnerables del país.	El objetivo del proyecto no es de investigación, además de que la acción que se menciona es competencia de órganos gubernamentales.
Mejorar los criterios de operación de los Convenios de Coordinación en materia de reasignación de recursos, de manera que se apoyen proyectos que obedezcan a esquemas de planeación o de prioridades estratégicas regionales.	Es competencia de entes gubernamentales, la realización de convenios de coordinación, por lo que el criterio no le aplica al proyecto.
Fomentar que se generen las sinergias con el CPTM y FONATUR, para evaluar y en su caso rediseñar sobre la base de su evolución, cobertura	Es competencia de entes gubernamentales, la realización de convenios de coordinación, por lo que el criterio no le aplica al proyecto.

geográfica y desempeño en los mercados, los programas regionales "Centros de Playa", "Mundo Maya", "Tesoros Coloniales", "Ruta de los Dioses", "Frontera Norte" y "En el Corazón de México".	
Estrategia 23. Sostener y diversificar la demanda turística domestica e internacional con mejores relaciones consumos (gastos turista) beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional	
Acciones	**Forma de cumplimiento**
Identificar segmentos de mercado nacionales e internacionales no atendidos y/o emergentes, así como sus necesidades de accesibilidad por infraestructuras, equipamientos y de financiamiento al consumo.	El proyecto tiene como objeto el desarrollar áreas turísticas dentro de una zona costera, por lo que este criterio no es aplicable para el mismo.
Cartografiar y monitorear segmentos y nichos de mercado convencionales y especializados; actuales y emergentes.	
Organizar la investigación de mercados y su socialización para apoyar la toma de decisiones entre entidades públicas, privadas y sociales.	El Proyecto consiste en la construcción y operación de un desarrollo habitacional-turístico por un promovente privado, por lo que no le compete la aplicación de este criterio.
Crear mecanismos para ampliar la práctica del turismo en el mercado doméstico.	Aunque el proyecto no se enfoque en actividades en el mercado doméstico, si se inclina en actividades turísticas con el menor impacto ambiental posible. Sin embargo, no se crearán planes, normas, ni ningún tipo de ordenamiento.
Impulsar programas de turismo para segmentos especializados del turismo doméstico: adultos mayores, jóvenes, estudiantes, discapacitados y otros que se consideren pertinentes.	El Proyecto consiste en la construcción y operación de un desarrollo habitacional-turístico por un promovente privado, por lo que no le compete la aplicación de este criterio.
Fomentar programas de financiamiento a la demanda de turismo doméstico, incluyendo equipamiento especializado para la accesibilidad de los discapacitados.	
Estrategia 31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bies estructuradas y menos costosas.	
Acciones	**Forma de cumplimiento**
Atender las zonas marginadas con alta concentración de pobreza, mediante el mejoramiento de la infraestructura básica y equipamiento urbano, así como con la entrega de servicios sociales y acciones de desarrollo comunitario.	El Proyecto consiste en la construcción y operación de un desarrollo habitacional-turístico por un promovente privado, por lo que no le compete la aplicación de este criterio.

Fortalecer el rescate de espacios públicos deteriorados e inseguros para fomentar la identidad comunitaria, la cohesión social, la generación e igualdad de oportunidades y la prevención de conductas antisociales.	El presente criterio no es aplicable al proyecto, sin embargo, se puede tomar como una oportunidad de generar cohesión social, oportunidades laborales y la promoción de una cultura medioambiental responsable.
Brindar asistencia técnica y apoyos para el fortalecimiento institucional y para la realización de estudios y proyectos en los municipios destinados al mejoramiento de la infraestructura, el equipamiento y la prestación de servicios en materia de transporte y movilidad urbana.	El presente criterio no es aplicable al proyecto, sin embargo, se puede tomar como una oportunidad de generar cohesión social, oportunidades laborales y la promoción de una cultura medioambiental responsable.
Promover el incremento de la cobertura en el manejo de residuos sólidos urbanos.	No aplica al promovente del proyecto en virtud de que no se promoverá el incremento de cobertura del manejo de residuos, sin embargo, del capítulo VII se desprende como medida de mitigación el manejo de residuos.
Mejorar la comprensión, experiencia y disfrute de las ciudades a través de la integración de estrategias de información y mecanismos de identidad en el mobiliario urbano, lo que contribuirá a fomentar la movilidad peatonal y turística, así como el acceso a los sistemas de transporte público.	El proyecto fomentará el turismo sostenible a efecto de que, tanto turistas como pobladores puedan disfrutar de la ciudad e instalaciones de manera responsable.
Promover la constitución de asociaciones de municipios para que impulsen conjuntamente proyectos dirigidos a la construcción o mejoramiento de infraestructura en materia de rellenos sanitarios, drenaje, agua potable, transporte urbano y suburbano.	Este criterio no es aplicable en virtud de que el proyecto es de carácter privado. Por consiguiente, no involucra a ninguna institución de carácter público.
Estrategia 33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conllevan a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza	
Acciones	**Forma de cumplimiento**
Mejorar el ingreso promedio de los hogares rurales con menores percepciones económicas en términos reales.	En virtud de que el proyecto será desarrollado por el sector privado, el cual no cuenta con las facultades de optimizar los recursos públicos a efecto de incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural; además, ese mismo cuenta con la finalidad de la construcción de un desarrollo turístico. Por lo anterior, las acciones de este criterio no son aplicables para el proyecto.
Aplicar el Programa Especial Concurrente (PEC) (Ley de Desarrollo Rural Sustentable) a través de la Comisión Intersecretarial para el Desarrollo Rural Sustentable (CIDRS).	
Acrecentar la articulación de los recursos y esfuerzos que, en materia de desarrollo de capacidades para la población rural, impulsan los organismos públicos, sociales y privados en los ámbitos federal, estatal y municipal,	

mediante el fortalecimiento del Sistema Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Rural Integral (SINACATRI).	
Establecer proyectos regionales de carácter integral y solicitar al poder Legislativo un presupuesto específico y exclusivo para este tipo de proyectos con recursos de aplicación concurrente.	
Coordinar la formulación y realización de los Programas Municipales y Estatales de Capacitación Rural Integral (PMCRI), dentro de la estrategia del SINACATRI y la operación del Servicio Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Rural Integral (SENACATRI).	En virtud de que el proyecto será desarrollado por el sector privado, el cual no cuenta con las facultades de optimizar los recursos públicos a efecto de incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural; además, ese mismo cuenta con la finalidad de la construcción de un desarrollo turístico. Por lo anterior, las acciones de este criterio no son aplicables para el proyecto.
Atender preferentemente las demandas de los habitantes rurales de bajos ingresos en materia de desarrollo de capacidades, inversión rural y organización para la operación y consolidación de proyectos de diversificación económica y productiva, que tomen en cuenta explícitamente las necesidades e intereses de los hombres y de las mujeres.	
Brindar atención prioritaria en el desarrollo de capacidades a los segmentos de la población con mayores rezagos y tradicionalmente excluidos, tales como mujeres, jóvenes e indígenas, con la finalidad de que generen sus propias iniciativas de desarrollo.	
Estrategia 37. Integrar mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	
Acciones	**Forma de cumplimiento**
Desarrollar actividades que permitan aumentar las habilidades, conocimientos y capacidad de gestión de los grupos rurales prioritarios y comunidades con presencia indígena, señalados en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (PND), así como asistirlos de manera permanente en sus proyectos productivos.	El presente criterio no aplica al proyecto, ya que no se localizan grupos rurales prioritarios ni comunidades indígenas en la zona.
Apoyar y promover la incorporación al desarrollo social y económico de las mujeres habitantes de los ejidos y comunidades con presencia indígena y pobreza patrimonial.	
Brindar servicios que permitan la conciliación entre la vida laboral y familiar, para mejorar la calidad de vida de las mujeres, así como la de sus hijos	El presente criterio no puede ser aplicado para al proyecto, debido a que el objetivo del proyecto es la construcción de un desarrollo turístico, sin

Facilitar la integración de la mujer al mercado laboral mediante la expansión del sistema de estancias infantiles.	embargo, durante las diferentes etapas se contratará personal dando oportunidad laboral a los habitantes cercanos al proyecto propiciando la integración laboral de las mujeres.
Estrategia 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza	
Acciones	**Forma de cumplimiento**
Asegurar que ningún niño o joven quede fuera de las instituciones educativas por tener que trabajar en actividades domésticas o productivas para asegurar su sustento o el de su familia.	Dado que el proyecto tiene como finalidad llevar a cabo la construcción de un desarrollo turístico cuyas actividades no se relacionan con el fomento del desarrollo a personas con capacidades diferentes o en condiciones de pobreza, sin embargo, durante la realización del proyecto se generarán empleos que podrá ser realizado por estos sectores de la población.
Promover la asistencia y permanencia escolar a través de becas educativas para la población más pobre.	
Otorgar becas y apoyo para la adquisición de útiles escolares a los niños y jóvenes de familias que viven en condición de pobreza, con el fin de que tengan acceso a una educación de calidad que les permita desarrollar sus capacidades y habilidades para vincularse de manera efectiva con el mercado de trabajo.	
Apoyar a las personas en condiciones de pobreza para la entrada y permanencia a educación técnica, media y superior u otro tipo de capacitación que facilite el acceso a mejores fuentes de ingreso.	
Brindar asistencia técnica y capacitación con el fin de facilitar el acceso a fuentes de financiamiento productivo.	
Estrategia 42. Asegurar la definición y es respeto a los derechos de propiedad rural	
Acciones	**Forma de cumplimiento**
Defender los derechos de los sujetos agrarios ante los órganos jurisdiccionales o administrativos como función permanente de servicio social, desarrollando programas permanentes de vigilancia al cumplimiento de la ley.	En virtud de que el proyecto no se localiza en una propiedad rural, ni se relaciona con actividades relacionadas a derechos agrarios, estas acciones no se relacionan con el proyecto por lo que, no son aplicables al mismo.
Promover programas de ordenamiento de la propiedad rural que garanticen la seguridad y certeza jurídica en la tenencia de la tierra, a fin de reducir la incidencia de conflictos en el campo y facilitar el desarrollo del mercado de tierras.	
Desincorporar tierras de propiedad social para inducir el crecimiento ordenado de ciudades o centros de población.	

Promover la restructuración y consolidación de las formas organizativas y asociativas al interior de los Núcleos Agrarios, para optimizar el aprovechamiento de sus recursos conforme a sus vocaciones.	
Estrategia 43. Impulsar el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil	
Acciones	**Forma de cumplimiento**
Desarrollar herramientas de información geográfica, empleando tecnologías actuales como la Cartografía Digital y los Sistemas de Información Geográfica, para facilitar el análisis geográfico, geológico, biológico y estadístico de las características de los Núcleos Agrarios y las Localidades Rurales vinculadas, que contribuya al fortalecimiento de las actividades de organización, gestión y planeación en la propiedad rural.	A pesar de que el proyecto no impulsará el desarrollo regional mediante las acciones que se desprenden de ese criterio, si se utilizaron planos georeferenciados que forman parte de los anexos de la presente DTU-B, los cuales podrán ser consultados mediante consulta pública.
Contribuir al desarrollo rural sustentable, integrando y manteniendo actualizada la información registral y catastral de la propiedad rural del país.	Este criterio no es aplicable ya que el proyecto se desarrollará en un área compatible a las actividades turísticas.
Integrar al Catastro Rural Nacional información geográfica, geológica, biológica, de uso y vocación del suelo de los Núcleos Agrarios y Localidades Rurales vinculadas.	Este criterio no es aplicable debido a que el proyecto no se encuentra en algún núcleo agrario, sin embargo, para el desarrollo del estudio se utilizaron herramientas como, cartografía digital para analizar la geografía, geología, entre otras.
Estrategia 44. Impulsar el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	
Acciones	**Forma de cumplimiento**
Impulsar el desarrollo social, con un enfoque de largo plazo, al reducir las disparidades regionales a través de compensar a las regiones que aún no han sido atendidas.	La finalidad del proyecto es la construcción de un desarrollo turístico, en virtud de lo anterior, el proyecto no se relaciona con lo que se desprende de la estrategia cuadragésimo-cuarta, lo anterior debido a que es un proyecto promovido por un particular.
Establecer procesos de planeación regional que generen políticas sectoriales, transversales, de impacto regional acordes con la realidad de cada región; espacios de diálogo entre los actores públicos y privados involucrados para lograr acuerdos de desarrollo regional; y mecanismos que fomenten la colaboración intersecretarial e institucional en materia de desarrollo regional.	

Fomentar la formulación y aplicación de los programas de ordenamiento ecológico en las costas, estados y municipios que por sus características ambientales resulten de atención prioritaria.	El proyecto actual se realiza acorde con los criterios aplicables del ordenamiento ecológico estatal. En el presente capítulo del DTU-B se presenta la vinculación del proyecto con los Ordenamientos Ecológicos aplicables.
Promover que los instrumentos de planeación y gestión del territorio que se pretendan realizar en las diferentes regiones del país sean congruentes con los programas de ordenamiento ecológico vigentes, mediante una adecuada y eficaz coordinación interinstitucional y concertación con la sociedad organizada.	
Generar sinergia entre los sectores que tienen a cargo otros instrumentos de planeación territorial a fin de complementar e integrar políticas públicas. Tal como puede ser el ordenamiento territorial, integrado con el ordenamiento ecológico. Asimismo, hacer del conocimiento de legisladores e inversionistas estos instrumentos a fin de obtener presupuesto y recursos adicionales.	A pesar de que no es competencia de la Promovente realizar las acciones establecidas en este punto, en el presente capítulo del DTU-B se resalta la vinculación del proyecto con los ordenamientos ecológicos, así como con los ordenamientos territoriales que le aplican al área del proyecto.

III.3 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

III.3.1 Áreas Naturales protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son zonas de un territorio sujetas regímenes especiales de protección, conservación, restauración de los ambientes naturales, salvaguarda de la diversidad genética de especies silvestres, aprovechamiento sustentable de los servicios ecosistémicos y mejora de la calidad de vida en poblaciones a sus alrededores. La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) administra actualmente 232 Áreas Naturales Protegidas de carácter federal, que en conjunto representan 98,000,719 hectáreas.

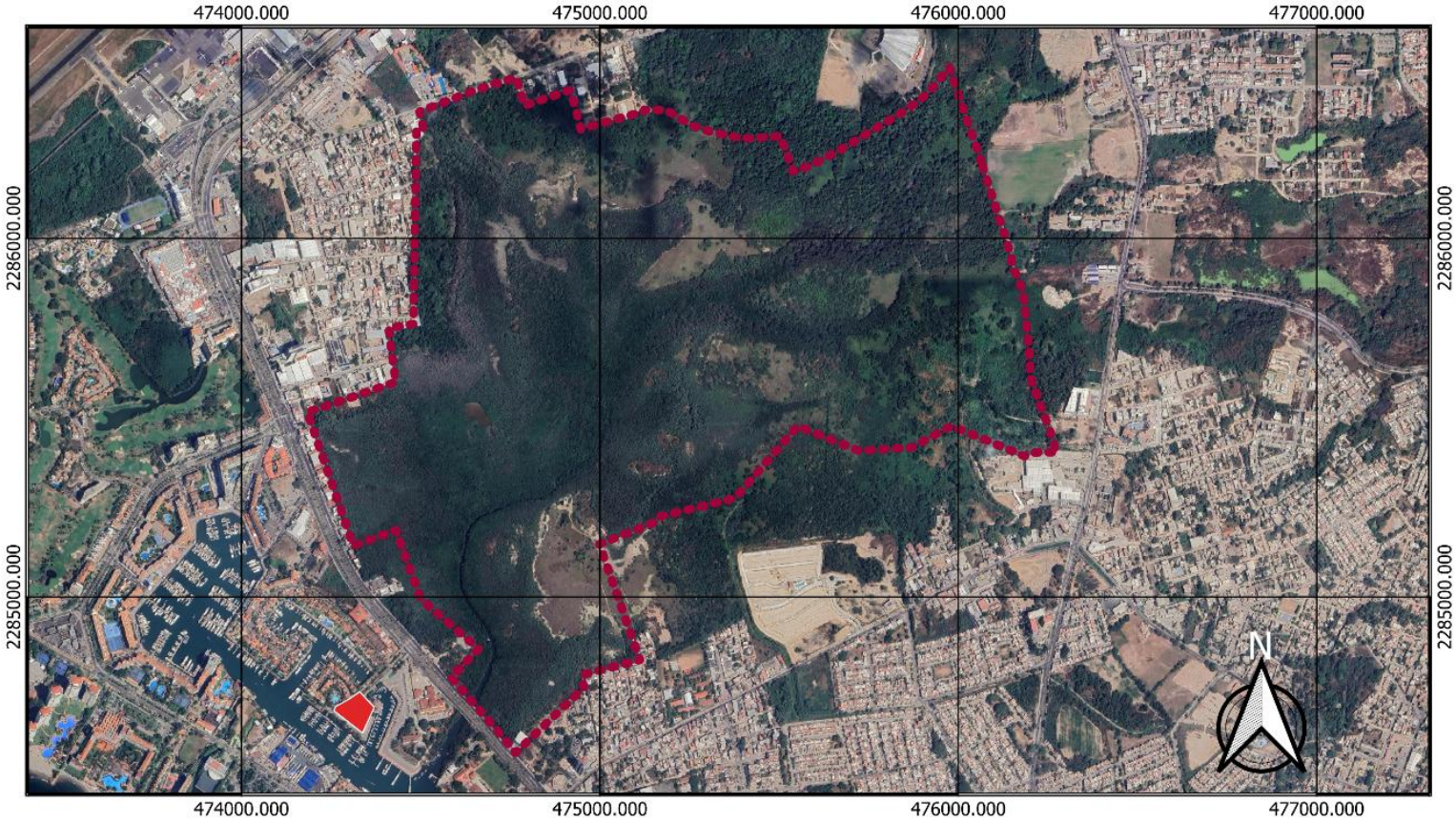
El área del Proyecto no se encuentra dentro ni colinda con alguna ANP. Sin embargo, a una distancia aproximada de 240 metros lineales en dirección noreste se localiza el "Estero El Salado". Esta área fue decretada bajo la categoría de Zona de Conservación Ecológica desde el año 2000 debido a su valor biológico y cultural. Posteriormente, el 12 de marzo de 2020 fue declarada, mediante Decreto del Gobernador Constitucional del Estado de Jalisco, publicado en el Periódico Oficial del Estado, Tomo CCCXCVII, Número 23, Sección III, el 12 de marzo de 2020, Área Natural Protegida bajo la categoría de Parque Estatal con un área protegida que abarca una superficie de 208-80-45 hectáreas.

El **Estero El Salado** es considerado como un estero urbano debido a que se encuentra rodeado por el crecimiento civil de la ciudad de Puerto Vallarta. De su superficie total, aproximadamente 135 corresponden a vegetación de manglar y marismas. **Esta vegetación de manglar se encuentra a más de 100 metros del área del proyecto.**

El objetivo de esta ÁNP es restaurar, rehabilitar, conservar y proteger el estero El Salado, el cual contiene una comunidad importante de aves, mamíferos, reptiles, anfibios, peces, crustáceos e insectos, así como un remanente de manglar, (con tres de seis especies existentes en México: *Avicennia germinans*, *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa*), así como algunos elementos de selva mediana subcaducifolia, bosque espinoso, marismas (pastos halófitos) y vegetación acuática y subacuática.

Como referencia de la ubicación de esta ANP, se presenta el siguiente mapa que incluye la delimitación del proyecto y la delimitación del Parque Estatal "Estero El Salado" de acuerdo con las coordenadas de los vértices incluidos dentro del Decreto.

Plano III. 3. Localización del proyecto respecto al ANP Estero El Salado



III.3.1.1 Vinculación con el Decreto del Gobernador del estado de Jalisco por el que se establece como Área Natural Protegida de competencia estatal como Parque Estatal "Estero El Salado", con una superficie de 208-80-45 hectáreas, ubicada en el municipio de Puerto Vallarta, Jalisco

Pese a que la delimitación oficial del **Parque Estatal "Estero El Salado" no comparte superficie con el área del proyecto "Alisia"**, dado que este se encuentra a una distancia aproximada de 240 metros lineales, se presenta la vinculación con el Decreto del Parque Estatal Estero El Salado con el fin de asegurarse que el proyecto no contraviene ninguno de los artículos establecidos para el manejo del ANP.

> ***ARTÍCULO PRIMERO****. Se DECRETA como Área Natural Protegida de competencia estatal en su categoría de Parque Estatal denominado "Estero El Salado", conformada por un polígono de 208-80-45 hectáreas, ubicado en el municipio de Puerto Vallarta, Jalisco.*

Vinculación: El presente artículo tiene carácter informativo y establece la creación del Área Natural Protegida de competencia estatal bajo la categoría de Parque Estatal "Estero El Salado", con una superficie de 208-80-45 hectáreas, ubicada en el municipio de Puerto Vallarta, Jalisco.

Con base en el análisis cartográfico (**Plano III.1**), se corrobora que el predio del proyecto se localiza fuera de los límites oficialmente decretados del Parque Estatal.

> ***ARTICULO SEGUNDO.*** *El Parque Estatal "Estero El Salado" tiene como finalidad asegurar la conservación, el uso y destino de la superficie cuya belleza escénica es representativa y emblemática para el Municipio de Puerto Vallarta, para la zona metropolitana Puerto Vallarta-Bahía de Banderas y para la preservación de un ambiente natural de importancia para todo el Estado, dado el valor científico, educativo, de recreo y de valor histórico, por la existencia de flora y fauna.*

Vinculación: La implementación del proyecto no interfiere ni limita las actividades de conservación, restauración o manejo previstas dentro del Parque Estatal Estero El Salado ya que no se contempla ningún tipo de actividad dentro del perímetro protegido que contravenga los objetivos de conservación del área natural. Aunque el proyecto se ubica fuera del ANP, se reconoce su cercanía. Por ello se han definido medidas de prevención y mitigación dirigidas a evitar impactos indirectos sobre especies de flora y fauna, las cuales se describen a detalle dentro del Capítulo VII.

> ***ARTICULO TERCERO.*** *El polígono que comprende el Parque Estatal "Estero El Salado", forma una figura irregular que se aprecia en el plano de ubicación que se inserta a continuación, con las colindancias resultantes del polígono delimitado por los*

vértices contenidos en el presente decreto. El parque Estatal "Estero El Salado" se localiza sobre la planicie costera del Pacífico en el punto de unión entre dos zonas de contacto: La Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre del Sur. La planicie configura lo que se denomina Bahía de Banderas. (…)

Vinculación: El proyecto no interfiere con la delimitación oficial ni con la ubicación geográfica estratégica del Parque Estatal "Estero El Salado" como puede observarse dentro del **Plano III.1**.

ARTICULO CUARTO. *La superficie y áreas que conforman el polígono se indica en el siguiente plano:*



Vinculación: El Proyecto no interfiere con la delimitación oficial ni con la ubicación geográfica estratégica del Parque Estatal "Estero El Salado" como puede observarse dentro del **Plano III.1**.

ARTÍCULO QUINTO. *La delimitación incluye las siguientes zonas y permite identificar y delimitar las porciones del territorio que conforman el Parque Estatal "Estero El Salado", acorde con sus elementos biológicos, físicos y socioeconómicos:*

- ***a)*** *La "Zona I" que corresponde al polígono del Estero "El Salado", que es el Área Natural Protegida, bajo la categoría de Zona de Conservación Ecológica, creada mediante Decreto 18431 del Congreso del Estado de Jalisco y publicado en el periódico Oficial "El Estado de Jalisco" el 27 de julio de 2000, con una superficie de 168.9650 Ha.*
- ***b)*** *La "Zona II" que corresponde al polígono adicional con una superficie de 29.8395 hectáreas.*

Vinculación: Como puede observarse en el **Plano III.1**, el polígono donde pretende desarrollarse el proyecto se encuentra fuera de los límites tanto de la Zona I como de la Zona II del Estero El Salado, por tanto, el emplazamiento del proyecto no interfiere con la delimitación de esta ANP.

> ***ARTÍCULO SEXTO.*** *Las modalidades a que se sujetarán dentro del área, el uso o aprovechamiento de los recursos naturales en general o específicamente de aquellos sujetos a protección en el ámbito estatal son los siguientes:*
>
> ***I.*** *La conservación y restauración del ecosistema se llevará a cabo con la finalidad de recuperar la funcionalidad de las dinámicas ecológicas e hidrológicas;*

Vinculación: El desarrollo del proyecto no contraviene con la finalidad de recuperar la funcionalidad de los dinámicas ecológicas e hidrológicas dentro del ANP Parque Estatal Estero El Salado. Sin embargo, se reconoce que, por la cercanía del proyecto al ANP, este pudiera verse impactado de manera indirecta por las actividades que se pretenden realizar, por tal motivo, se han propuesto una serie de medidas de prevención, mitigación y compensación ante los posibles impactos del proyecto sobre el ecosistema. Estas medidas se describen con mayor detalle en el Capítulo VII.

> ***II.*** *La realización de cualquier obra, así como de aquellas actividades que afecten o puedan afectar la conservación, restauración y restablecimiento de los elementos naturales en la zona comprendida por el presente Decreto, deberá quedar sujeta a las condiciones que se establezcan en el Programa de Aprovechamiento, en el Plan de Manejo y en lo que determine la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, en el ámbito de sus atribuciones y con base en la normatividad aplicable;*

Vinculación: Las obras que se pretenden realizar no se encuentran dentro del polígono delimitado dentro del Decreto. Sin embargo, se reconoce la cercanía del proyecto con el ANP, por ende, para evitar la posible afectación indirecta hacia el ecosistema de manglar, así como a la gran cantidad de especies que este alberga, se establecerán una serie de medidas de prevención, mitigación y compensación de los posibles impactos que la construcción del proyecto pudiera genera. Estas medidas se describen con detalle en el Capítulo VII. A su vez, el proyecto es puesto a evaluación por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y, en caso de que sea positiva, el proyecto se apegará a lo indicado dentro de esta.

> ***III.*** *La realización de cualquier obra o actividad privilegiará la conservación, protección, restauración y uso sustentable de los recursos hídricos, los elementos biológicos y ecosistemas asociados a éstos, así como los servicios ambientales que de ellos se derivan, en los términos y condiciones establecidos en el Programa de Aprovechamiento y en el Plan de Manejo; y*

Vinculación: Dado que el proyecto no se encuentra dentro de los límites del ANP Parque Estatal Estero El Salado y por la naturaleza del proyecto, no se tiene contemplada la realización de actividades de conservación, sin embargo, sí se tiene contemplada la implementación de medidas que eviten la afectación indirecta del Estero, como la instalación de sanitarios portátiles, el correcto manejo de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, entre otras que se describen dentro del Capítulo VII. Además, se propone la reforestación de 1.2 ha dentro del polígono del Área Natural Protegida, con lo cual se abona a las actividades de restauración y conservación

IV. *Las demás previstas en las leyes generales y del Estado en materias de medio ambiente, equilibrio ecológico y vida silvestre.*

Vinculación: En el presente capítulo se realiza el análisis vinculatorio del proyecto con las leyes en materia de impacto ambiental aplicables.

ARTÍCULO SÉPTIMO*. Dentro del polígono del Parque Estatal "Estero El Salado" solo podrán realizarse las actividades siguientes, atendiendo a las modalidades y limitaciones que se indican a continuación:*

- ***I.*** *Para la infiltración de agua proveniente de los arroyos y afluentes superficiales y protección de drenes naturales;*
- ***II.*** *Para el aprovechamiento sustentable de los recursos hídricos, siempre y cuando cuenten con autorizaciones correspondientes;*
- ***III.*** *Para asegurar el aporte de escorrentías a la cuenca correspondiente;*
- ***IV.*** *Para el tratamiento de aguas residuales, para el reúso y la infiltración de aguas debidamente tratadas;*
- ***V.*** *De conservación de suelos para evitar erosión;*
- ***VI.*** ***De restauración y reforestación con especies nativas;***
- ***VII.*** *Para el saneamiento de agua y suelos;*
- ***VIII.*** *Para la conservación y protección de flora y fauna silvestre;*
- ***IX.*** *Para el mantenimiento y rehabilitación de caminos, senderos y equipamientos básicos;*
- ***X.*** *Para la recuperación y esparcimiento al aire libre en áreas de uso público, siempre que garanticen la infiltración de las aguas pluviales y el desalojo adecuado de los desechos hacia fuera de la cuenca:*
- ***XI.*** *Para garantizar la disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial generados por la visitación; y*
- ***XII.*** *Promover la educación ambiental, la investigación y difusión para la conservación de la biodiversidad.*

Vinculación: El presente Artículo define un listado de actividades que pueden llevarse a cabo exclusivamente dentro del polígono del Parque Estatal “Estero El Salado”, las cuales se enfocan en la preservación de funciones ecológicas, restauración ambiental y aprovechamiento sustentable de recursos naturales bajo regulación específica, sin embargo, el proyecto no se localiza dentro del área decretada como Parque Estatal, por lo

que no se contrapone con la realización de ninguna de las actividades enlistadas en este artículo dentro del polígono protegido. Por otro lado, como parte de las medidas de compensación por los impactos potenciales que se produzcan por el desarrollo del proyecto, se propone la reforestación de **1.2 ha** con vegetación nativa dentro del área del ANP, por lo que interviene lo establecido en la Fracción VI de este Artículo. Se declara que solo podrán ser implementadas especies nativas en las actividades de reforestación en atención a las condiciones establecidas en el Decreto.

> ***ARTICULO OCTAVO.*** *Los terrenos que conforman el polígono descrito en el ARTICULO QUINTO son propiedad del Fideicomiso para la Protección del Estero el Salado y Desarrollo de las Áreas Colindantes (FIDEES), que es una entidad del Gobierno del Estado, conforme a las escrituras públicas correspondientes y que se consideran parte de este Decreto, por lo que para el establecimiento del área natural protegida no se afectan derechos de propiedad de particulares, Ejidos o Comunidades.*

Vinculación: El predio donde se pretende realizar el proyecto es de carácter privado y no se encuentra dentro de la propiedad del Fideicomiso para la Protección del Estero del Salado y Desarrollo de las Áreas Colindantes (FIDEES).

> ***ARTÍCULO NOVENO****. El programa de aprovechamiento del área está contenido en el Anexo 1 y es parte integra de este Decreto.*

Vinculación: Dentro del presente análisis de vinculación se toma en cuenta lo establecido dentro del Programa de Aprovechamiento del Parque Estatal Estero El Salado, este análisis se describe más adelante dentro de este mismo documento.

> ***ARTÍCULO DÉCIMO.*** *En el polígono del Parque Estatal "Estero El Salado", queda prohibido:*
>
> ***I.*** *Verter o descargar en el suelo, subsuelo y en cualquier clase de cauce, vaso, acuífero y manantial, aguas residuales sin ser tratadas y/o sin que cumplan con los parámetros establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables o desarrollar cualquier actividad contaminante;*

Vinculación: El proyecto no se encuentra dentro del polígono del ANP, sin embargo, no se pretende realizar descargas de aguas residuales sobre ninguno de los componentes señalados en este artículo. El servicio de agua potable, así como de alcantarillado y tratado de aguas residuales será proporcionado por el Sistema de Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado (SEAPAL) de Puerto Vallarta.

El proyecto contará con suministro suficiente de agua potable y un manejo adecuado de sus aguas residuales. A continuación, se presenta la síntesis de los documentos emitidos

por SEAPAL Vallarta, autoridad competente en materia de agua potable y alcantarillado en el municipio de Puerto Vallarta, Jalisco en relación con la factibilidad del servicio al proyecto:

1. **Dictamen Técnico de Prefactibilidad**

Oficio **SEAPALPV/DG/605/2024**, de fecha 07 de junio de 2024. Este dictamen establece que el desarrollo **"Alisia"** es técnicamente viable para su incorporación a los servicios públicos municipales. Determina que la demanda de agua potable y la generación de aguas residuales proyectadas pueden ser atendidas por la infraestructura hidráulica existente, sin riesgo de afectación al pozo que abastece el subdistrito ni a la capacidad operativa de la Planta de Tratamiento Norte II. Asimismo, se establece que las aguas residuales del proyecto serán recolectadas por el colector sanitario municipal con trazo sobre la vialidad que conecta con la red principal ubicada en Avenida Francisco Medina Ascencio (**Anexo II.3**).

2. **Autorización de celebración del convenio de incorporación**

Oficio SEAPALPV/DCC/027/2025, de fecha 31 de diciembre de 2024. Este documento autoriza la formalización del convenio de incorporación del proyecto a la infraestructura municipal, estableciendo como procedente la conexión al sistema de agua potable desde la vialidad y al sistema de alcantarillado a través del colector sanitario existente. Además, se señala que la ruta técnica de conducción incluye el cárcamo de bombeo Marina, el cual descarga hacia la Planta Norte II, donde las aguas residuales serán debidamente tratadas (**Anexo II.4**).

3. **Convenio de incorporación a infraestructura hidráulica**

Convenio celebrado entre ODG HOLDING, S.A.P.I. de C.V. y SEAPAL Vallarta, firmado en fecha 31 de diciembre de 2024. Mediante este instrumento, el promovente se obliga al pago de $14,953,733.56 M.N. por concepto de derechos de incorporación, lo cual acredita el cumplimiento de las obligaciones financieras requeridas para formalizar la conexión legal del desarrollo a los servicios públicos de agua potable y alcantarillado (**Anexo II.5**).

II. *Interrumpir, rellenar, desecar, desviar o modificar los cauces de los arroyos, corrientes y manantiales;*

Vinculación: El proyecto no tiene contemplado realizar ninguna de las actividades descritas dado que, como puede observarse en el siguiente Plano, dentro del predio no se encentran escurrimientos intermitentes o perennes, sin embargo, se reconoce su cercanía con el ANP

Estero el Salado y a través de las medidas de prevención y mitigación se tiene previsto evitar causar afectaciones directas e indirectas sobre este o cualquier otro cuerpo de agua cercano al proyecto.

Plano III. 4. Hidrología superficial de la zona



Entre las medidas previstas, se incluye el mantenimiento preventivo de la maquinaria y vehículos que operarán durante la etapa de construcción, con el fin de evitar derrames de hidrocarburos derivados de fallas mecánicas o fugas por mal estado del equipo.

Adicionalmente, como medida de contención, se instalarán barreras físicas flotantes en puntos estratégicos, para evitar que cualquier derrame accidental alcance áreas con conexión directa o indirecta con cuerpos de agua cercanos, estas medidas se describen con mayor detalle dentro del Capítulo VII.

> ***III.*** *Arrojar, verter, descargar o depositar desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos, u otro tipo de sustancias contaminantes como insecticidas, fungicidas y en general cualquier plaguicida químico, entre otros, en el suelo, subsuelo y en cualquier clase de cauce, vaso, acuífero y manantial;*

Vinculación: El proyecto no tiene prevista la utilización de insecticidas, fungicidas o cualquier otro tipo de plaguicida químico para ninguna de las actividades de preparación, construcción ni operación del proyecto. Las especies vegetales colocadas dentro del proyecto serán de origen nativo (se hace referencia al catálogo de especies nativas para las áreas verdes del proyecto contenido en el **Anexo VII.6**), con esto se asegura que sean especies adaptadas a las condiciones climáticas de la zona y con esto se reduce la necesidad del uso de productos químicos para su cuidado.

En cuanto a los residuos, se tienen previstas medidas específicas para el correcto manejo de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos que sean generados dentro del proyecto. Estas medidas pueden observarse con mayor detalle dentro del Capítulo VII.

> ***IV.*** *Alterar o destruir los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de la vida silvestre;*

Vinculación: Dado que el proyecto se encuentra fuera de los límites del Estero El Salado, el presente criterio no le es aplicable de manera directa. Sin embargo, se reconoce que la implementación del proyecto pudiera afecta de manera indirecta los sitios de anidación, refugio o reproducción de la vida silvestre, por tanto, como medidas de prevención y mitigación para el componente faunístico, se tiene contemplada la implementación de las siguientes acciones:

- **Monitoreo, rescate y reubicación de fauna**. Esta se llevará a cabo durante la etapa de preparación, sin embargo, esta medida continuará operando durante la

etapa de construcción y operación. Esta medida será implementada por el gerente ambiental del proyecto, con especial énfasis durante la temporada de anidación de aves (marzo a junio) con el fin de identificar posibles sitios de anidación dentro del proyecto y llevar a cabo las medidas que se consideren adecuadas en su momento.

- **Uso de vidrio con marcadores visuales anticolisión.** Se implementará el uso de vidrio con marcadores visuales anticolisión en fachadas acristaladas, ventanales y barandales expuestos. Este tipo de vidrio incorpora patrones visibles (puntos, franjas o siluetas) que permiten que las aves detecten el obstáculo, evitando colisiones que suelen ser letales. Se priorizarán marcadores con patrones colocados a intervalos no mayores a 5 cm en horizontal y 10 cm en vertical, siguiendo el criterio conocido como la “regla 2 x 4” (para especies pequeñas) o 5 x 10 (más común para edificios en zonas urbanas cercanas a hábitats naturales). La instalación de este tipo de cristal deberá integrarse desde la etapa de diseño y construcción, de modo que en la etapa de operación las superficies ya cuenten con la medida implementada
- Se diseñó un **programa de rescate y reubicación** de la especie *Iguana iguana y Ctenosauria pectinata.* En este se incluye el tipo de captura que será utilizado para ambas especies, así como los sitios de reubicación.

V. *Remover o extraer material geológico;*

Vinculación: Dado que el proyecto no se encuentra dentro del polígono del ANP, el presente criterio no le es aplicable de manera directa. Sin embargo, se declara que, parte del material producto de las excavaciones será utilizado para las actividades de construcción y el material excedente que no sea reutilizable será clasificado, acopiado y dispuesto a través de una empresa autorizada por la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET) y transportado a un banco de tiro registrado y con autorización vigente, garantizando así su manejo adecuado y evitando impactos ambientales negativos asociados a su disposición final.

VI. *Rellenar con cualquier tipo de residuos;*

Vinculación: No se tiene contemplado realizar dicha actividad, por el contrario, el proyecto contempla como medida de mitigación el correcto manejo de los residuos sólidos urbanos, así como residuos de manejo especial y peligrosos. Estos residuos serán correctamente separados y manejados por empresas debidamente autorizadas.

VII. *Realizar quemas agrícolas o de cualquier tipo;*

Vinculación: Aunque el predio del proyecto se localiza fuera de los límites del Área Natural Protegida (ANP), se informa que no se tiene contemplada la quema de ningún tipo de residuo durante ninguna de las etapas del proyecto.

Como medida preventiva, se implementarán pláticas de concientización ambiental obligatorias para todo el personal, en las cuales se abordarán los riesgos y consecuencias de la quema de residuos, así como la prohibición expresa del uso de fuego para cualquier fin dentro del sitio de obra.

Estas acciones forman parte de las actividades del Gerente Ambiental del proyecto y tienen como objetivo prevenir prácticas inadecuadas que puedan representar un riesgo para la seguridad del personal, para el entorno natural y para la calidad del aire.

VIII. *Realizar actividades cinegéticas o de explotación y aprovechamiento de especies de flora y fauna silvestres y extracción de tierra de monte y su cubierta vegetal;*

Vinculación: El proyecto no contempla ninguna actividad de explotación, captura ni aprovechamiento de especies de flora o fauna silvestre durante ninguna de sus etapas. No obstante, como medida preventiva, se implementarán acciones específicas para evitar que el personal incurra en prácticas no autorizadas que afecten a la biodiversidad local.

Entre estas acciones se encuentra la realización de pláticas de concientización ambiental obligatorias para todos los trabajadores del proyecto, las cuales estarán enfocadas en la prohibición de la colecta, retención o daño a especies silvestres, especialmente aquellas protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Adicionalmente, se contará con vigilancia a cargo del Gerente Ambiental del proyecto, quien supervisará las actividades en campo y dará seguimiento a cualquier incidente, asegurando el cumplimiento del reglamento interno de obra.

IX. *Introducir ejemplares o poblaciones exóticos de la vida silvestre, así como organismos genéticamente modificados; y*

Vinculación: Se reconoce que, debido a la proximidad del proyecto con el Área Natural Protegida (ANP) Estero El Salado, ubicada a aproximadamente 240 metros en línea recta, existe una sensibilidad ecológica asociada a la posible introducción de especies exóticas, particularmente en relación con el ecosistema de manglar.

En este sentido, el proyecto propone como medida de prevención el uso exclusivo de especies vegetales nativas de la región en todas las áreas ajardinadas, evitando la

introducción de especies exóticas o invasoras que pudieran representar un riesgo para la biodiversidad local.

El objetivo de esta medida es mantener la funcionalidad del ecosistema, favorecer la adaptación natural de la vegetación al sitio, reducir el mantenimiento y proteger ecosistemas cercanos como el manglar, que cumple funciones clave en la dinámica costera y la conservación de fauna silvestre.

Se hace referencia al **Anexo VII.1**, en donde se presenta el catálogo de especies vegetales que se contempla utilizar en las áreas verdes del proyecto, con nombre común, nombre científico y criterios de selección, asegurando su compatibilidad con el entorno ecológico regional.

> ***X.*** *Todas aquellas que establece la legislación aplicable, así como el Programa de Aprovechamiento y el Plan de Manejo.*

Vinculación: En el presente capítulo se realiza el análisis vinculatorio del proyecto con las leyes en materia de impacto ambiental aplicables.

> ***ARTÍCULO UNDÉCIMO.*** *Cualquier obra o actividad que se pretenda realizar dentro del Parque Estatal "Estero El Salado" deberá sujetarse a los lineamientos establecidos en este Decreto, el Programa de Aprovechamiento, al Plan de Manejo y a las demás disposiciones jurídicas aplicables. Quienes pretendan realizar obras o actividades de las permitidas en este Decreto deberán contar, en su caso y previamente a su ejecución, con la autorización de impacto ambiental correspondiente en los términos de las leyes General y Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y sus reglamentos en estas materias.*

Vinculación: El proyecto cumple con el presente Artículo Undécimo al someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental conforme a las leyes aplicables. A pesar de que el desarrollo de actividades relacionadas a la construcción y operación del proyecto no contempla obras o actividades dentro del polígono del ANP, se propone la reforestación en un polígono de 1.2 ha dentro de este Parque Estatal, por lo que, previo a su implementación, se deberá contar con la autorización en materia de impacto ambiental por parte de la Secretaría. Además, se han adoptado medidas de prevención y mitigación que aseguran que no se comprometan los fines de conservación, restauración o manejo del Parque Estatal Estero El Salado.

Las actividades de restauración y reforestación se encuentran permitidas por la Fracción VI del Artículo Séptimo del Decreto siempre y cuando se realice con especies nativas, por lo que la implementación de esta medida se deberá ajustar a dicha condición.

> ***ARTÍCULO DUODÉCIMO.*** *La Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, será la encargada de la elaboración del Plan de Manejo, a través de sus áreas correspondientes y en coordinación con el municipio de Puerto Vallarta, Jalisco, en el ámbito de su competencia, además de las instituciones, sectores de la población, asociaciones y dependencias con injerencia en el territorio que comprende la zona decretada.*

Vinculación: El presente Término no le es aplicable al proyecto.

> ***ARTÍCULO DECIMOTERCERO.*** *El presente Decreto constituye los criterios ambientales que deberán observarse de manera obligatoria en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano correspondiente y demás instrumentos de planeación estatales, metropolitanos y municipales.*

Vinculación: El presente Artículo no es de competencia directa al proyecto, sin embargo, el proyecto contempla el cumplimiento de planes e instrumentos de planeación que le sean aplicables.

> ***ARTÍCULO DECIMOCUARTO.*** *Todos los actos y convenios relativos a la propiedad, posesión o cualquier otro derecho relacionado con bienes inmuebles ubicados en el Parque Estatal "Estero El Salado", quedan sujetos a la aplicación de las modalidades impuestas en el presente Decreto. Los fedatarios públicos que expidan instrumentos públicos en los que conste una escritura, convenio contrato o cualquier otro acto de naturaleza análoga, deberán hacer constar las limitaciones contenidas en el presente Decreto.*

Vinculación: El proyecto no afecta inmuebles localizados dentro del área natural protegida, ni implica transmisión, modificación o afectación de derechos reales o personales sobre bienes inmuebles en el interior del Parque Estatal. En consecuencia, no se requiere incluir en las escrituras o contratos de propiedad del predio las limitaciones impuestas por el decreto, ni se requiere intervención de fedatarios en ese sentido en el marco del artículo.

> ***ARTÍCULO DECIMOQUINTO****. Será nulo todo acto, convenio o contrato, que contravenga lo establecido en este Decreto.*

Vinculación: El proyecto se ajusta a los criterios legales establecidos en el Decreto y no incurre en actos, contratos o convenios que resulten incompatibles con su contenido, por lo que no se genera causa de nulidad conforme al Artículo Decimoquinto.

III.3.1.2 Vinculación con el programa de aprovechamiento del ANP de competencia estatal Parque Estatal “Estero El salado”

El Programa de Aprovechamiento del Parque Estatal “Estero El Salado”, presentado como Anexo I del “Decreto del Gobernador del estado de Jalisco por el que se establece como Área Natural Protegida de competencia estatal como Parque Estatal “Estero El Salado”,

con una superficie de 208-80-45 hectáreas, ubicada en el municipio de Puerto Vallarta, Jalisco" publicado con fecha del 12 de marzo del 2020 dentro del Periódico Oficial del Estado de Jalisco, tiene como objetivo principal regular y orientar las actividades humanas dentro del área natural protegida, asegurando la conservación de sus recursos naturales y la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos que proporciona.

El Programa de Aprovechamiento establece lineamientos específicos para el uso y manejo sustentable de los recursos del Parque Estatal, delimitando actividades permitidas dentro del ANP.

En dicho programa, la Sección I presenta la justificación del instrumento y la Sección II describe sus objetivos específicos; por su carácter introductorio y normativo general, estas dos secciones no serán consideradas para efectos de vinculación directa con el proyecto.

La Sección III, en cambio, contiene las acciones concretas a implementar dentro del Área Natural Protegida. Por ello, aunque el predio donde se pretende desarrollar el proyecto no se encuentra dentro del polígono decretado como ANP y, por tanto, el cumplimiento de lo establecido en esta sección no es de carácter obligatorio para el proyecto, se realizará la vinculación y en su caso, el cumplimiento del proyecto con el Programa de Aprovechamiento se desarrolla con base en lo dispuesto en esta tercera sección, a continuación.

III. *Acciones a realizar*

1. *Restauración:*

- ***a)*** *Reproducción de especies nativas.*
- ***b)*** *Rehabilitación y Reforestación con especies nativas en las zonas degradadas, siguiendo técnicas acordes a las condiciones propias de cada sitio y estableciendo programas de mantenimiento y protección para asegurar que lleguen a su etapa de crecimiento*
- ***c)*** *Rehabilitar las zonas de manglar degradadas para reintegrarlas a las zonas que les correspondan*
- ***d)*** *Diagnosticar las áreas afectadas y las que tienen mayor riesgo a erosionarse, realizándose prácticas de conservación de suelos.*

Vinculación: Aunque el proyecto no se ubica dentro de los límites del ANP, su cercanía lo posiciona en una zona de influencia ambiental, por lo que resulta necesario vincular su desarrollo con los objetivos de restauración ecológica definidos por el instrumento de manejo. A continuación, se presenta el cumplimiento específico con cada una de las acciones señaladas:

a) *Reproducción de especies nativas:*

Aunque el cronograma de actividades del Proyecto no contempla la reproducción de especies nativas, se propone el uso exclusivo de especies vegetales nativas para las actividades de jardinería, evitando la introducción de especies exóticas y el posible desplazamiento de especies locales por estas. Además, la reforestación llevada a cabo dentro del ANP contempla el uso exclusivo de especies que se distribuyen dentro del Estero El Salado, por lo que dicha medida se engloba dentro de esta acción.

b) *Rehabilitación y reforestación en zonas degradadas:*

Si bien el predio no se encuentra clasificado como zona degradada, durante las actividades de jardinería del proyecto se implementarán especies vegetales nativas en las áreas correspondientes (se hace referencia al **Anexo VII.6** correspondiente al Catálogo de especies nativas para áreas verdes del proyecto). Además, se tiene contemplado realizar una reforestación dentro de una superficie de 1.2 ha de manglar dentro del Estero El Salado, en áreas que se encuentren desprovistas de esta vegetación, de tal manera que se rehabiliten estas zonas faltas de vegetación forestal.

c) *Rehabilitación de zonas de manglar:*

El proyecto no interviene áreas de manglar ni impacta directamente corredores hidrológicos asociados al estero. Además, se considera respetar los escurrimientos naturales y evitar la alteración de niveles freáticos que puedan tener conectividad indirecta con cuerpos de agua estuarinos.

Por otro lado, se propone como medida de compensación, la reforestación de una superficie de **1.2 ha** de manglar

d*) Diagnóstico y conservación de suelos:*

Como parte del análisis de sitio y preparación del terreno, se implementarán barreras de retención de suelos que eviten la erosión del suelo dentro del proyecto.

2. *Manejo del ecosistema y la vida silvestre*
- ***a)*** *Ejecución permanente de podas en los márgenes del canal principal para evitar el asolvamiento y la calidad visual de la zona.*
- ***b)*** *Proteger las especies de flora y fauna a través de esquemas de manejo sustentable.*

Vinculación:

a) Este punto no es vinculable directamente con el proyecto ya que se enfoca específicamente en los márgenes del canal principal del estero, mientras que el

predio del proyecto se encuentra fuera de estos límites, como puede observase en el **Plano III.1**.

b) Si bien este punto se enfoca principalmente en las especies dentro del ANP, durante la etapa de preparación del sitio y antes de la introducción de cualquier tipo de maquinaria, se realizará el rescate y reubicación de especies faunísticas, sobre todo de aquellas de baja movilidad; con esto se evita causar afectaciones a la fauna. Durante la etapa de construcción del proyecto, se llevará a cabo una vigilancia continua y, en caso de presentarse especies faunísticas que pudieran llegar a correr peligro por las actividades, estas serán rescatadas y reubicadas en un sitio que presente las condiciones ideales para su supervivencia.

3. *Manejo general*

a) *Continuar con el manejo de los recursos que permitan efectuar acciones dirigidas a la implementación de labores de restauración, prevención y conservación, relacionadas con los ecosistemas del ANP.*

b) *Dar los servicios básicos e implementar las labores de mantenimiento en áreas públicas, así como la gestión y supervisión de la instalación de la infraestructura básica necesaria para dar los servicios básicos sin violentar los objetivos del ANP.*

c) *Implementar labores de mantenimiento y aseo en las zonas de uso público, dando limpieza después de cada día.*

d) *Limpieza, recolección y disposición adecuada de residuos*

e) *Instalar equipamiento básico únicamente en las zonas de uso público y en parte de la periferia de la zona de conservación, siguiendo las políticas que se establezcan para regular los diseños y materiales, la infraestructura básica requerida como es:*

- ***i.*** *Centro de Visitantes*
- ***ii.*** *Estacionamiento*
- ***iii.*** *Áreas para días de campo*
- ***iv.*** *Sanitarios*
- ***v.*** *Casetas de control de acceso*
- ***vi.*** *Sitios interpretación ambiental oficinas administrativas*
- ***vii.*** *Torres de observación mirador*
- ***viii.*** *Área de exhibición*
- ***ix.*** *Senderos interpretativos*
- ***x.*** *Señalización*
- ***xi.*** *Enfermería*

Vinculación: El proyecto no se localiza dentro de los límites del polígono del ANP, ni en zonas clasificadas como de uso público o conservación periférica. Por lo tanto, no le corresponde la implementación directa de acciones de mantenimiento, equipamiento o gestión de servicios básicos en el interior del Parque.

Sin embargo, el proyecto contempla medidas que ayudan a no contravenir con los objetivos del Programa, entre las que destacan:

- La aplicación de un sistema de gestión de residuos sólidos y líquidos, con recolección periódica y disposición en sitios autorizados, contribuyendo indirectamente a la limpieza y mantenimiento ambiental del entorno (congruente con incisos c y d).
- El respeto a los escurrimientos pluviales naturales, evitando alteraciones a los cuerpos de agua asociados al estero.
- La no interferencia con los servicios ambientales que brinda el ANP, ni con su operación, instalaciones o equipamiento.

4. *Investigación:*

a) *Reforzar las líneas de investigación científica que promueven la conservación, el conocimiento, el manejo y el uso de los recursos naturales de la zona.*

b) *Generar el conocimiento necesario para la protección, restauración y conservación del área, a través de investigación científica, monitoreo e inventarios de los recursos naturales*

c) *Formar y divulgar las bases de datos con la información generada sobre el área de protección.*

d) *Divulgar los resultados de los proyectos de investigación que coadyuven a restaurar y conservar la calidad de los hábitats del ANP.*

e) *Reforzar las líneas de investigación científica que promuevan prioritariamente la conservación, el manejo y el uso sustentable de los recursos naturales de la zona.*

f) *Continuar con la promoción, la concertación, la obtención y la canalización de recursos humanos e institucionales para cubrir las necesidades de investigación científica en el área protegida.*

g) *Diagnosticar de manera actual y confiable las condiciones, problemas y conflictos ambientales del ANP*

h) *Reforzar el establecimiento de convenios con instituciones educativas de nivel superior que realicen labores de investigación que conlleven y apoyen este tipo de acciones.*

i) *Continuar con el conocimiento del recurso en cuanto a número y poblaciones presentes de flora y de fauna en el ANP, para formar con precisión una base de datos de la riqueza vegetal y animal del área.*

j) *Realizar estudios para conocer el funcionamiento a detalle de los ecosistemas, los componentes de los diferentes hábitats y las relaciones intra e interespecíficas de organismos.*

k) *Establecimiento de convenios con Instituciones de Educación Superior e Investigación, locales, regionales y nacionales.*

l) *Conocer los sistemas de producción agropecuaria, forestal y actividades extractivas, la infraestructura urbana y sus impactos sobre los recursos hídricos y edáficos de la cuenca.*

m) *Divulgar los resultados para que estén a disposición de cualquier persona en la administración del ANP, integrarlos en los proyectos de difusión y educación ambiental a través de diferentes medios.*

n) *Llevar a cabo el registro continuo de las variables, de los factores bióticos y abióticos de los ecosistemas dentro del ANP y las áreas de influencia de la cuenca.*

Vinculación: Las acciones descritas en los puntos anteriores están orientadas a fortalecer las líneas de investigación científica dentro del Área Natural Protegida, con el fin de generar conocimiento que sustente la conservación, restauración y manejo del polígono decretado. Sin embargo, el proyecto propuesto no tiene fines de investigación científica ni contempla actividades de monitoreo, análisis ecológico ni generación de información técnica asociada a los ecosistemas del ANP. Asimismo, al encontrarse fuera de los límites del Parque Estatal, dichas acciones no le resultan aplicables ni exigibles, conforme a lo establecido en el Programa de Aprovechamiento.

No obstante, se reconoce la importancia de este componente para la gestión del Área Natural Protegida y se manifiesta disposición, en caso de ser requerido por autoridades competentes, de colaborar en acciones que refuercen el conocimiento ambiental del ANP, sin que ello implique una obligación directa derivada del instrumento de planeación ambiental vigente.

5. *Monitoreo*

- ***a)*** *Monitorear tanto la calidad como los volúmenes de agua en las corrientes y yacimientos principales del ANP y de la cuenca, así como del prisma de mareas.*
- ***b)*** *Evaluar cualitativa y cuantitativamente los problemas por contaminación del agua, detectando las concentraciones de elementos químicos y biológicos tóxicos al ecosistema, determinándose asimismo las fuentes de contaminación.*
- ***c)*** *Continuar con el monitoreo sistemáticamente y a largo plazo los pulsos naturales de estructura y función de los hábitats críticos del ANP y las acciones humanas que los alteran.*
- ***d)*** *Monitoreo de erosión.*
- ***e)*** *Monitoreo de las características de visitantes al ANP.*
- ***f)*** *Monitoreo de la población de cocodrilos.*
- ***g)*** *Monitoreo de la comunidad de flora y fauna en el estero.*

Vinculación: En los puntos anteriores se especifican una serie de acciones dirigidas a evaluar de manera continua y sistemática las condiciones fisicoquímicas, biológicas y ecológicas del ANP, así como los efectos de la actividad humana sobre sus hábitats críticos. Sin embargo, el proyecto no se localiza dentro del polígono del Área Natural Protegida, ni contempla actividades de uso público, introducción de visitantes, ni operación sobre cuerpos de agua o ecosistemas presentes en el estero.

Por otro lado, para el seguimiento de la medida de Reforestación de una superficie de 1.2 ha dentro del polígono del ANP será necesario realizar un monitoreo de la vegetación en el

área que ha sido destinada a esta actividad para asegurar la supervivencia de los individuos.

Por lo anterior, las acciones de monitoreo señaladas en este apartado no le resultan aplicables de manera directa al proyecto. No obstante, se manifiesta que el proyecto propuesto no interfiere ni representa un obstáculo para que dichas acciones se lleven a cabo por parte de personal competente dentro del ANP.

6. *Educación ambiental*

- ***a)*** *Establecimiento y operación de senderos elevados para la interpretación de la naturaleza.*
- ***b)*** *Diseño y establecimiento de un Centro de Educación Ambiental.*
- ***c)*** *Elaboración de material didáctico y de apoyo.*
- ***d)*** *Sensibilización e integración a los usuarios y visitantes del área a fin de lograr la toma de conciencia y desarrollo de valores, y actitudes que permitan contribuir a la solución de los problemas de conservación.*
- ***e)*** *Elaboración de cursos y talleres de educación ambiental.*
- ***f)*** *Integración el ANP a la gestión educativa local.*
- ***g)*** *Organización de eventos públicos orientados a la educación.*
- ***h)*** *Reforzar la vinculación con asociaciones interesadas en la conservación ambiental.*

Vinculación: En los puntos anteriores se establecen un conjunto de acciones dirigidas al fortalecimiento de la cultura ambiental entre usuarios, visitantes y población local, mediante estrategias dentro del ANP como senderos interpretativos, talleres, cursos, materiales didácticos y la vinculación con el sistema educativo.

Si bien el proyecto no se localiza dentro del polígono del ANP ni contempla infraestructura ni actividades educativas en su interior, sí incorpora entre sus medidas de mitigación la realización de pláticas de concientización ambiental dirigidas a los trabajadores involucrados en la ejecución del proyecto, con el objetivo de fomentar prácticas responsables y evitar la posible afectación el ecosistema circundante.

Esta acción se vincula de manera indirecta con los incisos d) y e) del Programa, en tanto que contribuye al desarrollo de actitudes de respeto y cuidado ambiental, alineadas con los objetivos de conservación del Parque Estatal. Asimismo, si bien no se tiene prevista una participación directa en procesos educativos locales o eventos públicos, el proyecto no contraviene ninguna de las disposiciones señaladas y mantiene una postura abierta a reforzar la sensibilización ambiental en su zona de influencia.

7. *Uso Público y recreación*

a) *Fortalecer el sentido de identidad y pertenencia en la población local a partir del desarrollo de una conciencia ambiental sobre el patrimonio natural regional.*
b) *Lograr que el público en general tome conciencia de su papel dentro de la dinámica de la naturaleza, además de educar sobre los beneficios derivados de la conservación de los recursos naturales.*
c) *Ofrecer facilidades de espacio y elementos integrados para el disfrute de los visitantes en un ambiente natural controlado.*
d) *Elaboración de proyecto para ubicación y diseño de los espacios para la recreación y esparcimiento público.*

Vinculación: Lo anterior plantea como objetivo el fortalecimiento del vínculo entre la población y su entorno natural mediante la implementación de diversas actividades enfocadas en la conservación de los ecosistemas. Sin embargo, el proyecto propuesto no se localiza dentro de las zonas designadas para uso público dentro del polígono del ANP. Por tanto, no le resulta aplicable la implementación de proyectos de diseño, habilitación de espacios recreativos o servicios al visitante, como los establecidos en los incisos c) y d) de este apartado.

No obstante, se reconoce la importancia del enfoque social y educativo promovido por el Programa, particularmente lo expresado en los incisos a) y b). En ese sentido, el proyecto no contraviene dichos lineamientos y mantiene congruencia con los principios de respeto y no afectación al patrimonio natural y cultural de la región.

8. *Protección y Vigilancia*
a) *Disminuir la degradación, contaminación, mantener la vigilancia y aplicar el reglamento de uso del ANP.*
b) *Contar con un cuerpo de vigilancia, señalamientos, cerca perimetral. Vigilancia para la prevención de daños a los recursos naturales tomando en cuenta la descripción de las amenazas se establezcan rutas de vigilancia para detectar y tramitar denuncias en tiempo y lugar, para evitar así el daño a los ecosistemas.*
c) *Instalación de equipamiento necesario como manuales, binoculares, lámparas, uniformes, y equipo de comunicaciones.*
d) *Generar convenios con Cruz Roja, y que el cuerpo de vigilancia tenga adiestramiento en primeros auxilios.*
e) *Renovación del sistema de señalización.*

Vinculación: En el presente punto se establecen acciones orientadas a la disminución de la degradación ambiental, el control de actividades no permitidas y el fortalecimiento del sistema de vigilancia mediante equipamiento, infraestructura y capacitación del personal dentro del ANP.

El proyecto realizará actividades de prevención y no contravención, llevando a cabo medidas internas que contribuyen indirectamente a los objetivos de protección y vigilancia del ANP, tales como:

- Control de accesos y delimitación del área de trabajo, evitando intrusiones accidentales o no autorizadas.
- Señalización temporal durante las etapas de preparación y construcción, destinada a advertir sobre áreas restringidas, puntos de ingreso, buenas prácticas ambientales y medidas preventivas de seguridad.
- Capacitación del personal en medidas preventivas y control ambiental, con énfasis en el resguardo de la vegetación y la prevención de derrames, emisiones o descargas que pudieran afectar indirectamente al entorno del ANP.

9. *Administración general y manejo del personal*

a) *Establecer el esquema administrativo que más convenga al ANP.*
b) *Elaboración del Programa Operativo Anual.*
c) *Realizar un inventario del patrimonio.*
d) *Elaboración de informes mensuales, semestrales y anuales técnicos y financieros.*
e) *Realizar la contratación del personal técnico y directive a través de convocatorias públicas.*
f) *Control del equipo técnico y administrativo.*
g) *Contar con todos los elementos jurídicos necesarios que permitan la conservación y desarrollo sustentable del ANP*
h) *Capacitar los recursos humanos del ANP para garantizar la calidad en la gestión y manejo de la misma.*
i) *Implementar cursos de capacitación de acuerdo a los requerimientos y demandas del ANP.*

Vinculación: Este punto establece un conjunto de acciones orientadas a la gestión institucional del ANP, incluyendo esquemas administrativos, control técnico-financiero, inventarios patrimoniales, contratación de personal especializado y capacitación constante del cuerpo técnico y administrativo.

El proyecto propuesto no se localiza dentro del polígono del ANP, ni contempla actividades relacionadas con la gestión operativa, administrativa o financiera del área natural protegida, por lo que no le resulta aplicable la implementación de acciones ni el cumplimiento de las disposiciones contenidas en los incisos a) al k) de este apartado.

No obstante, en un enfoque preventivo y de no contravención, el proyecto respetará los lineamientos de conservación establecidos por el Programa de Aprovechamiento, asegurando que:

- Todo el personal involucrado en el proyecto será debidamente capacitado en medidas de control ambiental y prevención de impactos, evitando cualquier tipo de afectación indirecta a los recursos naturales o la infraestructura del ANP.
- Se mantendrá un control del equipamiento y materiales empleados durante la obra, con registro de los insumos utilizados para asegurar su correcto manejo y disposición final.
- Se garantizará la aplicación de protocolos internos de comunicación y reporte en caso de contingencias ambientales.

III.3.2 Regiones Prioritarias para la Conservación

Para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido y para la promoción a nivel nacional del conocimiento y conservación de la biodiversidad de México, la CONABIO estableció tres programas: Regiones Hidrológicas Prioritarias, Regiones Marinas Prioritarias y Regiones Terrestres Prioritarias. A través de talleres interdisciplinarios donde participaron expertos del sector académico, gubernamental, privado, social y organizaciones no gubernamentales de conservación. Se elaboraron mapas del territorio nacional (escala 1:1’000,000) de las áreas prioritarias consensadas por su biodiversidad, uso de recursos, carencia de información y potencial para la conservación, así como una ficha técnica de cada área con información de tipo biológico y físico, problemática y sugerencias identificadas para su estudio, conservación y manejo (Arriaga, Aguilar y Alcocer, 2002). A continuación, se presentan las Regiones Prioritarias para la Conservación cercanas a la ubicación donde se pretende desarrollar el proyecto.

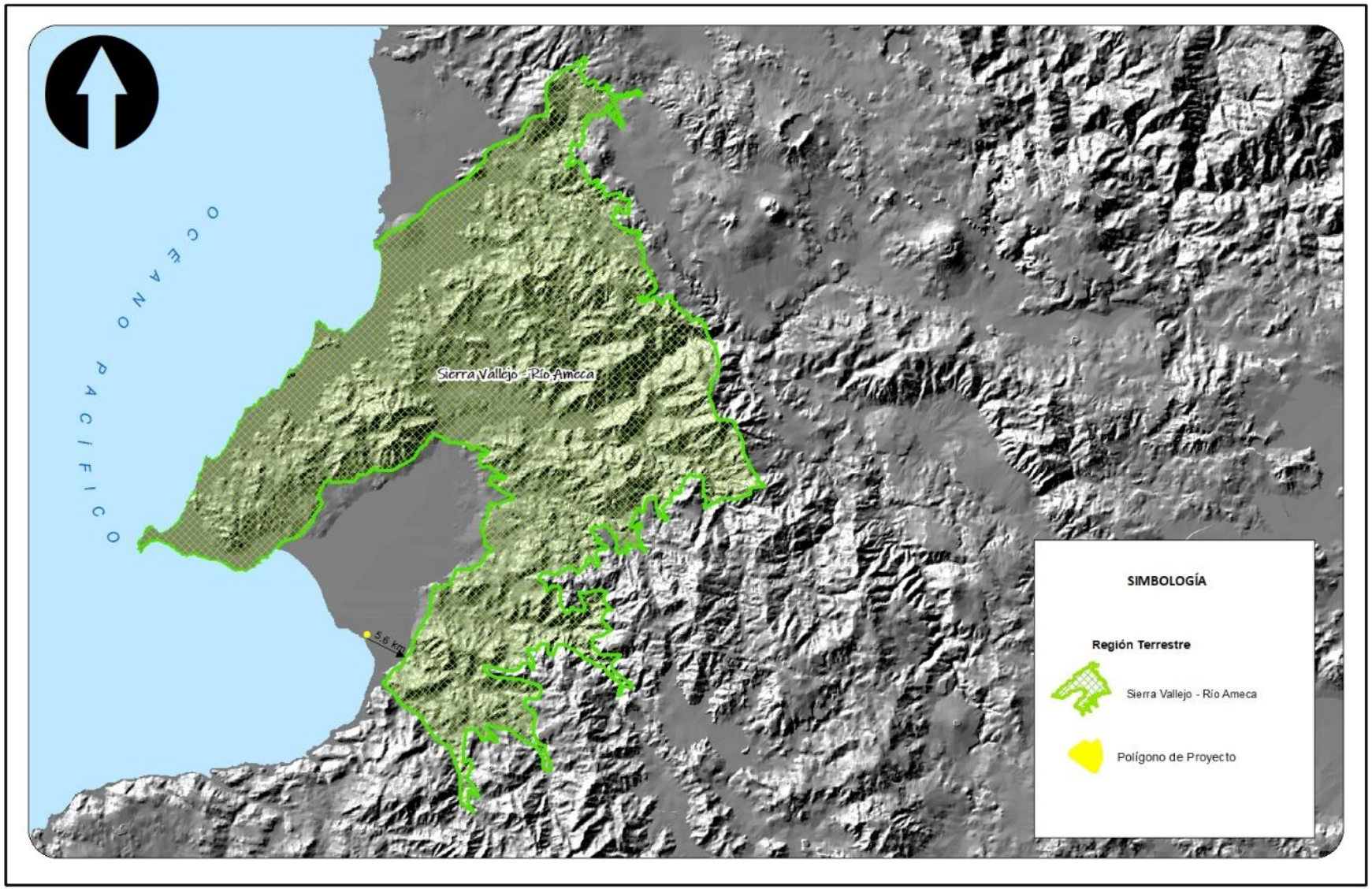
III.3.2.1 Regiones Terrestres Prioritarias

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad

ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. Como producto de este proyecto se obtuvo un mapa en escala 1:1’000,000 con 152 regiones prioritarias terrestres para la conservación de la biodiversidad en México, que cubren una superficie de 515,558 km^2, correspondiente a más de la cuarta parte del territorio (Arriaga *et al*., 2002).

La **RTP-62 Sierra de Vallejo-Río Ameca** está situada a 5.6 km al este del proyecto. Esta Región tiene una superficie de 2,813 km^2 y presenta una vegetación predominante de selva mediana caducifolia y subcaducifolia, que son las más extensas de la costa del Pacífico, también se encuentran algunas porciones de bosque de pino-encino y selva baja caducifolia.

Plano III. 5. Localización del proyecto respecto a la RTP-62 Sierra de Vallejo-Río Ameca

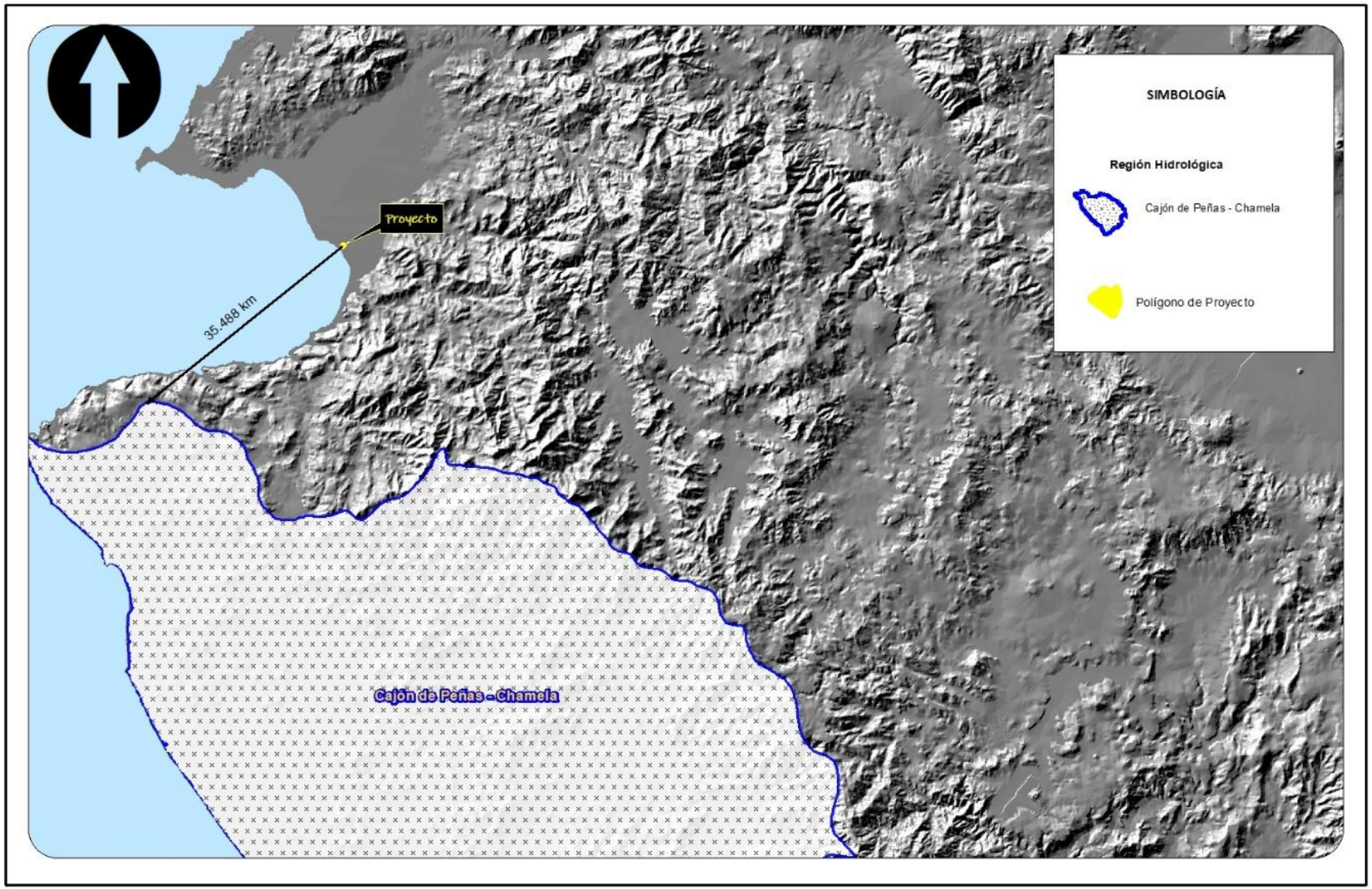


III.3.2.2 Regiones Hidrológicas Prioritarias

En el año de 1988 la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación y manejo sostenido. En el Programa de RHP se identificaron un total de 110 regiones (Arriaga *et al*., 2002).

El proyecto se localiza a 35.488 km al norte de la **RHP-24 Cajón de Peñas-Chamela**. La región comprende una superficie de 7,556.48 km^2 e incluye a la presa Cajón de Peñas, los ríos Tomatlán, San Nicolás, Cuitzamala y Horcones, además de otros arroyos, esteros, manantiales, lagunas y pantanos. Los tipos de vegetación presentes son la selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia y subperennifolia, manglar, bosque de pino-encino, oyamel, encino, pastizal inducido y vegetación acuática y subacuática. Tiene una alta diversidad biológica que se encuentra amenazada por el uso de los recursos, cacería ilegal, la deforestación intensiva, construcción de caminos, cambio de uso de suelo para agricultura y ganadería, alteración y contaminación de acuíferos y cuerpos de agua (Arriaga *et al*., 2002).

Plano III. 6. Localización del proyecto respecto a la RHP-24 Cajón de Peñas-Chamela

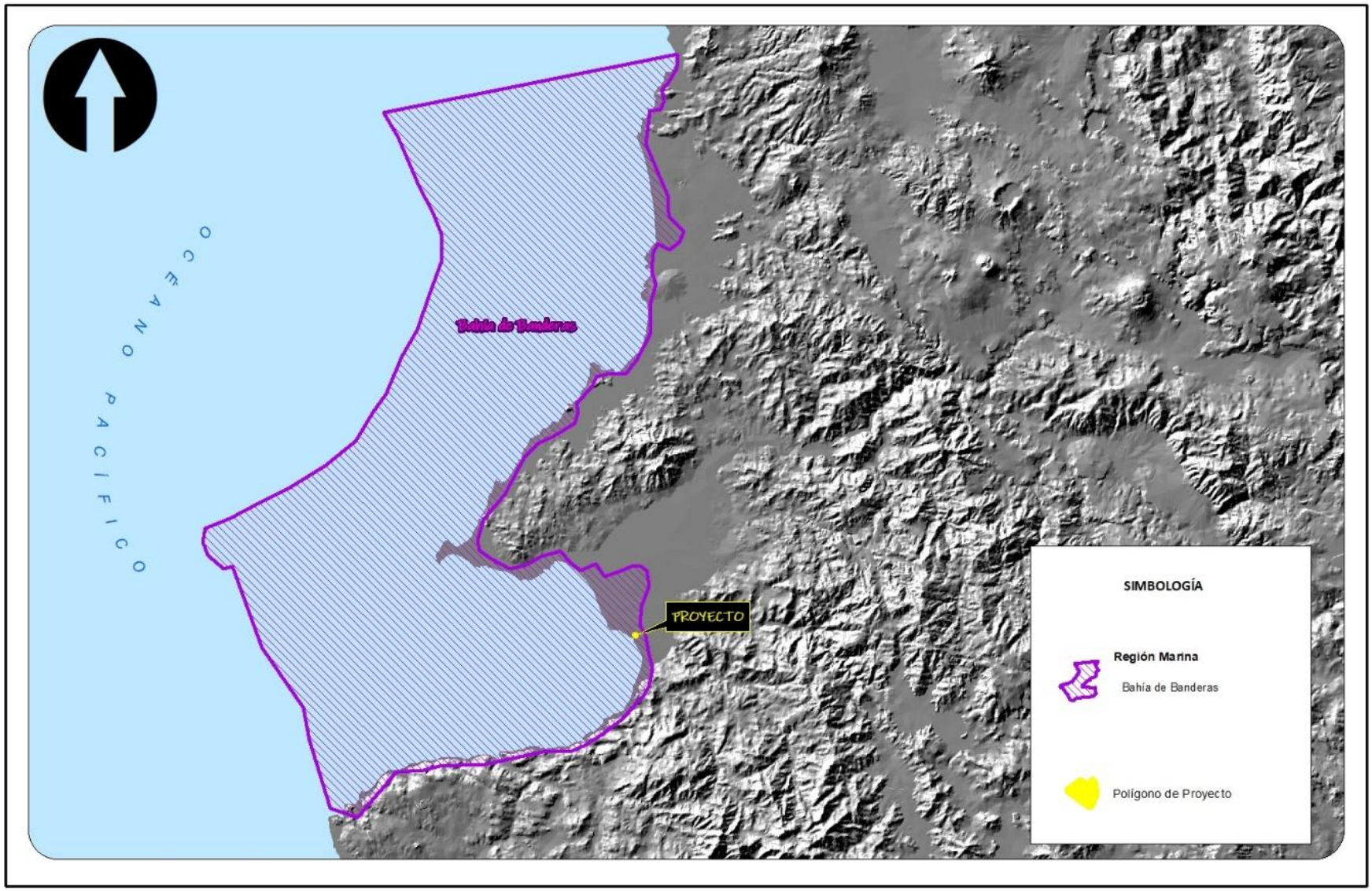


III.3.2.3 Regiones Marinas Prioritarias

El país cuenta con 70 Regiones Marinas Prioritarias (RMP) conformadas por áreas costeras y oceánicas. A través del estudio de estas regiones se han identificado las amenazas al medio marino de mayor incidencia o con impactos significativos en nuestras costas y mares, de acuerdo con las cuales se hicieron recomendaciones para su prevención, mitigación, control o cancelación (Arriaga *et al*, 1998).

El área del proyecto se encuentra inmersa en la **RMP-22 Bahía de Banderas**. Esta región tiene una extensión de 4,289 km^2 y está formada por playas, acantilados, lagunas, litoral, estuarios, humedales, arrecifes, islas y bajos. Es diversa en moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, peces, aves, así como tortugas y mamíferos marinos. En el caso de la vegetación se localizan algunas zonas con manglares, selva baja y mediana. Los problemas que afectan esta RMP son la modificación del entorno, la contaminación proveniente de la descarga de aguas residuales, la explotación de los recursos, introducción de especies exóticas y turismo de alto impacto.

Plano III. 7. Localización del proyecto en la RMP-22 Bahía de Banderas



III.3.2.4 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

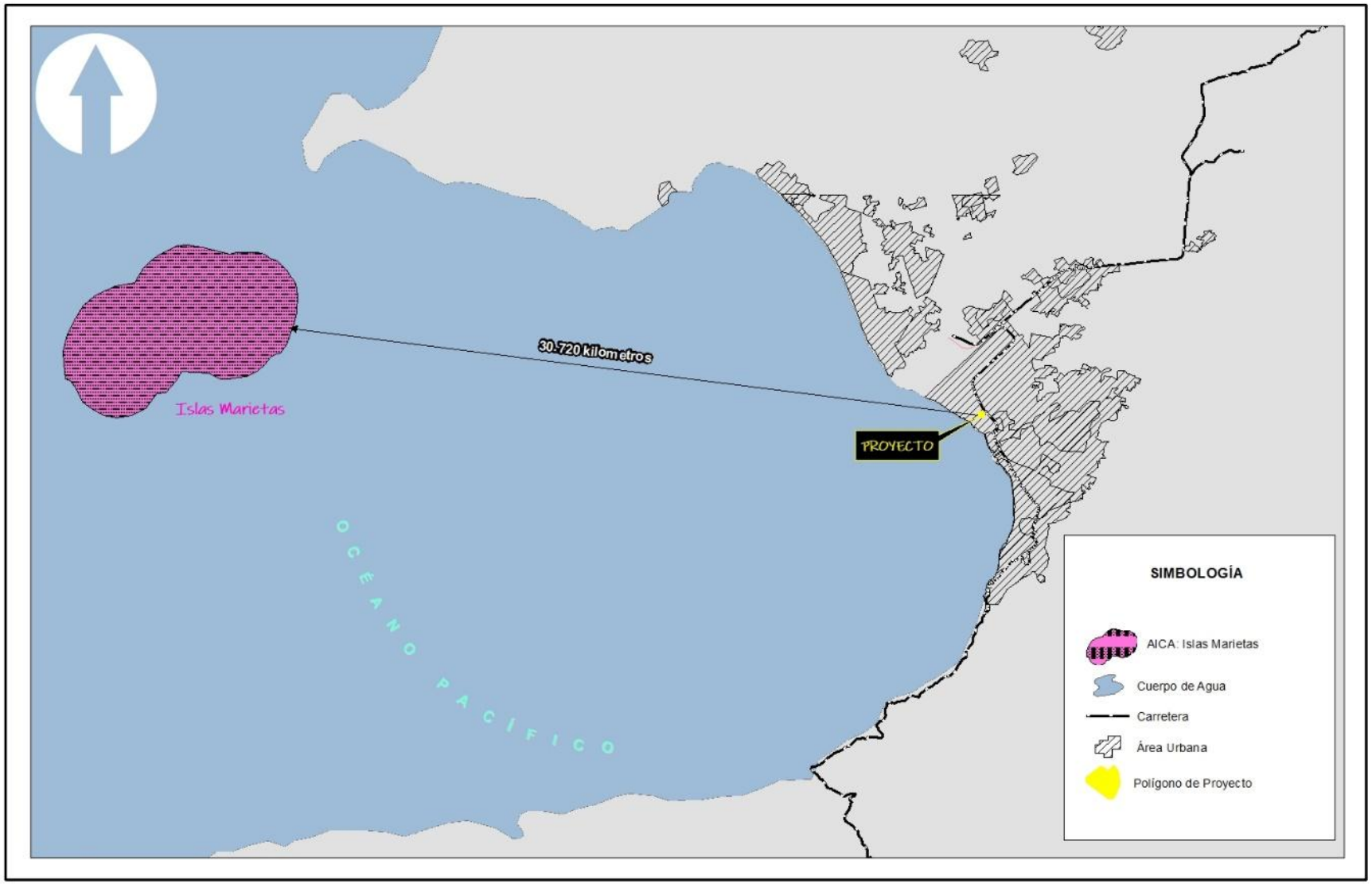
El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

Para México se tienen 230 áreas, que incluyen más de 26,000 registros de 1,038 especies de aves (96.3%) del total de especies para México según el American Ornithologist's Union. Adicionalmente, se incluye en al menos un área al 90.2% de las especies listadas como amenazadas por la ley mexicana (306 de 339 especies) (CONABIO, 2004).

El AICA más próxima es **Islas Marietas**. Sin embargo, esta se encuentra a 30.720 km. Las Islas Marietas son un archipiélago que consta de dos islas: Isla Redonda e Isla Larga. Se han registrado 84 especies de aves y es un sitio importante para la reproducción y anidación de algunas de estas. Existen poblaciones significativas de aves que se reproducen en este sitio; se localizan las mayores colonias de anidación para México de *Sula leucogaster* (30,500 ind.), de *Sterna anaethetus* (300 ind.) y de *Anous stolidus* (520 ind.) y para el Pacífico de *Larus atricilla* (5,000 ind.).

Las amenazas que afectan a esta área son el turismo (práctica de deportes ski, windsurf etc.), la explotación inadecuada de recursos, el desarrollo urbano (complejos terrestres y pista aérea, en continente) la pesca y la introducción de especies exótica que presenta un riesgo para las aves que ahí llegan.

Plano III. 8. Localización del proyecto respecto al AICA Islas Marietas



III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

III.4.1 NOM-022-SEMARNAT-2003

> *Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.*

Esta NOM establece las especificaciones para llevar a cabo la preservación, la conservación, el aprovechamiento sustentable y la restauración de los ecosistemas de manglar. El campo de aplicación y objetivos se presenta a continuación.

> ***1.0** Objeto y campo de aplicación*
> *El campo de aplicación de la presente Norma es obligatoria para todo usuario en la cuenca hidrológica, dentro del marco del plan global de manejo de la cuenca hidrológica.*
> ***1.1** Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer las especificaciones que regulen el aprovechamiento sustentable en humedales costeros para prevenir su deterioro, fomentando su conservación y, en su caso, su restauración.*
> ***1.2** Para efectos de esta Norma se entiende por humedal costero las unidades hidrológicas integrales que contengan comunidades vegetales de manglares.*
> ***1.3** Las disposiciones de la presente Norma Oficial Mexicana son de observancia obligatoria para los responsables de la realización de obras o actividades que se pretendan ubicar en humedales costeros o que por sus características, puedan influir negativamente en éstos.*

El predio donde se pretende desarrollar el proyecto **"Alisia"** se encuentra a una distancia aproximada de 240 metros del humedal costero del Estero El Salado, en el cual se encuentra vegetación de manglar. **El área del Proyecto no se encuentra inmerso en ningún humedal costero** y se espera que **su implementación no afecte de manera negativa al Estero El Salado**. A continuación, se presenta la justificación que argumenta que el proyecto no afectará a la vegetación de manglar.

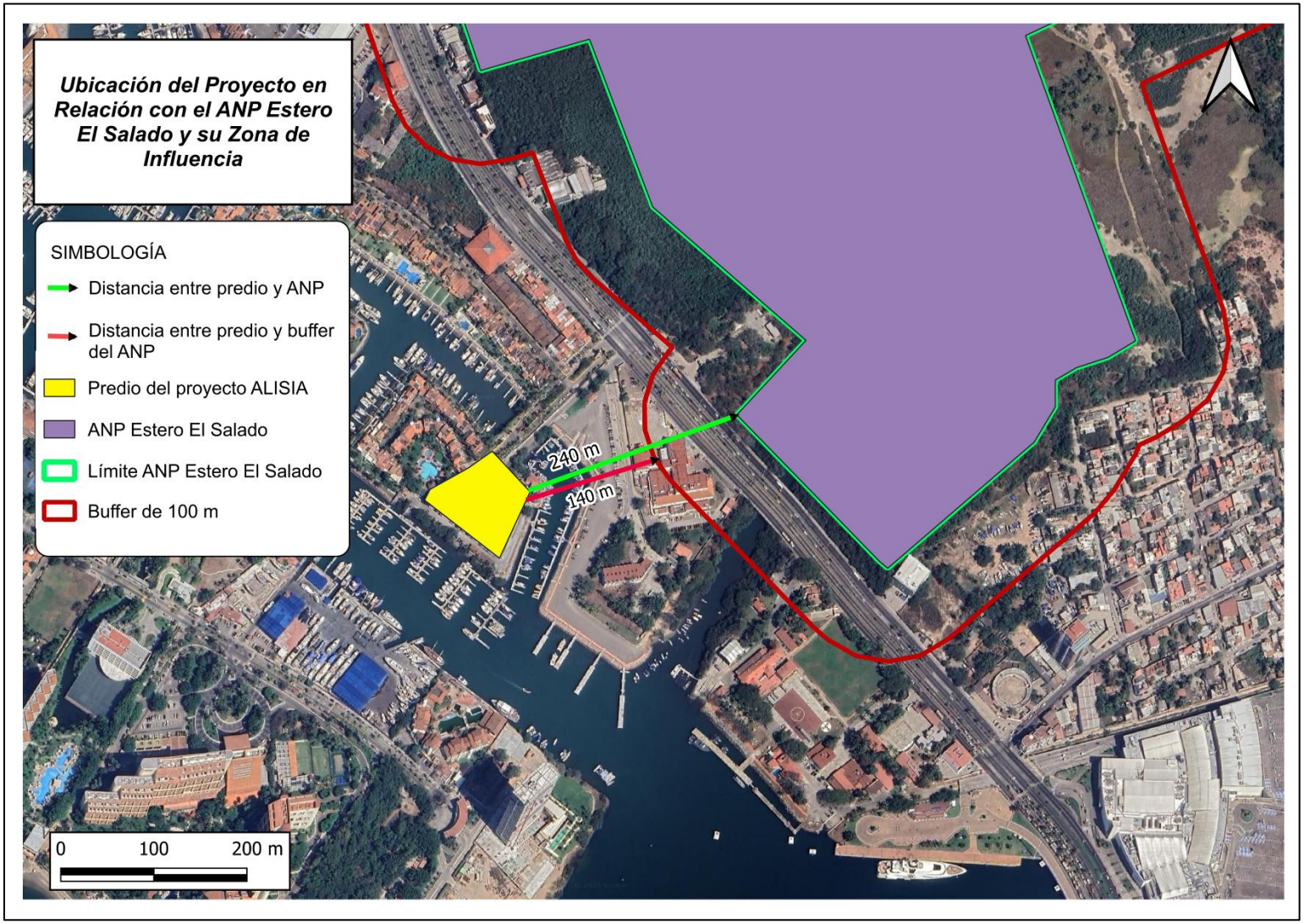
Justificación de no afectación al manglar

Si bien el proyecto se localiza a 240 m del Estero El Salado, dentro de la zona de la Marina de Puerto Vallarta, una zona que ya presenta un grado de antropización, se argumenta que la construcción y operación de la torre habitacional no generarán afectaciones significativas al ecosistema de manglar. A este respecto, se presentan los siguientes argumentos de no afectación:

- **Ubicación fuera del ecosistema y su zona de influencia directa**: El predio del proyecto se localiza en un área urbanizada, completamente consolidada y con infraestructura existente, distando aproximadamente 240 metros en línea recta del

límite más cercano del Estero El Salado y a más de 140 metros de la zona de amortiguamiento de 100 metros del ANP (**Plano III.21**). Esta distancia física asegura que las actividades constructivas y operativas se realicen fuera del área de influencia directa del ecosistema de manglar. No existe sobreposición física ni colindancia directa con áreas de manglar o sus canales hidrológicos primarios. La zona de obra no comprende ni interviene directamente ningún componente ecológico del manglar, como la vegetación halófita o los suelos hidromórficos que caracterizan este ecosistema.

Plano III. 9. Ubicación del proyecto en relación con el ANP Estero El Salado y Zona de Amortiguamiento



- **No modificación del flujo hidrológico**: La obra propuesta es una torre habitacional sin excavaciones profundas que puedan alterar acuíferos subterráneos o patrones de flujo de agua subsuperficial conectados al manglar. Tampoco se realizarán actividades que impliquen relleno, desvío o bloqueo de canales de agua, tanto naturales como artificiales, que puedan afectar el balance hidrológico del Estero El Salado. La Marina de Puerto Vallarta es un sistema de canales navegables que mantiene su conexión con el Océano Pacífico y, a su vez, con el estero. El proyecto se desarrollará en superficie terrestre, sin modificar los vasos de conexión existentes ni las estructuras hidráulicas de la Marina. El sistema natural de alimentación hídrica del Estero El Salado, impulsado principalmente por las mareas y el intercambio con el océano, permanecerá intacto y sin interferencias por parte de la construcción o futura operación del proyecto.

- **Sin alteraciones a zonas de anidación, refugio o productividad ecológica**: El proyecto se llevará a cabo en una zona completamente urbanizada y previamente intervenida, desprovista de vegetación nativa de manglar y, por ende, carente de las condiciones ecológicas necesarias para funcionar como zona de anidación, reproducción, refugio, alimentación o alevinaje para especies asociadas al manglar. La actividad constructiva se limitará estrictamente al predio, sin invadir o impactar áreas con funciones críticas para el ecosistema. La productividad primaria del Estero El Salado, derivada de su cobertura vegetal y procesos biogeoquímicos, no será afectada por la construcción o por la operación del proyecto, ya que no se intervienen los componentes biológicos del manglar ni se generan barreras que impidan el movimiento de especies entre el manglar y su zona de influencia.

- **Generación manejo y descargas de aguas residuales:** La principal vía potencial de afectación indirecta al manglar sería a través de la contaminación del agua de la Marina por vertidos o escorrentías. Para evitar cualquier tipo de contaminación, el proyecto cuenta con la factibilidad municipal para la implementación de los servicios de agua potable, alcantarillado y el tratamiento de aguas residuales por parte del sistema municipal de Puerto Vallarta. Esto garantiza que no habrá descargas directas de aguas residuales sin tratamiento hacia la Marina ni hacia el Estero El Salado. Adicionalmente, se implementará un plan integral de manejo de residuos de construcción y demolición (RCD), asegurando su recolección, almacenamiento

temporal seguro y disposición final en sitios autorizados, minimizando cualquier riesgo de vertido o arrastre hacia los cuerpos de agua.

Por lo anterior, **el Proyecto se encuentra fuera del campo de aplicación de la NOM-022-SEMARNAT-2003**, ya que no interviene en suelos hidromórficos, cuerpos de agua naturales asociados al manglar, ni altera la vegetación halófita característica. Para asegurar que el Proyecto no generará efectos adversos sobre el ecosistema de manglar se propone la implementación de las siguientes medidas de prevención.

Medidas de prevención

- **Infraestructura hidráulica de control**: Se incorporará un sistema de drenaje pluvial que impida el escurrimiento directo de aguas pluviales hacia cuerpos de agua y evite contaminación difusa.
- **Contención de residuos**: Se delimitará el área de trabajo, especialmente en las zonas adyacentes a los cuerpos de agua de la Marina, que impida el paso físico de residuos a áreas que no se contemplen en el Plan maestro del proyecto, En los cuerpos de agua, se ubicarán barreras físicas flotantes. Estas barreras consisten en estructuras flexibles y resistentes (ej. cortinas de PVC reforzado o mallas con flotadores y faldones sumergidos) que se instalarán en la superficie del agua. Su función es contener cualquier residuo de construcción (pequeños escombros, plásticos, maderas, herramientas, etc.) que pudiera caer accidentalmente al agua, impidiendo su dispersión y arrastre por las corrientes.
- **Prohibición de descargas**: Se establecerá una prohibición estricta sobre cualquier descarga de aguas residuales (domésticas, de construcción, de lavado de equipos) o residuos líquidos (aceites, combustibles, químicos) directamente al sistema de canales de la Marina o al Estero El Salado. Todas las aguas residuales serán conducidas a la red municipal para su tratamiento.

Con base en la localización geográfica del proyecto, el entorno urbano preexistente, la naturaleza de la obra y las medidas propuestas, se concluye que **la construcción del desarrollo habitacional no representa un riesgo para el ecosistema de manglar del Estero El Salado**, encontrándose fuera del campo de aplicación de la **NOM-022-SEMARNAT-2003**. El proyecto no interfiere con el flujo hidrológico del manglar, no implica intervención directa o indirecta sobre el ecosistema y garantiza la preservación de los

procesos ecológicos y servicios ambientales del humedal. En consecuencia, el desarrollo es ambientalmente viable siempre que se apliquen las medidas preventivas propuestas.

A pesar de lo anterior, en apego a los principios de precaución ambiental, corresponsabilidad y mejora continua, se presenta la vinculación con aquellas especificaciones establecidas en la **NOM-022-SEMARNAT-2003** que pudieran encontrarse vinculadas con el proyecto o que podrían resultar limitantes en el diseño del mismo.

> ***4.0 Especificaciones***
> *El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:*
> *- La integridad del flujo hidrológico del humedal costero;*
> *- La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;*
> *- Su productividad natural;*
> *- La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;*
> *- Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;*
> *- La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales;*
> *- Cambio de las características ecológicas;*
> *- Servicios ecológicos;*
> *- Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros).*

Vinculación: Por la ubicación geográfica del proyecto y la distancia de aproximadamente 240 metros del estero El Salado y que el área del proyecto se encuentra totalmente sobre superficie terrestre, no se contempla afectación alguna al humedal costero o a cualquier especie de vegetación de manglar. El cambio de uso de suelo en terrenos forestales en el predio solicitado no contempla remoción, poda o tala de vegetación de manglar o de otro tipo de vegetación asociado a humedales costeros, ya que en esta superficie solo se identifica vegetación secundaria de selva mediana caducifolia.

El presente Documento Técnico Unificado resalta el análisis del Sistema Ambiental Regional y del predio en sus características bióticas, abióticas y socioeconómicas, así como de los servicios ecosistémicos del ecosistema. Por ello, derivado de la evaluación de impacto ambiental, se proponen medidas de prevención, mitigación y compensación que busquen que los efectos adversos potenciales en el SAR que se generen por la implementación del Proyecto tengan efectos mínimos sobre los ecosistemas, incluyendo el ecosistema de manglar cercano al proyecto.

> ***4.4*** *El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.*

Vinculación: El Proyecto no contempla el establecimiento de infraestructura marina y su implementación no busca ganar terreno a la zona marina de la infraestructura actual, además que el proyecto no se encuentra en una zona de manglar, por lo cual, no se contraviene lo establecido en esta especificación.

> ***4.6*** *Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.*

Vinculación: A pesar de que el Proyecto no contempla actividades directamente sobre algún cuerpo de agua, se reconoce que es de vital importancia prevenir la contaminación del cuerpo de agua de la Marina en la que el Proyecto se encuentra, ya que este conecta con el océano pacífico y con el cuerpo de agua del estero. Por lo anterior, se proponen las siguientes medidas para prevenir la contaminación del agua.

- **Contención de residuos**: Se delimitará el área de trabajo, especialmente en las zonas adyacentes a los cuerpos de agua de la Marina, que impida el paso físico de residuos a áreas que no se contemplen en el Plan maestro del proyecto, En los cuerpos de agua, se ubicarán barreras físicas flotantes. Estas barreras consisten en estructuras flexibles y resistentes (ej. cortinas de PVC reforzado o mallas con flotadores y faldones sumergidos) que se instalarán en la superficie del agua. Su función es contener cualquier residuo de construcción (pequeños escombros, plásticos, maderas, herramientas, etc.) que pudiera caer accidentalmente al agua, impidiendo su dispersión y arrastre por las corrientes.
- **Infraestructura hidráulica de control**: Se incorporará un sistema de drenaje pluvial que impida el escurrimiento directo de aguas pluviales hacia cuerpos de agua y evite contaminación difusa.
- **Prohibición de descargas**: Se establecerá una prohibición estricta sobre cualquier descarga de aguas residuales (domésticas, de construcción, de lavado de equipos) o residuos líquidos (aceites, combustibles, químicos) directamente al sistema de canales de la Marina o al Estero El Salado. Todas las aguas residuales serán conducidas a la red municipal para su tratamiento.

Por otro lado, tanto el servicio de abastecimiento de agua, como el de tratamiento de aguas residuales será proporcionado por el Organismo operador del agua del municipio. La viabilidad en la prestación del servicio se puede validar mediante los documentos emitidos por el Sistema de Servicios de Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado de Puerto Vallarta (SEAPAL), correspondientes al Dictamen Técnico de Prefactibilidad (**Anexo II.3**), la Autorización de celebración del convenio de incorporación (**Anexo II.4**) y el Convenio de incorporación a infraestructura hidráulica (**Anexo II.5**), mismos que se presentan como Anexos a este Documento.

> ***4.14*** *La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.*

Vinculación: El proyecto consiste en la construcción y operación de una torre turístico-habitacional, la cual se encuentra inmersa en el área urbanizada del distrito urbano 5 del municipio de Puerto Vallarta, lo que implica que en el área del proyecto se encuentran todos los servicios necesarios para su urbanización, incluyendo vías de comunicación. Por lo anterior, el Proyecto no implica aumentar la construcción de vías de comunicación, además de que se encuentra a una distancia de aproximadamente 240 metros del Estero El Salado, por lo cual, no se sobrepasan los límites establecidos en esta especificación.

> ***4.16*** *Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.*

Vinculación: El proyecto **"Alisia"** consiste en la construcción y operación de una torre turístico-habitacional en la Marina Vallarta, sin embargo, esta se encuentra a una distancia aproximada de 240 metros del humedal costero encontrado en el Estero El Salado, así como a una distancia de 140 metros del área de protección establecido en esta especificación (**Plano III.21**).

Por lo anterior, el Proyecto no excede el límite establecido en esta especificación siempre que el proyecto se encuentra a más de 100 metros del humedal costero que contiene vegetación de manglar.

> ***4.17*** *La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del*

área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.

Vinculación: Entre las actividades del Proyecto no se contempla la extracción de materiales, sin embargo, con el objetivo de promover el cumplimiento de esta especificación, se propone que la obtención de materiales de construcción se realice mediante empresas autorizadas por la autoridad correspondiente.

4.18 *Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.*

Vinculación: El proyecto consiste en la construcción y operación de una torre turístico-habitacional en el área urbanizada del municipio de Puerto Vallarta, sin embargo, para su implementación se solicita el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de 0.4 hectáreas cuadrados de Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia. Dado que en el área del proyecto no se encuentra vegetación de manglar, la implementación del mismo no contraviene lo indicado en esta especificación.

4.20 *Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.*

Vinculación: La disposición de cualquier tipo de residuos que se genere en el área del proyecto será almacenada, manejada, transportada y llevada a su disposición final de acuerdo a lo establecido en las medidas de mitigación correspondientes. En ningún momento de la implementación del proyecto se prevé la disposición de residuos en el humedal costero o cuerpos de agua. Las medidas relacionadas al manejo y disposición de residuos se describen puntualmente en el Capítulo VII de este DTU-B.

4.22 *No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.*

Vinculación: El proyecto consiste en la construcción de una torre de usos mixtos, además de que no se encuentra en un área cubierta con vegetación de manglar. Por lo anterior, la ejecución del proyecto propuesto no contraviene lo establecido en esta especificación.

4.35 *Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.*

> ***4.38*** *Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.*
> ***4.39*** *La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.*
> ***4.40*** *Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.*
> ***4.41*** *La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.*

Vinculación: Como medida de compensación por los impactos potenciales que pueden ser generado por la implementación de las actividades y obras que se contemplan para el desarrollo del proyecto, se propone realizar una reforestación con manglar en una superficie total de 1.2 ha dentro del Parque Estatal “Estero El Salado”, en el cual se contempla la restauración de zonas de manglar mediante la reforestación con especies nativas que pueden ser encontradas dentro del mencionado Parque Estatal. Como **Anexo VII.6** se presenta el Programa de Reforestación, donde se especifican y describen las estrategias, métodos, especies y monitoreos que serán realizados con el objetivo del cumplimiento de dicha medida. Se evitará la introducción de especies exóticas al ANP mencionada.

Por medio del presente DTU-B se expone al proceso de evaluación de impacto ambiental el proyecto denominado **“Alisia”** que contiene como medida de compensación el Programa de reforestación, con lo cual se busca obtener la autorización en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales que permitan el desarrollo del proyecto y la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación.

El Programa mencionado se deberá apegar en su implementación a las condiciones y criterios establecidos en esta NOM, así como en el plan de manejo del ANP y la legislación aplicable. Esta medida se describe puntualmente en el Capítulo VII de este DTU-B.

III.4.2 NOM-041-SEMARNAT-2015

> *Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.*

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y óxido de nitrógeno, así como el nivel

mínimo y máximo de la suma de monóxido y bióxido de carbono y el factor lambda. Es de observancia obligatoria para el propietario o legal poseedor de los vehículos automotores que circulan en el país o sean importados definitivamente al mismo, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los Centros de Verificación y, en su caso, Unidades de Verificación Vehicular, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kg (kilogramos), motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y de la minería.

Los límites máximos permisibles de emisiones de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno, óxidos de nitrógeno, límites mínimos y máximos de dilución provenientes del escape, así como el valor del Factor Lambda de vehículos en circulación que usan gasolina como combustible, en función del método de prueba dinámica y el año modelo, son los establecidos en la tabla siguiente.

Tabla III. 10. Límites máximos permisibles de la NOM-041-SEMARNAT-2015

Modelo vehicular	Hidrocarburos (HC hppm)	Monóxido de carbono (CO % vol.)	Oxigeno (O_2 % vol.)	Óxidos de Nitrógeno (NO_x ppm)	Dilución (CO+CO2 % vol.)		Factor Lambda Máx.
					Mín.	Máx.	
1990 y anteriores	350	2.5	2.0	2500	13	16.5	1.05
1991 y anteriores	100	1.0	2.0	1500	13	16.5	1.05

Nota de equivalencias: 1- ppm o hppm (µmol/mol) y 2- % vol. (cmol/mol)

Del *Capítulo VII* del presente Documento, se desprende que los vehículos se utilizarán a lo largo de las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, deberá estar en las condiciones necesarias para dar cumplimiento con lo que establece esa Norma Oficial Mexicana, los cuales, deberán operar de manera óptima o, en caso contrario, reemplazarlos por otros que se encuentren en perfectas condiciones.

III.4.3 NOM-045-SEMARNAT-2017

> *Protección ambiental. – Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. – Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.*

Esta NOM establece los límites máximos permisibles de emisión expresados en coeficiente de absorción de luz o por ciento de opacidad, proveniente de las emisiones del escape de

los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible, método de prueba y características técnicas del instrumento de medición.

De esta NOM se desprende, en el apartado 4.1, información acerca de los límites máximos permisibles de emisión del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor a diésel, en función del año y modelo del vehículo y cuyo peso bruto vehicular sea de hasta 3,856 kg es el establecido en lo que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla III. 11. Límites máximos permisibles de opacidad de humo en la NOM 045-SEMARNAT-2017

Modelo del vehículo	Coeficiente de absorción de luz (m^{-1})	Porciento de opacidad (%)
2003 y anteriores	2.00	57.68
2004 y anteriores	1.50	47.53

Su cumplimiento es obligatorio para los propietarios o legales poseedores de los citados vehículos, unidades de verificación y autoridades competentes. Se excluyen de la aplicación de la presente Norma la maquinaria equipada con motores a diésel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería.

Del Capítulo VII del presente DTU-B, se desprende que los vehículos que se utilizarán a lo largo de las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto estarán en las condiciones necesarias para dar cumplimiento con lo que establece esa Norma Oficial Mexicana.

III.4.4 NOM-050-SEMARNAT-2018

> *Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos.*

Esta NOM establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno; así como el límite mínimo y máximo de la suma de monóxido y bióxido de carbono y el Factor Lambda para vehículos en circulación que utilizan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos. Es de observancia obligatoria para los propietarios o legales poseedores de los vehículos automotores que utilizan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, que circulan en el país, exceptuando aquellos que circulan en las entidades federativas de Ciudad de México, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Puebla y Tlaxcala. Asimismo, están obligados a su cumplimiento los responsables de los Centros de Verificación Vehicular o de

las Unidades de Verificación. Se excluyen vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kilogramos, vehículos híbridos, motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y de la minería.

Entre las especificaciones que se desprenden de la norma son los:

> ***4.1.*** *Límites máximos permisibles de emisiones de contaminantes provenientes del escape de vehículos en circulación que usan gas natural (GN), gas licuado de petróleo (GLP) u otros combustibles alternos.*
> ***4.1.1.*** *Los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y oxígeno, así como los límites mínimos y máximos de dilución y del Factor Lambda para los vehículos automotores en circulación que usan gas natural (GN), gas licuado de petróleo (GLP) u otros combustibles alternos, son los establecidos en la figura a continuación, extraída de la presente Norma Oficial Mexicana.*

Tabla III. 12. Límites máximos permisibles de emisión de contaminantes según método de prueba

Método de prueba	Año Modelo	Hidrocarburos (HC) µmol/mol (ppmh)a	Monóxido de Carbono (CO) cmol/mol (%)	Óxidos de Nitrógeno (NO_x) µmol/mol (ppmh)	Oxígeno (O_2) cmol/mol (%)	Dilución ($CO+CO_2$) cmol/mol (% vol)		Factor Lambda
						Mín.	Máx.	
Dinámico	1993 y anteriores	200	1	1000	2	7	14.3	1.05
	1994 y anteriores	100	1	1000	2	7	14.3	1.05
Estático	1993 y anteriores	220	1	NA	2[b]	7	14.3	1.05[b]
	1994 y anteriores	150	1	NA	2[b]	7	14.3	1.05[b]

A ppmh: Partes por millón referido al hexano.
B: No aplica para vehículos que operan con mezcla pobre en ralentí, conforme a las especificaciones establecidas por el fabricante.

La totalidad de los vehículos del proyecto utilizarán combustibles fósiles como gasolina o diésel para su funcionamiento por lo que esta norma no tiene campo de aplicación para este proyecto. En caso de que se utilice algún vehículo con estas características, se verificará que cumpla con la norma.

III.4.5 NOM-059-SEMARNAT-2010

Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Esta Norma Oficial Mexicana fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre del 2010, y fue modificada por última vez el 14 de noviembre del 2019 mediante la *"MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010"*.

Su objetivo es identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción. Es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma.

En este sentido, derivado de los muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional, se identificó una especie de árbol enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, correspondiente a *Handroanthus chrysanthus*, una especie clasificada como Amenazada, sin embargo, esta especie no se encontró al interior del predio del Proyecto.

Tabla III. 13. Listado florístico del SAR enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Familia	Especie	Nombre común	NOM	Distribución
Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus*	Primavera	A	A

En cuanto a especies animales enlistadas bajo alguna categoría de riesgo, se identificaron 10 especies distintas en el SAR, de las cuales 3 se identificaron durante el tiempo de secas, 3 en el tiempo de lluvias y 4 en ambas temporadas. De estas especies, 6 se encuentran en Protección Especial, 1 Amenazada y 3 en Peligro de extinción.

Tabla III. 14. Listado faunístico del SAR enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 temporada de seca

Familia	Especie	Nombre común	NOM	Distribución
Teiidae	*Aspidoscelis lineattissimus*	Huico de Líneas de Jalisco	Pr	Endémica

Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana Mexicana de Cola Espinosa	A	Endémica
Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana Verde	Pr	Nativa
Accipitridae	*Chondrohierax uncinatus*	Gavilán Pico de Gancho	Pr	Nativa
Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla Aura	Pr	Residente/migratoria
Psittacidae	*Eupsittula canicularis*	Perico Frente Naranja	Pr	Nativa
Psittacidae	*Ara militaris*	Guacamaya Verde	P	Nativa

Tabla III. 15. Listado faunístico del SAR enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 temporada de lluvias

Familia	Especie	Nombre común	NOM	Distribución
Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	Pr	Nativa
Teiidae	*Aspidoscelis lineattissimus*	Huico de Líneas de Jalisco	Pr	Endémica
Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla negra menor	Pr	Nativa
Vireonidae	*Vireo atricapilla*	Vireo gorra negra	P	Migratoria
Psittacidae	*Eupsittula canicularis*	Perico frente naranja	Pr	Nativa
Psittacidae	*Ara militaris*	Guacamaya verde	P	Nativa
Felidae	Leopardus pardalis	Ocelote	P	Nativo

Respecto a las especies bajo categoría de riesgo encontradas en los muestreos en el predio, se identifican *Iguana iguana* y *Larus heermanni* bajo categoría de Protección Especial. De estas, solo se encuentran poblaciones de *Iguana iguana* a lo largo del año. Por el contrario, *Larus heermanni* se encontró sobrevolando los alrededores del área del proyecto solo durante la temporada de secas, ya que esta especie es migratoria y se distribuye por la zona costera del estado de Jalisco posterior a su época de reproducción.

Por otro lado, de acuerdo con los resultados del censo forestal y muestreos para los estratos arbustivo y herbáceo no se identifican especies de flora enlistada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el área del proyecto.

Tabla III. 16. Listado faunístico del Predio enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Familia	Especie	Nombre común	NOM	Distribución
Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana Verde	Pr	Nativa
Laridae	*Larus heermanni*	Gaviota Plomiza	Pr	Migratoria

Tabla III. 17. Ficha de identificación de *Iguana Iguana*

FICHA DE IDENTIFICACIÓN



Fotografías: Banco de imágenes, CONABIO

TAXONOMÍA	Familia	Género	Especie	Nombre común
	Iguanidae	*Iguana*	*Iguana*	Iguana Verde

Categoría de riesgo	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	UICN
	Sujeta a Protección Especial (Pr)	Apéndice II	Preocupacion menor (LC)

Descripción	La iguana verde es un reptil con hábitos diurnos que puede llegar a tamaños de hasta dos metros y pesar de 4 a 6 kilos en hembras y hasta 10 kilos en machos. Tiene una cabeza angosta con hocico redondeado, sus ojos son algo grandes y sus pupilas verticalmente elípticas, sus garras son grandes y afiladas lo que les permite trepar fácilmente. Presentan un pliegue gular de gran tamaño en machos adultos con escamas triangulares en los bordes, dando una apariencia de sierra. Presentan una línea de escamas alargadas desde la base de la cabeza hasta la cola.
Distribución y Hábitat	Se distribuyen ampliamente desde el norte de Veracruz y Sinaloa hasta Centro y Sudamérica (Campbell, 1998). En el país está distribuida desde Veracruz en la vertiente Atlántica y Sinaloa por la vertiente del pacífico hacia el sur del país. Prefieren climas cálidos, por lo que se pueden encontrar en selvas tropicales húmedas y secas, manglares y en zonas áridas y semiáridas en menor grado. Además, pueden concentrarse en áreas rocosas, matorrales, acantilados, mangles, bordes de ríos, lagos o claros, zonas áridas y sabanas con arbustos y árboles dispersos, entre otros. 
Alimentación	Son herbívoros, aunque en algunas ocasiones pueden incluir algunos insectos o inclusive carne, sobre todo cuando son juveniles.
Reproducción	Pueden cambiar su coloración en época reproductiva a un verde- naranja intenso. Son animales ectotermos, pueden llegar a poner hasta 30 huevos en cada puesta.

Tabla III. 18. Ficha de identificación de *Larus heermanni*

FICHA DE IDENTIFICACIÓN

<table>
<tr><td colspan="5"> 
Fotografías: Blake Matheson y Banco de imágenes, CONABIO</td></tr>
<tr><td rowspan="2">TAXONOMÍA</td><td>Familia</td><td>Género</td><td>Especie</td><td>Nombre común</td></tr>
<tr><td>Laridae</td><td>Larus</td><td>heermanni</td><td>Gaviota Plomiza</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Categoría de riesgo</td><td colspan="2">NOM-059-SEMARNAT-2010</td><td colspan="2">CITES</td><td>UICN</td></tr>
<tr><td colspan="2">Sujeta a Protección Especial (Pr)</td><td colspan="2">-</td><td>Casi Amenazado (NT)</td></tr>
<tr><td>Descripción</td><td colspan="4">La Gaviota Plomiza es un ave mediana que se caracteriza por su cabeza blanca en adultos reproductores que pasa a gris pizarra en el cuello y hasta el vientre, así como que su pico rojo tiene la punta negra. La cabeza es de color gris oscuro en el plumaje no nupcial y blanca en el plumaje nupcial. Los inmaduros se parecen a los adultos no reproductivos, pero son más oscuros y marrones y el pico es rosado hasta el segundo invierno. Forman comunidades sociales que anidan en el suelo como muchas gaviotas, sin embargo se distinguen de otras especies por su particular patrón de plumaje y migratorio.</td></tr>
<tr><td>Distribución y Hábitat</td><td colspan="4">Aproximadamente el 90% de su población se ubica en Isla Rasa, frente a Baja California, aunque existen colonias más pequeñas en islas al norte de California y hasta el sur en Nayarit. Después de la época de reproducción, que ocurre entre marzo a julio, las aves comúnmente se dispersan hacia el centro de California y, con menor frecuencia, al norte hasta Columbia Británica y al sur hasta Guatemala, con un número máximo de individuos que llegan a Canadá durante julio y agosto. Estos individuos septentrionales se retiran entonces hacia el sur para invernar a lo largo de la costa sólo desde California hacia el sur, con algunos inmaduros no reproductores que permanecen a lo largo de la costa todo el año.
</td></tr>
<tr><td>Alimentación</td><td colspan="4">Se alimentan principalmente de pequeños peces pelágicos, sobre todo sardina del Pacífico (Sardinops sagax), anchoa del norte (Engraulis mordax) y caballa del Pacífico (Scomber japonicus).</td></tr>
<tr><td>Reproducción</td><td colspan="4">Anidan en islas áridas del Golfo de California, principalmente en Isla Rasa. El tamaño de la nidada oscila entre 1 y 3 huevos. Tras 28 días de incubación, los pichones semiprecoces eclosionan y vuelan por primera vez aproximadamente a los 45 días de edad.</td></tr>
</table>

Las distintas categorías de riesgo se definen en la misma NOM-059-SEMARNAT-2010 de la siguiente manera:

> ***2.2.2 En peligro de extinción (P)***
> *Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.*
> ***2.2.3 Amenazadas (A)***
> *Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.*
> ***2.2.4 Sujetas a protección especial (Pr)***
> *Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.*

Para contrarrestar los impactos que se puedan generar por las actividades del proyecto a estas especies y asegurar que la implementación del mismo no propicie que esta especie sea declarada como amenazada, se presenta como medida el Monitoreo, Rescate y Reubicación de fauna que aborda a toda la fauna en general que pueda encontrarse en el predio. Particularmente, para atender a la población de Iguana Verde (*Iguana iguana*), se propone la implementación de un Programa de manejo y reubicación de Iguana Verde (*Iguana iguana*) enfocado especialmente a esta especie de reptil considerando sus características particulares.

Con el objetivo de proteger la biodiversidad local y de conservar las poblaciones de esta especie, se propone como medida la reubicación de estos individuos fuera del área donde se pretenden realizar las obras. De igual manera, se prohibirá entre los trabajadores y usuarios del edificio la caza o aprovechamiento de estos reptiles y, en general, de cualquier individuo de flora y fauna silvestre que pudiera encontrarse en el predio. Estas estrategias se detallan de forma puntual en el capítulo VII de este DTU-BR.

III.4.6 NOM-080-SEMARNAT-1994

> *Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.*

Esta norma establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación,

así como su método de medición. Se aplica a vehículos automotores de acuerdo a su peso bruto vehicular y motocicletas y triciclos motorizados que circulan por las vías de comunicación terrestre, exceptuando los tractores para uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción y los que transitan por riel.

Los límites máximos permisibles de los automóviles, camionetas, camiones y tractocamiones son expresados en dB(A) de acuerdo con su peso bruto vehicular como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla III. 19. Límite máximo permisible de emisión de ruidos

Peso bruto vehicular	Límites máximos permisibles dB(A)
Hasta 3,000	86
Más de 3,000 y hasta 10,000	92
Más de 10,000	99

Los límites máximos permisibles de motocicletas y triciclos motorizados son expresados en dB(A) de acuerdo con la capacidad de desplazamiento del motor medido en centímetros cúbicos.

Tabla III. 20. Límites máximos permisibles de motocicletas y triciclos motorizados

Desplazamiento en centímetros cúbicos	Del Límites máximos permisibles en dB(A)
Hasta 449	96
De 450 en adelante	99

Cálculo y expresión de resultados

El nivel sonoro emitido por el vehículo será aquel que resulte del promedio aritmético del nivel mayor y del nivel menor de los tres registrados.

$$\text{Nivel de ruido del escape del vehículo} = \frac{\text{Nivel mayor + Nivel menor}}{2}$$

La maquinaria que se utilizará a lo largo de las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, estarán en las condiciones necesarias para dar cumplimiento con lo que establece esa Norma Oficial Mexicana. Asimismo, no circularán simultáneamente más de tres camiones para el transporte de material y la máquina que distribuirá y asentará los suelos en este sitio deberá trabajar en forma alternada con los camiones.

III.4.7 Otras Normas Específicas

NORMAS Y MÉTODOS RECOMENDADOS INTERNACIONALES

Tomando en cuenta que el área de proyecto se encuentra a una distancia aproximada de 1.8 kilómetros en dirección noroeste al aeropuerto Internacional Gustavo Díaz Ordaz de Puerto Vallarta, Jalisco, se presenta la vinculación con respecto a las “Normas y métodos recomendados Internacionales” del Anexo 14, capítulo 4. Esta cercanía con el Aeropuerto condiciona la altura del proyecto según el Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Distrito Urbano 5.

> ***Nota. —*** *La finalidad de las especificaciones del presente capítulo es describir el espacio aéreo alrededor de los helipuertos para que puedan llevarse a cabo con seguridad las operaciones de helicópteros previstas y evitar, donde existen controles apropiados del Estado, que los helipuertos queden inutilizados por la multiplicidad de obstáculos en sus alrededores. Esto se logra mediante una serie de superficies limitadoras de obstáculos que marcan los límites hasta donde los objetos pueden proyectarse en el espacio aéreo.*
> ***4.1*** *Superficies y sectores limitadores de obstáculos*
> ***4.1.1*** *Descripción. Plano inclinado o combinación de planos o, cuando haya virajes involucrados, una superficie compleja de pendiente ascendente a partir del extremo del área de seguridad operacional y con centro en una línea que pasa por el centro de la FATO.*
> ***4.1.2*** *Características. Los límites de la superficie de aproximación serán:*
> ***a)*** *un borde interior horizontal y de longitud igual a la anchura/diámetro mínimo especificado de la FATO más el área de seguridad operacional, perpendicular al eje de la superficie de aproximación y emplazado en el borde exterior del área de seguridad operacional;*
> ***b)*** *dos lados que parten de los extremos del borde interior y divergen uniformemente en una proporción especificada a partir del plano vertical que contiene el eje de la FATO; y*
> ***c)*** *un borde exterior horizontal y perpendicular al eje de la superficie de aproximación y a una altura especificada de 152 m (500 ft)por encima de la elevación de la FATO. 4.1.3 La elevación del borde interior será la elevación de la FATO en el punto del borde interior que sea el de intersección con el eje de la superficie de aproximación. Para helipuertos destinados a ser utilizados por helicópteros que operan en la Clase de performance 1, y cuando lo apruebe la autoridad competente, el origen del plano inclinado puede elevarse directamente por encima de la FATO.*
> ***4.1.4*** *La pendiente de la superficie de aproximación se medirá en el plano vertical que contenga el eje de la superficie.*
> ***4.1.5*** *En el caso de una superficie de aproximación que involucre virajes, ésta será una superficie compleja que contiene la perpendicular horizontal a su eje y la pendiente del eje será la misma que la de una superficie de aproximación en línea recta.*
> ***4.1.6*** *En el caso de una superficie de aproximación que involucre virajes, la superficie no contendrá más de una parte en curva.*

4.1.7 *Cuando se proporcione una parte en curva de una superficie de aproximación, la suma del radio del arco que define el eje de la superficie de aproximación y la longitud de la parte rectilínea con origen en el borde interior no será inferior a 575 m.*

Tabla III. 21. Dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos para todas las FATO visuales

Tabla 4-1. Dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos para todas las FATO visuales

SUPERFICIE y DIMENSIONES	*CATEGORÍAS DE DISEÑO DE PENDIENTE*		
	A	B	C
SUPERFICIE DE APROXIMACIÓN y ASCENSO EN EL DESPEGUE:			
Anchura del borde interior	Anchura del área de seguridad operacional	Anchura del área de seguridad operacional	Anchura del área de seguridad operacional
Ubicación del borde interior	Límite del área de seguridad operacional (Límite de la zona libre de obstáculos, si se proporciona)	Límite del área de seguridad operacional	Límite del área de seguridad operacional
Divergencia: (1ª y 2ª sección)			
Uso diurno solamente	10%	10%	10%
Uso nocturno	15%	15%	15%
Primera sección:			
Longitud	3 386 m	245 m	1 220 m
Pendiente	4,5% (1:22.2)	8% (1:12.5)	12,5% (1:8)
Anchura exterior	(b)	N/A	(b)
Segunda sección:			
Longitud	N/A	830 m	N/A
Pendiente	N/A	16% (1:6.25)	N/A
Anchura exterior	N/A	(b)	N/A
Longitud total a partir del borde interior (a)	3 386 m	1 075 m	1 220 m
Superficie de transición:(FATO con procedimiento de aproximación PinS y VSS)			
Pendiente	50% (1:2)	50% (1:2)	50% (1:2)
Altura	45 m	45 m	45 m

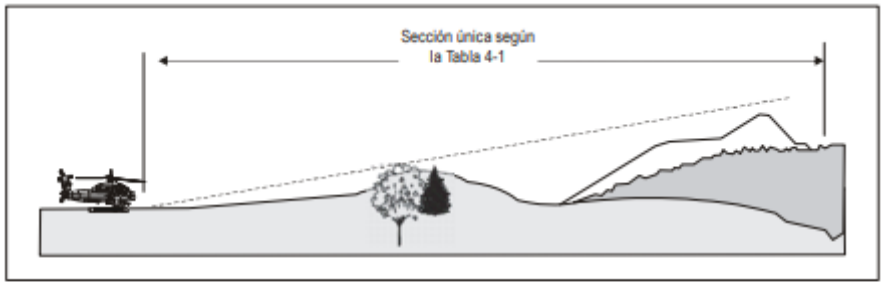
a) *Las longitudes de las superficies de aproximación y ascenso en el despegue de 3 386 m, 1 075 m y 1 220 m relacionadas con las respectivas pendientes, lleva al helicóptero hasta 152 m (500 ft) por encima de la elevación de la FATO.*

b) *Anchura total de 7 diámetros del rotor en el caso de operaciones diurnas o anchura total de 10 diámetros del rotor en operaciones nocturnas.*

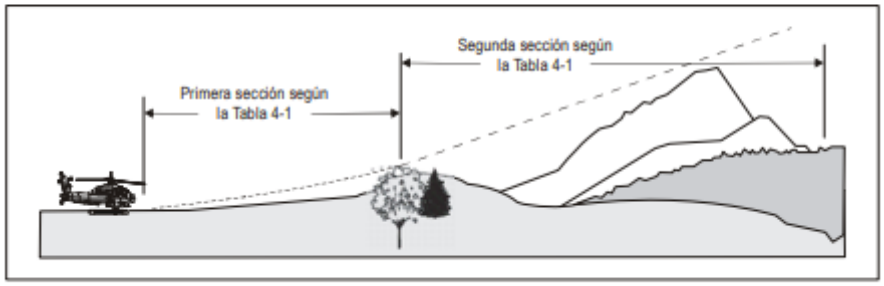
Nota. — *Las categorías de pendiente pueden no limitarse a una clase de performance específica y pueden ser aplicables a más de una clase de performance. Las categorías de diseño de pendiente representan ángulos mínimos de pendiente de diseño y no pendientes operacionales. La Categoría de pendiente "A" corresponde generalmente a los helicópteros que operan en la Clase de performance 1; la Categoría de pendiente "B" corresponde generalmente a los helicópteros que operan en la Clase de performance 3; y la Categoría de pendiente "C" corresponde generalmente a los helicópteros que operan en la Clase de performance 2. Las consultas con los*

explotadores de helicópteros ayudarán a determinar la categoría de pendiente apropiada que deberá aplicarse con arreglo al entorno del helipuerto y al tipo de helicóptero más crítico que se prevea utilizará el helipuerto.

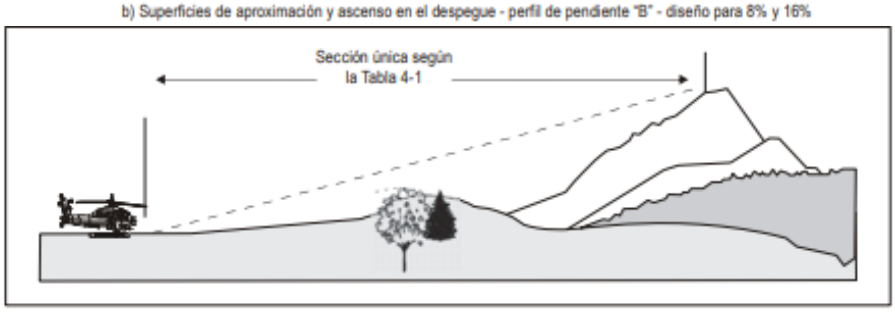
Figura III. 5. Superficie de aproximación y ascenso en el despegue con categorías de diseño de pendiente diferentes



a) Superficies de aproximación y ascenso en el despegue - perfil de pendiente "A" - diseño para 4,5%



b) Superficies de aproximación y ascenso en el despegue - perfil de pendiente "B" - diseño para 8% y 16%



c) Superficies de aproximación y ascenso en el despegue - perfil de pendiente "C" - diseño para 12,5%

Figura 4-6. Superficies de aproximación y ascenso en el despegue con categorías de diseño de pendiente diferentes

***4.2** Requisitos de limitación de obstáculos*

***Nota 1.—** Los requisitos para las superficies limitadoras de obstáculos se especifican basándose en el uso previsto de la FATO, o sea, la maniobra de aproximación hasta el vuelo estacionario o aterrizaje, o la maniobra de despegue y tipo de aproximación, y se prevé aplicarlos cuando la FATO se utilice en tales operaciones. Cuando las operaciones se llevan a cabo hacia o desde ambas direcciones de una FATO, la función de ciertas superficies puede verse anulada debido a los requisitos más estrictos de otra superficie más baja*

***Nota 2.—** Si se instala un sistema visual indicador de pendiente de aproximación (VASIS), hay superficies de protección contra obstáculos adicionales, detalladas en el*

Capítulo 5, que deben considerarse y pueden ser más exigentes que las superficies limitadoras de obstáculos.

A su vez el Plan Parcial de Desarrollo Urbano del distrito Urbano 5 de Marina Vallarta vincula las Normas y métodos recomendados internacionales Anexo 14, capítulo 4, específicamente la sección de Superficies Limitadoras de obstáculos mencionando lo siguiente:

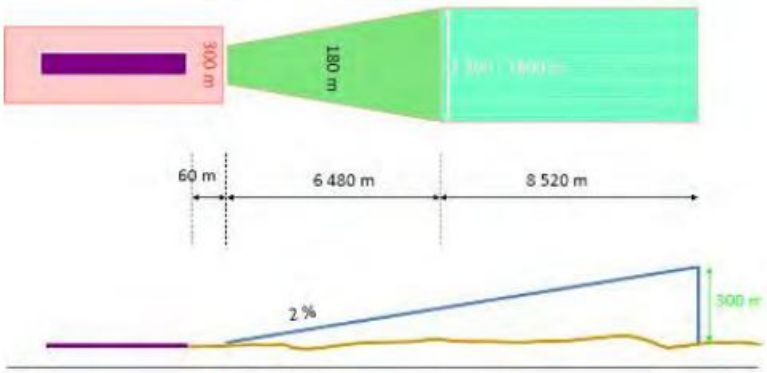
Tabla III. 22. Superficie limitadora de obstáculos

Tabla 1. Superficie limitadora de Obstáculos*	
Superficie horizontal externa	Superficie de transición
Superficie Cónica	Superficie de transición interna
Superficie horizontal interna	Superficie de aterrizaje interrumpido
Superficie de aproximación	Superficie de ascenso en el despegue
Superficie de aproximación interna	
Fuente: OACI 2009, Organización De Aviación Civil Internacional, Anexo 14, capítulo 4	

El objetivo de tener una superficie limitadora de Obstáculos, en medida es controlar las obras en las inmediaciones de los aeropuertos de red, con la finalidad de evitar que estas obstaculicen los procedimientos de aproximación y despegue, así como incursiones en las superficies limitadoras de espacios, el cual define el espacio aéreo, que, en condiciones ideales, debería mantenerse libre de obstáculos y reducir al mínimo los peligros que para las aeronaves representan.
Las especificaciones y consideraciones para las superficies limitadoras de obstáculos se muestran en los siguientes gráficos.

Figura III. 6. Superficie de ascenso en el despegue

Figura 3. Superficie de ascenso en el despegue

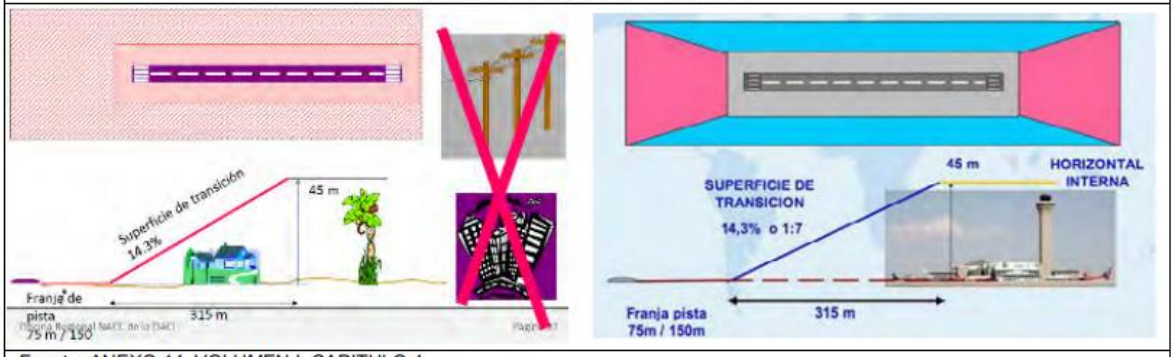


Fuente: ANEXO 14, VOLUMEN I, CAPITULO 4.

Con la superficie de transición la finalidad es proteger a las aeronaves durante la fase final de la aproximación para el aterrizaje.

Figura III. 7. superficie de Transición

Figura 4. Superficie de Transición



Fuente: ANEXO 14, VOLUMEN I, CAPITULO 4.

El adecuado control de vigilancia de las superficies limitadoras de obstáculos de los aeropuertos permitirá asegurar que las operaciones aéreas se desarrollen de manera segura, regular y eficiente, garantiza que las instalaciones tengan una vida útil compatible a lo planificado.

Con la finalidad de preservar la seguridad de las instalaciones y los usuarios, así como del entorno inmediato, toda acción urbanística que se pretenda realizar dentro del área de influencia de las operaciones aeronáuticas, deberá contar con el dictamen de la autoridad municipal, mismo que deberá atender las recomendaciones y observaciones emitidas por el organismo encargado de las operaciones y administración aeroportuaria, evitando también cualquier interferencia con la estación terrestre VOR/DME, ya que la señal de radiofrecuencia VHF se emite en todas las direcciones.

Figura III. 8. Procedimiento interno para análisis de las acciones urbanísticas en las inmediaciones del Aeropuerto

Figura 5. Procedimiento interno para analisis de las acciones urbanísticas en la inmediaciones del Aeropuerto.



Fuente: Grupo Aeropurtuario del Pacífco (GAP), Sociedad Concesionaria Aeropuerto Internacional de Puerto Vallarta, S.A. de C.V.,

Figura III. 9. Dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos

Figura 6. Dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos

PISTAS PARA APROXIMACIONES

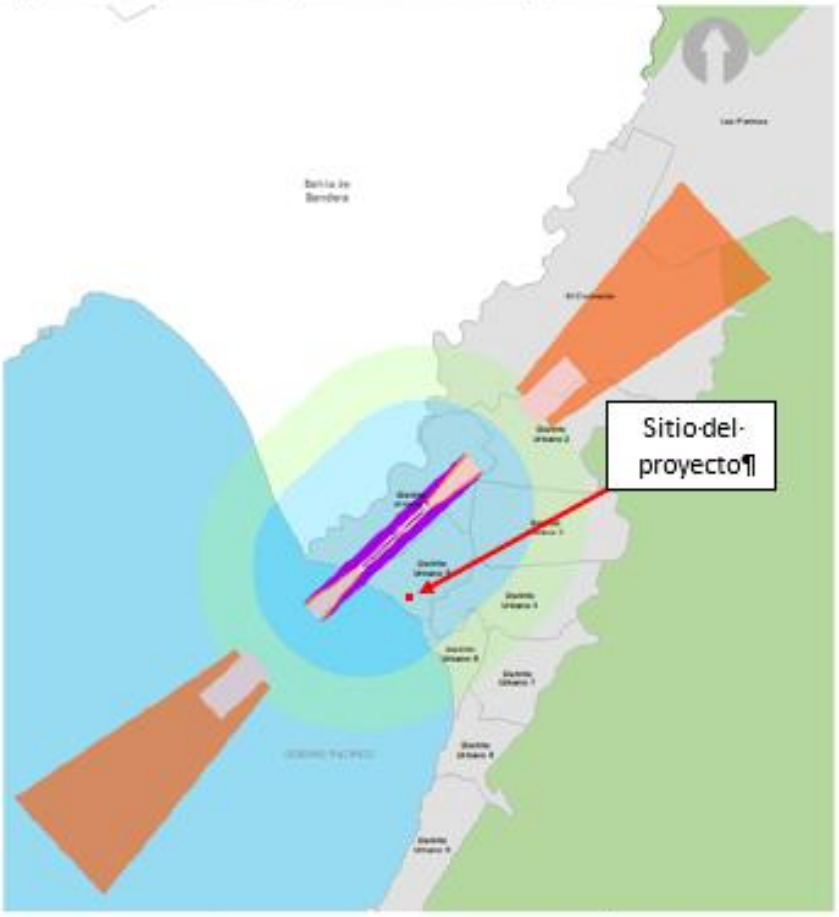
	CLASIFICACIÓN DE LAS PISTAS									
		Aproximación visual Número de clave			Aproximación que no sea de precisión Número de clave			Aproximación de precisión Categoría I Número de clave		Aproximación de precisión Categoría II o III Número de clave
Superficies y dimensiones[a]	1	2	3	4	1,2	3	4	1,2	3,4	3,4
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
CÓNICA										
Pendiente	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Altura	35 m	55 m	75 m	100 m	60 m	75 m	100 m	60 m	100 m	100 m
HORIZONTAL INTERNA										
Altura	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m
Radio	2 000 m	2 500 m	4 000 m	4 000 m	3 500 m	4 000 m	4 000 m	3 500 m	4 000 m	4 000 m
APROXIMACIÓN INTERNA										
Anchura	—	—	—	—	—	—	—	90 m	120 m[e]	120 m[e]
Distancia desde el umbral	—	—	—	—	—	—	—	60 m	60 m	60 m
Longitud	—	—	—	—	—	—	—	900 m	900 m	900 m
Pendiente								2,5%	2%	2%
APROXIMACIÓN										
Longitud del borde interior	60 m	80 m	150 m	150 m	150 m	300 m	300 m	150 m	300 m	300 m
Distancia desde el umbral	30 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m
Divergencia (a cada lado)	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
Primera sección										
Longitud	1 600 m	2 500 m	3 000 m	3 000 m	2 500 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m
Pendiente	5%	4%	3,33%	2,5%	3,33%	2%	2%	2,5%	2%	2%
Segunda sección										
Longitud	—	—	—	—	—	3 600 m[b]	3 600 m[b]	12 000 m	3 600 m[b]	3 600 m[b]
Pendiente	—	—	—	—	—	2,5%	2,5%	3%	2,5%	2,5%
Sección horizontal										
Longitud	—	—	—	—	—	8 400 m[b]	8 400 m[b]	—	8 400 m[b]	8 400 m[b]
Longitud total	—	—	—	—	—	15 000 m	15 000 m	15 000 m	15 000 m	15 000 m
DE TRANSICIÓN										
Pendiente	20%	20%	14,3%	14,3%	20%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%
DE TRANSICIÓN INTERNA										
Pendiente	—	—	—	—	—	—	—	40%	33,3%	33,3%
SUPERFICIE DE ATERRIZAJE INTERRUMPIDO										
Longitud del borde interior	—	—	—	—	—	—	—	90 m	120 m[e]	120 m[e]
Distancia desde el umbral	—	—	—	—	—	—	—	[c]	1 800 m[d]	1 800 m[d]
Divergencia (a cada lado)	—	—	—	—	—	—	—	10%	10%	10%
Pendiente	—	—	—	—	—	—	—	4%	3,33%	3,33%

a. Salvo que se indique de otro modo, todas las dimensiones se miden horizontalmente.
b. Longitud variable (véase 4.2.9 ó 4.2.17).
c. Distancia hasta el extremo de la franja.
d. O distancia hasta el extremo de pista, si esta distancia es menor.
e. Cuando la letra de clave sea F [Columna 3) de la Tabla 1-1], la anchura se aumenta a 155 m. Véase la Circular 301 *Nuevos aviones de mayor tamaño — Transgresión de la zona despejada de obstáculos: medidas operacionales y estudio aeronáutico*, para obtener información sobre los aviones de letra de clave F equipados con aviónica digital para ofrecer mandos de dirección para mantener una ruta establecida durante una maniobra de "motor y al aire".

Fuente: Sociedad Concesionaria Aeropuerto Internacional de Puerto Vallarta, S.A. de C.V.

Figura III. 10. Superficie de Aproximación al Aeropuerto de Puerto Vallarta

Figura 7. Superficie de Aproximación al Aeropuerto de Puerto Vallarta



Aproximación	Ascenso al Despegue	Superficie Cónica
Horizontal Interna	Transición	

Fuente: Grupo Aeroportuario del Pacífico, Aeropuerto Internacional de Puerto Vallarta.

III.5 PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO (PDU)

III.5.1 Programa Municipal de Desarrollo Urbano para Puerto Vallarta

El Programa Municipal de Desarrollo Urbano para Puerto Vallarta, Jalisco, fue publicado en la Gaceta Municipal de Puerto Vallarta el 24 de diciembre del 2020 (**PMDU-PV-2020**), funge como el instrumento rector de planeación territorial, que direcciona y regula el crecimiento urbano, con base en lineamientos estructurados, cuyos objetivos son, propiciar el ordenamiento territorial, el desarrollo urbano, y la inversión dentro del municipio de Puerto Vallarta, de forma integral y ambientalmente sostenible.

Este programa municipal de desarrollo urbano tiene como objetivo aportar los valores, principios y recursos legales, técnicos y científicos que permitan a las autoridades municipales y al sector privado detonar el desarrollo sostenible, crecimiento económico, cohesión del tejido social, y orden urbano, mediante políticas responsables, destinadas a mejorar las condiciones de vida de los habitantes y visitantes del municipio, a través del aprovechamiento de las oportunidades que genera el desarrollo urbano equilibrado.

El **PMDU-PV-2020** es uno de los instrumentos que establecen las estrategias y políticas que representan el enfoque de crecimiento y desarrollo. En conjunto con este Plan se han instrumentado los diferentes instrumentos que regulan el ordenamiento territorial y los asentamientos humanos, como lo son:

- Planes de Centro de Población
- Planes Parciales de los Distritos Urbanos del Centro de Población de la Ciudad de Puerto Vallarta
- Reglamento de Zonificación para el Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco.
- Reglamento de Construcción para el Municipio de Puerto Vallarta.
- Reglamento de Imagen Visual e Identidad de Puerto Vallarta

El área del Proyecto, al encontrarse dentro del centro de población del Distrito Urbano 5, se ubica en una denominada **Zonas con potencial de aprovechamiento**, las cuales se identifican como aquellas que cuentan con superficie desocupada, con mínima urbanización o viabilidad para su reciclamiento, las que resulten aptas para el desarrollo de actividades en beneficio del desarrollo urbano, así como las que cuentan con accesibilidad y en su entorno próximo existan servicios básicos de infraestructura o las condiciones óptimas que permiten su dotación. Bajo esta clasificación se han identificado que los Distritos que

cuentan con mayor aptitud de aprovechamiento son los Distritos Urbanos 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10 así como las zonas de Las Palmas y l Colorado. De igual manera, el Programa propone que todos los Distritos Urbanos sean aptos para redensificación en el suelo que ya está siendo utilizado.

De acuerdo con la clasificación de áreas, el proyecto se ubica en un **Área Urbanizada (AU)**, las cuales se describen como:

> *Territorio ocupado por los Asentamientos Humanos con redes de infraestructura, equipamientos, servicios y demás instalaciones necesarias para la vida normal y que han cumplido con las áreas de cesión, que cuentan con su incorporación municipal, la aceptación del ayuntamiento o que están en proceso de acordarla, incluyendo aquellos asentamientos de urbanización progresiva bajo la modalidad de acción urbanística por objetivo social y que aún no han concluido con dicha acción o aquellas de urbanización espontánea que el Ayuntamiento autorice regularizar de acuerdo a los procedimientos de las leyes en la materia; estás áreas podrán ser objeto de acciones de mejoramiento y de renovación urbana, pudiendo implicar la asignación de nuevas modalidades o intensidades para su utilización siempre y cuando exista factibilidad expresa de cobertura de servicios básicos por los entes correspondientes.*

De acuerdo con dicho programa en su sección de zonificación primaria menciona que el uso habitacional está presente en la mayor parte de la superficie del territorio municipal, sin embargo, en la mayor parte de la superficie donde se identifica este uso coexisten otros usos como son el uso comercial y la prestación de servicios, principalmente en la zona urbana consolidada enmarcada por el Centro de Población, fuera de este límite se identifican asentamientos donde predomina el uso habitacional, ya que la mayor parte de servicios y comercio se localizan en la zona urbana consolidada.

Estrategia de la Zonificación Primaria

La zonificación primaria en la que se determinan los aprovechamientos o utilización generales del suelo, en las distintas zonas del área objeto de ordenamiento y regulación, en correlación con las áreas Urbanizadas, Áreas Urbanizables y Áreas no Urbanizables en el Municipio de Puerto Vallarta.

Este tipo de zonificación determina los usos de suelo para las Agropecuario, Forestal, Actividades Extractivas, Turístico, Habitacional, Comercial y de Servicios, Industrial, Equipamiento Urbano o Regional, Espacios Verdes y Abiertos, Instalaciones Especiales y de Infraestructura y Patrimonio cultural. Tales usos están de conformidad con lo estipulado en el Artículo 163 del Código Urbano para el Estado de Jalisco y los artículos 3 y 59 de la LGAHOTDU.

El sitio del Proyecto se localiza en un uso de suelo, según el Mapa 41 del PMDU relativo a la **Zonificación Primaria**, correspondiente a **Turístico**.

El Programa Municipal de Desarrollo Urbano para Puerto Vallarta regula el crecimiento y desarrollo urbano en la totalidad del municipio mediante la delimitación de zonas urbanizables y no urbanizables, así como por la delimitación de la zonificación primaria del territorio. De esta manera, permite que se desarrollen instrumentos particulares para la determinación particular de la zonificación secundaria, como lo son los Planes Parciales de Desarrollo Urbano.

De acuerdo con su alcance geográfico, el instrumento que regula el ordenamiento territorial, los asentamientos humanos y los usos de suelo en el área del proyecto es el Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Distrito Urbano 5, el cual debe vincularse con el proyecto para garantizar el cumplimiento del mismo en materia de desarrollo urbano.

III.5.2 Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Distrito Urbano 5 (PPDU-DU5)

El Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Distrito Urbano 5 del Municipio de Puerto Vallarta fue publicado en la Gaceta Municipal de Puerto Vallarta el pasado 24 de diciembre del 2020. Este es el instrumento de planeación que se encarga de direccionar y regular el ordenamiento urbano integral y sostenible en el territorio municipal, apoyándose en un conjunto de lineamientos estructurados.

El Plan Parcial desarrolló los 10 apartados que contiene el documento basándose en la siguiente metodología de análisis:

1. Identificación y valoración del problema, en la que se analizó la situación existente para crear una visión de la situación deseada (árbol del problema y árbol de soluciones).
2. Preparación del diseño, donde se crean las estrategias que se aplicarán para conseguir la situación deseada.
3. La etapa de planificación, en la que la idea del proyecto se convierte en un plan operativo práctico para la ejecución, se elabora la matriz de seguimiento en donde las actividades y los recursos son definidos y visualizados en cierto tiempo.

Diagnostico Integrado realizado para la elaboración del PPDU-DU5

Previo al proceso de instrumentación, modelado y al establecimiento de los criterios para la regulación urbana, es necesario realizar un diagnóstico integrado, donde se aseguren que se toman en cuenta las característica bióticas, abióticas y socioeconómicas del contexto inmediato al área a ordenar. Por ello, en el apartado 4 del PPDU se presentó el diagnóstico integrado en el territorio que abarca el Distrito Urbano 5, objeto de estudio del Plan Parcial.

Como parte de este **Diagnóstico Integral** se tomaron en cuenta, dentro de sus dimensiones geográficas, la presencia de áreas verdes, infraestructura y equipamiento urbano, la morfología urbana junto con los usos potenciales y actuales del territorio, los riesgos y vulnerabilidad, las características sociodemográficas y las Zonas de protección por valor natural y cultural.

Participación ciudadana para la elaboración del PPDU-DU5

Con el fin de sustentar las propuestas de las personas interesadas, se realizaron Talleres de Diagnóstico, en los cuales se trataron temas relacionados a las problemáticas y necesidades de la población del distrito de acuerdo con temas específicos como Usos de Suelo, Medio Físico Natural y Medio Físico Transformado.

Las propuestas y comentarios fueron recopilados, filtrados y analizados para ser integrados dentro de la propuesta de Plan Parcial de Desarrollo mediante las políticas y estrategias que se enfoquen en los temas previstos durante el proceso de consulta. De esta manera, se asegura que **el Instrumento de planeación aplicable al Proyecto contempla el factor social y el punto de vista de los habitantes locales** para la implementación de las políticas y acciones urbanísticas que se busquen realizar en el Distrito Urbano 5.

Políticas y Objetivos del PPDU-DU5

El PPDU-DU5 establece una **Política de mejoramiento** como estrategia general, la cual responde a la visión y objetivo planteado por el H. Ayuntamiento de Puerto Vallarta de transitar de un “Modelo Urbano Disperso” a un “Modelo Urbano Sustentable” que conlleva la aplicación de los 10 lineamientos urbanos establecidos por SEDATU y SEMARNAT.

La política planteada para el Plan se logrará siempre y cuando se alcance la alineación y la concurrencia de obras y acciones que realizará tanto el gobierno Federal, Estatal y

Municipal, como el sector social y privado dentro del Polígono que conforma el Distrito Urbano 5.

Particularmente, el proyecto se ubica en una **Zona con Política de Mejoramiento Urbano**, para el cual, se describen las siguientes **Acciones de Mejoramiento**:

> ***b. Acciones de mejoramiento.*** *Correspondiente a la acción urbanística que busque optimizar el funcionamiento y rendimiento en el uso y aprovechamiento del suelo, asi como del equipamiento urbano, servicios, infraestructura y sistema vial en áreas urbanizadas; las cuales tendrán como finalidad formalizar los términos y condiciones para la participación de los titulares de los predios y fincas, además de la ejecución de las obras de mejoramiento o renovación urbana necesarias dentro del distrito y su integración al desarrollo de la Ciudad.*

El proyecto busca el óptimo aprovechamiento del terreno mediante la implementación de infraestructura turístico-habitacional y el mejoramiento de la infraestructura vial en un área urbana consolidada que ya cuenta con todos los servicios necesarios para su urbanización, por lo que el proyecto se encuentra alineado con la política de la zona.

El PPDU-DU5 establece los siguientes Objetivos:

> ***I.*** *Precisar la zonificación de las áreas que integran y delimitan el centro de población, promoviendo la mezcla de usos del suelo mixtos, procurando integrar las zonas residenciales, comerciales y centros de trabajo;*
> ***II.*** *Regular las acciones de conservación, mejoramiento y crecimiento previstas en los programas y planes de desarrollo urbano;*
> ***III.*** *Determinar los usos y destinos que se generen por efecto de las acciones urbanísticas;*
> ***IV.*** *Precisar las normas de utilización de los predios y fincas en su área de aplicación;*
> ***V.*** *Regular en forma específica la urbanización y la edificación, en relación con las modalidades de acción urbanística;*
> ***VI.*** *Determinar las obligaciones a cargo de los titulares de predios y fincas, derivadas de las acciones de conservación, mejoramiento y crecimiento; y*
> ***VII.*** *El establecimiento de indicadores a fin de dar seguimiento y evaluar la aplicación y cumplimiento de los objetivos del plan.*

Clasificación de las áreas del Distrito

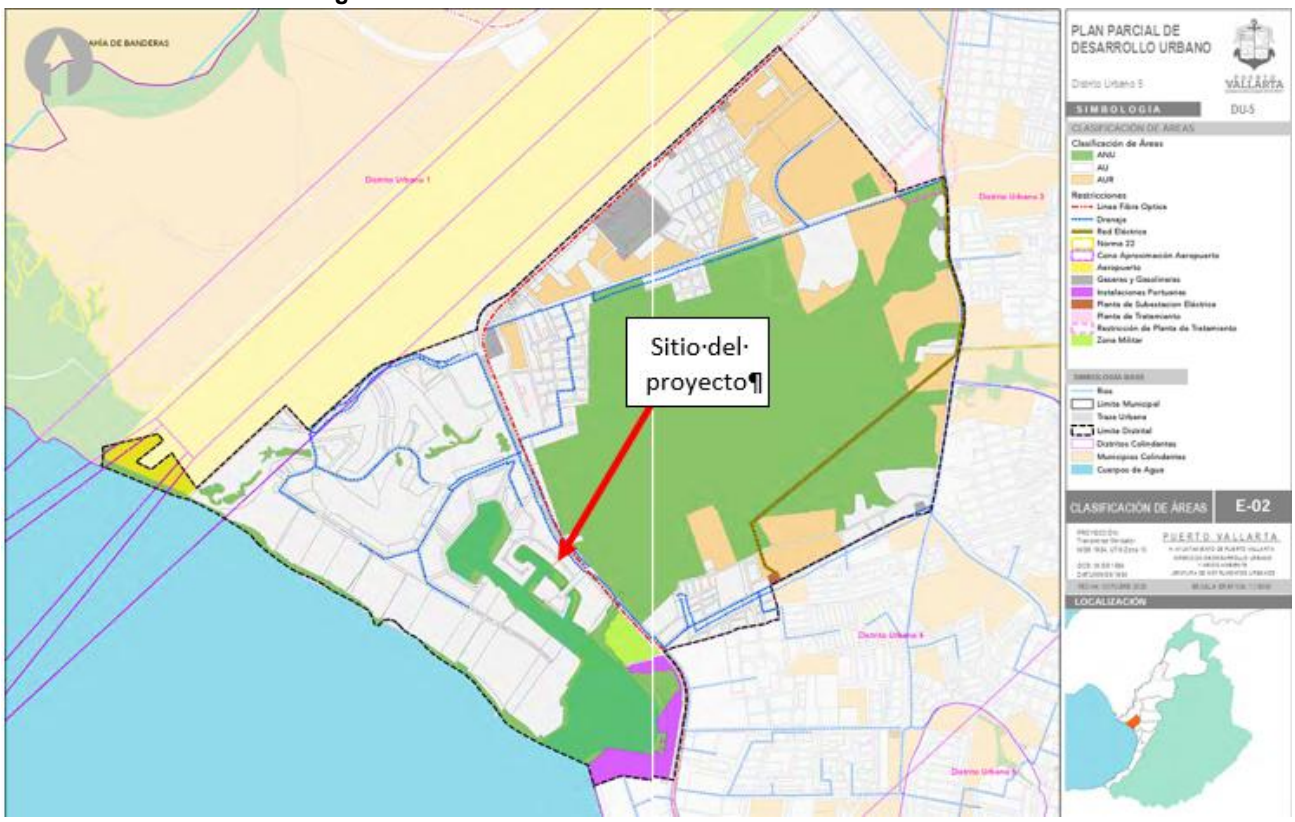
La clasificación de áreas y predios, según el propio Plan Parcial, "*se establece en función de las condicionantes que resulten de las características del medio físico natural y transformado, las que según su índole requieren de diverso grado de control o participación institucional, establecidas en los instrumentos de planeación urbana indicando las superficies de restricción y protección, para obtener o conservar la adecuada relación ambiental, así como para normar la acción urbanística que en dichas áreas se pretenda realizar*".

El distrito fue clasificado en 3 distintas áreas, las cuales se describen a continuación:

> ***I. Áreas Urbanizadas (AU):*** *Territorio ocupado por los Asentamientos Humanos con redes de infraestructura, equipamientos, servicios y demás instalaciones necesarias para la vida normal y que han cumplido con las áreas de cesión, que cuentan con su incorporación municipal, la aceptación del ayuntamiento o que están en proceso de acordarla, incluyendo aquellos asentamientos de urbanización progresiva bajo la modalidad de acción urbanística por objetivo social y que aún no han concluido con dicha acción o aquellas de urbanización espontánea que el Ayuntamiento autorice regularizar de acuerdo a los procedimientos de las leyes en la materia; estás áreas podrán ser objeto de acciones de mejoramiento y de renovación urbana, pudiendo implicar la asignación de nuevas modalidades o intensidades para su utilización siempre y cuando exista factibilidad expresa de cobertura de servicios básicos por los entes correspondientes.*
> ***II. Áreas Urbanizables (AUR):*** *Aprovechamiento del territorio con características y potencial para el crecimiento urbano contiguo a los límites del área urbanizada, conformadas por reservas territoriales localizadas dentro del centro de población o en un plan parcial de desarrollo urbano vigente ya que implican la continuidad de la estructura urbana existente, el aprovechamiento y liga de las obras de infraestructura básica, siempre y cuando exista factibilidad expresa de cobertura de servicios básicos por los entes correspondientes, por lo que corresponde a proporcionar los servicios de infraestructura básica; vialidades, infraestructura hidrosanitaria, equipamientos y servicios urbanos (aseo público, seguridad pública, transporte, mantenimiento urbano); todo lo anterior a cargo de los promotores o desarrolladores que podrán presentar a las autoridades los estudios y proyectos que garanticen su realización y operación para su integración a la estructura urbana del centro de población, el gobierno establecerá mecanismo para aplicar dicho costo y cuya extensión y superficie se calcula en función de las necesidades de la demanda del crecimiento de la población y del nuevo suelo indispensable para su aprovechamiento urbano.*
> ***III. Áreas No Urbanizables (ANU):*** *Territorio que, por su carácter natural, ambiental e histórico, cultural y artístico, requieren estrategias de protección, preservación, restauración o conservación; incluyendo las primeras dunas de las playas, vados de ríos, lagos y vasos reguladores de agua; así como las consideradas zonas de riesgo no mitigable, por lo que estas áreas solo podrán utilizarse de acuerdo a su vocación agropecuaria, forestal, ambiental o patrimonial, en los términos que determina este reglamento y leyes aplicables.*

De acuerdo con el Oficio expedido por la Dirección de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente correspondiente al **Expediente 2838/22**, **Asunto 067/00/AU/RG-1182/22** correspondiente al **Dictamen de Trazos Usos y Destinos Específicos**, mismo que es presentado como **Anexo III.1** a este documento, el predio donde se pretende realizar el Proyecto se ubica en un **Área Urbanizada**, lo cual indica que, para la implementación del Proyecto, no será necesario realizar actividades de urbanización, las cuales implica proporcionar servicios de infraestructura básica, vialidades, infraestructura hidrosanitaria, equipamientos y servicios urbanos, por lo que no será necesario implementar obras adicionales a las presentadas.

Figura III. 11. Clasificación de áreas en el Distrito



Zonificación Secundaria en el Distrito

De acuerdo con el Plan Parcial, la zonificación secundaria es en la que se determinan los aprovechamientos específicos o utilización particular del suelo, en las distintas zonas del área objeto de ordenamiento y regulación acompañadas de sus respectivas normas de control de la densidad de la edificación. Particularmente, según el plano E-04 del PPDU-DU5 y el dictamen de Asunto **067/00/AU/RG-1182/22** (**Anexo III.1**), el área de proyecto se localiza en un uso de suelo **Comercial y de servicios medio CS3 (35)**, el cual, según el Plan Parcial, se describe de la siguiente manera:

> ***Comercial y de servicios medio (CS3):*** *aprovechamiento del suelo para actividades comerciales, de servicios, de trabajo, equipamiento público, espacio público, movilidad o industria de bajo impacto, el consumo local de bienes y productos, la distribución urbana de mercancías, el aprovechamiento de estas zonas se complementan con los asentamientos humanos para dar servicio y abasto a las necesidades de los habitantes de un núcleo distrital y gran parte de un núcleo central o centro de población; se encuentran usos de comercio, servicios o industria de bajo impacto que pueden requerir de equipos, instalaciones o sistemas de control para no rebasar los límites máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas emitidas por la Federación para proteger al ambiente y para la prevención de siniestros y riesgos urbanos o para no ser percibidos en los predios colindantes.*

Figura III. 12. Zonificación Secundaria en el Distrito



Usos de suelo compatibles

El PPDU-DU5 establece 3 clasificaciones para las compatibilidades de los usos y destinos del suelo. Estas permisibilidades se categorizan de la siguiente manera:

- ***Permitidos:*** *El uso que se determina como Predominante en la zona y aquellos usos clasificados con un nivel de impacto similar o inferior al de la zona según lo establecido en el presente Plan Parcial.*
- ***Condicionados:*** *Los usos cuyo impacto es superior al del uso predominante de la zona y que, para ser compatible con dicha zona, requiere controles de impacto para su implantación. Los usos condicionados deberán respetar las normas de control de la urbanización y la edificación de la zona a la que pertenecen incluyendo los lineamientos de control del impacto del uso y la superficie máxima de los locales.*
- ***Prohibidos:*** *Aquellos que no cumplen con alguna de las dos fracciones anteriores y que por su naturaleza no son compatibles con el uso predominante de una zona.*

La **compatibilidad de los usos y destinos para el uso de suelo asignado al área del Proyecto** se establecen según una Matriz de compatibilidad. A continuación, se presentan los usos de suelo Permitidos y los Condicionados, entendiéndose que el resto de los usos se encuentran en la categoría de Prohibidos.

<u>Usos Permitidos (P)</u>

Habitacional Medio (H3): las zonas donde predomina el uso habitacional en su modalidad; vivienda plurifamiliar; bajo un esquema de densidad media o baja, dinámica, o cambiante, con proyección de crecimiento, con un rango de demanda del núcleo distrital y gran parte del núcleo central o centro de población, interactuando con otros usos y actividades compatibles que complementan la actividad habitacional como comerciales, de servicios, de trabajo, de recreación, equipamiento público, espacio público, movilidad, en acciones de conservación, acciones de crecimiento y acciones de mejoramiento con el objeto de garantizar la autosuficiencia de éstas y que no representan molestias, incomodidades o riesgos a la comunidad circundante cumpliendo siempre con lo permisible en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Comercial y Servicios Medio (CS3): aprovechamiento del suelo para actividades comerciales, de servicios, de trabajo, equipamiento público, espacio público, movilidad o industria de bajo impacto, el consumo local de bienes y productos, la distribución urbana de mercancías, el aprovechamiento de estas zonas se complementan con los asentamientos humanos para dar servicio y abasto a las necesidades de los habitantes de un núcleo distrital y gran parte de un núcleo central o centro de población; se encuentran usos de comercio, servicios o industria de bajo impacto que pueden requerir de equipos, instalaciones o sistemas de control para no rebasar los límites máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas emitidas por la Federación para proteger al ambiente y para la prevención de siniestros y riesgos urbanos o para no ser percibidos en los predios colindantes.

Industria Baja (I2): comprenden una amplia gama de actividades manufactureras, como trabajo artesanal o de autoempleo familiar, donde para la elaboración de los productos no requieran maquinaria especializada y que no causen un desequilibrio ecológico, ni rebasen los límites y condiciones de las Normas Oficiales Mexicanas emitidas por la Federación para proteger al ambiente y para la prevención de siniestros y riesgos urbanos.

Espacios Verdes (EV): aquellas áreas de gran extensión territorial y de valor ambiental para las zonas urbanas dedicadas a actividades de recreación, pero de uso privado.

Usos Condicionados (C)

Habitacional Básico (H1): comprende las zonas de aprovechamiento del suelo para asentamientos humanos constituidos como fraccionamientos o proyectos de urbanización, bajo un esquema de densidad básica, programada, definitiva o proyectada,

específicamente en un rango de demanda de un núcleo vecinal, señalando la dotación básica de espacios verdes y abiertos con el objeto de asegurar áreas para el descanso y la recreación y regulando las compatibilidades con aquellos usos y destinos que complementan la actividad habitacional con el objeto de garantizar la autosuficiencia de éstas; los cuales no generarán una afectación a sus vecinos; y no modifiquen la fisionomía de la vivienda o del barrio; excluyendo aquellos usos y destinos con potencial de riesgos; así como aquellos que generen ruidos ofensivos, vibraciones, humos, malos olores y otras influencias nocivas para el bienestar.

Habitacional Bajo (H2): las zonas donde predomina el uso habitacional en cualquiera de sus modalidades; vivienda aislada, vivienda unifamiliar o vivienda plurifamiliar; bajo un esquema de densidad baja o básica, dinámica o cambiante, en un rango de demanda de un núcleo barrial, interactuando con otros usos y actividades compatibles que complementan la actividad habitacional como comerciales, de servicios, de trabajo, de recreación, equipamiento público, espacio público, movilidad, en acciones de conservación, acciones de crecimiento y acciones de mejoramiento con el objeto de garantizar la autosuficiencia de éstas y que no representan molestias, incomodidades o riesgos a la comunidad circundante cumpliendo siempre con lo permisible en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Comercial y Servicios Básico (CS1): aprovechamiento del suelo para actividades comerciales, de servicios, de trabajo, equipamiento público, espacio público, movilidad o industria de bajo impacto, de consumo local de bienes y productos, la distribución urbana de mercancías, el aprovechamiento de estas zonas se complementan con los asentamientos humanos para dar servicio y abasto a las necesidades básicas de los habitantes de un núcleo vecinal; comprendiendo dentro de éstos, los giros que no causen un desequilibrio

Comercial y Servicios Bajo (CS2): aprovechamiento del suelo para actividades comerciales, de servicios, de trabajo, equipamiento público, espacio público, movilidad o industria de bajo impacto, el consumo local de bienes y productos, la distribución urbana de mercancías, el aprovechamiento de estas zonas se complementan con los asentamientos humanos para dar servicio y abasto a las necesidades básicas de los habitantes de un núcleo barrial o colonia, cuyos satisfactores de consumo son del tipo diario-semanal, así como actividades de baja incidencia en el ambiente donde los olores, ruidos, vibración, energía térmica o lumínica producida no requiera equipos o sistemas de control para no

rebasar los límites máximos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas emitidas por la Federación para proteger al ambiente y para la prevención de siniestros y riesgos urbanos.

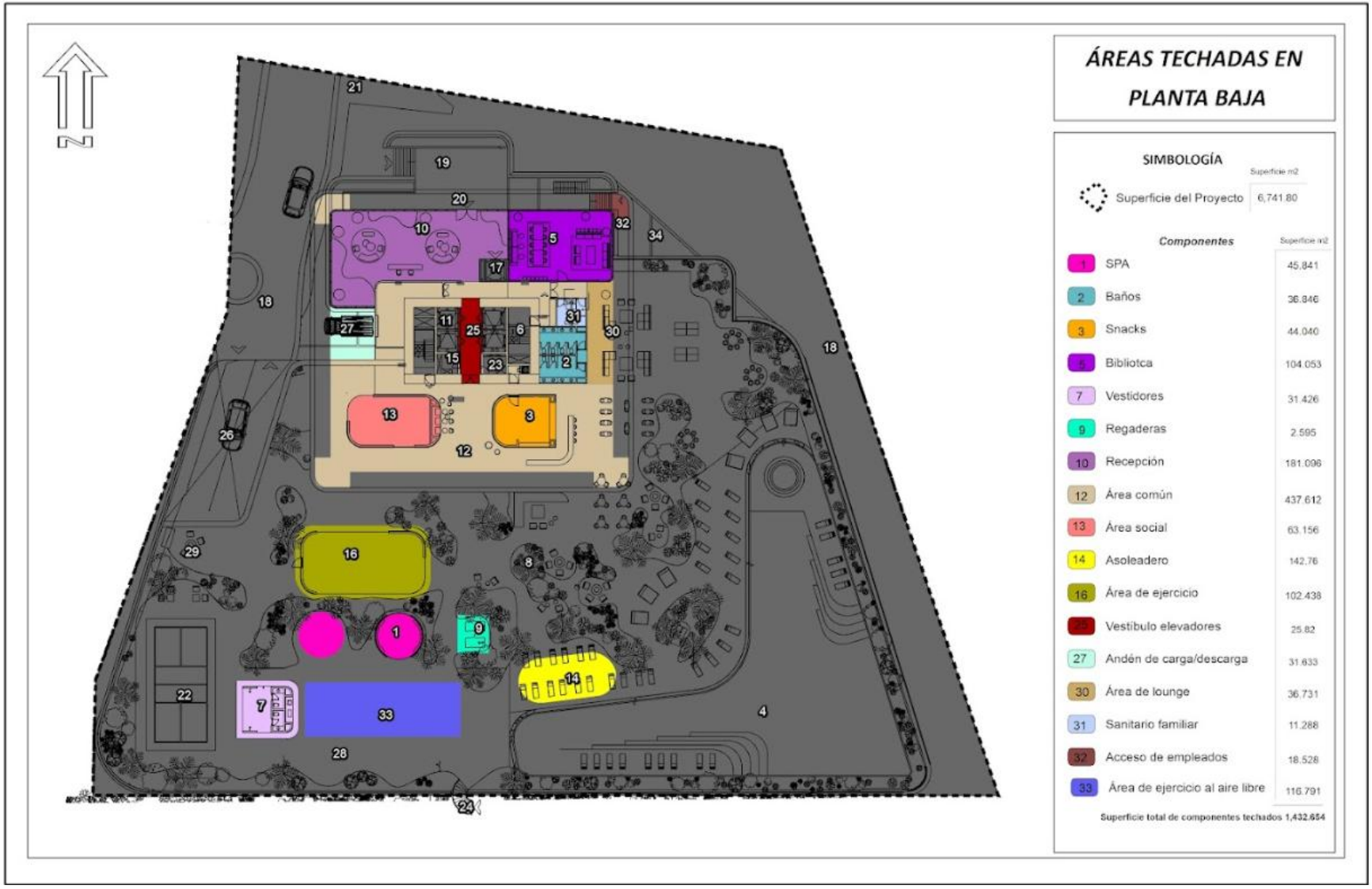
Cumplimiento de parámetros urbanísticos

En la siguiente tabla se presenta un análisis comparativo entre los parámetros normativos del PPDU-DU5 aplicables y las características del proyecto **"Alisia"** considerando que este se encuentra en un suelo de **Uso Comercial y de Servicios Medio SC3 (35)** que permite el uso habitacional.

Tabla III. 23. Lineamientos de Uso Comercial y de servicios medio (CS3)

Criterio	PPDU-DU5	Proyecto Alisia
SUPERFICIE MÍNIMA DE LOTE	400 m^2	6,741.80 m^2
FRENTE MÍNIMA DE LOTE	12 m	65.34 m
COEFICIENTE DE OCUPACIÓN DEL SUELO (C.O.S.)	0.80 = 5,393.44 m^2	1,432.654 m^2
COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN DEL SUELO (C.U.S.)	2.40 = 16,180.35 m^2	16,180.35 m^2
INCREMENTO DE COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN DE SUELO (I.C.U.S)	1.60 = 10,786.88 m^2	10,786.88 m^2
CUS + ICUS	26,967.20 m^2	26,967.20 m^2
ALTURA MÁXIMA	CONDICIONADO	Cumple con factibilidad y permisos especiales otorgados por la Dirección de Desarrollo Urbano. Así mismo, se cuenta con el VoBo de aeronáutica (**ANEXO II.7**)
RESTRICCIÓN FRONTAL	3 m	13.85 m y 8.46 m
RESTRICCIÓN POSTERIOR	3 m	6.63 m
ESTACIONAMIENTO PARA VEHÍCULOS MOTORIZADOS (VM) Y NO MOTORIZADOS (VNM)	(VM) 0.5 POR VIVIENDA (VNM) 0.5 POR VIVIENDA / (0.5) POR CADA 100 m^2 (VNM) 0.5 POR CADA 100 m^2 = 112	112 en total, distribuidos en 108 cajones convencionales y 4 para discapacitados
ÍNDICE DE VIVIENDA	30 = 224.7	224

Plano III. 10. Restricciones del Proyecto respecto al PPDU-DU5



Plano III. 11. Huellas de conjunto



Acorde con los criterios de edificación señalados en el PPDU-DU5 se estimaron los coeficientes para el área de estudio, resultando para el Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS) un total de 5,393.44 m^2, para el Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS) 16,180.35m^2 y para el Incremento en el Coeficiente de Utilización del Suelo (ICUS) 10,786.88 m^2; **Lo que resulta en un total de 26,967 m^2 para el Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS).**

Tabla III. 24. Coeficientes de normatividad del proyecto de acuerdo con el PPDU

Superficie de predio (m^2)	COS (0.80)	CUS (2.40)	ICUS (1.60)	IV (30)
6,741.80	5,393.44	16,180.35	10,786.88	224.7
		26,967		

En la siguiente tabla se presentan los coeficientes para proyecto **"Alisia"** comparando con los coeficientes dictaminados en el PPDU-DU5.

Tabla III. 25. Descripción de los coeficientes del proyecto

	COS (m^2)	CUS + ICUS (m^2)	IV
Permitido por PPDU-DU5	5,393.44	26,967.20	224.7
Propuesta proyecto Alisia	1,432.654	26,967.20	224

En relación con lo anterior, el proyecto **"Alisia" se encuentra alineado y es congruente con el Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Distrito Urbano 5**. Cumple con las restricciones, coeficientes, índices y parámetros definidos para el uso de suelo CS3 (35), sin rebasar las normas de control establecidas por el instrumento. Además, se ubica dentro de una zona clasificada como Área Urbanizada, con infraestructura urbana disponible y factibilidad para su integración al entorno urbano. Se concluye que el proyecto es viable desde el punto de vista urbano, garantizando un desarrollo ordenado y sustentable, conforme a las disposiciones vigentes y con apego al marco normativo local.

III.6 OTROS INSTRUMENTOS

III.6.1 Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es el documento guía en el que el Gobierno de México establece los problemas nacionales, así como los objetivos, estrategias y prioridades para impulsar el desarrollo del país durante el periodo presidencial. Incluye un diagnóstico de la situación actual del territorio y define metas concretas para atender las necesidades de la población en áreas como educación, salud, empleo, seguridad y sostenibilidad. Este plan rector de trabajo rige la programación y presupuestación de la Administración Pública Federal bajo la propuesta de soluciones a aquellas problemáticas nacionales identificadas por medio de un diagnóstico y resultados de consultas públicas.

El Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, publicado en el DOF el 15 de abril de 2025, se fundamenta bajo los Cien Compromisos de gobierno para el periodo 2025-2030, mismos que son agrupados en Catorce Republicas, los cuales buscan la construcción de una nación igualitaria, productiva y sustentable, propiciando el desarrollo económico en conjunto con el bienestar de la población y la protección de los recursos naturales.

I. *República democrática, justa, honesta, libre, participativa y responsable.*
II. *República fraterna.*
III. *República educadora, humanista, y científica.*
IV. *República cultural y lectora.*
V. *República sana.*
VI. *República con acceso a la vivienda.*
VII. *República de y para las mujeres.*
VIII. *República con trabajo y salario justo.*
IX. *República rural justa y soberana.*
X. *República soberana y con energía sustentable.*
XI. *República próspera y conectada.*
XII. *República que protege el medio ambiente y sus recursos naturales.*
XIII. *República con derecho al agua.*
XIV. *República segura y con justicia.*

El PND 2025-2030 se estructura en 4 Ejes Generales y 3 Ejes Transversales, mismos que se encuentran en congruencia con los Compromisos de Gobierno y la Visión de largo plazo: Plan México. Estos ejes presentan los objetivos, metas y estrategias propuestos para dar resolución puntual a problemas identificados por medio del Diagnóstico de la Nación.

EJE GENERAL 1*: Gobernanza con justicia y participación ciudadana*
EJE GENERAL 2*: Desarrollo con bienestar y humanismo*
EJE GENERAL 3*: Economía moral y trabajo*

***EJE GENERAL 4**: Desarrollo sustentable*
***EJE TRANSVERSAL 1**: Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres*
***EJE TRANSVERSAL 2**: Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional*
***EJE TRANSVERSAL 3**: Derechos de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas*

Tal como lo establece la Ley de Planeación, todos los programas sectoriales, especiales, institucionales y regionales que definen las acciones del gobierno deberán elaborarse con congruencia al Plan Nacional de Desarrollo. De igual manera, el Proyecto **"Alisia"** tomará en cuenta en su operación lo establecido en este Plan rector, así como los planes y programas sectoriales derivados del mismo que se encuentren publicados oficialmente, manteniendo una visión congruente con los principios rectores y los ejes centrales del PND 2025-2030.

Adicionalmente, es importante mencionar que, dentro del Eje General 4. Desarrollo Sustentable, se establece, como base al Proyecto de Nación, el impulso al desarrollo sustentable, promoviendo la justicia ambiental, un modelo social que disminuya la huella ecológica y respete los ciclos naturales de reproducción de la vida. Este Eje tiene 6 objetivos relacionados con la soberanía energética, energías limpias, resiliencia climática, la protección y restauración de ecosistemas naturales y el derecho al agua. El Proyecto **"Alisia"** se alineará en su desarrollo con aquellos objetivos y estrategias específicas que le sean aplicables, de tal manera que se dé cumplimiento a lo establecido en este Plan y se asegure la disponibilidad de recursos para las generaciones presentes y futuras.

III.6.1.1 Programa Sectorial De Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030 (PROMARNAT) fue publicado el 8 de septiembre de 2025 en el Diario Oficial de la Federación, implementándose como una herramienta primaria para la planeación del sector del medio ambiente del gobierno federal.

El PROMARNAT contribuirá al cumplimiento de los objetivos establecidos en el PND 2025-2030 en alineación con el Eje General 4 "Desarrollo sustentable", específicamente en los objetivos 4.3, 4.5 y 4.6. El actuar del Programa se inspira y tiene como base la "República que protege el medio ambiente y sus recursos naturales" y la "República con derecho al agua", en el marco de los 100 Compromisos para el Segundo Piso de la Cuarta Transformación, así como los 10 principios de la Política Ecológica y Ambiental Humanista.

Los objetivos de este Programa Sectorial se enlistan a continuación:

1. Conservar, proteger y aprovechar sustentablemente los ecosistemas para salvaguardar la biodiversidad y sus servicios ambientales, consolidándolos como un medio para erradicar la pobreza, reducir desigualdades y fortalecer el tejido social, con respeto a los derechos humanos e igualdad, priorizando comunidades indígenas y afromexicanas.
2. Restaurar ecosistemas naturales prioritarios para la biodiversidad y sus servicios ambientales, con enfoque interdisciplinario, intersectorial y con la participación de comunidades locales, indígenas y afromexicanas, basado en principios de igualdad, inclusión y justicia ambiental.
3. Garantizar el derecho humano al agua, asegurando la gestión sustentable de los recursos hídricos y fomentando la protección e integridad de las cuencas y acuíferos, los ecosistemas y su biodiversidad.
4. Fortalecer la acción climática para transitar hacia una economía adaptativa y baja en carbono, integrando la prevención y control de la contaminación para proteger la salud de la población, ecosistemas, sistemas productivos y la infraestructura estratégica ante los impactos climáticos.
5. Impulsar una política ecológica humanista, con participación ciudadana, inclusiva y de acceso a la justicia ambiental, respaldada por una cultura ambiental e información relevante para la toma de decisiones, con enfoque territorial.

Por lo anterior, el proyecto se alinea con el Objetivo número 4 de este programa. El proyecto propuesto en su diseño y desarrollo incluye medidas de prevención, mitigación y compensación para evitar, minimizar y compensar los posibles impactos producto de la construcción y establecimiento del proyecto en la región previendo los efectos del cambio climático y la forma de adaptación al mismo, así como el análisis de la normatividad aplicable y utiliza técnicas para minimizar los impactos al medio natural.

III.6.2 Plan Estatal de Desarrollo y Gobernanza de Jalisco 2024-2030 “Hacia una ruta sustentable para las niñas y niños, con una visión al 2050”

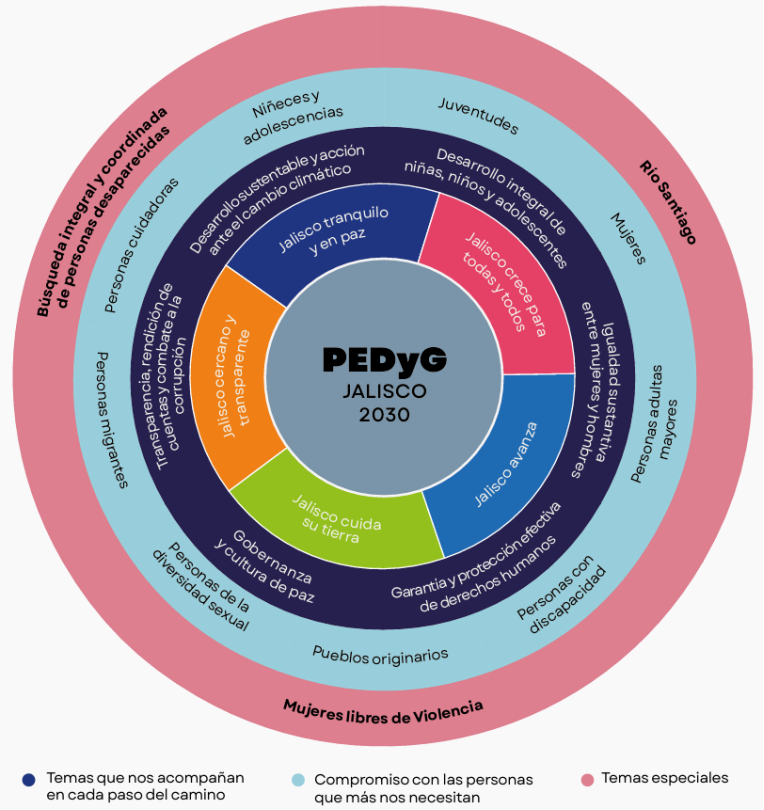
El Plan Estatal de Desarrollo y Gobernanza de Jalisco 2024-2030 “Hacia una ruta sustentable para las niñas y niños, con una visión al 2050” fue publicado en el Periódico Oficial del estado de Jalisco el 3 de septiembre del 2025. Este instrumento de planeación actúa como guía particular, en alineación con el Plan Nacional de Desarrollo y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), para el seguimiento sectorial del actual gobierno del estado de Jalisco. En este se definen estrategias y programas que contribuyen de manera efectiva

al logro de los objetivos nacionales e internacionales, fortaleciendo la coordinación y alineación entre los distintos niveles de gobierno.

Se obtuvo la participación ciudadana abierta de 624,226 participaciones digitales, así como la participación de 25,176 niñas, niños y adolescentes, para las cuales se diseñó un mecanismo diseñado para sus edades. Esto fue logrado por medio de una estrategia de participación abierta que permitió llegar a las 12 regiones y a los 125 municipios del estado, mediante la organización de foros regionales, foros sectoriales, mesas de trabajo y talleres ciudadanos. También se habilitó una plataforma digital (armemosunplan.mx) para facilitar la participación desde cualquier lugar. En total se llevaron a cabo 168 mesas regionales, 47 sectoriales y 9 grandes foros temáticos, junto con talleres y encuentros presenciales que reunieron a un total de 5,563 personas. Durante el ejercicio de diálogo y colaboración se identificaron y discutieron 1,349 problemáticas planteadas por la ciudadanía, mismas que sirvieron para el desarrollo del Plan.

El Plan presenta 5 ejes estratégicos, así como 6 temas transversales y 3 temas especiales. La estructura del PEDyG de Jalisco permite la aplicación de sus estrategias en todos los niveles de gobierno y sus instituciones, permitiendo la operatividad de sus mecanismos para el cumplimiento de los objetivos.

Figura III. 13. Estructura del PEDyG Jalisco



Ejes estratégicos

Este Plan Estatal establece directrices y objetivos por medio de 5 ejes estratégicos, por los cuales es abordado el desarrollo del estado durante el plazo de aplicación. Cada eje contiene temas clave como educación, energía, movilidad, salud, procuración de justicia, pobreza o integridad pública que incluyen objetivos, resultados esperados, estrategias, indicadores y una cartera de proyectos.

Jalisco tranquilo y en paz: Este eje busca abordar la seguridad ciudadana como un derecho humano esencial: Tiene el objetivo de:

> *El objetivo de este sector es desarrollar un entorno libre de violencia, donde la seguridad ciudadana se ejerce como derecho humano, con instituciones articuladas, eficientes, con enfoque centrado en las personas, cuerpos policiales profesionaliza dos, una ciudadanía participativa y un sistema de investigación y persecución del delito que garantice acceso efectivo a la justicia, que fortalezcan el tejido comunitario, generando confianza, paz social y cohesión territorial y la atención coordinada interinstitucional para prevenir y remediar la desaparición de personas.*

Jalisco crece para todas y todos: Se busca el desarrollo social al consolidar una sociedad en la que cada persona, sin importar su origen o condición, encuentre

oportunidades reales para aprender, crecer, sanar, expresarse y vivir con dignidad. Su objetivo es:

> *Mejorar las condiciones de vida de la población de Jalisco mediante el acceso efectivo a derechos sociales, educativos, culturales, jurídicos, de salud y de asistencia social, con prioridad para los grupos más vulnerables, a partir del fortalecimiento de la cohesión comunitaria; la apropiación del espacio público a través del deporte y la cultura; sistemas innovadores de educación, salud y justicia; y la generación de oportunidades que promuevan la libertad, solidaridad, igualdad, la diversidad, la sustentabilidad y el bienestar integral de todas y todos.*

Jalisco, economía que avanza: Se enfoca en el desarrollo económico del estado al consolidar un economía dinámica, innovadora y sostenible, donde el trabajo digno, el emprendimiento y la inversión florezcan en todas las regiones del estado, y donde nadie quede excluido. Este sector contiene varios objetivos sectoriales:

> *Consolidar a Jalisco como un referente nacional e internacional en desarrollo económico integral, innovación y sostenibilidad, a través de "Crecer al Estilo Jalisco, Agenda de Crecimiento y Desarrollo Económico 2024 – 2030", impulsar un modelo de crecimiento que duplique la media nacional, basado en la colaboración entre gobierno, iniciativa privada, academia y sociedad civil.*
> *Lograr una economía jalisciense diversa, resiliente y competitiva, sustentada en el aprovechamiento del talento local, la transición energética sostenible y la promoción de sectores estratégicos tales como agroindustria y agroalimentario, electrónica y semiconductores, automotriz, farmacéutica y servicios de salud, turismo, y energía.*
> *Contar con un desarrollo regional equilibrado, aprovechando el potencial productivo de las doce regiones del estado, cerrando brechas territoriales y distribuyendo equitativamente los beneficios del crecimiento económico.*
> *Asegurar una planeación colaborativa, incentivos adecuados, infraestructura estratégica, cooperación entre sectores y niveles de gobierno, y un entorno regulatorio que facilite los negocios y el emprendimiento.*
> *Alcanzar un sistema robusto de formación de talento para los sectores del futuro, con un estado fortalecido y proactivo, capaz de anticipar y responder eficazmente a los desafíos del desarrollo económico.*

Jalisco cuida su tierra: Este eje sectorial se enfoca en la gestión del territorio, buscando el crecimiento ordenado, incluyente y en equilibrio con los ecosistemas. En este sector, se aborda un tema especial relacionado con la recuperación del Río Santiago mediante medidas de mitigación, gobernanza ambiental y coordinación interinstitucional. El objetivo sectorial es el siguiente:

> *Promover un desarrollo territorial sostenible, resiliente e incluyente en Jalisco, mediante la protección del capital natural y de los ecosistemas, la garantía del derecho humano al agua y al saneamiento de la misma, y el fortalecimiento de una infraestructura pública incluyente, sostenible y conectada que permita mejorar la movilidad, ampliar la cobertura territorial, elevar la calidad del servicio de transporte, fortalecer la conectividad*

regional y garantizar el acceso equitativo a servicios de calidad. Impulsar un ordenamiento territorial estratégico que contribuya a consolidar ciudades y comunidades ordenadas, equitativas, resilientes y ambientalmente sustentables, en beneficio de las generaciones presentes y futuras.

Jalisco cercano y transparente: Finalmente, este sector aborda el gobierno efectivo, al consolidar una gobernanza democrática, fortalecer la hacienda pública, profesionalizar a las y los servidores públicos, garantizar el acceso a la información y proteger los datos personales, modernizar la gestión estatal y construir una cultura de integridad arraigada en toda la administración. El objetivo de este eje es:

Consolidar un gobierno efectivo e íntegro en Jalisco mediante la coordinación entre instituciones, poderes y órdenes de gobierno; una gestión hacendaria eficiente y orientada a resultados; y una administración pública profesional y moderna. Se busca garantizar el acceso a la información, la protección de datos personales y el fortalecimiento del gobierno abierto. Asimismo, se promoverá una cultura de integridad en el servicio público, con base en el control interno, ética y la capacitación continua. Todo ello en el marco de una planeación participativa mediante mecanismos que impulsen la corresponsabilidad social, la rendición de cuentas, los derechos humanos y la confianza ciudadana.

Figura III. 14. Ejes Estratégicos del PEDyG Jalisco



Temas transversales

Existen temas de desarrollo que, por su naturaleza no forman, parte exclusiva de un solo eje estratégico, sino que requieren un enfoque transversal que involucre a todos los sectores: la igualdad sustantiva, los derechos de niñas y niños, la cultura de paz, el desarrollo sustentable, la participación ciudadana y la transparencia. En total, se enlistan 6 temas transversales que abordan distintos ejes considerados para el desarrollo y gobernanza.

T1. DESARROLLO INTEGRAL DE NIÑAS, NIÑOS Y ADOLESCENTES: Incorporar de manera institucional la perspectiva de infancia y adolescencia en la administración pública estatal para garantizar, proteger y promover el desarrollo integral de niñas, niños y adolescentes que habitan y transitan el estado de Jalisco, a través del fortalecimiento de entornos habilitantes, institucionales, sociales, políticos y económicos que velen por el interés superior de la niñez.

T2. IGUALDAD SUSTANTIVA ENTRE MUJERES Y HOMBRES: Disminuir las brechas de desigualdad entre las mujeres y los hombres en cinco aspectos: autonomía económica, acceso a la educación, acceso a los servicios de salud, empoderamiento y toma de decisiones, y tareas de cuidado.

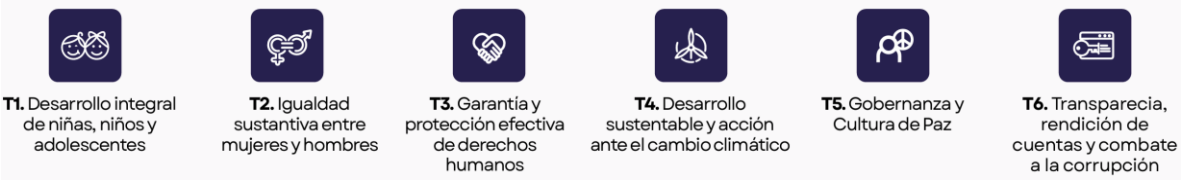
T3. GARANTÍA Y PROTECCIÓN EFECTIVA DE DERECHOS HUMANOS: Favorecer el acceso a la vivencia cotidiana de derechos humanos de las personas en el estado con especial enfoque en grupos prioritarios, procurando la prevención y no repetición de vulneraciones a sus derechos, a través del disfrute de bienes y servicios disponibles, fortaleciendo en todo momento la autonomía e independencia de las personas.

T4. DESARROLLO SUSTENTABLE Y ACCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO: Institucionalizar la cultura de la sustentabilidad, la gestión sostenible y aprovechamiento de los recursos naturales, el cuidado del agua, el uso de energías limpias y la incorporación sistemática de criterios de mitigación y adaptación al cambio climático en la planeación, operación y evaluación de políticas, programas y presupuestos gubernamentales, contribuyendo a la reducción de vulnerabilidades sociales, económicas y ambientales del estado de Jalisco.

T5. GOBERNANZA Y CULTURA DE PAZ: Desarrollar un enfoque de gobernanza que incorpore principios y prácticas de paz en todas las políticas públicas y programas de desarrollo social, educativo y económico, que promueva una convivencia armónica, la prevención de la violencia y el respeto a los derechos humanos entre todos los sectores de la sociedad jalisciense; mediante una política integral de Paz en Jalisco.

T6. TRANSPARENCIA, RENDICIÓN DE CUENTAS Y COMBATE A LA CORRUPCIÓN: Consolidar un modelo integral basado en la transparencia proactiva, la rendición de cuentas efectiva y el combate frontal a la corrupción, mediante el fortalecimiento de mecanismos de acceso a la información, la optimización de plataformas para la participación ciudadana y denuncia y la articulación interinstitucional con el propósito de recuperar y fortalecer la confianza de la sociedad en las instituciones públicas del Estado de Jalisco.

Figura III. 15. Temas Transversales del PEDyG Jalisco



El Proyecto denominado **"Alisia"** queda contenido, en su desarrollo, con alguno de los ejes de desarrollo y gobernanza establecidos en este instrumento, tal como el Tema Transversal "T4. Desarrollo sustentable y acción ante el cambio climático", que propone incluir la cultura de sustentabilidad, la gestión sostenible y aprovechamiento de recursos naturales en las acciones gubernamentales, así como generar criterios que promuevan la mitigación y adaptación al cambio climático.

Aunque también puede ser alineado desde otras ópticas en distintos ejes, como el eje estratégico "Jalisco cuida su tierra", particularmente en el punto "4.2 Justicia para la tierra que nos da vida" que justamente busca el cumplimiento de la normatividad ambiental en el estado, así como con el eje estratégico "Jalisco cuida su tierra", particularmente en el punto "3.2 Impulso a la economía local y regional", que busca el impulso económico integral y sostenible local y regional.

Referencias:

Calderón Mandujano R. y Pozo de la Tijera M. (2003). *Iguana iguana*. Propuesta para la realización de 37 fichas biológicas de las especies de herpetofauna incluidas en la NOM-059 presentes en la Península de Yucatán. Museo de Zoología, ECOSUR- Unidad Chetumal. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto W030. México D.F.

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN 3
IV.1 DELIMITACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO 4
IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SAR) 12
IV.2.1. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SAR 13
IV.2.2. MEDIO ABIÓTICO 13
IV.2.2.1. Clima y fenómenos meteorológicos 13
IV.2.2.2. Geomorfología 32
IV.2.2.3. Geología 39
IV.2.2.4. Edafología 56
IV.2.2.5. Hidrología 62
IV.2.2.5.1. Hidrología subterránea 66
IV.2.2.5.2. Hidrología superficial 74
IV.2.3. MEDIO BIÓTICO 81
IV.2.3.1. Vegetación 83
IV.2.3.1.1. Caracterización de la flora del Sistema Ambiental Regional 96
IV.2.3.1.2. Método de muestreo para la determinación de la biodiversidad de la vegetación en el Sistema Ambiental Regional 100
IV.2.3.1.3. Vegetación del área del proyecto 149
IV.2.3.1.4. Método de muestreo para la determinación de la biodiversidad de la vegetación en área del proyecto 159
IV.2.3.1.5. Conclusión vegetación 196
IV.2.3.2. Fauna 199
IV.2.4. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN 286
IV.2.5. MEDIO SOCIOECONÓMICO 298
IV.2.6. PAISAJE 303
IV.2.6.1. Evaluación del paisaje del Área de Proyecto 304
IV.2.6.2 Conclusiones del Paisaje 307
IV.3. SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO 308
IV.3.1. PROVISIÓN DE AGUA EN CALIDAD Y CANTIDAD 309
IV.3.1.1. Estimación de la infiltración en el Sistema Ambiental Regional 310
IV.3.1.2. Estimación de la infiltración en el predio 318
IV.3.1.2.1. Diseño de obras de infiltración 326
IV.3.1.2.2. Calidad de agua prevista con el desarrollo del proyecto 330
IV.3.2. CAPTURA DE CARBONO, CONTAMINANTES Y COMPONENTES NATURALES 337
IV.3.2.1. Estimación de la captura de carbono para el Sistema Ambiental Regional 337
IV.3.2.1.1. Estimación de la captura anual de carbono sin CUSTF (Escenario 1) 339
IV.3.2.2. Estimación de la captura de carbono para el Proyecto Alisia 340
IV.3.2.2.1 Estimación de los valores de biomasa y biomasa anual producida 340
IV.3.2.2.1. Estimación de la captura anual de carbono sin CUSTF (Escenario 1) 342
IV.3.2.2.2. Estimación de la captura anual de carbono con CUSTF sin medidas (Escenario 2) 342
IV.3.2.2.3. Estimación de la captura anual de carbono con CUSTF con medidas (Escenario 3) 343
IV.3.2.2.3.1. Reforestación en el Parque Estatal "Estero el Salado" 343
IV.3.2.2.3.2. Estimación de biomasa de los individuos reubicados en las jardineras 347
IV.3.3. AMORTIGUAMIENTO DEL IMPACTO DE FENÓMENOS NATURALES 349
IV.3.3.1. Amortiguamiento de los fenómenos hidrometeorológicos 351
IV.3.4. MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA 353

IV.3.5. PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD 353
IV.3.5.1. Diversidad de especies en el área del proyecto y el Sistema Ambiental Regional 354
IV.3.5.2 Comparación de los resultados entre el predio y el Sistema Ambiental Regional 354
IV.3.5.2.1. Vegetación 354
IV.3.5.2.2. Fauna 373
IV.3.6. PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE LOS SUELOS 399
IV.3.6.1. Metodología para estimación de la erosión 399
IV.3.6.2. Metodología para estimación de los factores en el Sistema Ambiental Regional 400
IV.3.6.3. Metodología para estimación de los factores en el proyecto 414
IV.3.6.3. Protección de suelos 429
IV.3.7. RECREACIÓN 434
IV.4. DIAGNOSTICO AMBIENTAL 435
IV.4.1. FACTORES UTILIZADOS PARA EL DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 435
IV.4.2. MÉTODO DE EVALUACIÓN 437
IV.4.3. MODELACIÓN 439
IV.4.4. RESULTADOS DEL DIAGNOSTICO AMBIENTAL 440
IV.5. REFERENCIAS 456

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

En el presente capítulo se realiza la descripción del Sistema Ambiental Regional, donde se localiza el área del proyecto denominado **"Alisia"**. Inicialmente, se desarrolla el concepto de sistema ambiental y su conformación. Posteriormente se mencionan los componentes que determinan su carácter regional. Para ello, se presentan las siguientes definiciones, las cuales son fundamentales ya que se consideraron para realizar la delimitación del área de estudio del presente proyecto.

Sistema ambiental. Un sistema ambiental se define como un conjunto de elementos similares que generan propiedades emergentes, es decir, que no pueden ser explicados a través de sus unidades aisladas. En ecología, se reconoce que las especies no existen de forma aislada, sino que coexisten en el tiempo y en el espacio generando una compleja gama de interacciones de las cuales depende su adecuación. A escalas mayores, es posible distinguir áreas terrestres heterogéneas integradas por conjuntos de ecosistemas interactuantes que se repiten de forma similar.

Sistema Ambiental Regional (SAR). Se define como la unidad territorial cuyos componentes bióticos y abióticos, se pueden ver directa o indirectamente influenciados por las actividades y proyectos del subsistema socioeconómico de la región. En otras palabras, es la porción geográfica donde se evalúa el alcance máximo de los impactos ambientales del proyecto sobre los componentes bióticos, abióticos y/o socioeconómicos; su delimitación, se corresponde con una perspectiva integral y ecosistémica, como es el caso de las Unidades de Gestión Ambiental de los ordenamientos ecológicos territoriales, o bien, a delimitaciones físicas, topográficas, hidrológicas o relacionadas con el uso de suelo y vegetación presentes en la región. Esta visión permite la diferenciación de unidades espaciales a partir de las variaciones de la dinámica ecológica.

Definición de sistema ambiental por SEMARNAT. De acuerdo con lo anterior y lo establecido en la descripción empleada de la guía para la elaboración de manifestaciones de impacto ambiental publicada por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2002), donde se define al sistema ambiental como "el espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socioeconómico de la región donde se pretende establecer el proyecto, generalmente formado por uno o varios

ecosistemas, y dentro del cual se aplicará un análisis para determinar los impactos, restricciones y potenciales medidas ambientales y de aprovechamiento", se consideraron los elementos que se describen a continuación.

Microcuenca de Puerto Vallarta. La Microcuenca Puerto Vallarta se utilizó para integrar el Sistema Ambiental Regional para el presente proyecto. Las microcuencas se utilizan como unidad básica de planeación porque en su territorio ocurre el ciclo hidrológico de forma integral. Esto permite identificar riesgos comunes y establecer prioridades para proteger los recursos naturales y las especies del sitio. Además, es un espacio donde las comunidades comparten cultura y trabajan según la disponibilidad de sus recursos.

El relieve de esta microcuenca es mayormente montañoso en sus límites este y sureste, con pendientes que superan frecuentemente el 25%, lo que genera un sistema de cañadas y cauces intermitentes de tipo dendrítico. El clima es cálido subhúmedo con una temperatura media de 25°C y lluvias abundantes. Gracias a estas características, la microcuenca funciona como la principal fuente de recarga para el Acuífero Puerto Vallarta, el cual es vital para el abastecimiento de agua en toda la llanura costera.

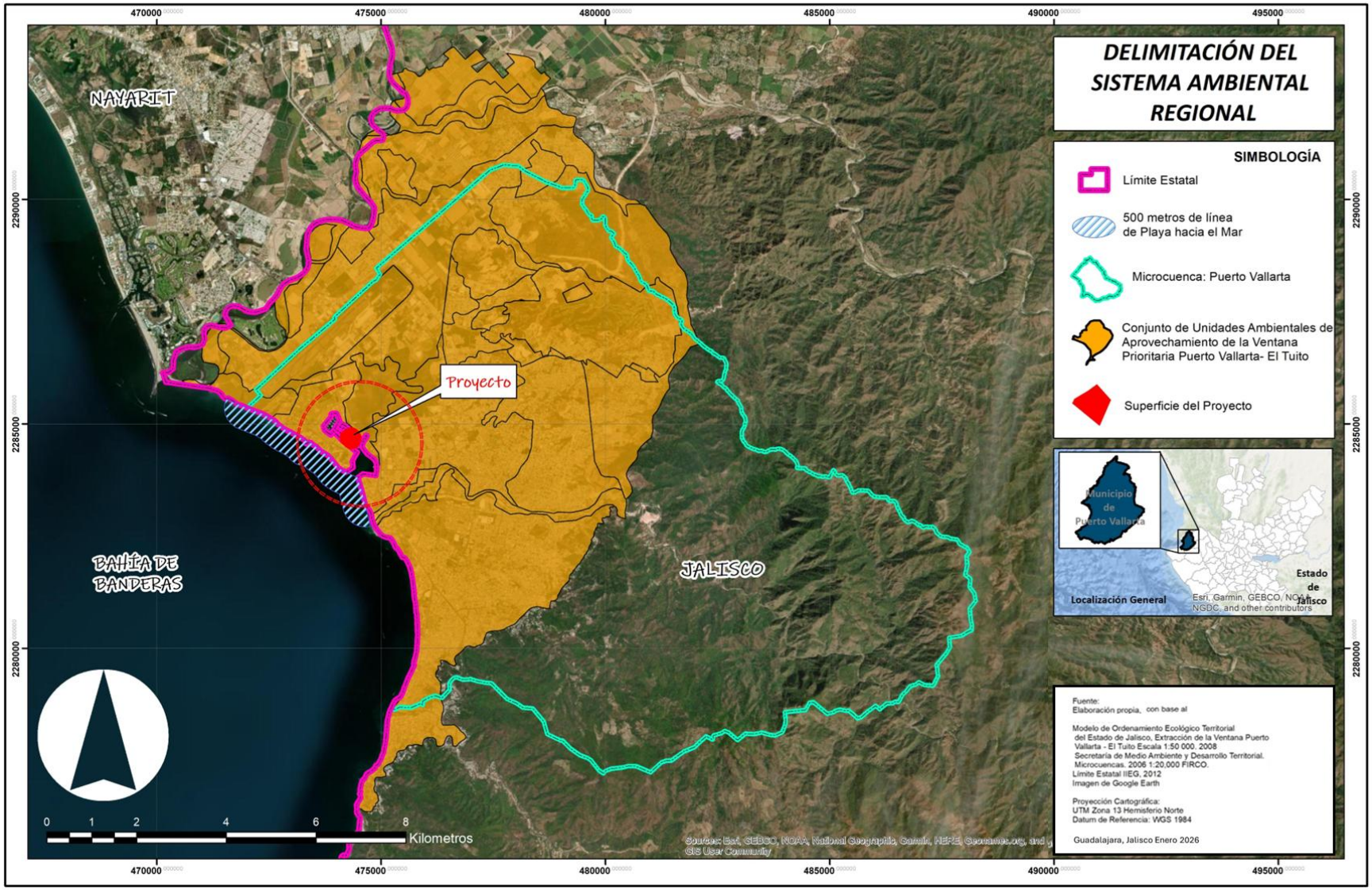
IV.1 DELIMITACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO

La delimitación del Sistema Ambiental Regional para el proyecto "**Alisia**" se estableció considerando criterios ecológicos, hidrológicos, normativos y territoriales, bajo el enfoque de entender al Destino Turístico de Puerto Vallarta como una unidad ambiental funcional, cuya dinámica está determinada por la interacción entre sus ecosistemas, su desarrollo urbano y su vocación turística. La selección de esta unidad de análisis responde al objetivo de evaluar los impactos ambientales directos, indirectos y acumulativos del proyecto en el contexto del desarrollo regional, tomando como referencia las principales directrices de planeación y conservación establecidas para la región.

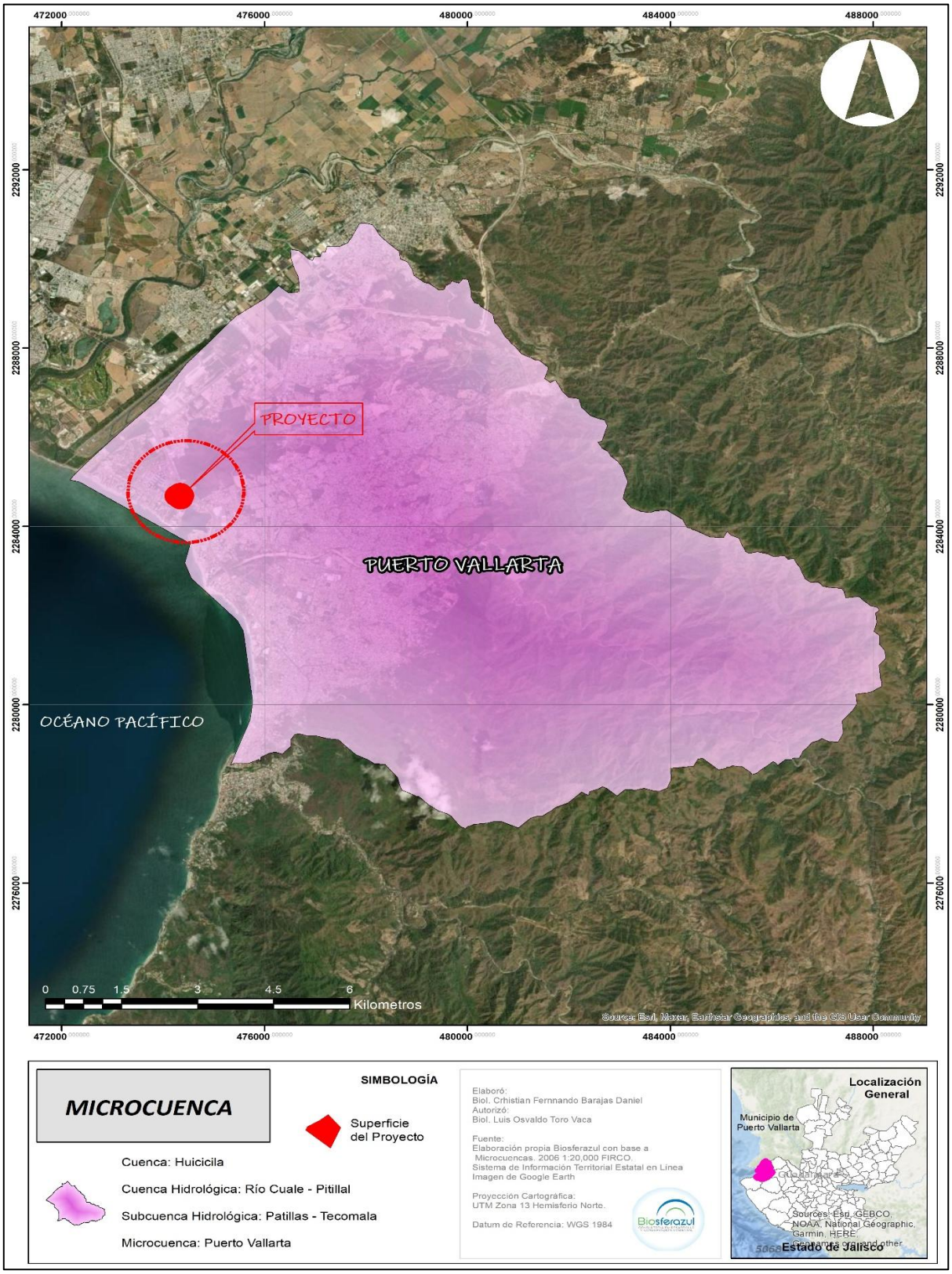
Delimitación del Sistema Ambiental Regional (**SAR**). El límite occidental se definió a partir de la frontera administrativa del municipio de Puerto Vallarta, Jalisco, lo cual permite circunscribir el análisis dentro del marco jurisdiccional local y articularlo con los instrumentos de planeación urbana vigentes. En la porción marina se incorporó una franja de 500 metros hacia mar adentro desde la línea de costa, con el fin de considerar las posibles interacciones del proyecto con el ecosistema costero y con actividades asociadas como la pesca artesanal, la navegación y el turismo náutico. Hacia el sur y noreste, la delimitación

corresponde al polígono definido por el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Ventana Prioritaria "***Puerto Vallarta*** – ***El Tuito***", que establece las pautas para el aprovechamiento sustentable del territorio y la conservación de servicios ambientales en la región. La inclusión de esta área permite garantizar la congruencia del análisis con las estrategias de ordenamiento ecológico de escala regional. Finalmente, el límite este y sureste se definió a partir de los contornos de la microcuenca de Puerto Vallarta, dentro de la cual se ubica el proyecto. Esta delimitación hidrológica permite incorporar los procesos ecológicos vinculados a la escorrentía superficial, recarga de acuíferos y conectividad ambiental. Además, se tomó en cuenta que el predio presenta vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, por lo que se incluyeron zonas con coberturas vegetales equivalentes, pero en mejor estado de conservación, para facilitar la evaluación comparativa de impactos y de la representatividad ecosistémica **(Plano IV. 1.)**. El sistema ambiental regional tiene una superficie total de 14,385.186 hectáreas **(Plano IV. 3.)**.

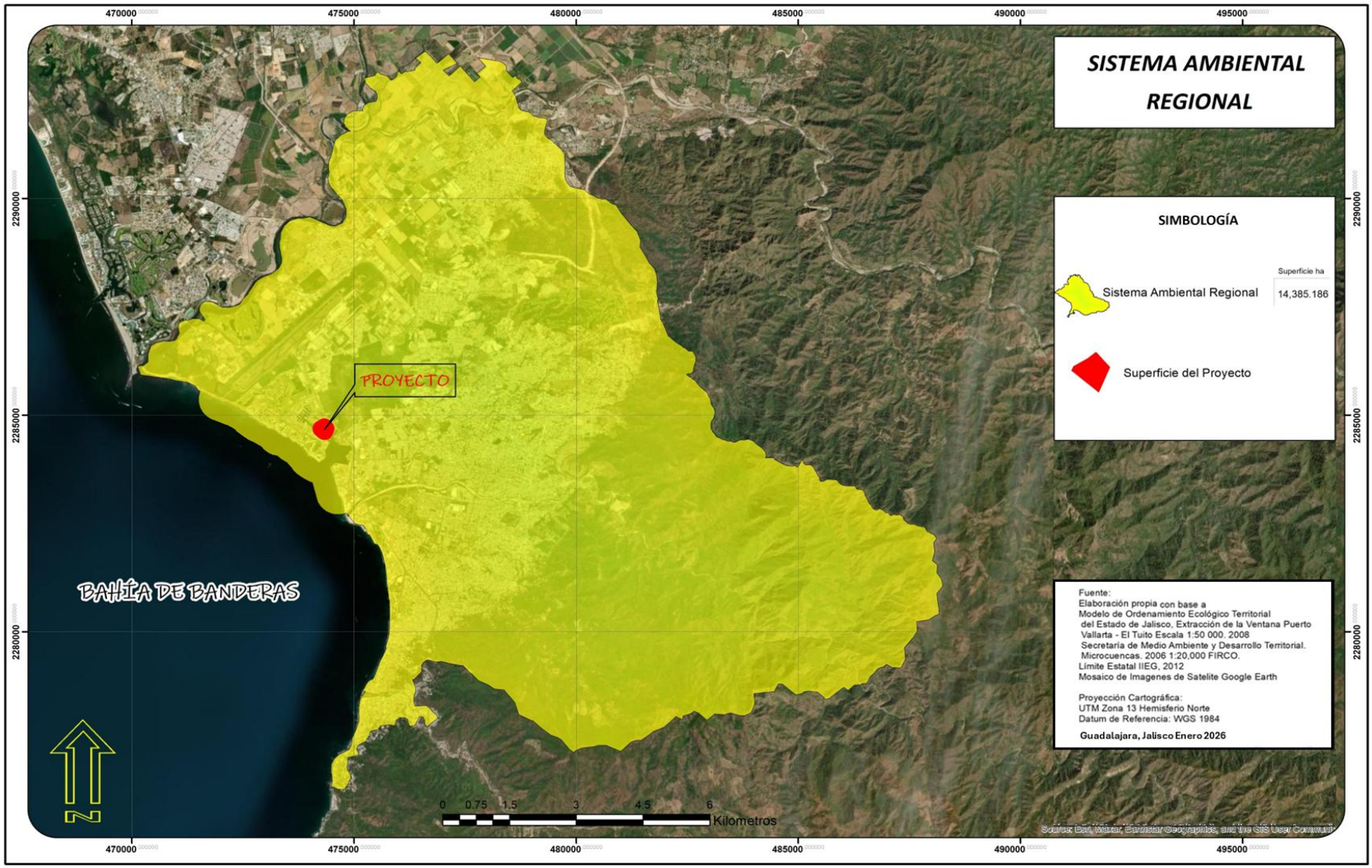
Plano IV. 1. Delimitación del sistema ambiental regional



Plano IV. 2. Microcuenca de Puerto Vallarta



Plano IV. 3. Superficie del Sistema Ambiental Regional



Delimitación del Área de Influencia (AI)

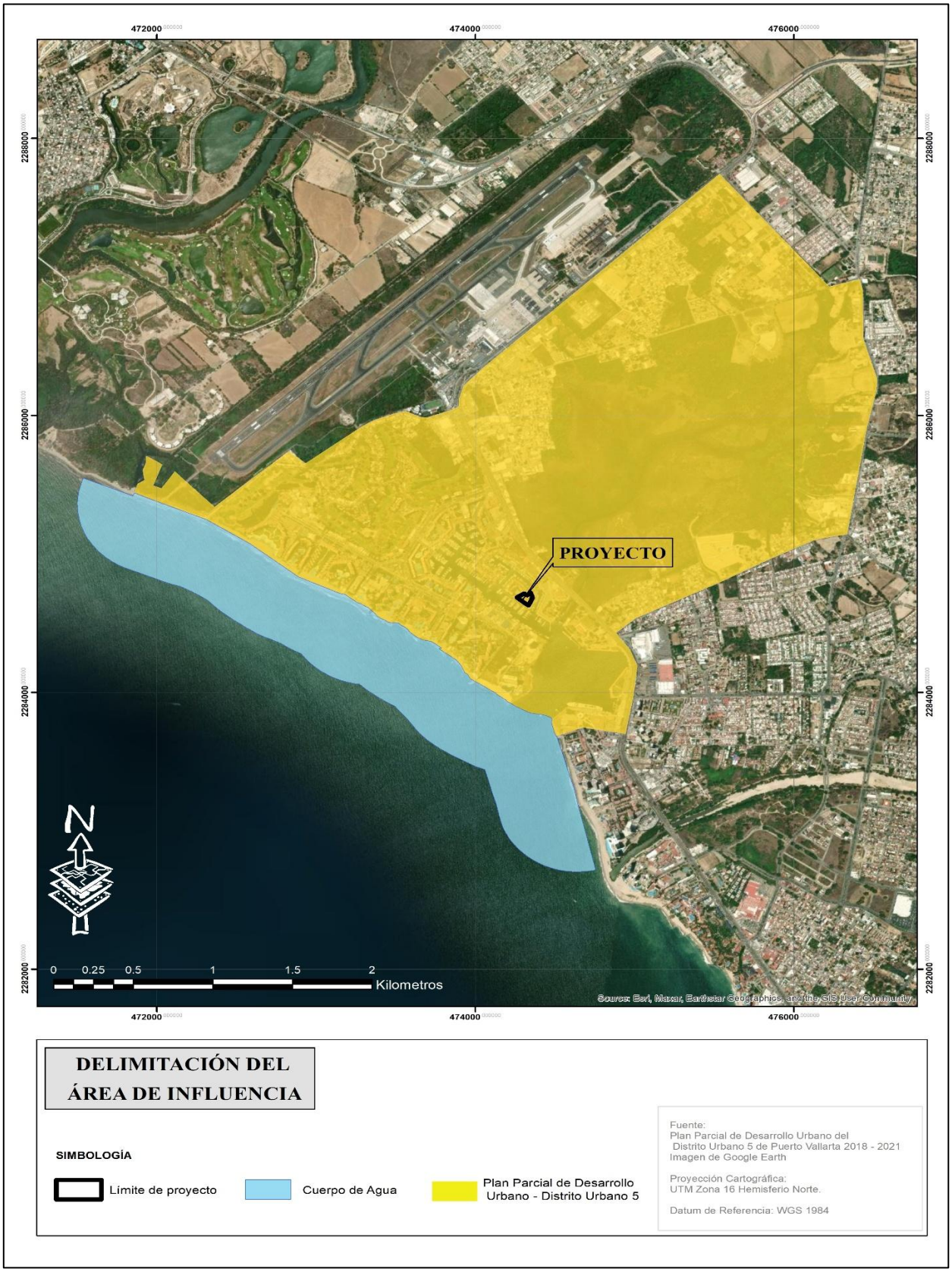
Aunque la delimitación de un sistema ambiental permite identificar características bióticas y abióticas comunes para realizar descripciones y evaluaciones de impactos ambientales regionales con mayor precisión, esta no aborda la extensión de los posibles impactos a nivel local derivados del desarrollo del proyecto. Algunos impactos ambientales son descritos y evaluados de manera integral, considerando que son consecuencia de todas las actividades y debido a la escala que implican. Sin embargo, ciertos impactos generados por las actividades de cada etapa son locales y afectan principalmente a un área de influencia específica, siendo esta la más directamente afectada por dichas actividades.

Se entiende como área de influencia (AI) a la superficie donde se verán reflejados los impactos ambientales de las obras y/o actividades del proyecto, considerando tanto los efectos directos como los indirectos. Es decir, se consideran no solo los elementos que sean objeto de la afectación ocasionada por el emplazamiento del proyecto, sino a todo el conjunto de elementos que conforman el o los ecosistemas. La delimitación del AI del proyecto **"Alisia"** se realizó tomando en cuenta criterios normativos y territoriales, con el propósito de identificar las zonas en las que podrían manifestarse efectos derivados de la ejecución y operación del desarrollo.

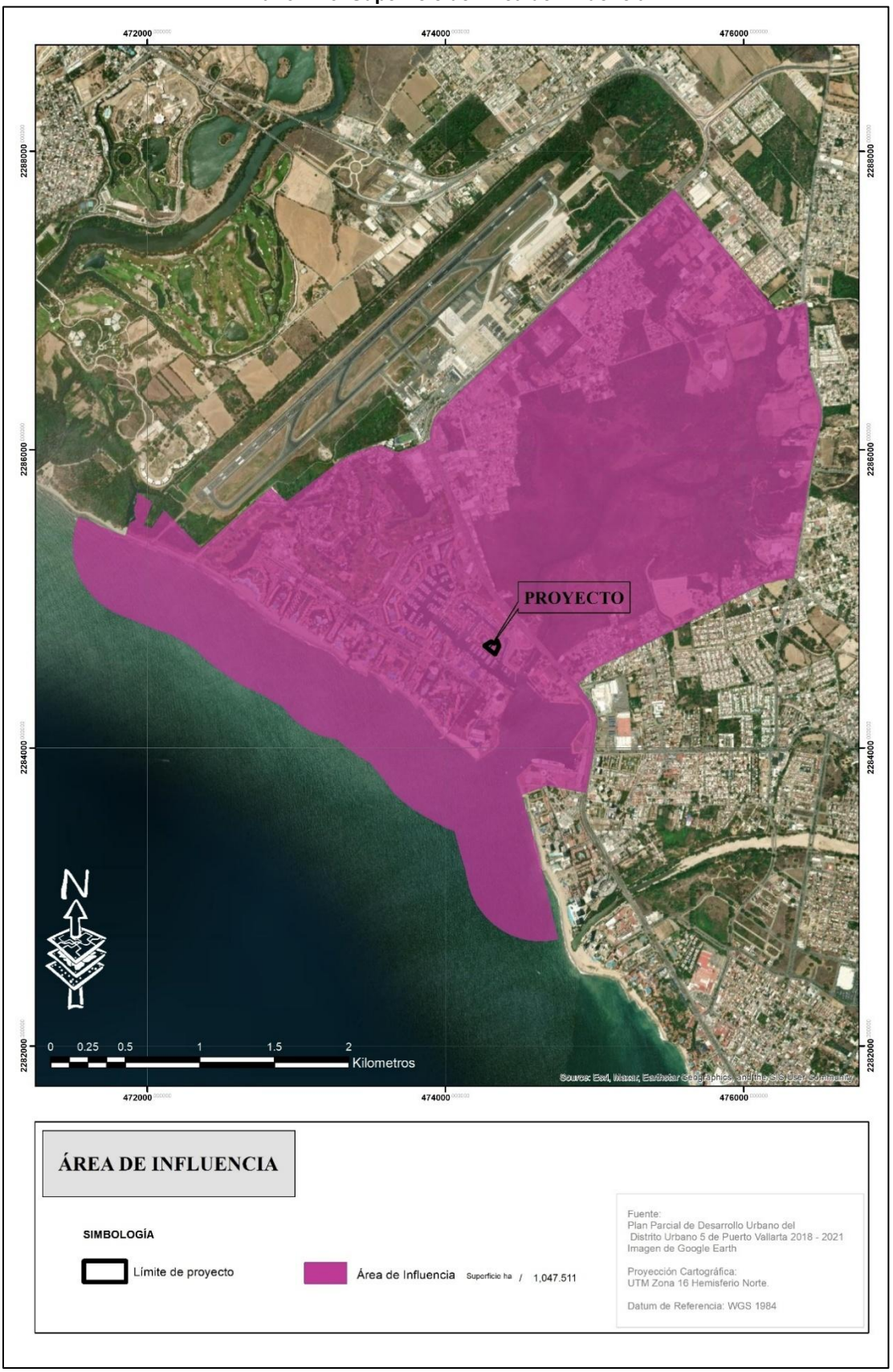
El área de influencia directa corresponde a la franja de 500 metros desde la línea de playa hacia el mar, establecida como criterio para considerar el entorno inmediato al predio del proyecto. Esta zona representa el espacio con mayor probabilidad de interacción directa con las actividades del desarrollo, ya sea por tránsito de maquinaria, acceso de personal o proximidad física al sitio de construcción.

El área de influencia indirecta está definida por el polígono que comprende el Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Distrito Urbano 5, dentro del cual se ubica el predio del proyecto. Esta delimitación permite identificar posibles efectos a mayor escala sobre la dinámica urbana, tales como la demanda de servicios, cambios en la movilidad local o modificación en la estructura del entorno construido. Su inclusión responde a la necesidad de evaluar el proyecto dentro del marco normativo que regula el uso del suelo y las directrices de ordenamiento urbano (**Plano IV.3**), lo que en total le otorga una superficie total de 1,047.511 hectáreas (**Plano IV.4**).

Plano IV. 4. Delimitación del Área de Influencia



Plano IV. 5. Superficie del Área de Influencia



IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SAR)

Puerto Vallarta es una ciudad y uno de los 125 municipios del estado de Jalisco, México. El municipio se localiza en la Región Costa Norte del estado. Limita al norte con el estado de Nayarit, al sur con el municipio de Cabo Corrientes y Talpa de Allende; al este con San Sebastián del Oeste y Mascota y al oeste con el Océano Pacífico. Es la segunda zona económica más importante del estado de Jalisco y el tercer puerto más importante de México. Actualmente, es uno de los lugares más visitados del país.

El municipio de Puerto Vallarta está situado al poniente del estado, en las coordenadas 20°36′47.88″ latitud norte y -105°13′51.96″ de longitud oeste, el municipio tiene alturas que van de los 0 a los 2,200 msnm con una pendiente predominante montañosa mayor a los 15 grados y tiene una extensión territorial de 1,107 km^2.

Es considerado como puerto de altura y es la segunda zona económica más importante del estado de Jalisco y el tercer puerto más importante de México con actividades económicas de exportación. Puerto Vallarta se encuentra dentro de la región marítima denominada Pacifico Norte y tiene un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 21.8°C, y su temperatura mínima y máxima promedio oscila entre los 13.4°C y 31.6°C. La precipitación media anual es de 1,385 milímetros (mm) mientras que la precipitación promedio acumulada es de 604.00 mm. El municipio está constituido por roca tipo granito en su mayor parte y toba. Los suelos dominantes pertenecen al tipo regosol y feozem.

En el municipio se observa la clasificación de los usos de suelo y vegetación, el cual está comprendido por terrenos acuícolas, agropecuario, agua, asentamientos humanos, bosque, dunas costeras, galería, manglar, matorral, palmar, pastizal, sabana, selva baja, selva mediana, sin vegetación aparente, vegetación acuática, vegetación desértica, vegetación secundaria.

Los ecosistemas presentes albergan a más de 2,331 especies de flora y fauna, de las cuales 171 son endémicas de la región, así como especies en riesgo y prioritarias como son: águila real (*Aquila chrysaetos*), codorniz (*Colinus virginianus*), guacamaya verde (*Ara militaris*), tortuga verde (*Chelonia mydas*), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) y tortuga lora (*Lepidochelys kempii*), entre otras.

IV.2.1. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SAR

A continuación, se hace una caracterización y análisis de los componentes ambientales que caracterizan al SAR, así como al área del proyecto de manera más puntual, en la cual podremos determinar la calidad del SAR delimitado para el proyecto **"Alisia"**, tomando en cuenta los componentes ambientales principales como son: el clima, la geología, edafología, hidrología, composición vegetal, faunística y paisajística, con la finalidad de obtener un panorama de la calidad actual en la que se encuentra el SAR y como el proyecto podría afectar al mismo.

IV.2.2. MEDIO ABIÓTICO

IV.2.2.1. Clima y fenómenos meteorológicos

El clima está determinado por la latitud, longitud, altitud, orografía, entre otros factores. Tiene una gran influencia en las modificaciones que sufre el relieve terrestre, en la conformación de la naturaleza de los suelos y en la distribución espacial y abundancia de los seres vivos. Además, el clima limita la distribución de las especies y es uno de los principales indicadores de la presencia o ausencia de algún tipo de comunidad vegetal. Por lo tanto, este factor permitirá discernir en la identificación del tipo de vegetación presente en el área del proyecto.

El 68% de la superficie del estado de Jalisco se presenta clima cálido subhúmedo, hacia lo largo de la costa y zona centro el 18% es templado subhúmedo en las partes altas de las sierras, el 14% seco y semiseco en el norte y noreste del estado. La temperatura media anual es de 20.5°C, la temperatura más fría se presenta en el mes de enero, es de 7.0°C y las más altas de 23°C se presentan en los meses de mayo a septiembre. La precipitación total anual media del estado es alrededor de 850 mm anuales; en las zonas costeras la precipitación es de más de 1,000 mm anuales. El clima cálido subhúmedo favorece el cultivo de maíz, caña de azúcar sorgo y maguey tequilero entre otros.

Figura IV. 1. Distribución de los climas en Jalisco

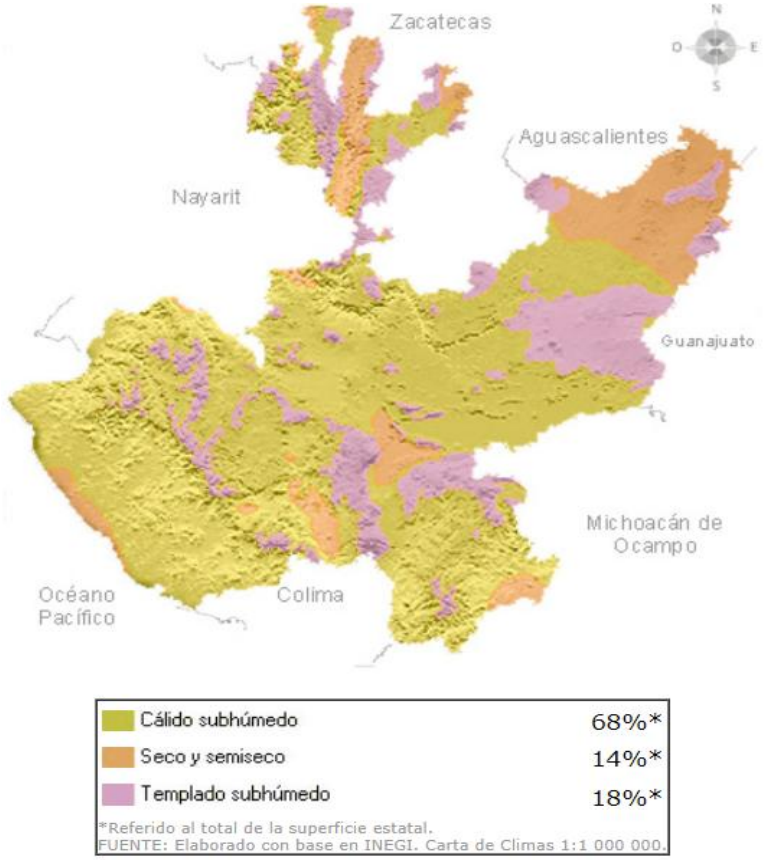


Tabla IV. 1. Climas de Jalisco

Grupos	Subgrupos	% de la Superficie Estatal
Climas Cálidos	Cálido subhúmedo con lluvias en Verano	24.46%
	Semicálido subhúmedo con lluvias en verano	47.77%
Climas Templados	Templado subhúmedo con lluvias en Verano	16.29%
Climas Secos	Semiseco muy cálido y cálido	2.6 %
	Semiseco semicálido	6.74%
	Semiseco templado	4.14%

Fuente: García *et al*., 2004

Clima en Puerto Vallarta

Gran parte de la región costera de Puerto Vallarta cuenta con un clima del tipo semicálido subhúmedo “Aw” según la clasificación de Köppen modificada por García (2004). Este tipo de clima cuenta con dos estaciones claramente establecidas, la de lluvias (junio a noviembre) y secas (diciembre a mayo). La temperatura y precipitación pluvial promedio anual oscila entre los 26 a 28°C y 931 a 1,668 mm, respectivamente (SNM, 2000). Este tipo

de clima es el más húmedo de los cálidos subhúmedos y se presenta de forma homogénea en una franja continua, siguiendo de manera paralela la línea de costa.

Clima presente en el Sistema Ambiental Regional. Los climas identificados tanto para el Sistema Ambiental Regional como para el Área de Influencia están integrados por climas cálidos subhúmedo Aw1 y Aw2.

Clima presente en el Área del Proyecto. En esta zona se presenta el tipo ***Aw1 Cálido subhúmedo***. A continuación, se describen las características del tipo de clima encontrado en la zona del proyectó, Sistema Ambiental Regional y Área de Influencia.

Aw1 Cálido subhúmedo, humedad media con una temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura 30% del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.

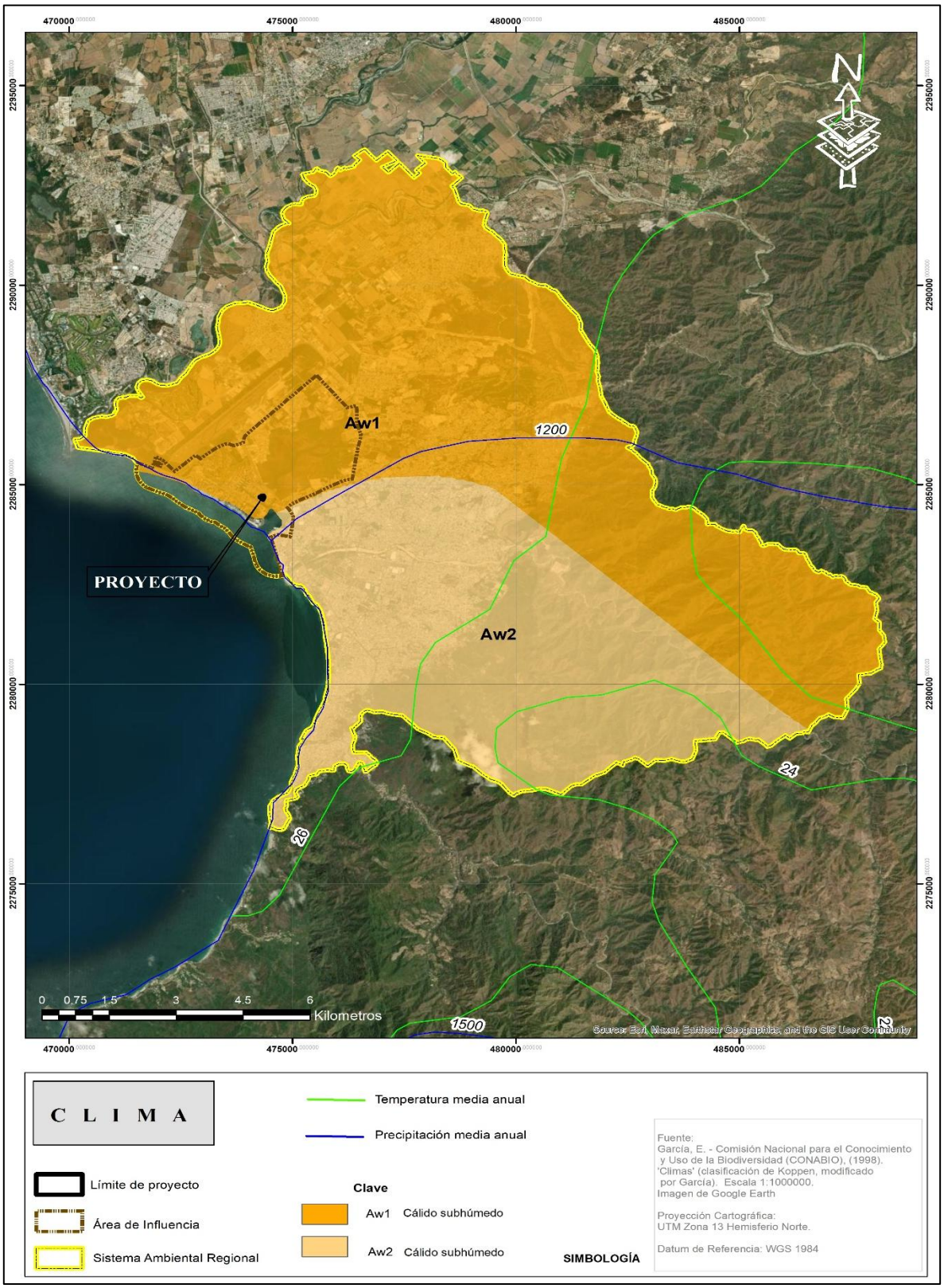
Aw2 Cálido subhúmedo, más húmedo con temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura 10% del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.

Tabla IV. 2. Clima presente en el Sistema Ambiental Regional y Área de Influencia

Clave	Superficie SAR	Superficie AI
Aw1	8,657.164 ha	818.127 ha
Aw2	5,520.933 ha	22.295 ha

Tipo de vegetación. Tomando como referencia lo antes descrito, este tipo de clima se encuentra en las selvas secas del territorio nacional. Estos tipos de vegetación (las selvas secas o caducifolias) suelen oscilar en los climas Am (Clima Tropical Monzónico) y Aw, pero preferentemente se encuentran distribuidos en los climas Aw (Clima Tropical con estación seca marcada, según el sistema de Köppen modificado).

Plano IV. 6. Clima en el Sistema Ambiental Regional y el Área de Influencia



Plano IV. 7. Clima en el predio del proyecto



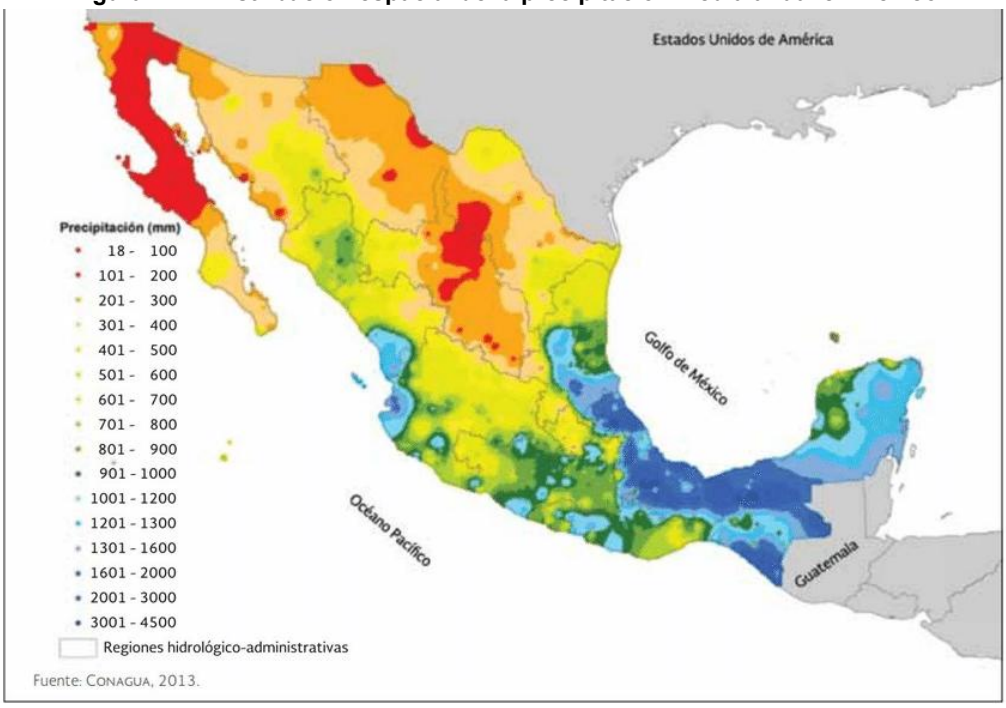
Temperatura y precipitación

La ***temperatura*** es uno de los elementos del clima que tiene mayor influencia en los seres vivos. La incidencia sobre la superficie de la tierra define la distribución de plantas y animales. Asimismo, procesos físicos como la formación de tormentas y el desplazamiento de masas de aire, dependen de la temperatura.

La cantidad de agua que cae a la superficie terrestre y proviene de la humedad atmosférica, ya sea en estado líquido (llovizna y lluvia) o en estado sólido (escarcha, nieve, granizo) es conocida como ***precipitación***. Es uno de los procesos meteorológicos más importantes, y junto a la evaporación constituyen la forma mediante la cual la atmósfera interactúa con el agua superficial en el ciclo hidrológico del agua. La precipitación en México se ve influenciada por las condiciones orográficas y la circulación atmosférica (*Mosiño y García, 1974*). Este factor es un determinante para la presencia o ausencia de algún tipo de vegetación. Los datos de precipitación que se mostraran durante el desarrollo de esta sección permiten determinar el tipo de vegetación que se distribuye en el área del proyecto.

La temporada lluviosa en la mayor parte de nuestro país se presenta en la mitad caliente del año. Las zonas del país que presentan un régimen de lluvias de verano son aquellas que tienen porcentajes de lluvia invernal menores del 10.2% anual. Esto debido a que durante el verano dominan los vientos alisios, que introducen una gran cantidad de humedad que recogen al pasar por las aguas cálidas del Golfo de México. También contribuyen los ciclones tropicales, que, por la influencia monzónica invaden el territorio de México, y que provienen tanto del Océano Pacífico como del Atlántico, produciendo vientos destructivos y lluvias torrenciales. En este sentido, la temporada de ciclones en la República Mexicana se extiende de mayo a octubre (Mosiño y García, 1974).

Figura IV. 2. Distribución espacial de la precipitación media anual en México

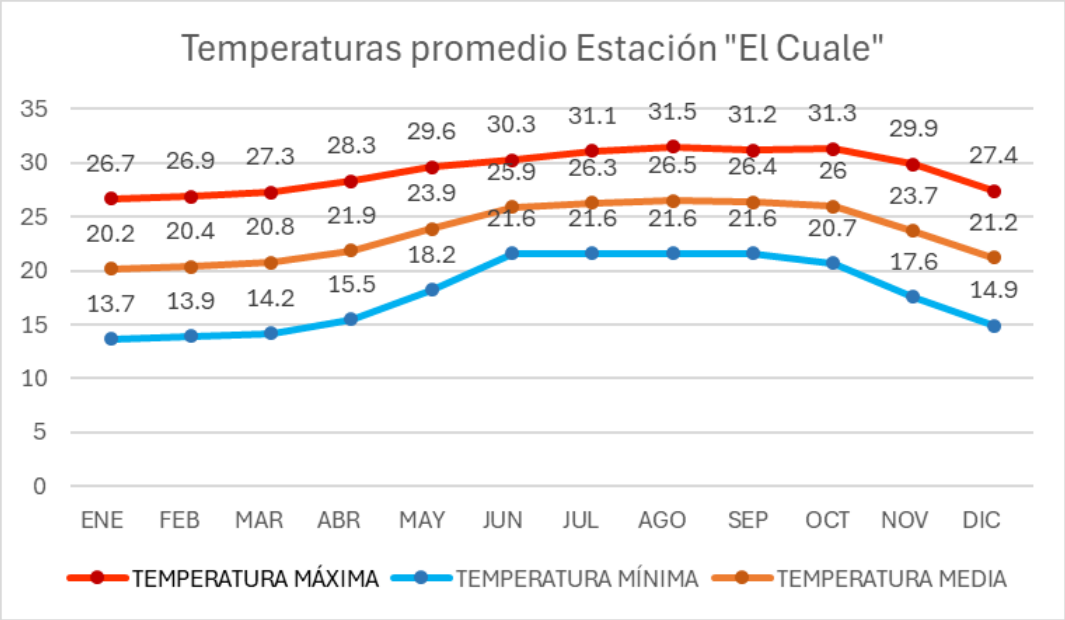


Estación climatológica. Para hacer una descripción de las condiciones climáticas del SAR y área del proyecto, se tomó en cuenta la información de las dos estaciones climatológicas en operación más cercanas. De acuerdo con la revisión en el Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2021), estas estaciones son: **El Cuale** con código **14339**, se ubica en una altitud de 53 msnm en las coordenadas **UTMX 477074.72** y **UTMY 2277495.43** y **La Desembocada** con código **14081**, se ubica en una altitud de 19 msnm en las coordenadas **UTMX 478482.76** y **UTMY 2292126.5** dentro del municipio de Puerto Vallarta.

Registros de Temperatura de las estaciones climatológicas

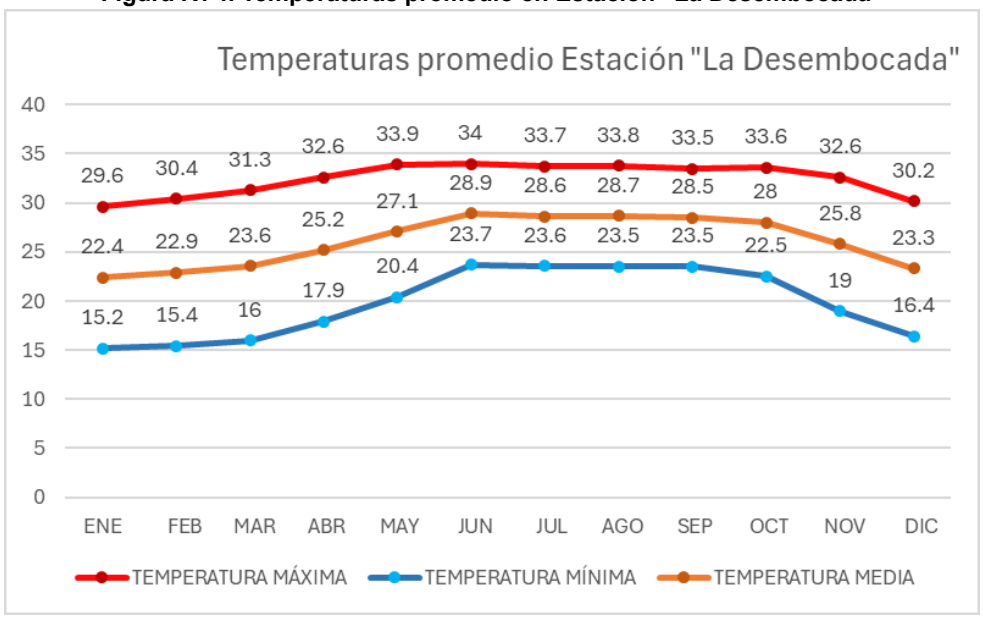
El Cuale. Los registros de la estación climatológica, basados en una serie histórica de entre 25 y 30 años, muestran una temperatura máxima promedio de 29.3°C, una mínima promedio de 17.9°C y una media anual de **23.3°C** Los valores extremos registrados destacan una máxima de 36.5°C en 1996, mientras que la mínima histórica descendió hasta los 4.5°C en 1993. Estacionalmente, los meses con mayor incidencia de calor comprenden el periodo de julio a octubre, mientras que los más fríos se registran de enero a marzo.

Figura IV. 3. Temperaturas promedio en Estación "El Cuale"



La Desembocada. Respecto a los registros de la estación "La Desembocada" con un promedio de entre 25 y 30 años de registros, muestran que la temperatura máxima promedio oscila en los 32.4°C, la temperatura mínima ha alcanzado en promedio los 19.8°C y tiene una **temperatura media de 26.1°C**. La temperatura máxima más alta reportada es de 39.5°C en noviembre 2023 y mayo 2004 y la mínima fue de 9.5°C en marzo de 1993. De acuerdo con la estación climatológica, los meses más calurosos son de mayo a octubre y los más fríos de diciembre a marzo.

Figura IV. 4. Temperaturas promedio en Estación "La Desembocada"



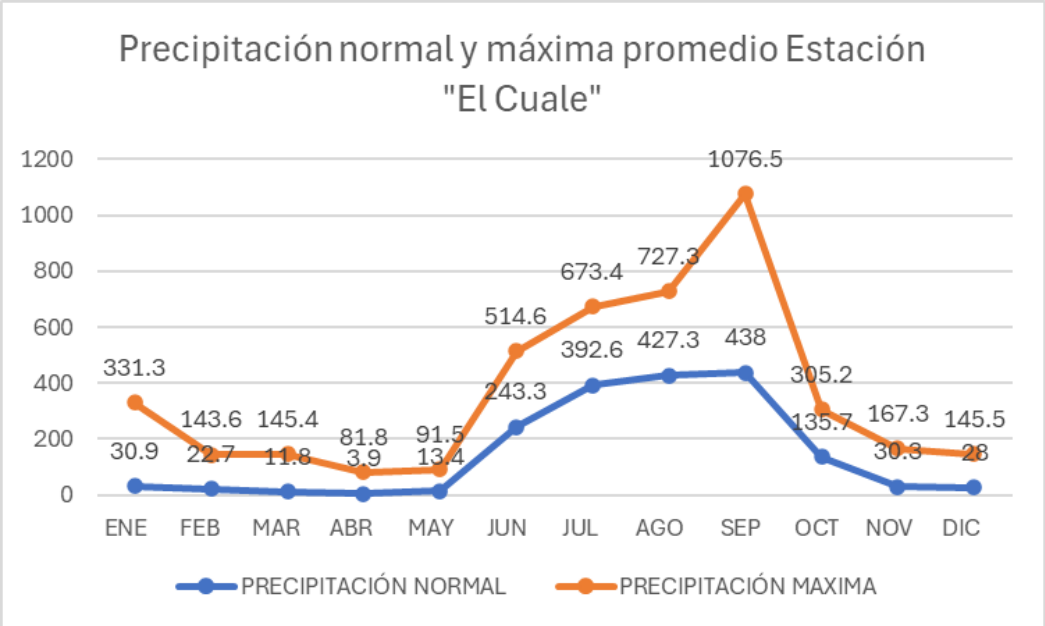
Con la información anterior acerca de las temperaturas registradas en las dos estaciones cercanas al área del proyecto, se puede concluir que el clima en el SAR y, por tanto, del área del proyecto, puede variar de entre los 29.3 y 32.4°C la máxima, se pueden observar mínimas que van de los 17.9 a 19.8°C y una media de 23.6 a 26.1°C.

Datos de precipitación de las estaciones climatológicas

El Cuale. De acuerdo con los registros históricos de 30 años de la estación 'El Cuale', la precipitación en el Sistema Ambiental Regional (SAR) y el área del proyecto se concentra en los meses de julio, agosto y septiembre, con promedios de 392.6, 427.3 y 438 mm respectivamente. En contraste, el periodo estiaje o más seco comprende los meses de marzo, abril y mayo, con registros promedio de marzo, abril y mayo con registros promedios de 11.8, 3.9 y 13.4 mm.

La precipitación media anual es de 1,777.9 mm. En cuanto a valores extremos, la precipitación máxima mensual registrada fue de 1,887.6 mm en septiembre de 1995, mientras que el valor máximo más bajo registrado en un mes fue de 81.8 mm en abril de 1997.

Figura IV. 5. Precipitación promedio Estación El Cuale

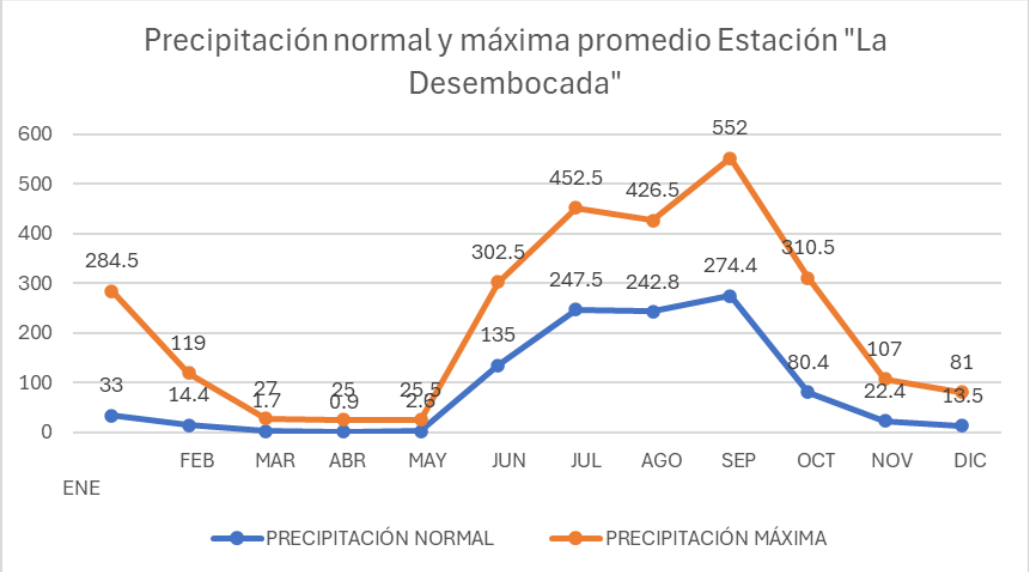


La Desembocada. Con base en la serie histórica de 25 a 30 años de la estación 'La Desembocada', la precipitación en el Sistema Ambiental Regional y el área del proyecto se concentra principalmente en los meses de julio, agosto y septiembre, con promedios de 247.5, 242.8 y 274.4 mm respectivamente. Por el contrario, el periodo de estiaje más severo

ocurre en los meses de marzo, abril y mayo, con registros promedio de apenas 1.7, 0.9 y 2.6 mm.

La precipitación media anual es de 1,068.6 mm. En cuanto a registros históricos destacados, la precipitación máxima mensual alcanzó los 552 mm en septiembre del año 2000; por su parte, el valor máximo más bajo registrado para un mes típicamente seco fue de 25 mm en abril de 1997.

Figura IV. 6. Precipitación promedio Estación "La Desembocada"



Precipitación media anual. A partir de los datos de precipitación anteriormente expuestos, se calculó un promedio para determinar la precipitación media anual del área del proyecto. Considerando los registros de las dos estaciones climatológicas de referencia, 'El Cuale' y 'La Desembocada', se determinó que la **precipitación media anual es de 1,423.25 mm al año**.

Tipo de vegetación. La información antes mencionada (incluyendo la precipitación media anual de 1,423.25) permite determinar la posible presencia, junto con el clima, del tipo de vegetación que se distribuye en el proyecto de "Alisia".

Los datos antes mencionados coinciden con los requerimientos de un tipo de vegetación recurrente de las costas del Pacífico, la "Selva Mediana Subcaducifolia". No obstante, las precipitaciones promedio en este tipo de vegetación suelen oscilar entre los 1,000 a 1,200 anuales.

Figura IV. 7. Temperatura y precipitación media anual de las selvas medianas

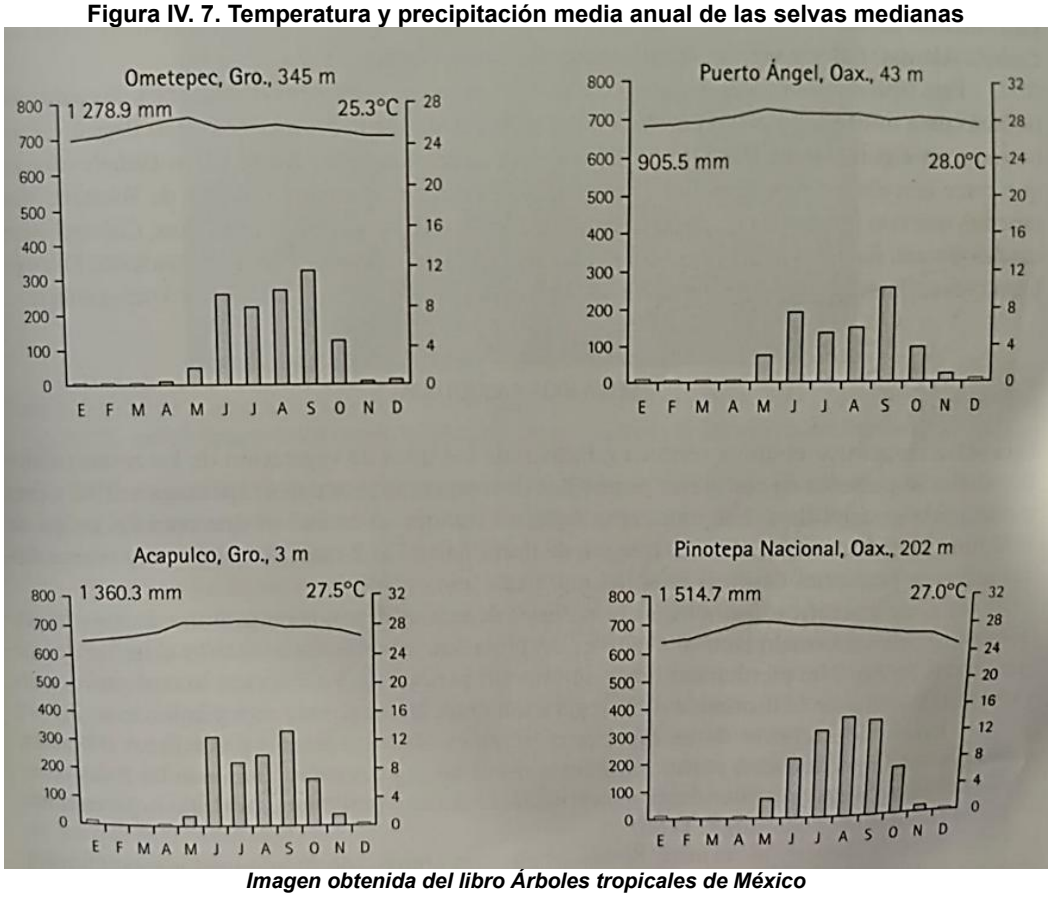


Imagen obtenida del libro Árboles tropicales de México

Vientos. En la costa de Jalisco, el viento es muy variable, pero a pesar de esto, es posible apreciar un patrón de desplazamiento que se dirige al norte y otro al sur; esto en el paralelo 20°N y con una variabilidad en su dirección y sin un componente común. Para el resto de la región las diferentes direcciones que presenta el viento tienen un componente oeste de manera significativa (Gobierno del estado de Jalisco, 1999).

Vientos dominantes. No se pudieron obtener registros de horarios, gráficas del área de proyecto, sin embargo, Garcia-Oliva *et al.* (2002) mencionan que los vientos dominantes en la costa de Jalisco son del oeste, provenientes del anticiclón del Pacífico Nororiental y se caracterizan por ser vientos secos. Durante los meses de verano dominan los vientos húmedos del este (alisios) producidos en el anticiclón Bermudas-Azores localizado al este de los Estados Unidos, cuyos vientos adquieren la humedad al cruzar el Golfo de México (Mosiño, 1964). Por lo que la humedad del inicio de las lluvias en los meses de junio y julio dependen principalmente del comportamiento de anticiclón Bermudas-Azores y su fuente principal son las aguas cálidas del Golfo de México (*García-Oliva et al.*, 2002).

Fenómenos meteorológicos

Los fenómenos meteorológicos son eventos naturales producidos por la interacción de factores como la temperatura, vientos, presión atmosférica, etc. Estos se pueden dividir en fenómenos habituales y fenómenos extremos. Un fenómeno habitual son las lluvias de temporada, vientos, nubosidades, en general, fenómenos que no causan daños significativos sobre los ecosistemas o centros poblacionales, en cambio los fenómenos extremos son aquellos que, debido a su intensidad o recurrencia pueden causar afectaciones a los ecosistemas y a la cotidianidad de la vida humana afectando estructuras urbanas, actividades económicas y la vida misma. De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgo del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), estos son los eventos meteorológicos a los que se encuentra expuesto el área del proyecto y que, por lo tanto, podrían afectar al SAR.

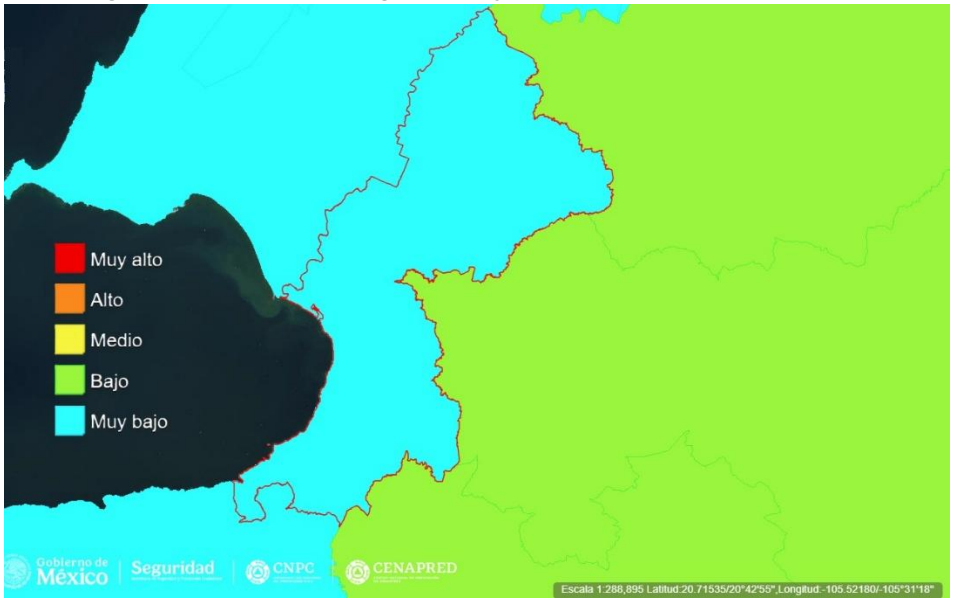
Temperaturas extremas

En el SAR y área del proyecto predomina el clima cálido subhúmedo, con temperaturas máximas promedio de 29.3°C y mínimas promedio de 17.9°C, dependiendo de la época del año.

Temperaturas extremas mínimas

Tanto el SAR y el área del proyecto se encuentran dentro de una zona con **Muy Bajo** riesgo a temperaturas extremas mínimas.

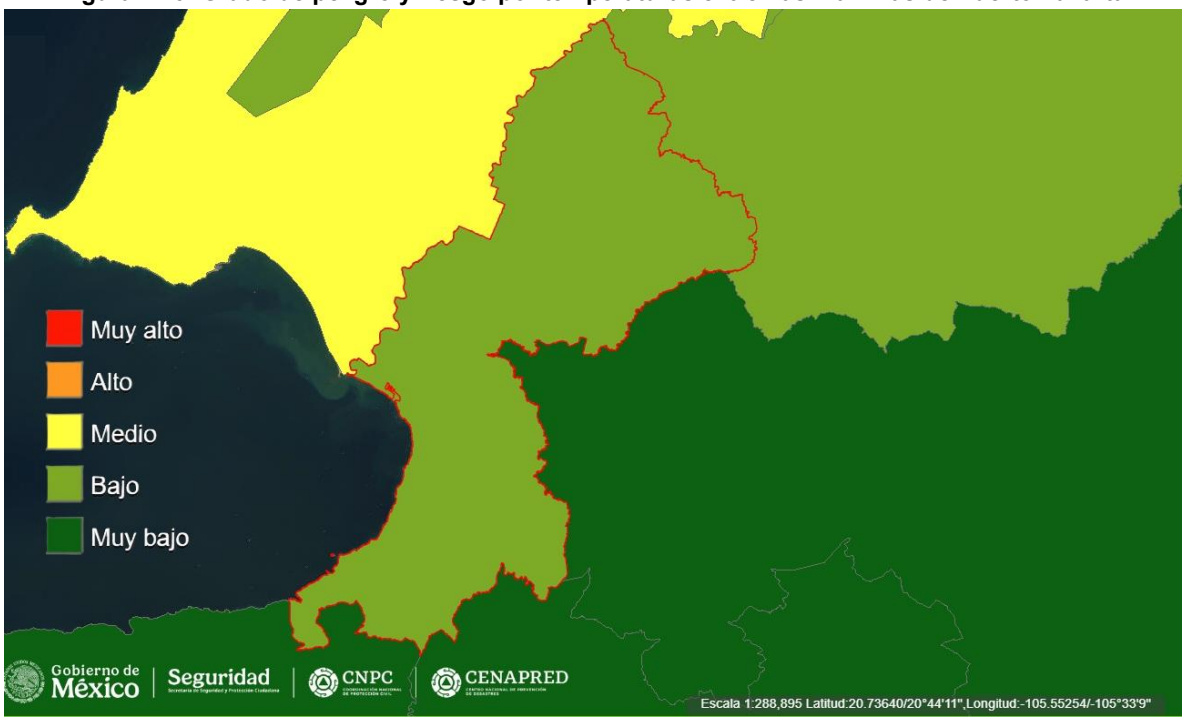
Figura IV. 8. Grado de peligro por baja temperatura de Puerto Vallarta



Temperaturas extremas máximas

Con base en datos climatológicos tomados del Sistema Nacional de Meteorología y la estación meteorológica 14121 “puerto Vallarta” se han registrado temperaturas máximas con un promedio de entre 30 °C y hasta 40°C en los meses de mayo y junio (Atlas climatológico digital de México, UNIATMOS, UNAM). Aun con estas temperaturas elevadas, estas se encuentran dentro de los limites fisiológicos tolerables para el ser humano, por lo que no representan un riesgo significativo para personal y visitantes del proyecto. De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos de CENAPRED, el riesgo y el peligro por temperaturas extremas máximas es **Bajo**, entendiendo por peligro y riesgo lo siguiente: *La principal diferencia es que el peligro es la fuente o situación que tiene la capacidad de causar daño, mientras que el riesgo es la probabilidad de que ese daño ocurra y la gravedad de sus consecuencias. El peligro existe intrínsecamente, pero el riesgo depende de la exposición a ese peligro y de las medidas de control que se apliquen para prevenirlo*.

Figura IV. 9. Grado de peligro y riesgo por temperaturas extremas máximas de Puerto Vallarta



Ciclones tropicales

Se define al ciclón tropical como un sistema giratorio, organizado por nubes y tormentas que se origina sobre aguas tropicales o subtropicales y tiene un centro de circulación cerrado en los niveles bajos de la atmósfera. Los ciclones tropicales rotan en contra de las

manecillas del reloj en el hemisferio norte (NOAA, 2013). Estos son clasificados de acuerdo con la intensidad de sus vientos en depresión tropical, tormenta tropical, o huracán.

Figura IV. 10. Etapas de un ciclón tropical



Las tormentas o ciclones tropicales en el Pacífico Mexicano juegan un papel muy importante en el patrón y cantidad de lluvia de las costas mexicanas. Los ciclones se forman en la región Pacífico Nororiente Tropical, que se localiza desde la costa de México y Centro América hasta el meridiano 160° O y del ecuador al paralelo 23° N (Jáuregui, 1987). Esta zona se considera entre las dos primeras zonas formadoras de ciclones a escala mundial, ya que se registran en promedio 9.1 tormentas tropicales y 54 ciclones al año (García-Oliva *et al.,* 2002). La época de ciclones inicia en junio y termina en noviembre, presentándose más del 50% de ellos entre septiembre y octubre. Se categorizan dentro de los eventos meteorológicos extraordinarios que se presentan con alta frecuencia a lo largo de la costa de México.

En promedio, inciden al territorio nacional anualmente 4 ciclones destructivos, produciendo lluvias intensas con sus consecuentes inundaciones y deslaves (CENAPRED 2001). En la siguiente tabla se observa el registro de los ciclones tropicales desde el año de 2013 al año 2024, que han suscitado cercano al SAR y por lo tanto del área del proyecto, de acuerdo con información presentada por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

Tabla IV. 3. Historial de Ciclones tropicales próximos al SAR del proyecto "Alisia"

Nombre	Año	Día de impacto	Categoría	Lugar de entrada a tierra o costa más cercana	Estados afectados	Vientos máximos (Km/h)
Ileana	2024	15-sep	TT	20 km de Topolobampo, Sinaloa	BCS, Sin, Nay, Jal	65
Lidia	2023	10-oct	H4	2 km al sur de Las Peñitas, Tomatlán, Jalisco	Gro, Mich, Jal, Col, Ags, Zac, Nay, Sin, Dgo, BCS	220
Hilary	2023	20-ago	H4	Punta Baja, BC	Oax, Gro, Mich, Col, Jal, Nay, Pue, Sin, BCS, BC	230
Beatriz	2023	1-jul	H1	3 km al sursuroeste de Barra de Navidad, Jalisco	Oax, Chis, Gro, Mich, Jal, Col, Nay,	140
Roslyn	2022	23-oct	H4	Santa Cruz, Santiago de Ixcuintla, Nay	Oax, Gro, Mich, Jal, Col, Nay, Sin, Dgo,	260
Orlene	2022	3-oct	H4	Costa sur de Sinaloa	Gro, Mich, Col, Jal, Nay, Sin, Dgo, Zac, Ags	240
Kay	2022	4-sep	H2	Costa de Guerrero	Gro, Mich, Col Jal, Nay, Sin, Son, BCS, BC	150
Nora	2021	25-agos	H1	525 km al sur de Punta Maldonado, Gro.	Nay., Jal., Col., Gro., Sin.	140
Willa	2018	24-oct	H5	Isla del Bosque, Sin.	Sin., Nay., Jal., Col., Mich.	240
Tara	2018	14-oct	TT	75 km al oeste de Manzanillo	Nay., Jal., Col., Mich.,	120
Pilar	2017	23-sep	TT	225 km al sur de Cabo Corrientes	Jal., Nay., Col., Sin,	95
Jova	2017	11-ago	TT	130 km al sureste de Isla del Socorro	BCS, Jal., Sin., Nay., mich.	85
Newton	2016	6-Sep	H1	45 km al sureste de Cd. Constitución, B.C.S.	BCS., BC., Son., Sin., Chih., Nay.	140
Patricia	2015	23-Oct	H4	Sur de la costa de Jalisco	Jal., Nay., Col., Mich., Gro., Oax.	295
Jova	2011	12-Oct	H2	8 km Sur de la fortuna, Jal.	Jal., Col., Mich., Nay.	160
Olaf	2003	07-Oct	TT	Cihuatlán, Jal.	Jal., Col., Nay.	100
Kenna	2002	25-Oct	H4	San Blas, Nay.	Nay., Jal., Sin., Dgo., Zac.	230
Hernán	1996	3-Oct	H1 (DT)	Cihuatlán, Jal. (San Blas, Nay.)	Jal., Mich., Col., Nay.	120
Boris	1996	29-Jun	H1	Tecpán del Gal, Gro.	Gro., Mich., Jal., Nay.	148

Nombre	Año	Día de impacto	Categoría	Lugar de entrada a tierra o costa más cercana	Estados afectados	Vientos máximos (Km/h)
Diana	1990	5-Ago	TT(H2)	Chetumal, Q Roo (Tuxpan, Ver)	QR., Yuc., Cam., Ver., Hgo., SLP., Qro., Gto., Jal., Nay.	158
Adolph	1983	27-May	TT(TT)	Chamela-Pto. Vallarta, Jal. (Sta. Cruz, Nay.)	Jal., Nay.	65
Otis	1981	30-Oct	TT	Caimanero, Sin.	Sin., Nay., Jal.	100
Priscilla	1971	13-Oct	TT	Santa Cruz, Nay.	Nay., Jal.	75

***. TT= Tormenta Tropical, DT= Depresión Tropical, H1-H5=Categorías alcanzadas en la escala Saffir-Simpson**

Figura IV. 11. Trayectorias de ciclones tropicales más próximos a Puerto Vallarta



El municipio de Puerto Vallarta se enfrenta a niveles considerables de vulnerabilidad ante afectaciones por ciclones tropicales. De acuerdo con el Atlas de Riesgo de la CENAPRED el municipio de Puerto Vallarta se encuentra en una zona con un **grado Medio de peligro** por la presencia de ciclones tropicales y con **grado Alto de riesgo**, entendiendo por peligro y riesgo lo siguiente: "*La principal diferencia es que el peligro es la fuente o situación que tiene la capacidad de causar daño, mientras que el riesgo es la probabilidad de que ese daño ocurra y la gravedad de sus consecuencias. El peligro existe intrínsecamente, pero el riesgo depende de la exposición a ese peligro y de las medidas de control que se apliquen para prevenirlo"*.

Figura IV. 12. Grado de peligro por ciclones tropicales en Puerto Vallarta

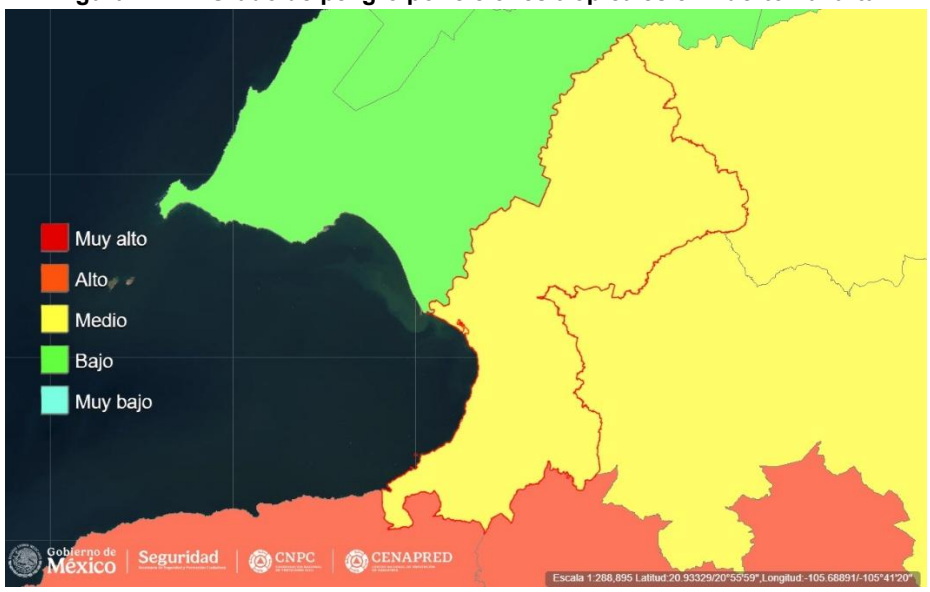
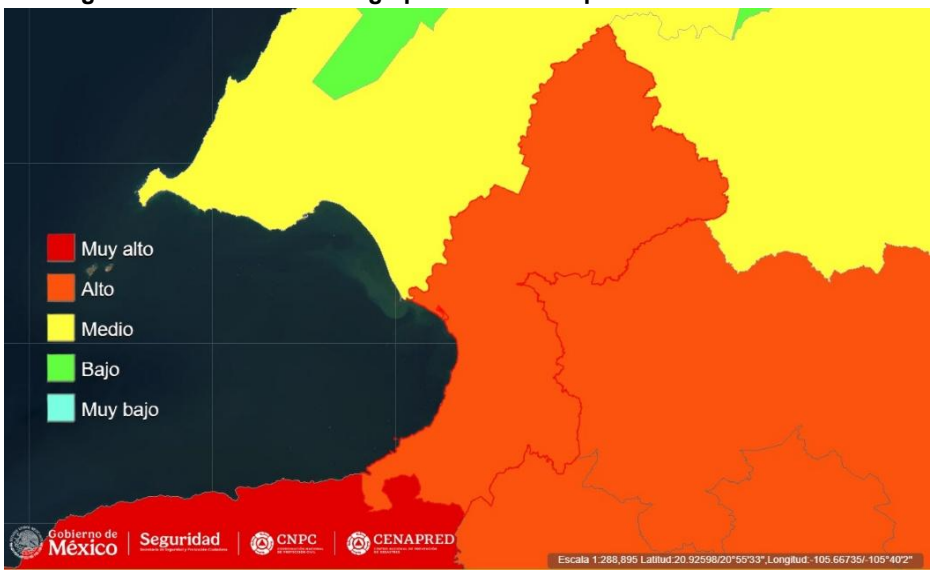


Figura IV. 13. Grado de riesgo por ciclones tropicales en Puerto Vallarta



Inundaciones

Las inundaciones son eventos producidos a partir de precipitaciones intensas en zonas con condiciones geológicas o antrópicas que sufrieron una modificación de la red hidrográfica, como cambios en la topografía, impermeabilización de suelos, deficiencias de la estructura de drenaje de una población y el uso de suelo, entre otros. El proyecto “Alisia” se encuentra en un área donde el cambio de uso de suelo es muy alto y contiene altos índices de urbanización.

El riesgo de inundación se puede clasificar de acuerdo con su origen:

Desbordamiento de cuerpos de agua: como ríos, arroyos o canales.

Escurrimientos superficiales: por la saturación de suelos o pendientes pronunciadas.

Acumulación de agua en zonas planas: Acumulación de agua en zonas planas.

De acuerdo con datos de la CENAPRED, el municipio de Puerto Vallarta tiene un índice **Alto** de vulnerabilidad a inundaciones y un índice de peligro **Alto** por inundaciones. Si bien el proyecto no se ubica dentro del polígono oficial de zona inundable, si se encuentra en un municipio con registros históricos de inundaciones, lo que incrementa el nivel de riesgo para el proyecto.

Figura IV. 14. Índice de vulnerabilidad por inundaciones de Puerto Vallarta

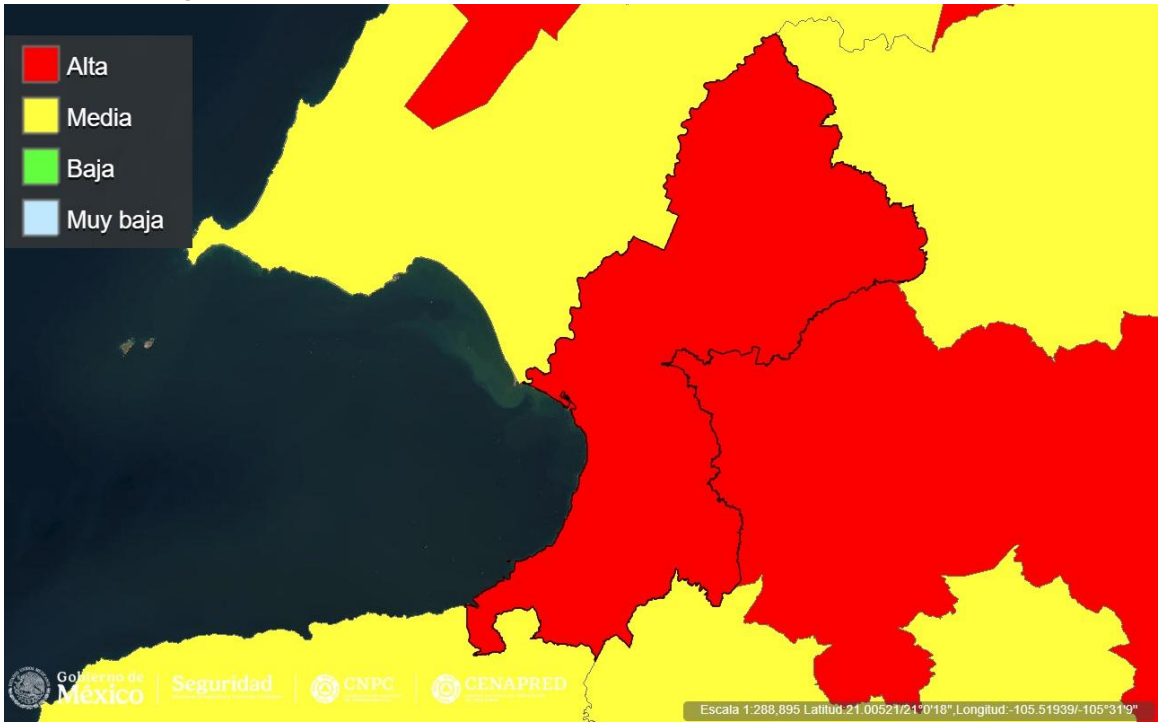
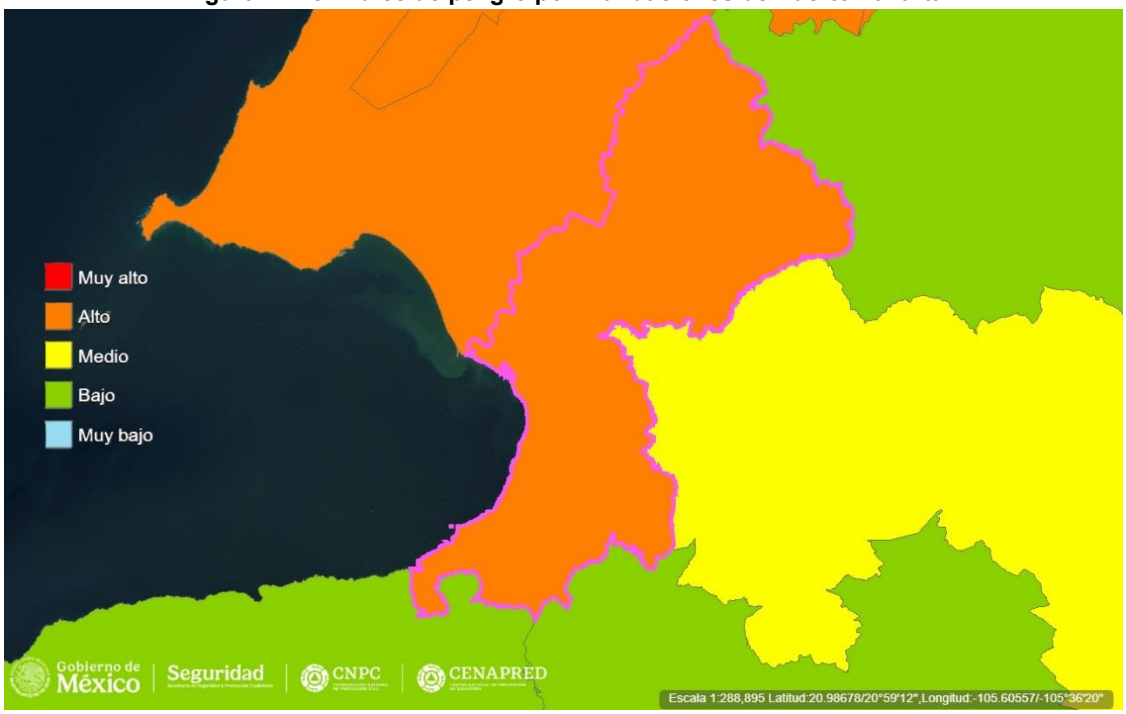


Figura IV. 15. Índice de peligro por inundaciones de Puerto Vallarta



Así mismo, el Atlas de riesgo del estado de Jalisco, otorga prospecciones de inundaciones en periodos de retorno de 2 a 100 años, el proyecto se estima para una operación de por lo menos 50 años, por lo que se estima que para entonces si exista un riesgo de inundación puntual en el área del proyecto.

Figura IV. 16. Tirante máximo por inundación a periodo de retorno de 2 años en la propiedad privada



Figura IV. 17. Tirante máximo por inundación a periodo de retorno de 50 años en la propiedad privada



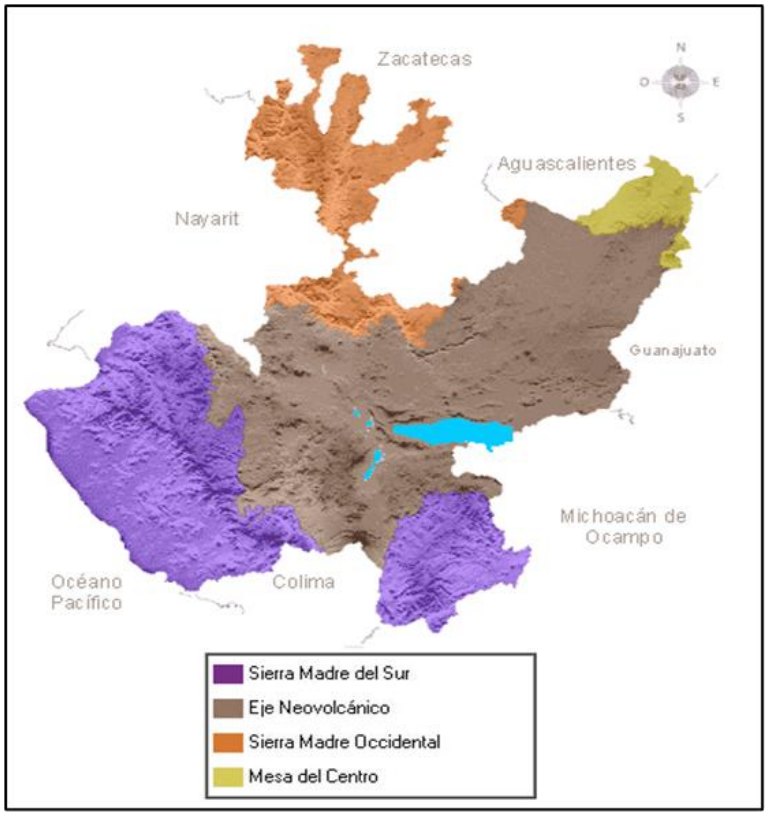
IV.2.2.2. Geomorfología

La Geomorfología se especializa en estructural (que atiende a la arquitectura geológica) y climática (que se interesa por el modelado) e incorpora las técnicas estadísticas sedimentológicas (SMG, 1999). El relieve de México es muy variado, podemos encontrar desde sistemas montañosos, altiplanicies, cuencas Intermontanas, cañones y planicies costeras. La orografía actual es el resultado principalmente de la interacción de cuatro placas tectónicas: América del Norte, Pacífico, Rivera, de Cocos y del Caribe, así como de procesos climáticos como meteorización, erosión y acumulación (Lugo-Hubp, 1990). Las provincias fisiográficas son unidades basadas en la topografía, geología, hidrología y geología.

Uno de los principales atributos naturales del Estado de Jalisco lo constituye el hecho de ser una zona donde se traslapan 4 provincias fisiográficas de gran importancia para el país, estas provincias son: *Sierra Madre del Sur, Sierra Madre Occidental, Altiplano Mexicano y el Eje Volcánico Transversal*. En dichas provincias la conformación de los relieves es el resultado principal de diferentes procesos endógenos, modificado por la acción de procesos exógenos. El Área de Estudio se ubica en su totalidad dentro de la provincia fisiográfica ***Sierra madre del Sur***, la cual se describe a continuación:

Provincia Sierra Madre del Sur. Esta provincia está considerada como la más compleja y menos conocida del país, y debe muchos de sus rasgos particulares a su relación con la placa de cocos. La provincia tiene una litología muy compleja en la que las rocas intrusivas cristalinas, especialmente los granitos y las metamórficas, tienen más importancia que en las mayorías de las provincias del norte. En la provincia, el sistema fluvial más grande es el Tepalcatepec; otro importante también, Provincia Sierra Madre del Sur es el río Balsas. A su vez esta provincia se compone por la subprovincia de las *Sierras de las Costas de Jalisco* y *Colima*, donde se ubican el proyecto. La vegetación de la zona costa de esta provincia fisiográfica está dominada por selvas estacionales.

Figura IV. 18. Provincias Fisiográficas de Jalisco



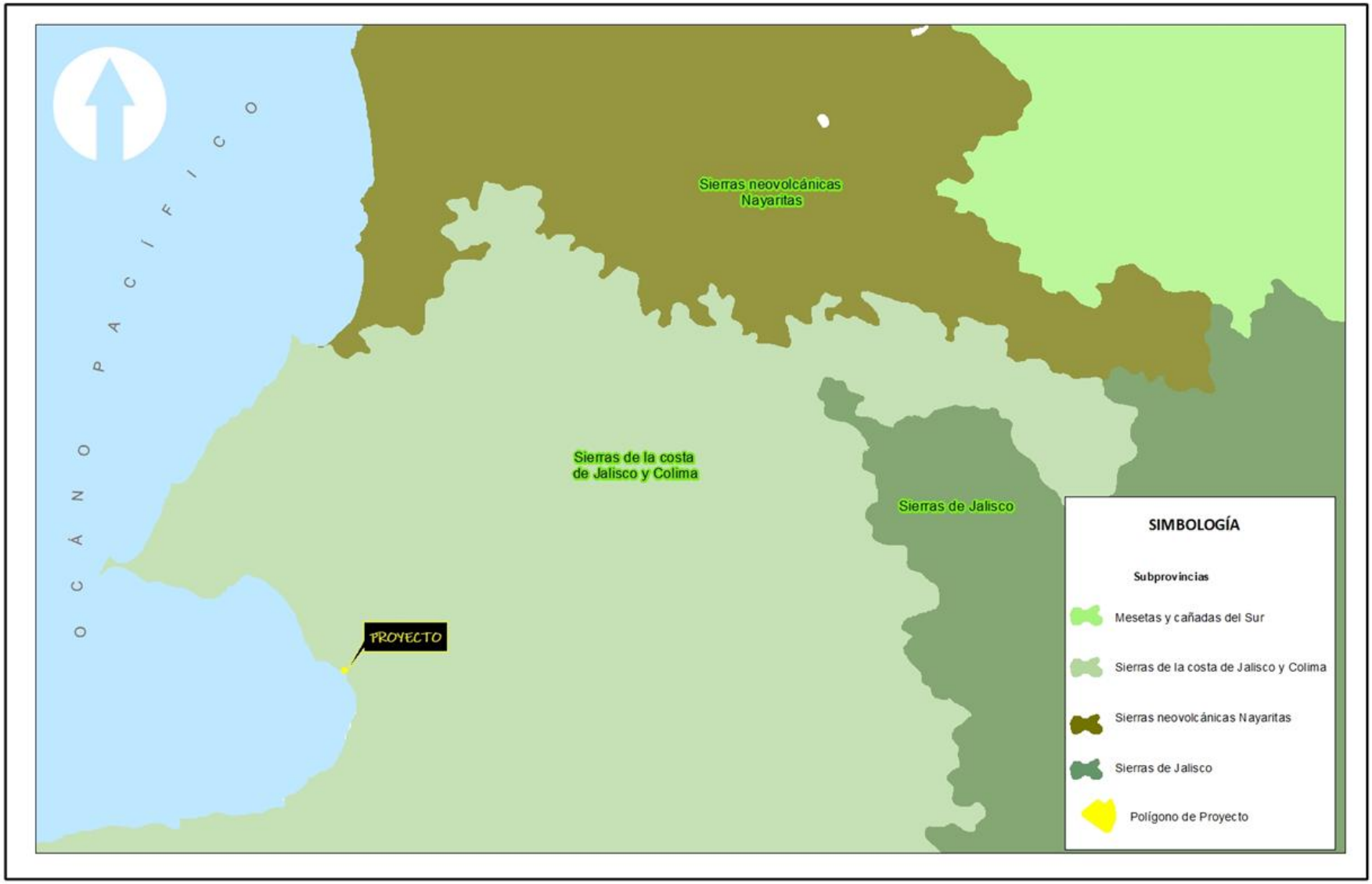
Subprovincia de las Sierras de las costas de Jalisco y Colima. Esta subprovincia ocupa un área considerable en la entidad, 190,345.852 km^2 equivalente al 24.6% de la superficie total del estado, esta subprovincia contiene a los municipios de Cabo Corrientes, Casimiro Castillo, Cihuatlán, Cuautitlán, Cuautla, La Huerta, Mascota, Puerto Vallarta, Purificación, San Sebastián, Talpa de Allende, Tomatlán y parte de los municipios de Atenguillo, Autlán de Navarro, Mixtlán, Tolimán y Tuxcacuesco.

Estas sierras contienen dos tipos de rocas: granito y las rocas volcánicas con alto contenido de sílice y corresponden a rocas ígneas. Estas grandes sierras están constituidas en más de la mitad de su extensión por un enorme cuerpo (o cuerpos) de granito, ahora emergido. A estas masas intrusivas de gran tamaño se les llama batolitos y siempre se les encuentra asociados a cordilleras. En su estado actual, el batolito integra una sierra de mediana altitud en la que se han abierto amplios valles intermontanos de excavación, todavía con muy escaso relleno aluvial y casi siempre con un drenaje hacia el sur que desemboca en el Océano Pacífico. Se levanta más o menos abruptamente del mar y presenta un desarrollo incipiente de valles y llanuras costeras. La subprovincia es diferente de otras de la Sierra Madre del Sur porque carece de alineamientos estructurales de este a oeste.

Dentro de los límites estatales jaliscienses la subprovincia de las Sierras de la Costas de Jalisco y Colima presenta los siguientes sistemas de topoformas:

- Gran Sierra Compleja;
- Sierra de Cumbres Tendidas;
- Meseta Lávica; Meseta Lávica con Cañadas;
- Lomerío;
- Lomerío con Llanos Aislados;
- Valle Intermontano;
- Valle Intermontano con Lomeríos;
- Valle Intermontano con Terreno Ondulado;
- Valle Ramificado con Lomeríos; Cañón;
- Llanura Costera con Delta;
- Llanura Costera con Laguna Costera;
- Laguna Costera;
- Pequeña Llanura con Lomeríos.

Plano IV. 8. Subprovincias fisiográficas



Relieve

El papel que juega el relieve y los aspectos geomorfológicos en regiones costeras es muy importante. Los flujos del viento húmedo procedentes del mar en una costa con montañas inmediatas generan un mecanismo que permite llevar dicho aire húmedo hacia alturas más frías donde por procesos termodinámicos frecuentemente se detonan lluvias. Dicha pendiente de cara al mar y con flujo procedente del mismo se le conoce como barlovento y suelen ser áreas con gran diversidad vegetal. Otras de las zonas con alta diversidad en las zonas montañosas se encuentran en las cañadas/depresiones, son regiones que concentran humedad y condiciones específicas en el clima.

El relieve es el conjunto de formas que presenta la corteza terrestre: elevaciones, hundimientos, pendientes, etc. El relieve de las tierras emergidas (continentes e islas) presentan cuatro topoformas básicas las cuales se describen a continuación:

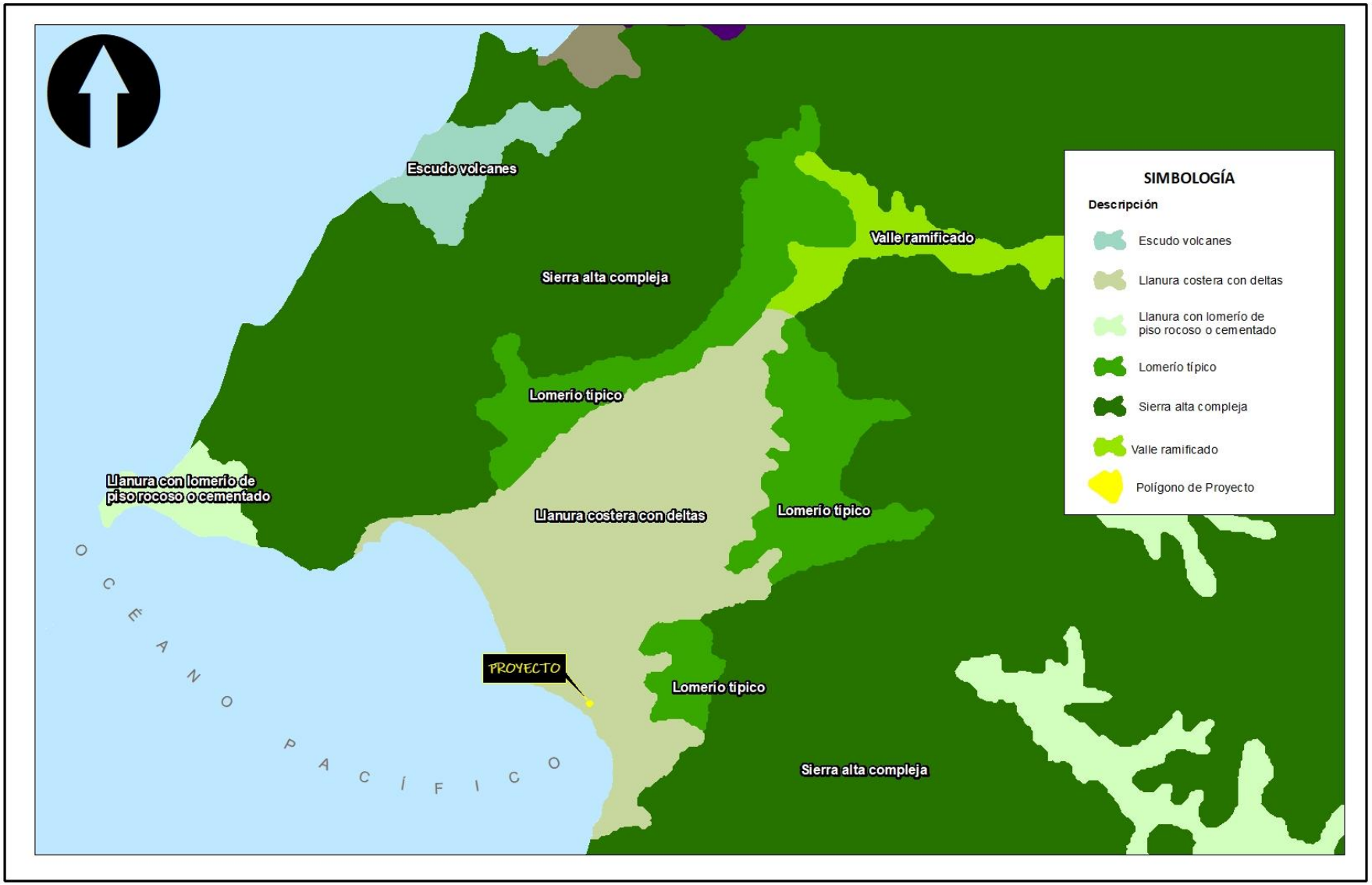
- **Llanuras** son terrenos planos o suavemente ondulados cuya altitud no supera los 200 metros sobre el nivel del mar.
- **Mesetas** son llanuras elevadas a más de 200 metros de altitud.
- **Montañas** son elevaciones del terreno cuya altitud supero los 600 metros. Las montañas suelen agruparse en grandes conjuntos, llamados sierras, macizos y cordilleras.
- **Depresiones** son áreas hundidas. Suelen estar recorridas por ríos, que excavan depresiones alargadas llamadas **valles**.

La superficie estatal de Jalisco forma parte de las provincias: Sierra Madre Occidental, Altiplano Mexicano, Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur. En la parte nororiental predominan sierras, con altitud de 2,850 metros sobre el nivel del mar (msnm) como Sierra Alta y lomeríos de origen volcánico, separadas por llanuras. En el norte hay cañones con 400 msnm y sierras con 2,860 msnm, entre ellos valles estrechos. En el centro, se encuentra el Lago de Chapala; en el occidente y suroccidente, predominan las sierras de origen ígneo extrusivo o volcánico. La parte occidental del estado también la forman en su mayoría sierras de rocas ígneas intrusivas que llegan hasta la orilla del mar; de la erosión de estas elevaciones se ha desarrollado una llanura que se localiza hacia el suroccidente de la población de Tomatlán.

Con base en el conjunto de datos vectoriales fisiográficos de INEGI se identificó que el Área de Proyecto se encuentran dentro de la ***Llanura costera con deltas***. Por tanto, el relieve

del área del predio se puede considerarse como plano o semiplano. No obstante, en el Sistema Ambiental Regional, aunque si se encuentra sobre esta llanura costera, se encuentran zonas boscosas, donde el tipo de vegetación dominante es la Selva Mediana Subcaducifolia y algunos manchones de bosque de pini-encino.

Plano IV.9. Topoforma identificada en el área de estudio



IV.2.2.3. Geología

La geología es la ciencia que estudia la composición estructural, estratigráfica, histórica, geomorfológica de la tierra y sus recursos naturales. En un estudio relacionado a un Sistema Ambiental Regional, la geología del sitio puede presentar importante información para comprender el cómo está conformado el SAR a través de los tipos de roca y suelos que pueden presentar. De acuerdo con el conjunto de Datos Vectoriales Geológicos, Escala 1:50,000 Jalisco-Nayarit y F13-C-69 del INEGI, el municipio de Puerto Vallarta presenta predominancia de roca ígnea (granito) en un 49.1% y cantidades variables de rocas ígneas intrusivas ácidas, plutónicas constituidas esencialmente de cuarzo, feldespato y plagioclasa.

Distribución de tipos de roca del Sistema Ambiental Regional

En el Sistema Ambiental Regional, se observa una predominancia en la superficie de Roca ígnea: Toba y Suelo Aluvial. La Toba abarca una superficie de 5,775.144 ha dentro del SAR, siendo esta la de mayor superficie, seguido por el tipo de suelo Aluvial con 5,742.337 ha, estas son áreas propensas a la sedimentación fluvial. En el Área de Influencia, se observa una distribución de superficies mucho más reducida en comparación con el Sistema Ambiental Regional. Solo predomina el suelo aluvial, el cual cubre 840.421 ha, más 207.090 de cuerpo de agua. Cabe mencionar que, en el área del proyecto, únicamente se registró suelo aluvial.

En la siguiente tabla se presentan las superficies que abarcan cada uno de los componentes geológicos identificados dentro del Sistema Ambiental Regional, Área de Influencia y área del proyecto con los Datos Vectoriales Geológicos Escala 1:50,000 Jalisco-Nayarit y la Carta Geológica Puerto Vallarta F13-C-69 del INEGI.

Tabla IV. 4. Geología en el Sistema Ambiental Regional

Clave	Tipo de roca	Superficie (Ha)
H_2O	Cuerpo de agua	190.520
Gr	Roca ígnea: Granito	213.891
T	Roca ígnea: Toba	5,775.144
Ar-cg	Roca Sedimentaria: Arenisca-Conglomerado	2,463.294
al	Suelo: Aluvial	5,742.337
Total		**14,385.186**

Tabla IV. 5. Geología en el Área de Influencia

Clave	Tipo de roca	Superficie (Ha)
H_2O	Cuerpo de agua	207.090
al	Suelo: Aluvial	840.421
Total		**1,047.511**

Tabla IV. 6. Geología en la propiedad privada

Clave	Tipo de roca	Superficie m^2
al	Suelo: Aluvial	6,741.80 m^2
Total		**6,741.80 m^2**

A continuación, se describen las características principales de cada tipo de roca y suelo encontrados en el Sistema Ambiental Regional y Área de Influencia.

Descripción de los tipos de rocas encontradas en el sistema ambiental regional, área de influencia y el predio del proyecto

Rocas ígneas o magmáticas

Ígnea proviene del latín *igneus*, son rocas que se originaron por la solidificación del material fundido en el interior de la corteza terrestre (magma), el cual está sometido a temperaturas y presiones muy elevadas. Este proceso, llamado cristalización, resulta del enfriamiento de los minerales y del entrelazamiento de sus partículas. Este tipo de rocas también son formadas por la acumulación y consolidación de lava, palabra que se utiliza para un magma que se enfría en la superficie al ser expulsado por los volcanes.

Roca ígnea intrusiva: Si la cristalización tiene lugar en una zona profunda de la corteza a las rocas así formadas se les denominan rocas intrusivas o plutónicas. Cuando un magma se enfría bajo la superficie lo hace más lentamente, permitiendo un mejor desarrollo de los cristales, que debido a eso alcanzan tamaños que pueden ser observados a simple vista, generalmente abarcan grandes extensiones de terreno y llegan a la superficie terrestre mediante procesos orogénicos (deformaciones tectónicas) o mediante procesos externos de erosión

Roca hipoabisal: Dentro de las rocas ígneas intrusivas se reconocen las rocas hipoabisales, aquí se incluyen rocas que han cristalizado a una profundidad moderada y se presentan en forma de filones o diques, rellenando grietas; son mucho menos abundantes que las plutónicas y se encuentran casi siempre asociadas a ellas.

Roca ígnea extrusiva: Si la solidificación magmática tiene lugar en la superficie terrestre o escasa profundidad, a las rocas se las denomina rocas extrusivas o volcánicas. Las rocas

volcánicas típicas son formadas por el rápido enfriamiento de la lava y de fragmentos piroclásticos, este proceso ocurre cuando el magma es expulsado por los volcanes; ya en la superficie y al contacto con la temperatura ambiental, se enfría rápidamente desarrollando pequeños cristales que forman rocas de grano fino (no apreciables a simple vista) y rocas piroclásticas. Los piroclásticos son producto de las erupciones volcánicas explosivas y contienen fragmentos de roca de diferentes orígenes, pueden ser de muchas formas y tamaños.

Estos dos grandes grupos de roca ígnea, a su vez se subdividen en diferentes familias a partir de las distintas texturas, asociaciones de minerales y modo de ocurrencia. Dentro de la cuenca se pueden ubicar tanto rocas ígneas extrusivas como intrusivas, por lo que a continuación se describirán más a fondo. Existen varios tipos de rocas ígneas en función de su lugar de formación.

Roca ígnea extrusiva:

Toba (T): Roca de origen explosivo formada por material volcánico suelto o consolidado (piroclástica). Es una roca ligera de consistencia porosa, que se forma a partir de la acumulación de cenizas u otros elementos volcánicos muy pequeños que acompañan a una erupción volcánica.

Roca ígnea intrusiva:

Granito (Gr): son rocas compuestas por cuarzo y feldespato (principalmente sodio y potasio). Los cristales de cuarzo sueles ser vítreos y de color claro, mientras que los cristales de feldespato no son vítreos y son de color blanco, gris o rosa salmón. El granito y rocas relacionadas suelen ser productos secundarios de la formación de montañas. Es una roca muy abundante.

Figura IV. 19. Ejemplo de Roca ígnea extrusiva: Toba



Figura IV. 20. Ejemplo de Roca ígnea intrusiva: Granito



Rocas sedimentarias

Se forman por la precipitación y acumulación de materia mineral de una solución o por la compactación de restos vegetales y/o animales de la litósfera a temperaturas y presiones relativamente bajas y pueden estar integrados por fragmentos de roca preexistentes de diferentes tamaños, minerales resistentes, restos de organismos y productos de reacciones químicas o de evaporación. Las rocas sedimentarias generalmente se clasifican, según el modo en que se producen, en detríticas o clásticas, y químicas o no clásticas; dentro de ésta última, se encuentra una subcategoría conocida como bioquímicas.

Rocas sedimentarias detríticas: Son acumulaciones mecánicas de partículas o sedimentos de rocas preexistentes denominadas “detritus” o “clastos” formados por los materiales producto de la intemperie y la erosión en la superficie; éstos son transportados y finalmente depositados, por lo que presentan una textura denominada clástica. Estas rocas se dividen en una gran variedad de tipos, los cuales se caracterizan por el tamaño de sus partículas constitutivas.

Arenisca (ar): Roca sedimentaria de color variable formada durante muchos años bajo la superficie de océanos, lagos y ríos. Las cualidades de la roca arenisca cambian con los tipos de minerales que se acumulan para formar la roca, los cuales son principalmente compuestos por clastos, matriz, cemento y poros.

Conglomerados (cg): Son rocas formadas por clastos de >2mm de diámetro y una matriz de grano fino de <2mm de diámetro. Son producto de rocas preexistentes sometidos a procesos de erosión que fueron depositados en un determinado sitio y se juntaron a través de procesos de litificación.

Arenisca-conglomerado (ar-cg): La arenisca conglomerádica es una roca sedimentaria que se compone principalmente de granos de arena (aproximadamente 85%) pero que también contiene una proporción significativa de clastos de tamaño de grava (alrededor del 15%). Se forma cuando la arena y la grava se cementan juntas, generalmente en ambientes de alta energía como ríos caudalosos. A diferencia de un conglomerado puro, la arenisca conglomerádica se distingue por ser predominantemente arenosa en su textura.

Figura IV. 21. Ejemplo de Roca sedimentaria arenisca-conglomerado



Suelo geológico

El suelo constituye la interfaz entre las rocas y la atmósfera, formándose como consecuencia de fenómenos físicos, fisicoquímicos y biológicos. Algunos suelos son trasladados por agentes como agua, viento, gravedad, entre otros hasta el sitio de depósito de sus sedimentos. Dependiendo del tipo de agente las partículas son alteradas en cuanto a tamaño, forma y textura.

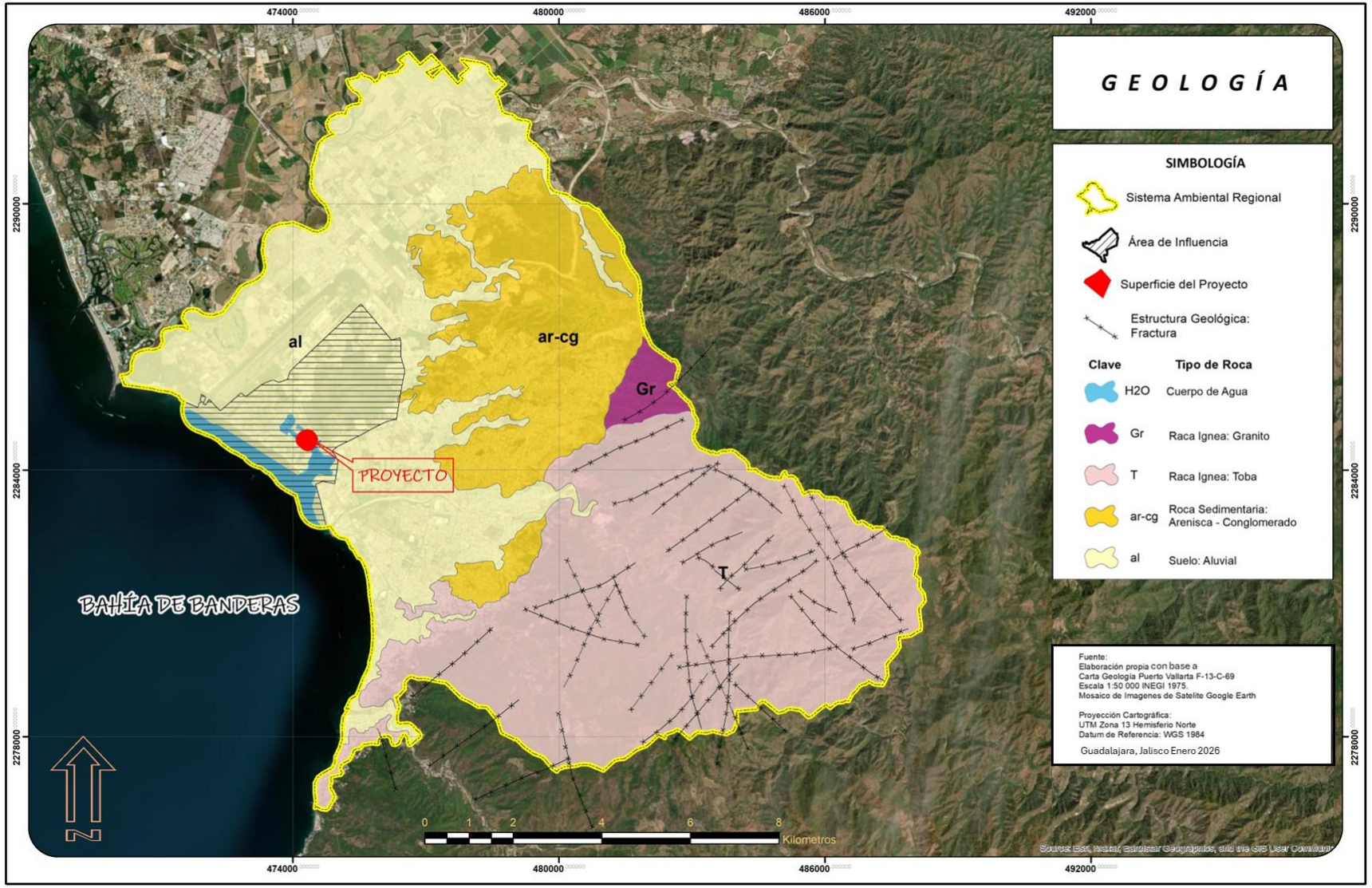
Aluvial (al). Son suelos de materiales transportados o depositados en las planicies costeras y valles interiores. Son suelos recientes o de reciente deposición y carecen de modificaciones de los agentes externos (agua, clima, etc.). Se ubican en áreas ligeramente inclinadas o casi a nivel en las planicies costeras y valles interiores en donde el manto freático está cerca de la superficie y el drenaje por lo general es pobre. Son suelos de alta productividad (INEGI, 2004). Los suelos aluviales de la zona se han formado durante el proceso de erosión de las estructuras volcánicas circundantes a los escurrimientos de mayor tamaño. Incluyen depósitos aluviales, fluviales, residuales, proluviales, gravitatorios y lacustres, en general son de poco espesor.

Figura IV. 22. Ejemplo de Suelo Aluvial



El tipo de suelo que se distribuye en el predio de **"Alisia"** se caracteriza por ser fértil debido a la acumulación de sedimentos ricos en nutrientes. Usualmente son suelos poco desarrollados, pero son profundos. La distribución de la selva mediana subcaducifolia abarca este tipo de suelos, ya que estos se encuentran usualmente cercanos a arroyos o barrancas.

Plano IV. 10. Tipos de roca presentes en el Sistema Ambiental Regional y Área de Influencia



Plano IV. 11. Tipo de roca presentes en predio del proyecto



Fenómenos geológicos

Actividad volcánica

El vulcanismo en la región se debe al proceso de subducción entre las Placas de Rivera y Cocos, con la Placa Norteamericana, cuya manifestación principal son los cuerpos volcánicos que conforman la Faja Volcánica Transmexicana. Dentro del límite municipal no se encuentra ningún campo volcánico activo como tal, y con base en la capa de información de los volcanes activos del Atlas Nacional de Riesgos, en el diámetro de estudio establecido de 100 km, se tienen identificados dos campos volcánicos: el Mascota y el San Sebastián. Mientras que a 61 km en línea recta se encuentra el Campo Volcánico Ceboruco.

Figura IV. 23. Volcanes cercanos a Puerto Vallarta

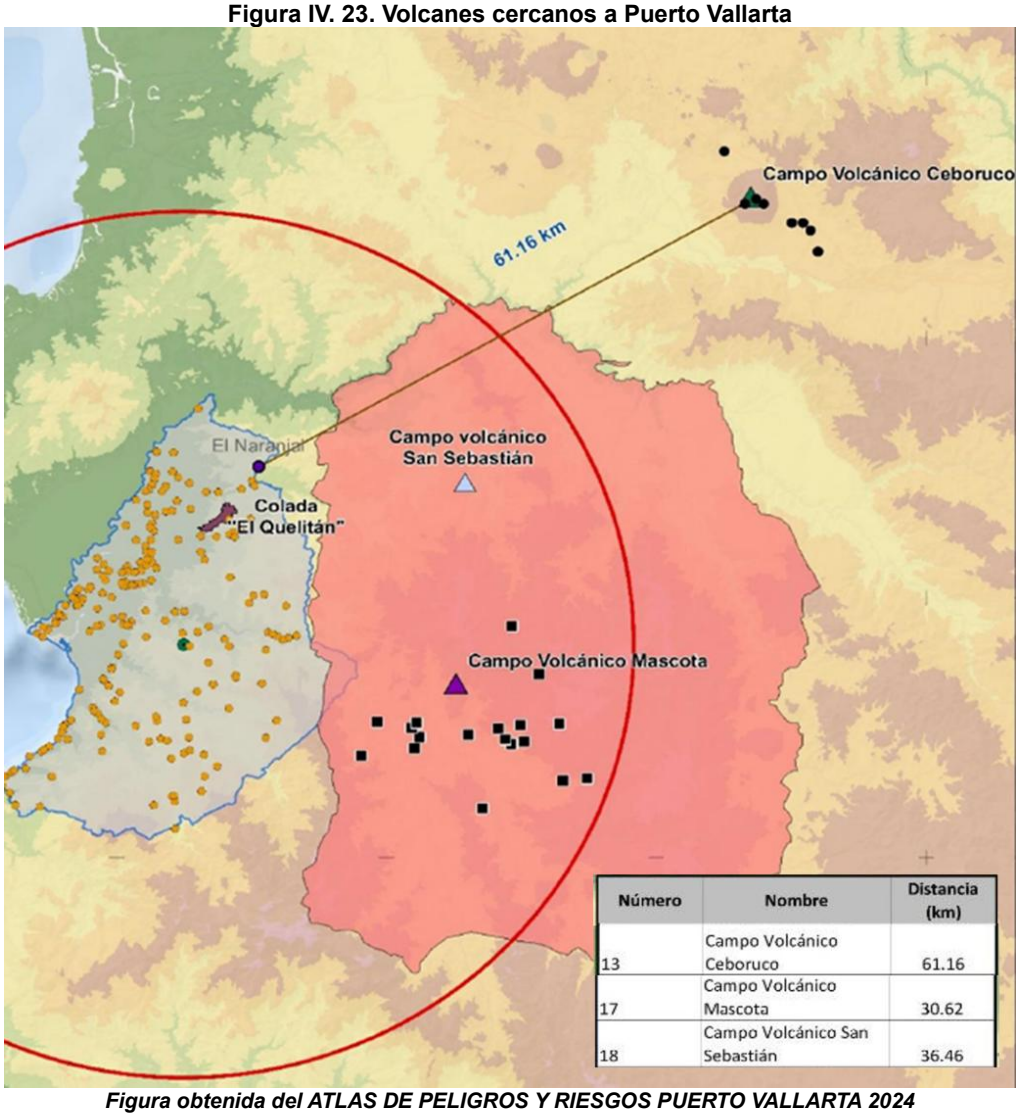


Figura obtenida del ATLAS DE PELIGROS Y RIESGOS PUERTO VALLARTA 2024

Campo Volcánico Ceboruco

Entre los volcanes activos relevantes para el municipio, se encuentra el volcán Ceboruco, a una distancia aproximada de **61 km** a la población rural más cercana del municipio. Este campo volcánico, está clasificado en categoría de **peligro alto**, debido a que ha producido erupciones con un Índice de Explosividad Volcánica igual o mayor a 3, con un tiempo medio de recurrencia de 500 años o menos, o bien que hayan producido al menos una erupción con VEI 3 o mayor en los últimos 500 años. A pesar de ubicarse fuera del radio de los **50 km de diámetro** desde el centroide en el municipio de Puerto Vallarta, es considerado como ***amenaza latente***, por los efectos colaterales que puede provocar hacia el municipio, particularmente por el escenario probable de riesgo, debido a la altura de la columna eruptiva de ceniza que pudiera alcanzarse y que afectaría a un número considerable de localidades del municipio.

Campo Volcánico Mascota

Se encuentra ubicado en el límite este del municipio de Puerto Vallarta, es clasificado en el anexo de Fenómenos Geológicos, de la Guía Básica para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos (Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2006), como un "***volcán con información insuficiente***", señalando, sin embargo, que es probable que estos volcanes representen de cualquier forma un peligro significativo.

Se trata de un campo monogenético, esto es, un grupo de pequeños conos volcánicos que solo hacen erupción una vez. Según datos del catálogo de Volcanes de México del Smithsonian Institution, tiene 18 conos principales con nombre.

Campo volcánico San Sebastián

El caso del campo volcánico San Sebastián se considera por CENAPRED, como de **categoría 5**, que significa de **peligro indefinido**, esto es por haber producido erupciones con un Índice de Explosividad Volcánica (VEI) igual o mayor que 3, con un tiempo medio de recurrencia indeterminado (por existir solo un dato), o por haber producido al menos una erupción con VEI 3 en algún momento de su historia holocénica (último 10,000 años).

Riesgo volcánico

El municipio de Puerto Vallarta se encuentra dentro del rango de afectación por caída de ceniza volcánica del Estratovolcán Ceboruco, siendo probable que su emisión de ceniza

afecte a una parte del territorio municipal, siempre y cuando se den ciertos factores relacionados a los vientos dominantes.

En el Atlas Nacional de Riesgos se plantean distintos escenarios para los diferentes volcanes activos en el país. Para el análisis de riesgo volcánico al que estaría expuesto el municipio de Puerto Vallarta, se tomaron los escenarios de riesgo volcánico del Volcán Ceboruco. Existe un escenario que plantea la posibilidad de que Puerto Vallarta, sea alcanzado por una columna eruptiva de ceniza, si esta lograra una altura de 40 kilómetros, y se desplazara en dirección oeste, desde el volcán.

Figura IV. 24. Escenario de caída de ceniza por una columna eruptiva de 40 km de altura, en dirección oeste del campo volcánico Ceboruco

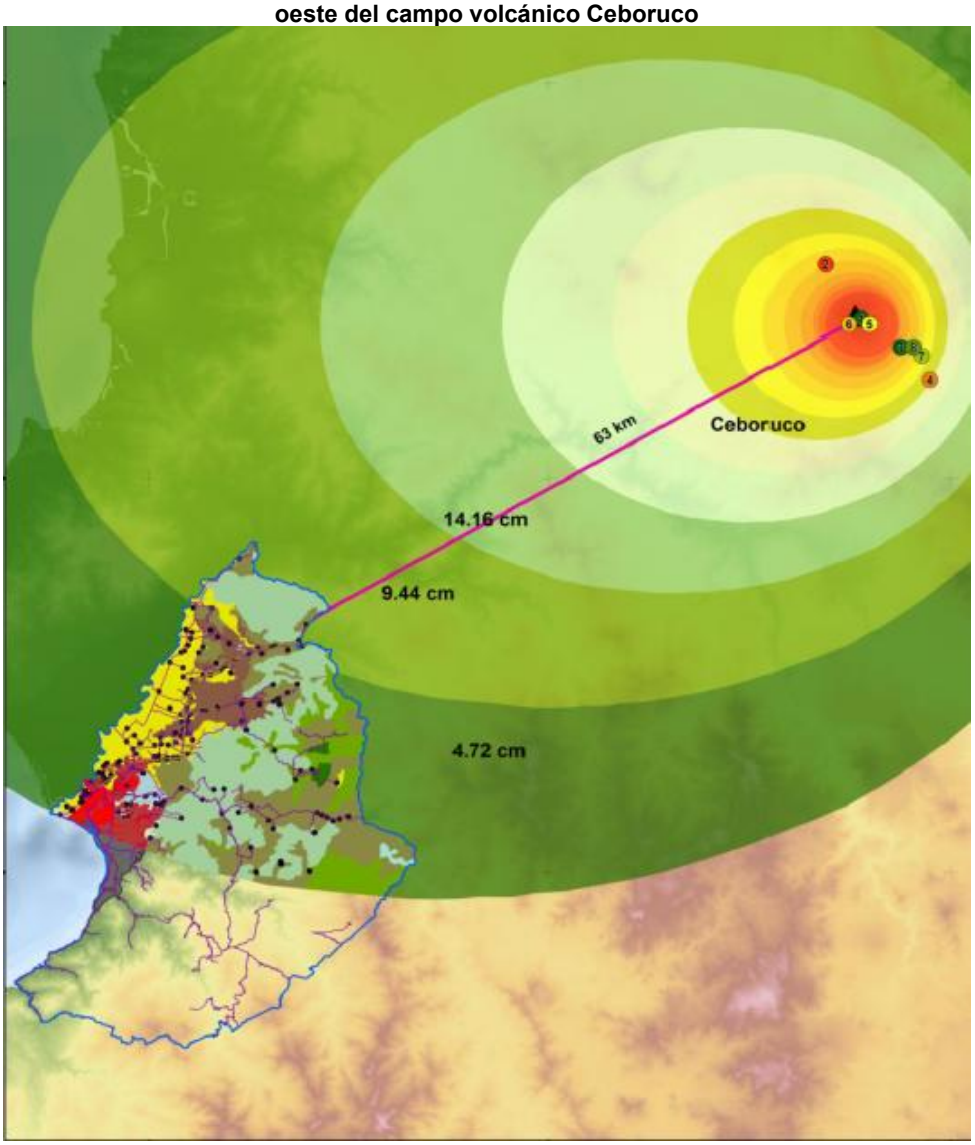


Figura obtenida del ATLAS DE PELIGROS Y RIESGOS PUERTO VALLARTA 2024

En este contexto, el escenario estima que el municipio de Puerto Vallarta podría verse afectado por una caída de ceniza con alturas desde **9.44 cm** hasta **4.72 cm**. En esta zona de riesgo, se encuentran un total de 45 localidades rurales, entre las que destacan ***La Desembocada***, ***El Zancudo***, ***Boca de Tomatlán***, ***Ecoterra Paraíso***, etc.; también el impacto de las cenizas alcanzaría a las 3 localidades urbanas de la zona noroeste del municipio: ***Las Palmas de Arriba***, ***Ixtapa*** y ***Las Juntas***, que en conjunto tienen una población aproximada de 64,038 habitantes y un total de 23,890 viviendas.

La caída de ceniza volcánica puede ocasionar en personas y animales algunos de los siguientes efectos: el agravamiento de enfermedades pulmonares, trastornos gastrointestinales por la ingestión de agua y alimentos contaminados con flúor y posiblemente con metales pesados (arsénico, mercurio, etc.); daños oculares como conjuntivitis y abrasiones en la córnea. Sin embargo, la conclusión de este apartado por parte de los que elaboraron el **Atlas de peligros y riesgos Puerto Vallarta 2024**, hacen mención que "***se puede apreciar en el análisis este tipo de peligro no afecta de manera directa al municipio por lo que no aplican obras de mitigación***".

Tsunamis

De acuerdo con la información histórica, se han registrado alrededor de 60 tsunamis en la zona de la costa occidental de México, en los últimos 284 años. Se han registrado tsunamis con un origen lejano con olas de hasta 2.5 metros de alto y de origen local, con olas que en promedio tienen una altura de 5 metros y en caso excepcionales, alcanzaron los 10 metros de altura, causando daños materiales y pérdidas de vidas (SEMAR, 2019). En años recientes no existen registros de tsunamis que ocasionaron daños de gran escala. Aunque no se puede descartar la posibilidad de futuros tsunamis en la costa del pacifico mexicano.

Figura IV. 25. Mapa de peligro de tsunamis en México

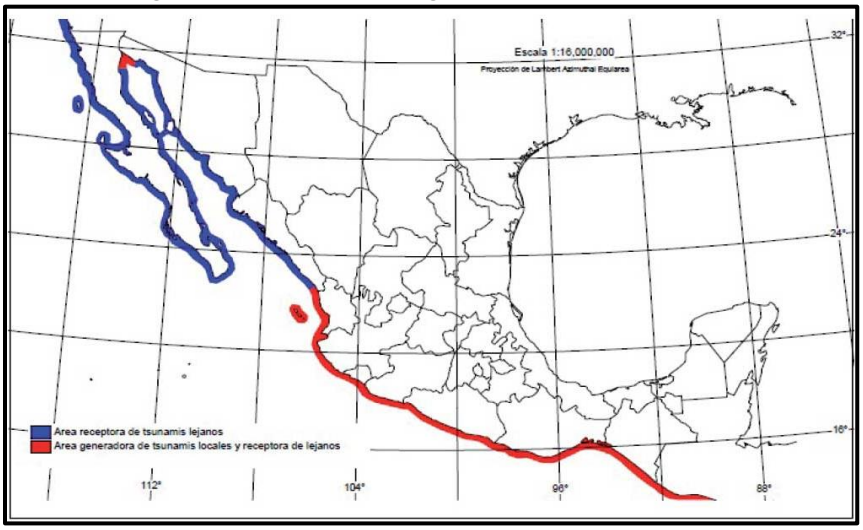
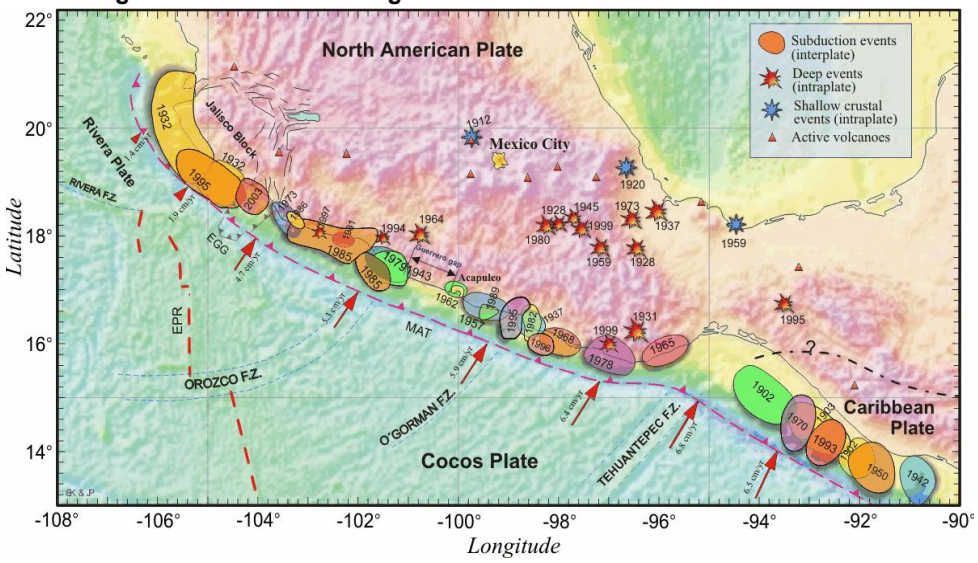


Figura IV. 26. Tsunamis registrados en la Costa del Pacífico Mexicano



La ubicación del SAR y área del proyecto se encuentra en la costa del Pacífico mexicano, donde influencia la Placa de Cocos subduciendo debajo de la placa de Norteamérica, estas interacciones pueden dar origen a sismos submarinos que pueden provocar tsunamis. De acuerdo con la CENAPRED, la costa de Jalisco se clasifica como de **amenaza baja a media** por tsunami, con **riesgo alto** en caso de sismos mayores a 7.5 de magnitud.

Figura IV. 27. Zonificación que alcanzaría el impacto de un tsunami en el municipio de Puerto Vallarta



Sismicidad

Un sismo es un rompimiento repentino de las rocas en el interior de la Tierra. Esta liberación repentina de energía se propaga en forma de ondas que provocan el movimiento del terreno.

El territorio mexicano se encuentra dividido entre cinco placas tectónicas: Caribe, Cocos, norteamericana, Pacífica y Rivera. El movimiento relativo entre estas placas ocasiona uno de los peligros sísmicos y volcánicos más altos del mundo. En la región de estudio, el tectonismo se produce por la subducción de la Placa de Cocos bajo el subcontinente centroamericano a lo largo de la fosa mesoamericana (Schaaf, 2002). La zona de alta sismicidad está ubicada en una franja de 35 km paralela a la línea de costa. El mayor riesgo lo presentan los sismos que ocurren a lo largo de las costas del Pacífico, entre las ciudades de Puerto Vallarta y Tapachula, (SSN, s.a. La sismicidad de México).

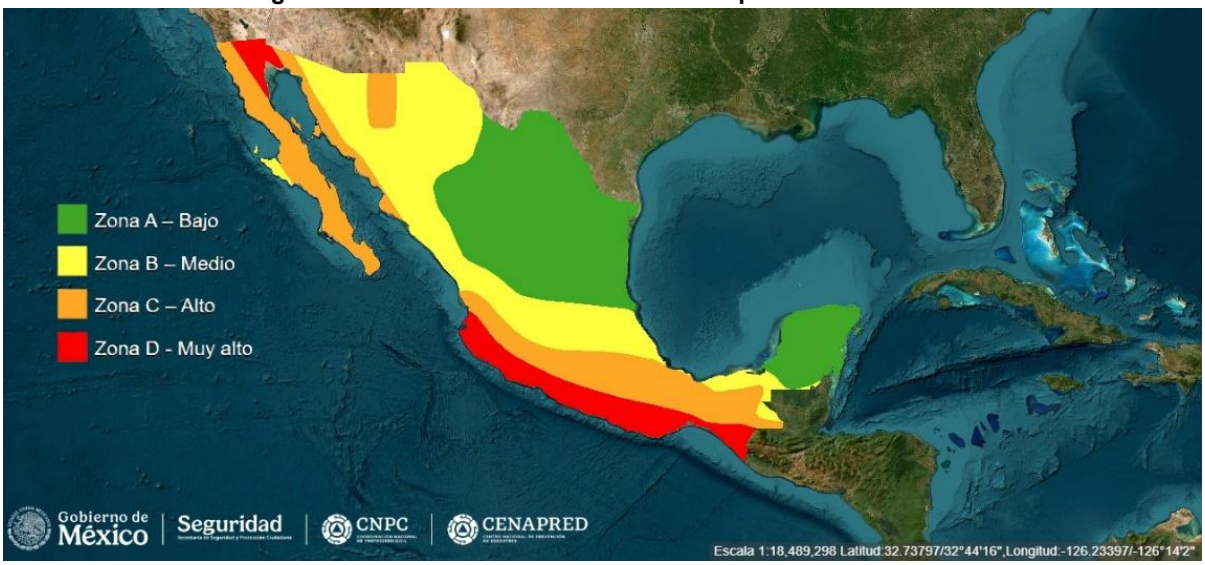
Para conocer el grado de peligro sísmico que tiene la región de proyecto, se consultó la regionalización publicada por CENAPRED misma que se encuentra definida en cuatro niveles. Esta clasificación está basada en aquellas aceleraciones que rebasan el 15 % del valor de la aceleración de la gravedad (g), siendo éstas las que producen mayores daños y efectos de consideración para los tipos de construcción que predominan en México.

Tabla IV. 7. Descripción de las zonas de sismicidad

Zona	Características
Zona A	En esta zona no se han reportado sismos en los últimos 80 años, y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.
Zona B	Las zonas B y C son intermedias, donde no se registran sismos tan frecuentemente; o bien, son afectadas por altas aceleraciones que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.
Zona C	
Zona D	Esta zona tiene reportes de grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

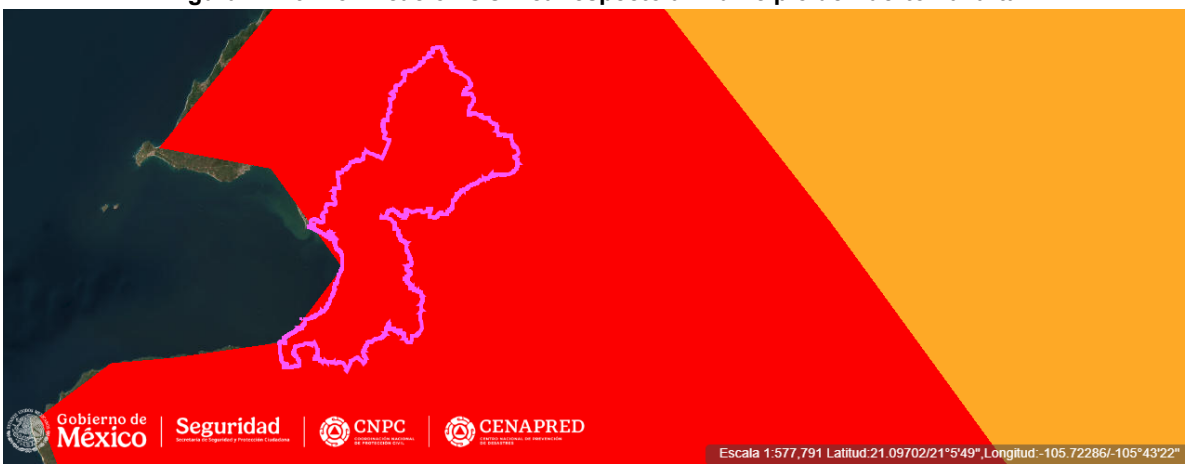
Fuente: Elaborado a partir del SMN, 2011.

Figura IV. 28. Zonificación sísmica de la República Mexicana



Con base en esta regionalización antes mencionada, se estima que la zona de proyecto y la región de estudio en general, presentan un período de retorno aproximado de 100 años en la ocurrencia de sismos de magnitud igual o mayor a 0.15 g. De acuerdo con esta información presentada por la CENAPRED, el municipio de Puerto Vallarta se encuentra clasificada como zona “D”, caracterizada por la ocurrencia frecuente de grandes sismos, pudiendo presentarse aceleraciones hasta del 70 % del valor de g.; por lo que el municipio presenta un **Nivel de Peligro Muy Alto**, esto es debido a la interacción de la placa de Rivera y la placa Norteamericana que genera bordes convergentes o zonas de subducción donde chocan por tener movimientos con direcciones opuestas.

Figura IV. 29. Zonificación sísmica respecto al municipio de Puerto Vallarta



Deslizamiento de laderas

El término genérico deslizamiento, dentro del contexto de laderas, se refiere (Cruden, 1991) "al movimiento de una masa de roca, tierra o detritos pendiente abajo" (CENAPRED, 2014). Los Deslizamientos se dividen en tres tipos:

Deslizamiento rotacional: Se caracterizan porque la caída del material se da en una ladera o una superficie cóncava, es decir, hacia arriba en forma de cuchara o concha, estos deslizamientos ocurren generalmente en los suelos blandos con demasiadas cantidades de partículas de arcilla, aunque puede también presentarse en formaciones de rocas blandas.

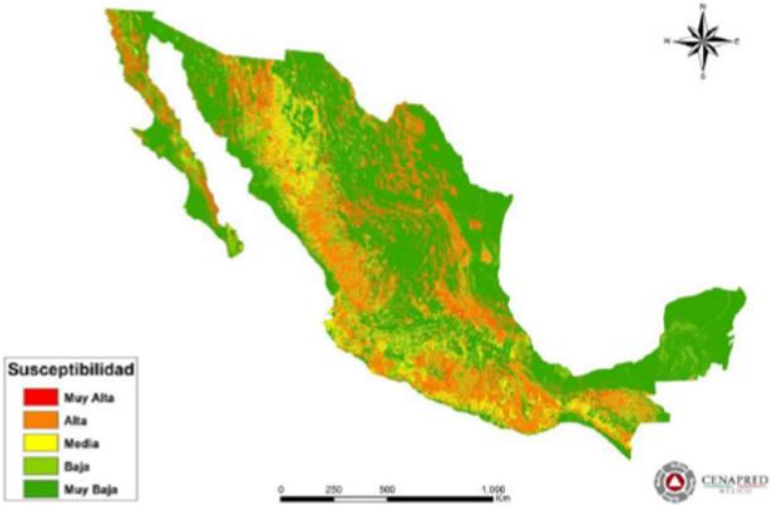
Deslizamiento Translacional: Ocurren cuando el material se desplaza hacia afuera y hacia abajo a lo largo de la superficie principal generalmente plana, con un movimiento de rotación mínimo, normalmente se determinan deslizamientos superficiales débiles en sus formaciones rocosas, tales como planos de estratificación, juntas y zonas de cambio por el estado meteorización de las rocas.

Movimientos complejos: Los movimientos complejos son resultado de la transformación del movimiento inicial en otro tipo de movimiento al ir deslizándose ladera abajo. Las avalanchas de rocas y los flujos deslizantes son de los más comunes y pueden ocasionar cuantiosas pérdidas.

Los procesos que ocasionan la inestabilidad de las laderas están determinados por dos tipos de factores; externos e internos. Los factores externos ocasionan un incremento en los esfuerzos que se dan en una ladera, es decir, producen una mayor concentración de las fuerzas motoras o actuantes, mientras que los factores internos reducen la resistencia de los materiales, en otras palabras, disminuyen la concentración de fuerzas resistentes.

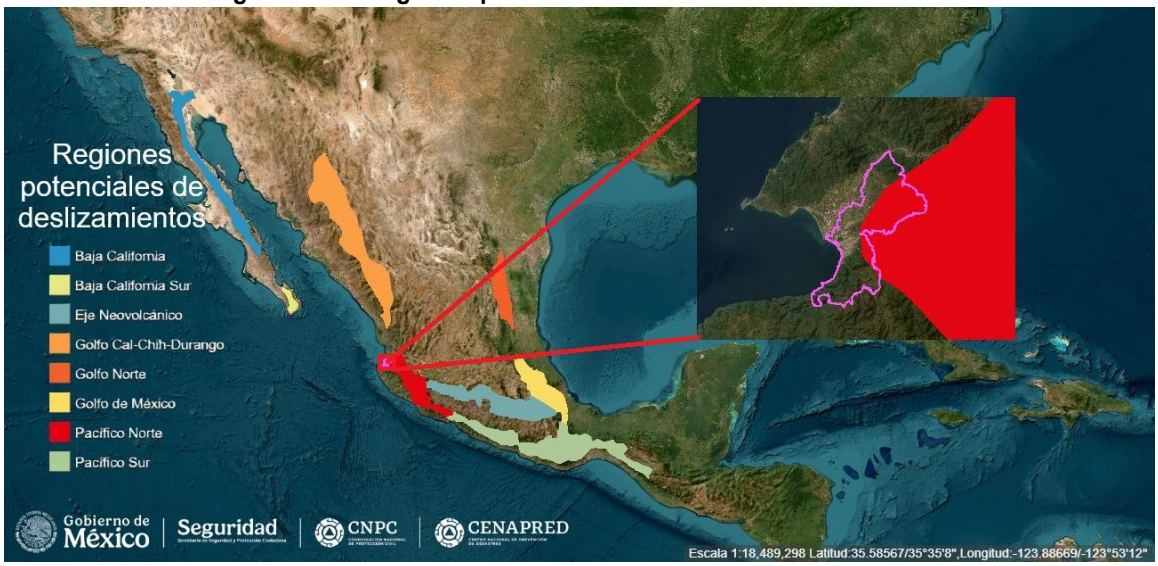
Debido al nivel de peligro que representa para la población la problemática de inestabilidad de laderas naturales, Protección Civil y CENAPRED (2016) prepararon el mapa de zonificación de riesgos potenciales del país, tomando en cuenta las características de las diferentes provincias fisiográficas, la geomorfología, los estudios sobre los diferentes climas en todo el país, así como las condiciones ambientales que propician en distintos grados, el intemperismo de las formaciones geológicas involucradas, la edafología y la distribución de vertientes, ríos y cuencas hidrológicas. Se dio especial atención a las condiciones geológicas y a la precipitación pluvial.

Figura IV. 30. Mapa nacional de susceptibilidad por deslizamientos



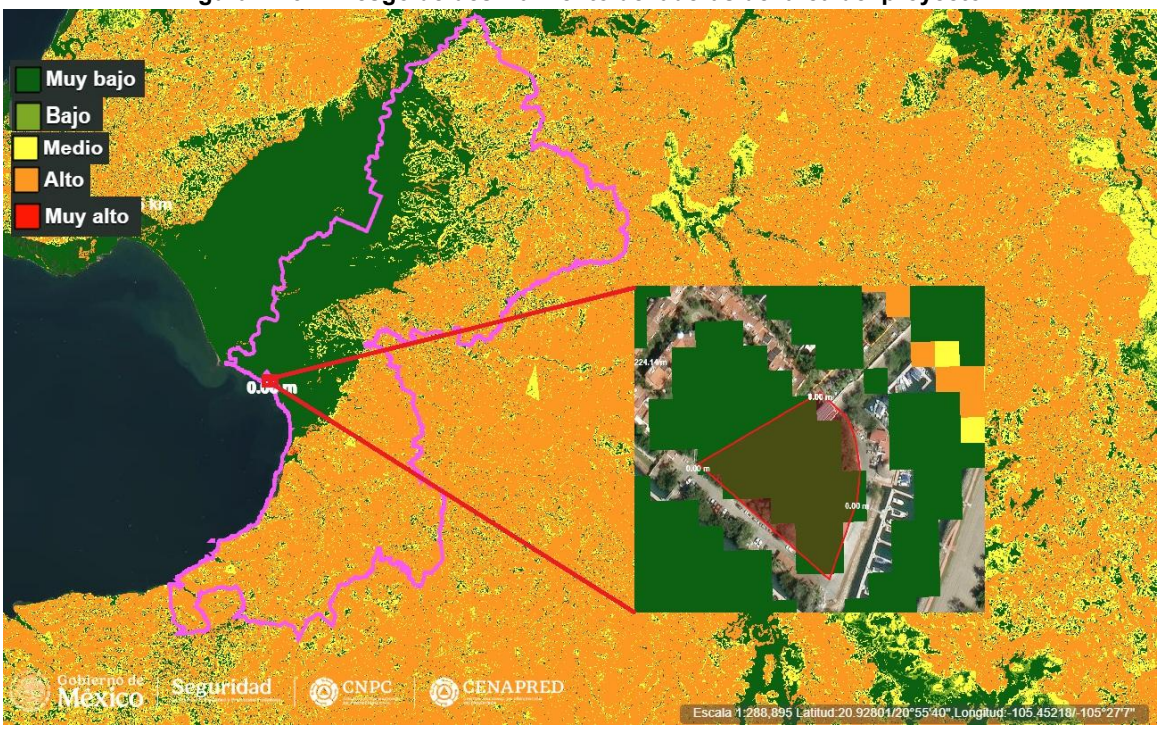
De acuerdo con la información oficial disponible, en el país se definen 8 regiones potenciales a deslizamientos. Una pequeña porción abarca el municipio de Puerto Vallarta en la Región Pacifico Norte.

Figura IV. 31. Regiones potenciales de deslizamientos en México



El sitio del proyecto se encuentra en un área en la que se ha reportado la ocurrencia de movimientos de masa a menos de 1,000 metros de distancia. Sin embargo, tras el análisis de las condiciones topográficas del terreno, se determinó que el predio se localiza sobre una planicie urbana dentro del municipio de Puerto Vallarta, fuera de zonas montañosas o con pendientes significativas, por lo que se encuentra en un punto donde la susceptibilidad por inestabilidad de laderas es **Muy Bajo**.

Figura IV. 32. Riesgo de deslizamiento de laderas del área del proyecto



IV.2.2.4. Edafología

El suelo se considera la parte superficial de la corteza continental. Es un agregado de minerales no consolidados y de partículas orgánicas producidas por la acción combinada del viento, el agua y los procesos de desintegración orgánica (Bautista-Cruz, Etcheveres-Barra, Del Castillo, y Gutiérrez, 2004).

La formación del suelo comprende una serie de procesos que transforman el material original (las rocas). En una primera etapa predomina la meteorización, que consiste en la transformación total o parcial de las rocas y sus minerales por la acción de los agentes atmosféricos. A medida que el proceso avanza comienza la edafogénesis, que abarca los procesos que afectan directamente al suelo.

Los suelos varían mucho de un lugar a otro, esto se debe a que las condiciones de este están determinadas por el tipo de material geológico del que se origina, así como por la cubierta vegetal, la cantidad de tiempo que ha actuado la meteorización, la topografía y los cambios artificiales que han causado las actividades antropogénicas. Debido a esto es necesario analizar los tipos de suelo que se encuentran en la cuenca para poder tener una visión general del lugar (Bautista-Cruz, Etcheveres-Barra, Del Castillo, y Gutiérrez, 2004).

Para el área de estudio (Sistema Ambiental Regional) se identificaron seis tipos de suelo a través de la cartografía, la cual se realizó con base en la Carta Edafológica Puerto Vallarta F-13-C-69 del INEGI, 1975. Estos tipos de suelo a su vez forman asociaciones entre ellos que dan origen a suelos específicos en donde las características físicas y químicas se clasifican también dando lugar a suelos definidos. Se encontraron un total de 13 asociaciones de suelo en el sistema ambiental regional según dicha cartografía. Estas asociaciones varían entre ellas por tres motivos:

Suelos asociados: Tipos de suelos que se asocian, por ejemplo, Cambisol eútrico + Luvisol Órtico

Textura: El dominio de los valores de las clases texturales se presenta a continuación:

Gruesa: Menos del 18% de arcilla y más del 65% de arena.

Media: Menos del 35% de arcilla y menos del 65% de arena.

Fina: Más del 35% de arcilla.

Fase física y Química: Estas fases corresponden a la presencia de fragmentos de roca y materiales cementados en el caso de la fase física mientras que la química se basa en la presencia de sales solubles en el suelo, que limitan o impiden el desarrollo de cultivos.

Tipos de suelo en el Sistema Ambiental Regional. En la siguiente tabla se listan los distintos tipos de suelo y las asociaciones existentes dentro del Sistema Ambiental Regional. Las mismas se describen y posteriormente se ilustran en el **Plano IV.12**.

Tabla IV. 8. Tipos de suelo presentes en el Sistema Ambiental Regional

Clave	Tipo de suelo	Superficie (Ha)
H_2O	Cuerpo de agua	190.520
Be+Re/2	Cambisol eútrico + Regosol eútrico / Textura media	943.303
Be/2	Cambisol eútrico / media	131.974
Hh+Je/2	Feozem háplico + Fluvisol eutrico / Textura media	3,820.601
Hh+Re/2	Feozem háplico + Regosol eutrico / Textura media	1,296.460

Hh/2	Feozem háplico / Textura media	52.511
I+Re/2	Litosol + Regosol eútrico / Textura media	98.239
Je/1	Fluvisol eútrico / Textura gruesa	1,328.694
Re+Be/2	Regosol eútrico + Cambisol eútrico / Textura media	473.918
Re+Hh/1	Regosol eútrico + Feozem háplico / Textura gruesa	4,836.214
Re/2	Regosol eútrico / Textura media	180.567
Zg-n/3	Solonchak gléyico – sódica / Textura fina	351.965
I+Re/1	Litosol + Regosol eútrico / Textura gruesa	680.220
Total		**14,385.186**

Tabla IV. 9. Tipos de suelo presentes en el área de influencia

Clave	Tipo de suelo	Superficie (Ha)
H_2O	Cuerpo de agua	207.090
Hh+Je/2	Feozem háplico + Fluvisol eutrico / Textura media	525.268
Zg-n/3	Solonchak gléyico – sódica / Textura fina	314.919
Be+Re/2	Cambisol eútrico + Regosol eútrico / Textura media	0.234
Total		**1,047.511**

Tabla IV. 10. Tipos de suelo presentes en el área del predio

Clave	Tipo de suelo	Superficie (Ha)
Zg-n/3	Solonchak gléyico – sódica / Textura fina	0.464
Total		**0.464**

Cambisol: Son suelos jóvenes, poco desarrollados y se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima excepto en zonas áridas. Presentan vestigios del tipo de roca subyacente y puede tener acumulación de arcilla, carbonato de calcio, etc.

Fluvisol: Suelo de río. Se caracterizan por estar formados de materiales acarreados por agua. Son suelos muy poco desarrollados, medianamente profundos y presentan generalmente estructura débil o suelta, siempre cercanos a lechos de los ríos. Presentan capas alternadas de arena con piedras o gravas redondeadas.

Regosol: Capa de material suelto que cubre a la roca. Suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son pobres en materia orgánica.

eutrico: Suelos ligeramente ácidos a alcalinos y con cierto grado de fertilidad.

Feozem*:* Tierra parda. Suelos que se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, son suelos de profundidad variable.

háplico*:* Suelos con una capa superficial oscura y rica en materia orgánica, pero ácida y pobre en algunos nutrientes.

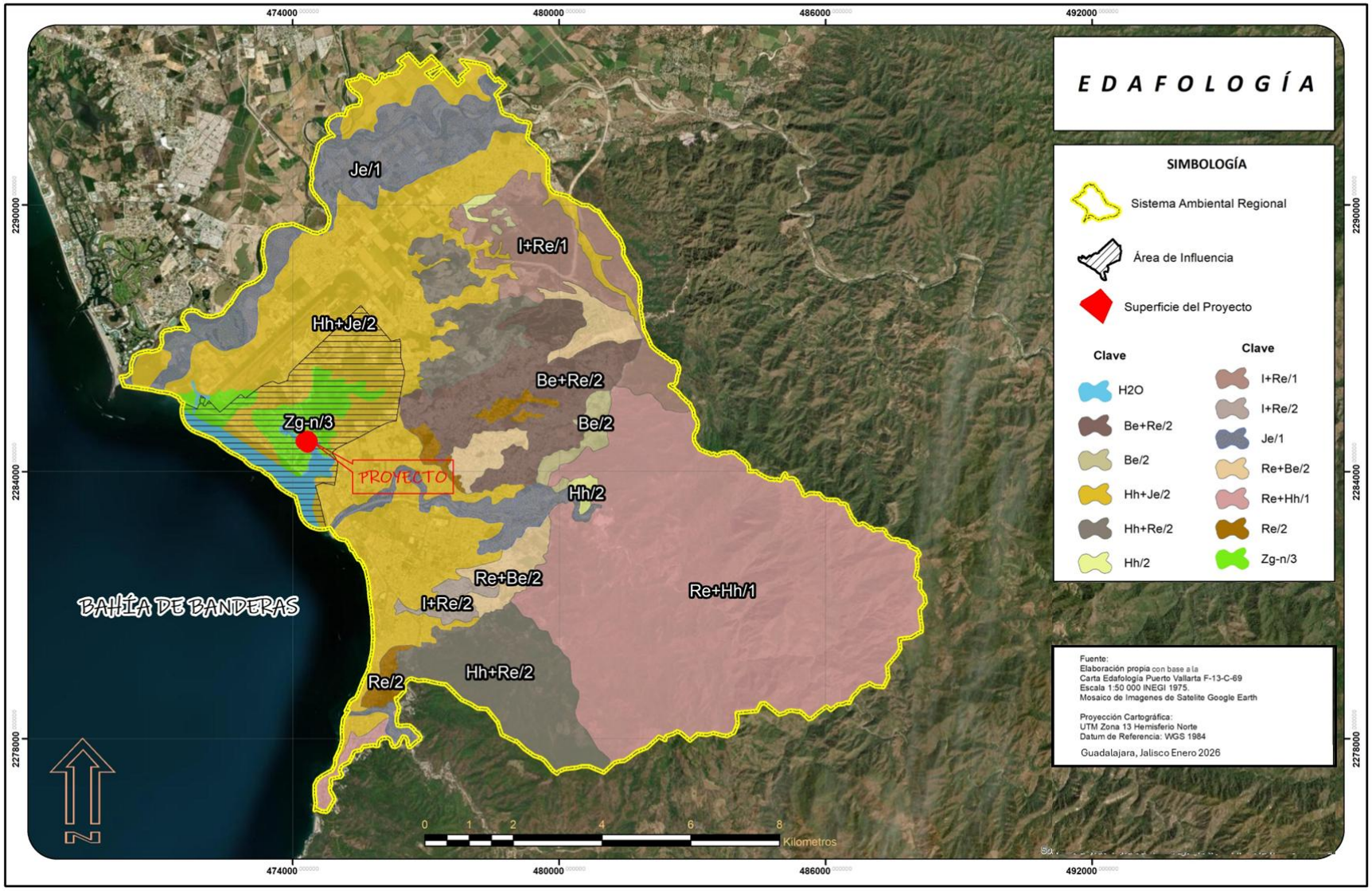
***Solonchak**:* Suelos salinos. Se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos, o en las partes más bajas de los valles y llanos de las regiones secas del país. Tienen alto contenido de sales. La vegetación típica para estos suelos son los **pastizales** y la **vegetación halófita**.

- **gléyico**: Suelos con una capa saturada de agua al menos alguna época del año. Se localizan generalmente en depresiones o llanuras y son poco susceptibles a la erosión.
- **Sódica**: Presenta saturación de sodio intercambiable de 15 a 40%.

Compatibilidad del suelo con el tipo de vegetación del predio. El tipo de suelo que se distribuye en el predio de "**Alisia**" es **Solonchak gléyico – sódica/Textura fina**. Aunque a lo largo del apartado de "Medio Biótico" se ha mencionado la compatibilidad de los requerimientos climáticos y de precipitación con el posible tipo de vegetación presente, la Selva Mediana Subcaducifolia no se encuentra sobre este tipo de suelo, ya que muy pocas asociaciones vegetales pueden subsistir en suelos salinos. En cambio, este tipo de vegetación requiere suelos con ciertas características, como los Luvisoles, Cambisoles, Rendzinas y Litosoles, que permiten un desarrollo de raíces adecuado y un drenaje suficiente.

Litosol: Suelo de piedra. Son los suelos más abundantes del país. Se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación. Se caracterizan por tener una profundidad menor de 10 cm, limitada por la presencia de roca.

Plano IV. 12. Tipos de suelo y asociaciones presentes en el sistema ambiental regional y área de influencia



Plano IV. 13. Tipos de suelo y asociaciones del área del proyecto



IV.2.2.5. Hidrología

Las cuencas hidrográficas son espacios del territorio delimitadas por un parteaguas (partes altas de las montañas) donde se concentran todos los ríos y arroyos que confluyen y desembocan en un punto común o punto de salida, el cual puede ser un lago o el mar. Las cuencas del país se encuentran organizadas en 37 Regiones Hidrológicas y 13 Regiones Hidrológico-Administrativas.

Con base en la clasificación de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la superficie del estado de Jalisco queda zonificada en siete regiones hidrológicas (CEA Jalisco. Cuenca Jalisco). Es de resaltar que la superficie del Sistema Ambiental Regional para el proyecto "Alisia" queda incluida dentro de los márgenes de la Región Hidrológica número 13 denominada **Río Huicicila**.

Figura IV. 33. Regiones Hidrológicas del Estado de Jalisco

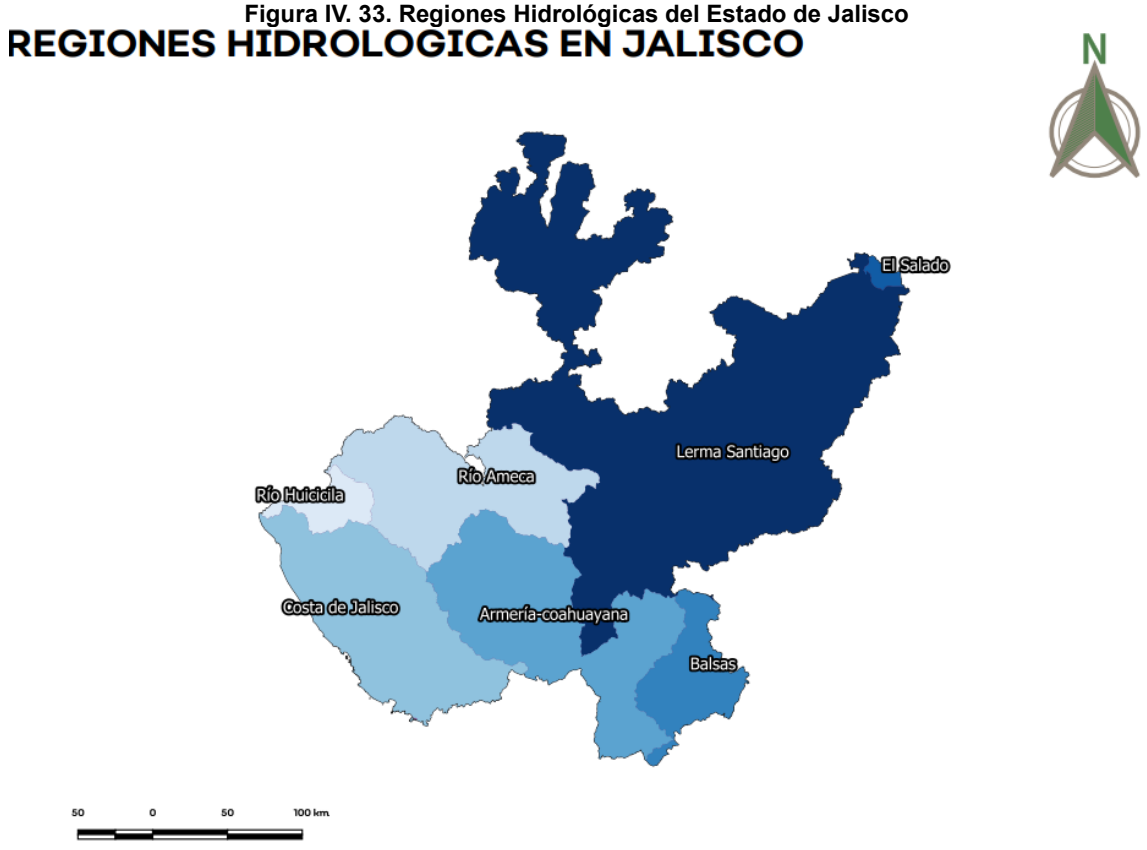
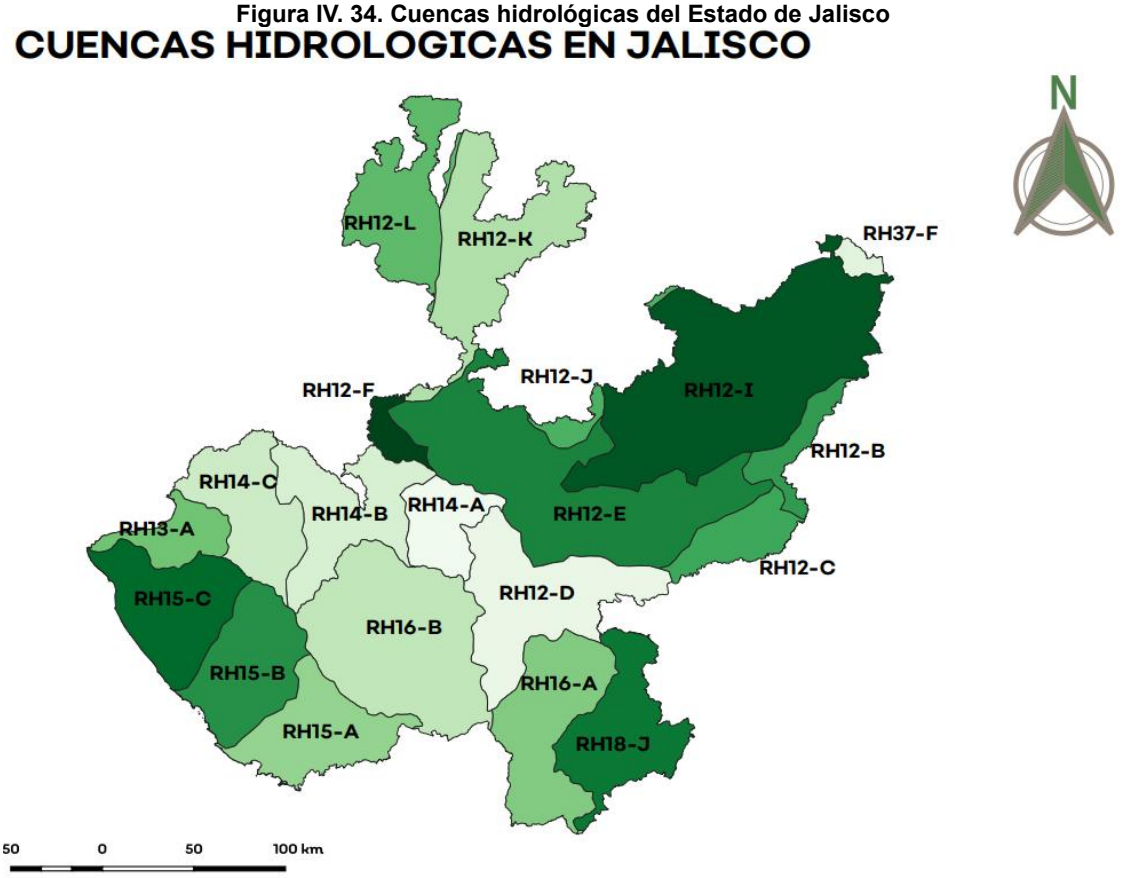


Imagen tomada de: CEA Jalisco. Cuenca Jalisco

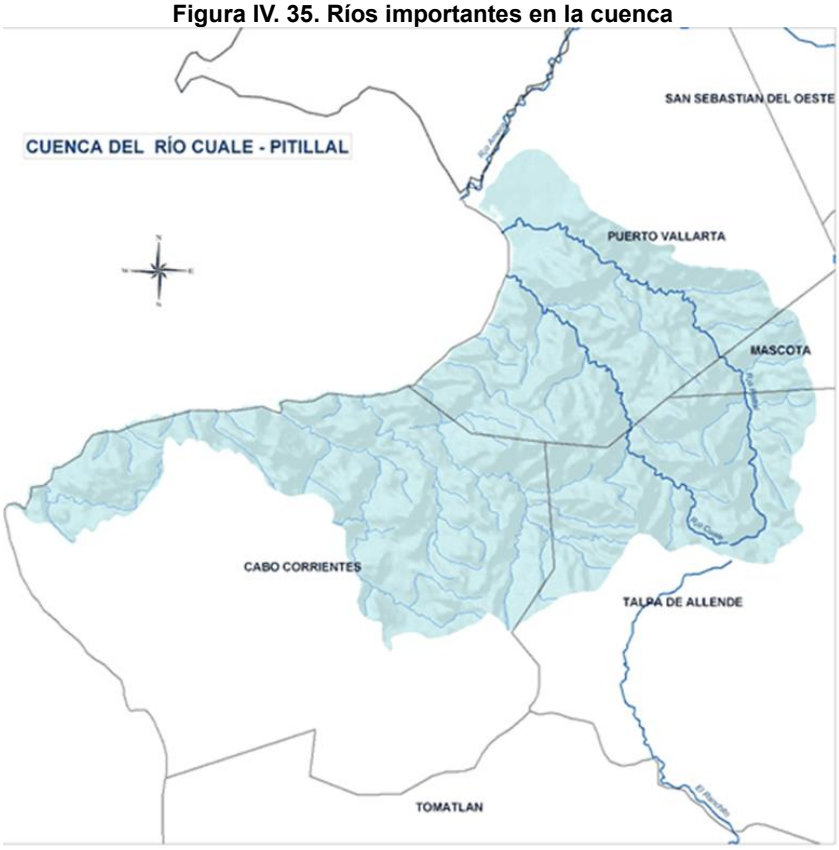
RH-13 Río Huicicila: Esta región se integra por seis cuencas: **A Río Cuale – Pitillal**, B Río Ameca – Atenguillo, C Río Ameca – Ixtapa, D Río Tomatlán – Tecuán, E Río San Nicolás – Cuitzmala, F Río Armería.

Figura IV. 34. Cuencas hidrológicas del Estado de Jalisco



A Río Cuale – Pitillal. Partiendo de estas delimitaciones, el Sistema Ambiental Regional para el proyecto ***Alisia*** se encuentra específicamente enclavado en la **Cuenca RH13-A** (**R. Cuale-Pitillal**). Se localiza en el occidente de Jalisco y se extiende a través de una superficie de 419.59 km².que equivale al 0.5% de la superficie estatal. Tiene un volumen disponible a la salida de **73.78 millones de m³**. La principal entrada de agua es por la precipitación pluvial, las zonas de captación son en las partes altas de la Sierra Madre del Sur. Los ríos principales que recogen esta agua son el Río Cuale y el Río Pitillal, alimentados por numerosos ríos tributarios (afluentes) que nacen en la sierra.

Figura IV. 35. Ríos importantes en la cuenca



De acuerdo con lo publicado en el Diario Oficial de la Federación el viernes 12 de julio de 2013, en la que da a conocer los resultados de los estudios de la disponibilidad media anual de las aguas superficiales en las cuencas hidrológicas Ixtapa, Pitillal, Cuale, San Blas, Huicicila y Tecomala, mismas que forman parte de la Región Hidrológica número 13 Río Huicicila, en la cual se encuentra la RH-13A Río Cuale – Pitillal, reporta la siguiente información:

Tabla IV. 11. Datos de los cálculos de la SEMARNAT para determinar la disponibilidad de agua en la RH13 Huicicilia en Millones de metros cúbicos

Nombre	Cp	Ar	Uc	R	Im	Ex	Ab	Rxy	Ab - Rxy	D
Pitillal	75.52	0.0	0.17	0.03	0.00	0.0	75.38	0.0	75.38	75.38
Cuale:	79.78	0.0	0.59	0.26	0.00	0.0	79.45	0.0	79.45	79.45

Ecuaciones:

$$Ab = Cp + Ar + R + Lm - (Uc + Ex)$$

$$D = Ab - Rxy$$

Donde:

Cp - Volumen medio anual de escurrimiento natural

Ar - Volumen medio anual de escurrimiento desde la cuenca aguas arriba

Uc - Volumen anual de extracción de agua superficial

R - Volumen anual de retornos

Im - Volumen anual de importaciones

Ex - Volumen anual de exportaciones

Ab - Volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo

Rxy - Volumen anual actual comprometido aguas abajo

D - Disponibilidad media anual de agua superficial en la cuenca hidrológica

Los cálculos de SEMARNAT/CONAGUA confirman que el Volumen de Extracción Anual (Uc) es minimo frente al Escurrimiento Natural (Cp). Dado que el Volumen Comprometido Aguas Abajo (Rxy) es nulo por la descarga directa al Océano Pacífico: A partir de los datos de la Disponibilidad Media Anual (D), se aprecia que se pueden solicitar nuevas concesiones. Por lo tanto, el balance hídrico superficial es positivo, asegurando la viabilidad del Sistema Ambiental Regional en términos de recurso hídrico, no obstante, el abastecimiento de agua para el proyecto de Alisia proviene del organismo operador local el Sistema de Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado (SEAPAL) de Puerto Vallarta.

Un dato relevante de mencionar es que en esta zona se encuentra el Área Natural Protegida (ANP) bajo la categoría de zona de conservación ecológica, el Estero "El Salado". En el estero se encuentra vegetación de manglar y marismas. El resto del área se conforma por dos remanentes de selva mediana subcaducifolia, bordeada por sucesiones de elementos de vegetación acuática y subacuática, bosque espinoso y vegetación secundaria. Las zonas de humedales junto con manglares y esteros son ecosistemas que mantienen una gran diversidad de especies, tanto de aves como de otros organismos. Los humedales son áreas de suelos salinos y de inundación periódica, caracterizados por la presencia de vegetación halófita. Debido a que el Estero recibe la entrada de agua proveniente tanto del continente como del Océano Pacífico, esta ANP logra mantener los servicios ecosistémicos recurrentes de la vegetación de manglar.

Figura IV. 36. Ubicación del Estero el salado

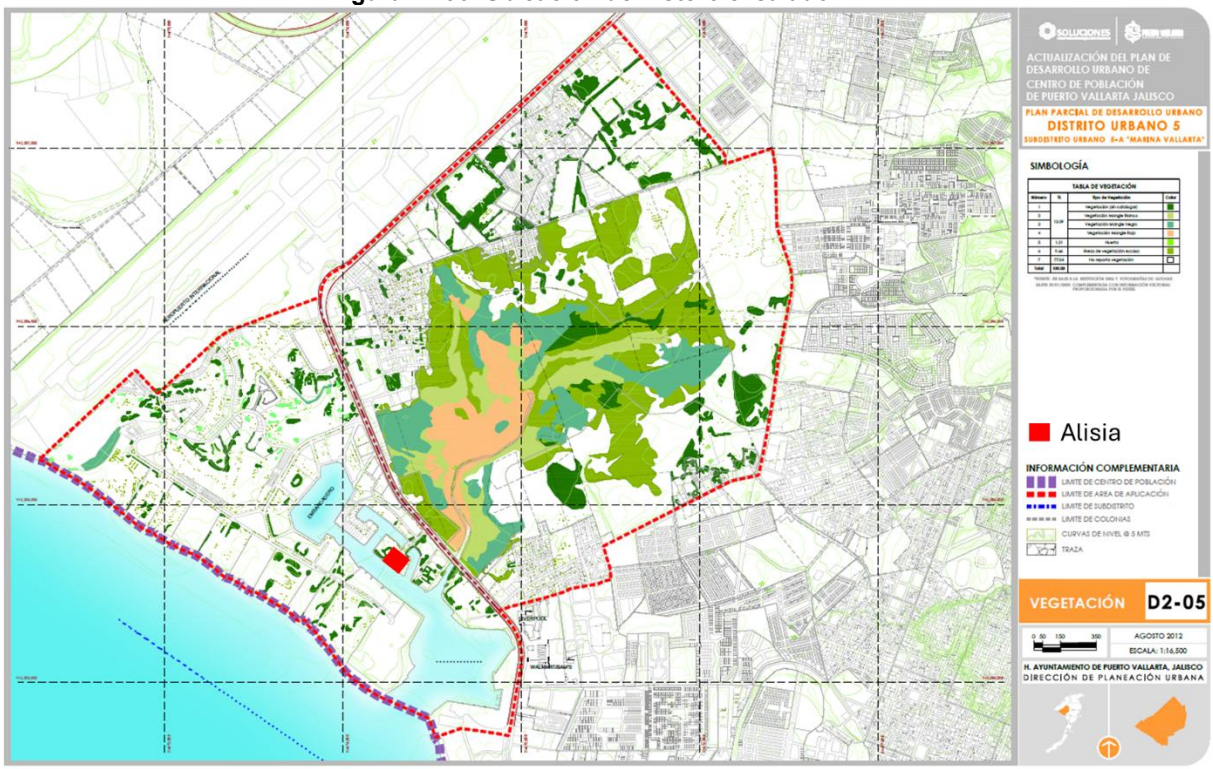


Imagen obtenida del plan Parcial de Desarrollo urbano-Puerto Vallarta

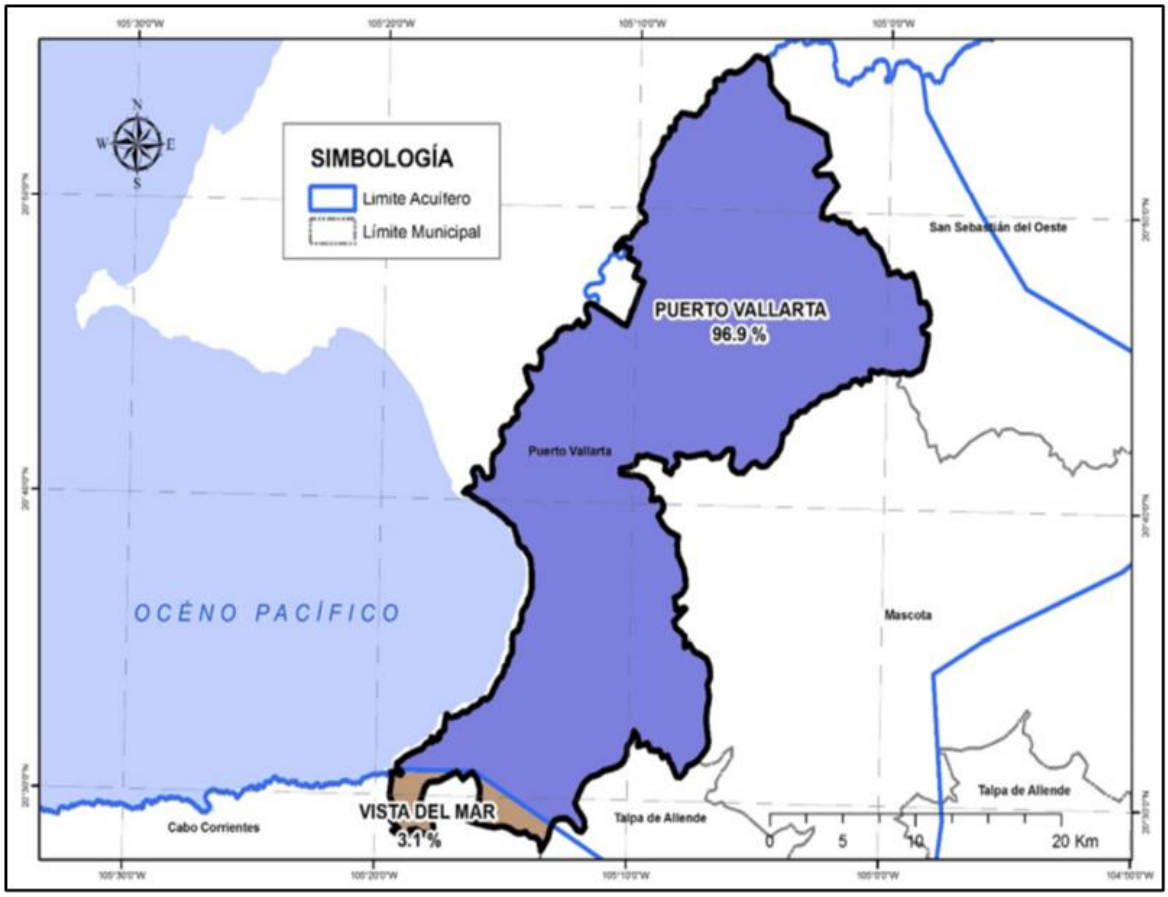
IV.2.2.5.1. Hidrología subterránea

Un Acuífero se define como cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen (Ley de Aguas Nacionales, 2013).

Jalisco cuenta con 59 acuíferos, con una recarga total media anual estimada de 2,352.6 millones de metros cúbicos al año (hm^3/año). Esto quiere decir que se estima un volumen concesionado de 1,180.2 millones de metros cúbicos anualmente; es decir, se utiliza cerca del 50% del agua a través de más de 16,000 títulos de concesión vigentes (Gob. de Jalisco/ CONAGUA - IIEG, 2024). El municipio de Puerto Vallarta se encuentra sobre dos acuíferos:

- **Acuífero Vista del Mar**: Con una recarga media anual de 6.8 hm^3 y una Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea de disponibilidad de 374,300 m^3 anuales.
- **Acuífero de Puerto Vallarta**: Con una recarga media anual de 86.5 hm^3 y una Disponibilidad Media Anual de Agua Subterránea, Déficit de 5,095,282 m^3 anuales. **En el cual se encuentra el proyecto.**

Figura IV. 37. Porcentaje de ocupación territorial de los acuíferos en el municipio de Puerto Vallarta



Acuífero Puerto Vallarta

De acuerdo con la clasificación de las provincias fisiográficas realizada de INEGI, la superficie cubierta por el acuífero se localiza en la Provincia de la Sierra Madre del Sur, subprovincia fisiográfica Sierras de la Costa de Jalisco y Colima. Las rocas que predominan en esta provincia son esquistos paleozoicos, intrusiones graníticas y sedimentos calcáreos mesozoicos; además se presentan algunos derrames riolíticos y basálticos.

Formación hidrogeológica I

Comprende a los depósitos aluviales y fluviales del centro del valle, los cuales presentan una variada granulometría, es la unidad que cubre la mayor superficie baja del área de estudio; su permeabilidad es alta, hidrogeológicamente actúa como un acuífero libre de buena potencialidad; en esta unidad se ubican la totalidad de pozos de la zona.

Formación hidrogeológica II

Comprende a los depósitos de conglomerados y arenisca, a los depósitos volcanosedimentarios del Cretácico, las tobas ácidas del Terciario y basaltos del Terciario Cuaternario; los primeros están empacados en una matriz fina y limitan lateralmente a la unidad hidrogeológica I a lo largo de la margen izquierda del río Ameca y en la parte alta de la margen derecha; el resto de los materiales presentan un fracturamiento moderado. La permeabilidad de la unidad va de media a baja.

Hidrológicamente estos materiales actúan en superficie como una zona de recarga restringida, mientras que en el subsuelo pueden llegar a conformar bajo condiciones especiales, acuíferos semiconfinados de baja potencialidad.

Formación hidrogeológica III

Esta unidad agrupa a las rocas graníticas del Jurásico, a las ígneas extrusivas del terciario y a los sedimentos finos depositados en cuerpos de agua de poca profundidad, cercanos a la línea de costa; la permeabilidad en general de estos materiales es baja, por lo que en la superficie el agua que se precipita sobre ellas sólo escurre, mientras que en el subsuelo funcionan como barrera impermeable.

Evapotranspiración

La evapotranspiración constituye una salida de agua importante a considerar en acuíferos con niveles someros menores de un metro de profundidad. En el valle la evapotranspiración se lleva a cabo principalmente en ambas márgenes del río Ameca en donde las profundidades al nivel estático son menores a 1 metro y la cobertura vegetal (constituida principalmente por vegetación nativa en las proximidades del río) es manifiesta.

Existen en la zona superficies de inundación permanentes en la que la evaporación se realiza en forma directa. Con una suposición de que la evaporación real es del orden del 50% de la evaporación potencial, se estimó una descarga por este concepto del orden de los 67 hm^3 al año.

Descargas naturales

Las descargas naturales del acuífero Puerto Vallarta se efectúan por medio de las salidas horizontales del agua subterránea, y por el drenado que el río Ameca hace al acuífero. La

evaluación del volumen que sale horizontalmente del acuífero y que descarga al mar, es del orden de los 3.3 hm^3 al año.

Recarga total media anual

La recarga total media anual que recibe el acuífero (Rtma), corresponde a la suma de los volúmenes que ingresan al acuífero en forma de recarga vertical. Para este caso, el valor estimado de la recarga total media anual que recibe el acuífero es de 86.5 hm^3/año (CONAGUA 2024). Este Acuífero tiene un decreto de veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de aguas del subsuelo de los mantos acuíferos, en la superficie comprendida dentro del límite geopolítico del Municipio de Puerto Vallarta.

Disponibilidad media anual de aguas subterráneas (**DMA**)

La disponibilidad de aguas subterráneas constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas.

$$DMA = R - DNC - VEAS$$

$$DMA = 86.5 - 17.0 - 74.5982282$$

$$DMA = -\mathbf{5.095282}\,\frac{\boldsymbol{hm3}}{\boldsymbol{a\tilde{n}o}}$$

El resultado indica que no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones; por el contrario, el déficit es de **5,095,282 m^3 anuales**. No obstante, el abastecimiento de agua para el proyecto de ***Alisia*** proviene del organismo operador local el Sistema de Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado (SEAPAL) de Puerto Vallarta. Por lo tanto, no se requiere obtener una concesión de extracción de agua potable.

Acuífero Vista del Mar

De acuerdo con la clasificación de las provincias fisiográficas realizada de INEGI, la superficie cubierta por el acuífero se localiza en la Provincia de la Sierra Madre del Sur, subprovincia fisiográfica Sierras de la Costa de Jalisco y Colima.

JURÁSICO

Rocas metamórficas

Las rocas metamórficas del Jurásico consisten en esquistos, filitas y pizarras, que afloran al poniente de Talpa de Allende y al noreste de Mascota (SGM,2021).

CRETÁCICO INFERIOR

Granito-granodiorita

En cambio, en el acuífero se identifican rocas ígneas intrusivas cretácicas (como el granito). Se presentan principalmente en forma de batolitos cuya composición en general es de tipo granítico y granítico-diorítico (Delgado y otros, 1978). Según descripciones del SGM, son el basamento de esta zona. A estas rocas se le denomina Batolito Puerto Vallarta y se le atribuye una edad 103 a 101 Ma (Schaaf P. 1995). En la parte occidental aflora el Batolito Puerto Vallarta en forma de complejos ígneos, troncos, apófisis y diques, cuya composición varía de granito a granodiorita en la región central y de diorita a tonalita en Cabo Corrientes. Las edades radiométricas (K-Ar) varían de 100 a 83 Ma (Gastill et al. 1978, Allan 1986, Kohler et al. 1988).

Rocas vulcano-sedimentarias

Pertenecientes al Cretácico Inferior, cuyo espesor es variable, están constituidas por riolitas y limolitas, con metamorfismo de facies de esquistos verdes (Ferrar et al. 1997). También se encuentran lutitas, areniscas y calizas alternadas con tobas riolíticas, riodacíticas y andesitas y que han sido correlacionadas con secuencias similares en otras localidades hacia el oriente y occidente de la región asignándole una edad Neocomiano-Aptiano (SGM, 2001). Este paquete hace parte del terreno Guerrero.

CRETÁCICO SUPERIOR

Toba riolítica

Sobreyaciendo a las rocas vulcano-sedimentarias se encuentra una secuencia pseudoestratificada de tobas riolíticas en horizontes de brechas y tobas que representan un vulcanismo cretácico superior cuyas edades están entre 114-83 Ma (Gástill, 1983 en Zimmerman J.L. et al. 1988). Esta edad es similar a la del Batolito Puerto Vallarta.

Brecha volcánica andesítica-andesita

Aunque son escasos, afloran especialmente en la porción Central y Oeste del acuífero hacia el acuífero de Puerto Vallarta. Estas se correlacionan con el vulcanismo del Complejo Volcánico Inferior de la Sierra Madre Occidental (MacDowell, et al. 1991), constituido por pórfidos, tobas, aglomerados andesíticos en contacto transicional a dacitas y riolitas. La edad de estas rocas es del Cretácico superior (Righter et al. 1995).

PLIOCENO-CUATERNARIO

Toba riolítica

Es la roca más abundante en esta área, McDowell y Clabaugh (1979) la consideran como parte del Complejo Volcánico Superior de la Sierra Madre Occidental (en C.R.M., 1999), sin embargo, con fechamientos más recientes se la ha atribuido una edad de 3.17 ±0.04 Ma, es decir del Plioceno y la consideran una cubierta del Eje Neovolcánico. Es una roca color pardo a rosado y está intercalada en algunas regiones con andesitas basálticas, (SE, 2004 y SGM, 2001).

PLEISTOCENO

Conglomerados

En la costa del acuífero se encuentran conglomerados polimícticos constituidos por clastos de rocas ácidas, andesitas y basaltos de hasta 50 cm, bien redondeados, en una matriz arenosa a lo que se les asigna una edad del Pleistoceno superior.

Depósitos Lacustres

Por otro lado, a estos los cubren sedimentos aluviales también del Cuaternario en las mismas zonas del acuífero y también se localizan en los límites con el acuífero Santa María.

Descargas naturales

La descarga natural comprometida se determina sumando los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos que está comprometido como agua superficial, alimentados por el acuífero; más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes, sostener el gasto ecológico y prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero.

Para el caso del acuífero de Vista del Mar se considera que el valor de descarga natural comprometida es de **DNC = 4.2 hm^3 anuales**.

Recarga total media anual

La recarga total media anual que recibe el acuífero (R) corresponde a la suma de los volúmenes que ingresan al acuífero en forma de recarga vertical. Para este caso, el valor estimado de la recarga total media anual que recibe el acuífero es de **6.8 hm^3 anuales**.

Disponibilidad media anual de aguas subterráneas (**DMA**)

La disponibilidad de aguas subterráneas constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas. Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

Por lo tanto, la disponibilidad de aguas subterráneas es:

$$DMA = R - DNC - VEAS$$

$$DMA = 6.8 - 4.2 - 2.225700$$

$$DMA = \mathbf{0.374300}\,\frac{\boldsymbol{hm3}}{\boldsymbol{a\tilde{n}o}}$$

El resultado indica que existe disponibilidad de **374,300 m^3 anuales** para otorgar nuevas concesiones. No obstante, el abastecimiento de agua para el proyecto de ***Alisia*** proviene del organismo operador local el Sistema de Agua Potable, Drenaje y Alcantarillado (SEAPAL) de Puerto Vallarta. Por lo tanto, no se requiere obtener una concesión de extracción de agua potable.

Descripción de la Hidrología subterránea del Sistema Ambiental Regional, área de influencia y el predio de proyecto

El sistema hidrogeológico de la región, definido por el Acuífero Puerto Vallarta, se caracteriza por una marcada heterogeneidad litológica y, por ende, una gran variabilidad en su capacidad para almacenar y transmitir agua subterránea. Esta variabilidad se clasifica en las unidades geohidrológicas mostradas en el ***Plano. Hidrología subterránea del Sistema Ambiental Regional y Área de Influencia***.

Tabla IV. 12. Unidades Geohidrológicas del Sistema Ambiental Regional

Unidad Geohidrológica	Superficie (Ha)
Cuerpo de agua	9,201.343
Material consolidado con posibilidades bajas	3,293.412
Material no consolidado con posibilidades altas	1,518.027
Material no consolidado con posibilidades medias	372.404
Total	**14,385.19**

Tabla IV. 13. Unidades Geohidrológicas del Área de Influencia

Unidad Geohidrológica	Superficie (Ha)
Cuerpo de agua	4.273
Material consolidado con posibilidades bajas	621.4
Material no consolidado con posibilidades altas	176.394
Material no consolidado con posibilidades medias	245.444
Total	**1,047.511**

Tabla IV. 14. Unidades Geohidrológicas del área del proyecto

Unidad Geohidrológica	Superficie (m^2)
Material no consolidado con posibilidades medias	6,741.80 m^2
Total	**6,741.80 m^2**

La **Unidad de Material Consolidado con Posibilidades Bajas** se encuentra en la zona montañosa, cubriendo también la mayor área del Sistema Ambiental Regional (3,293.412 Ha). Esta unidad está compuesta por roca masiva, coherente y continua, incluyendo litologías ígneas como toba y granito, así como roca sedimentaria tipo arenisca conglomerado. Esta composición lítica resulta en una baja permeabilidad primaria, lo que impide la circulación masiva de agua.

Por lo tanto, el movimiento del agua subterránea se restringe en su mayoría a las fracturas, diaclasas o zonas de alteración, limitando su potencial como fuente de explotación económica. No obstante, su rol es importante: ya que funciona como la zona de recarga indirecta del sistema, capturando y filtrando lentamente el agua de lluvia a través de sus discontinuidades estructurales para, posteriormente, alimentar las unidades geohidrológicas más productivas ubicadas a menor altitud. De las partes altas de estas zonas montañosas pasan los dos Ríos; Cuale y Pitillal, los cuales son los principales afluentes de la recarga acuífera de la zona.

Las Unidades de Media y Alta Posibilidad (**Material No Consolidado**). El potencial de explotación de agua subterránea recae en las unidades de Material no consolidado, formadas por material disgregable, suelto y no cementado, como son los depósitos aluviales. Estas unidades son las que definen el acuífero libre más productivo, presentando una alta permeabilidad primaria (porosidad intergranular).

Posibilidades Altas (dibujadas de color Naranja en el plano): Estas zonas con 1,518.027 Ha corresponden a los depósitos más gruesos y extensos, generalmente en el eje del valle y cerca de la costa, donde la saturación de agua es casi total, ya que es la zona donde desembocan los ríos. Sin embargo, toda esta zona se encuentra casi cubierta por completo por zona urbana impermeable, lo que reduce en gran medida la filtración.

Posibilidades Medias (dibujadas de color Verde en el plano): Esta unidad con 372.404 Ha representa áreas con condiciones regulares para encontrar agua. Suelen ser zonas de transición, depósitos más finos o localizados en los flancos del valle. Aunque el rendimiento es menor que en las zonas altas, es aquí donde usualmente la recarga y la interacción con los ríos superficiales es significativa. Sin embargo, toda esta zona se encuentra casi cubierta por completo por zona urbana impermeable, lo que reduce en gran medida la filtración.

IV.2.2.5.2. Hidrología superficial

Un escurrimiento superficial se define como el exceso de precipitación que se desplaza sobre una superficie por acción de la gravedad, formando una red hidrográfica sobre el terreno hacia el punto de salida del área de drenaje de la cuenca. Estos pueden ser intermitentes, los cuales son estacionales y solo aparecen en temporada de lluvias; efímeros, que tienen agua durante e inmediatamente después de la lluvia y perennes, que siempre tienen agua.

Con base en la Red Hidrográfica, escala 1:50,000 serie III, Puerto Vallarta F13C69 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, se reconocieron diversos escurrimientos intermitentes, lo cuales están más desarrollados en el Sistema Ambiental Regional. Ningún escurrimiento intermitente o perenne se encuentra en el área de influencia y el área del predio.

Descripción de la hidrología superficial del SAR (Escurrimientos perennes)

El salado. El caudal tiene una dirección de noroeste a noreste, desembocando en el Estero El Salado, la temporalidad del escurrimiento es perenne, lo que quiere decir que este cuerpo de agua está presente durante todo el año. Con respecto a la biota, se encuentra en sus alrededores manglar cubriendo la mayor parte de su cauce y en menos proporción por vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia.

Las Amapas. Respecto a la ubicación del SAR se identifica que la dirección del caudal va del sur al suroeste, este río se adentra a las zonas urbanas de Puerto Vallarta, desembocando en el mar. La temporalidad de este escurrimiento es perenne. La biota presente: corresponde principalmente a un uso de suelo, urbano construido, seguido con menor proporción a de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, esto indica lo impactado de la zona por la que pasa el cauce de este río.

RMO Cuale. El caudal de este cuerpo de agua ocurre en el límite sur del sistema ambiental regional, su mayor extensión se encuentra inmerso fuera del SAR. Tomando como referencia el SAR la dirección de este escurrimiento va del sur al sureste, desembocando en el mar. La temporalidad de este escurrimiento es perenne. El cauce de este escurrimiento con lo que respecta al SAR, pasa por vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia

Los Camarones. El Caudal de este escurrimiento está completamente dentro del SAR, este se origina en las zonas montañosas de Puerto Vallarta, en la zona sur del sistema ambiental regional desemboca al este en el mar. Respecto a su temporalidad esta es perenne. Se identifican dos tipos de biota presente a lo largo de su caudal los cuales son: Urbano construido, el cual abarca la mayor superficie de su caudal y vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, en la zona más boscosa del caudal.

Vena de Santa Marta. El Caudal de este escurrimiento ve su origen en la parte alta de las montañas, ocurriendo en el sur del SAR y desembocando en el inicio de Los Camarones. La temporalidad del escurrimiento es perenne, lo que quiere decir es que su cause está presente durante todo el año, viendo su mayor afluencia en temporada de lluvia. Este escurrimiento pasa a lo largo de selva mediana caducifolia.

Arrollo Nuevo. El caudal de este escurrimiento ocurre al suroeste del sistema ambiental regional y desemboca al inicio del Roo El Pitillal. En cuanto a la temporalidad de este escurrimiento el cuerpo de agua es perenne. La biota presente: corresponde a vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia y selva mediana subcaducifolia.

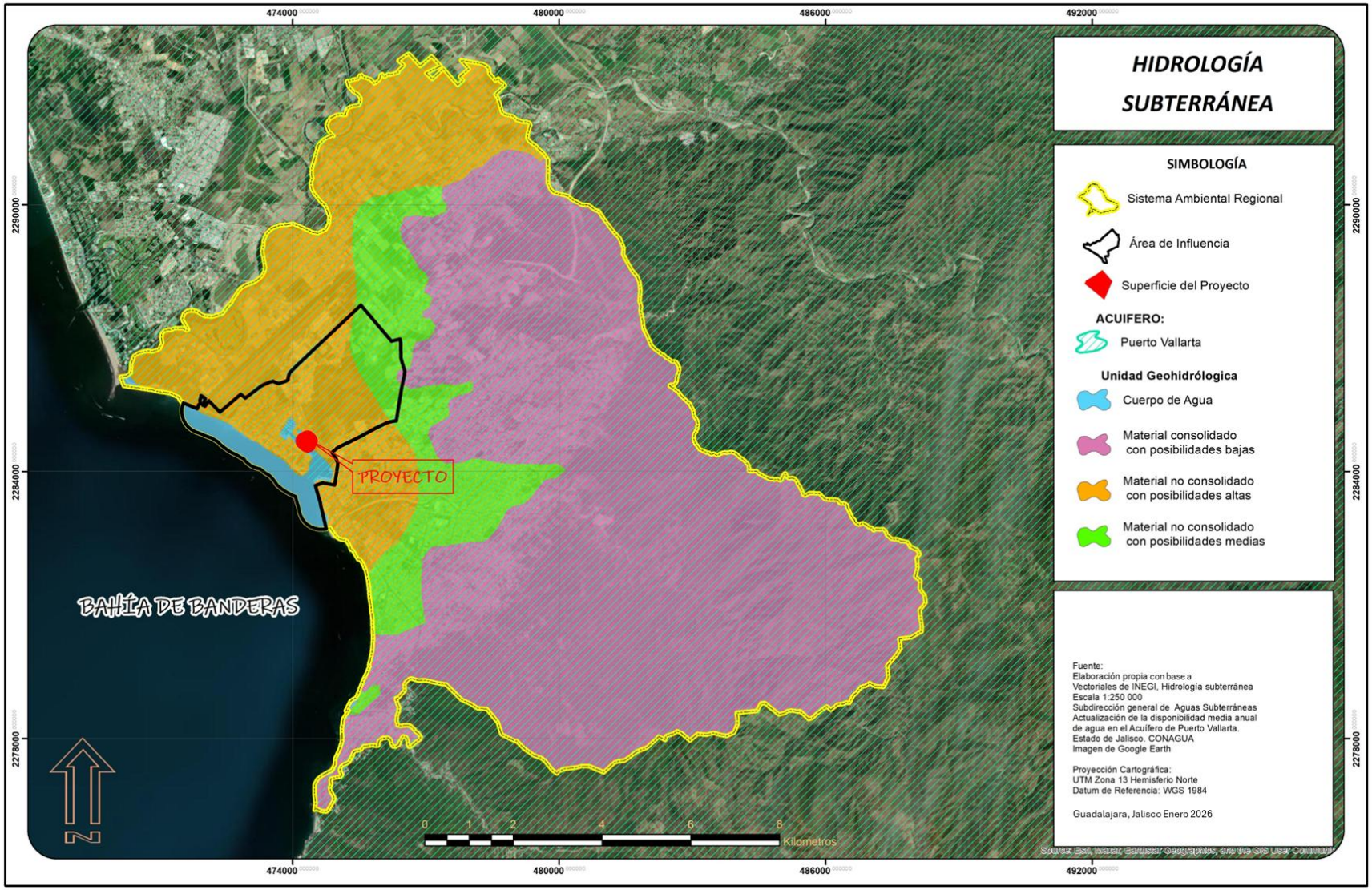
Roo El Pitillal. El Caudal inicia en el final de Arroyo Nuevo, ocurriendo en el suroeste del SAR y desembocando en El Pitillal. La temporalidad de este escurrimiento es perenne. Respecto a la biota presente se identifica solamente, selva mediana subcaducifolia, lo que indica que es una zona conservada.

La Compuerta. El inicio de su caudal esta al oeste del sistema ambiental regional y desemboca en la intersección de El Pitillal y el Roo El Pitillal. La temporalidad del escurrimiento es perenne. La biota presente corresponde a selva mediana subcaducifolia, lo que indica el grado de conservación de la zona.

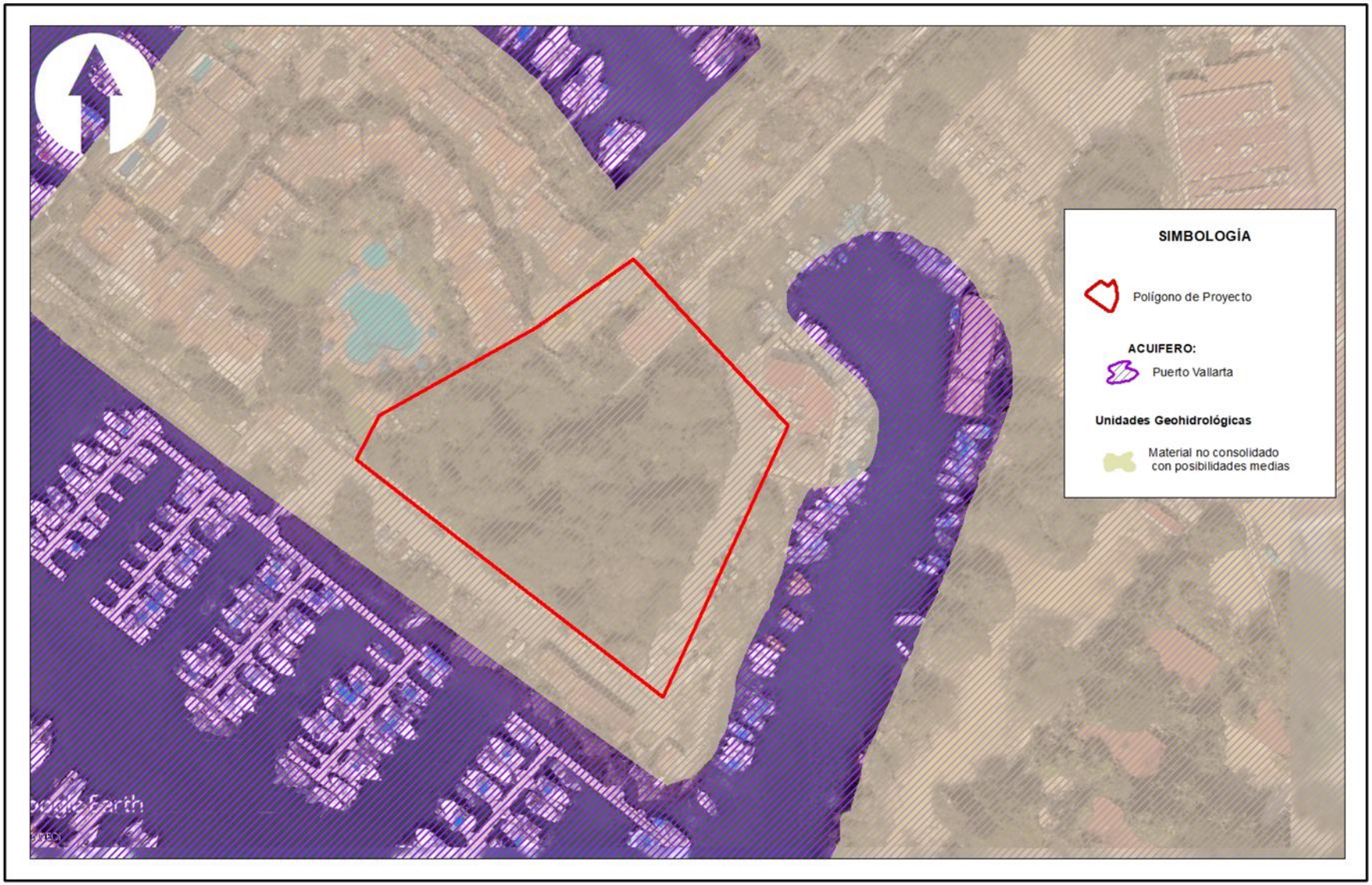
El Pitillal. El caudal de este escurrimiento está en su totalidad dentro del sistema ambiental regional, donde ve su origen en la desembocadura del Roo El Pitillal y La Compuerta. La temporalidad de este escurrimiento es perenne. Se identificaron tres tipos de biota a lo largo del cauce de este escurrimiento, los cuales corresponden a urbano construido, vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia y selva mediana subcaducifolia.

Copos Negros. El caudal de este escurrimiento inicia cerca del escurrimiento La Compuerta, e cual ocurre en el oeste del sistema ambiental regional. La temporalidad del escurrimiento es perenne. Respecto a la biota presente se identificaron dos, las cuales corresponden a vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia y selva mediana subcaducifolia.

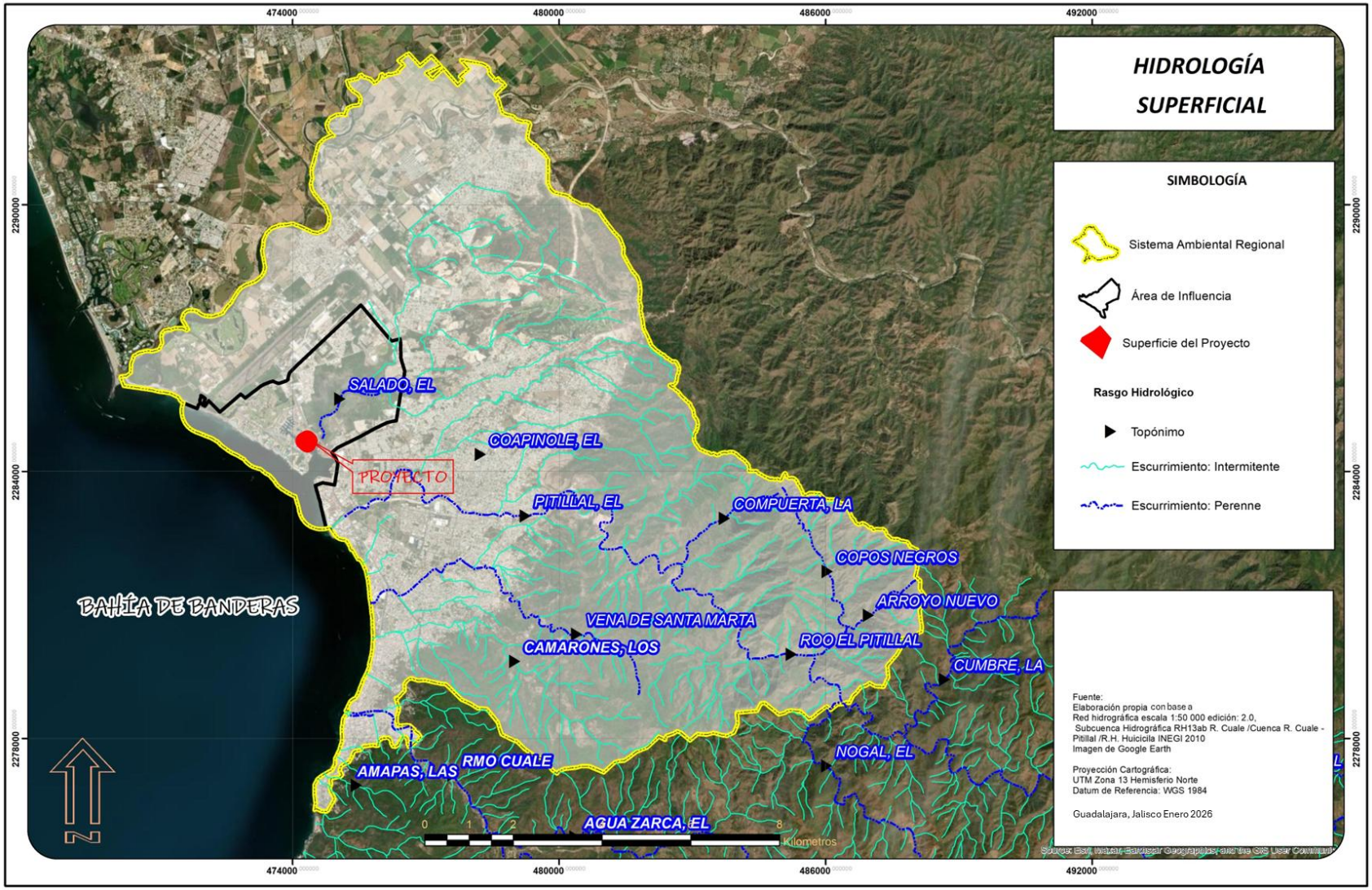
Plano IV. 14. Hidrología subterránea del Sistema Ambiental Regional y Área de Influencia



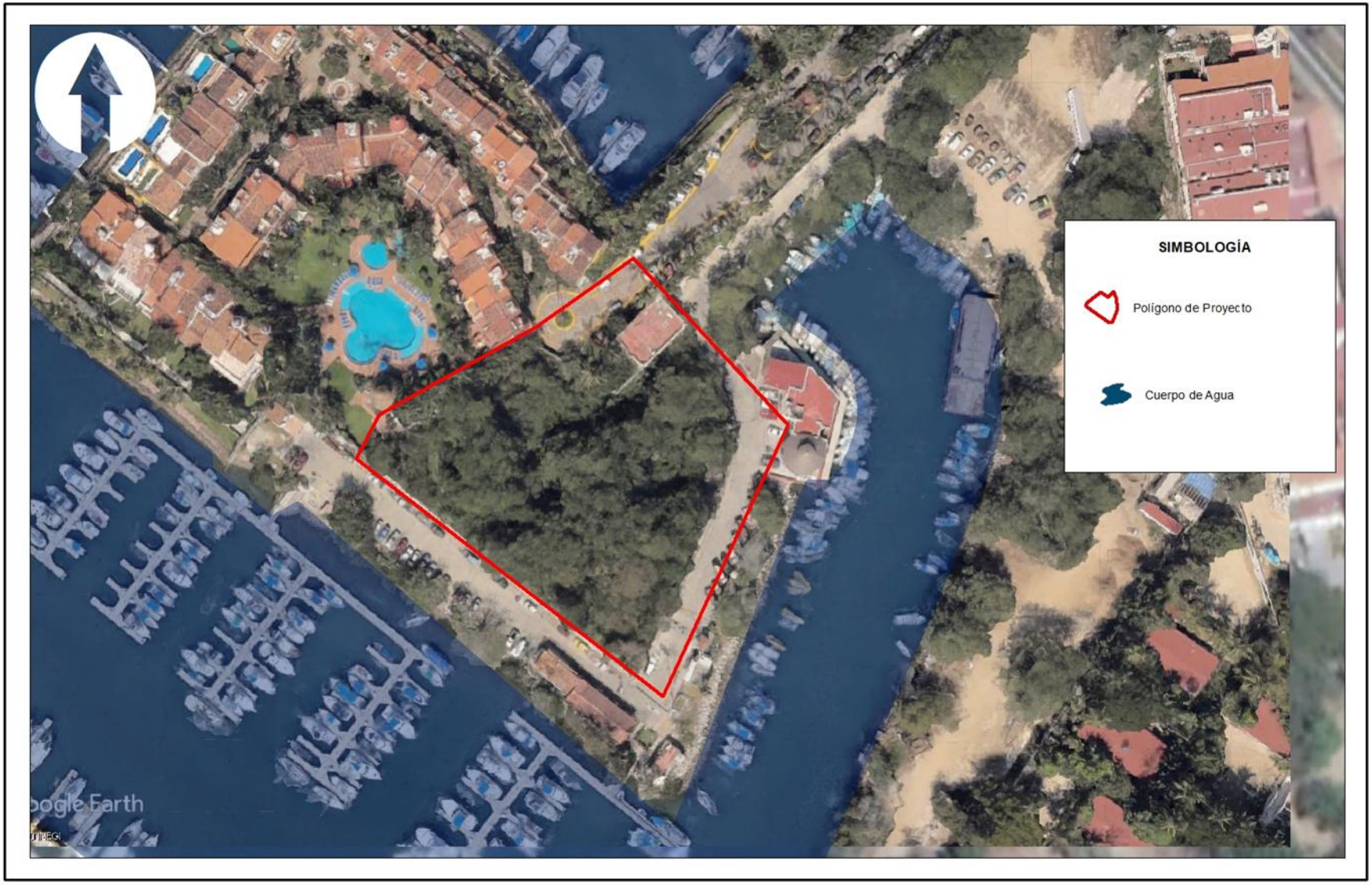
Plano IV. 15. Hidrología subterránea en el predio



Plano IV. 16. Hidrología superficial en el Sistema Ambiental Regional y Área de Influencia



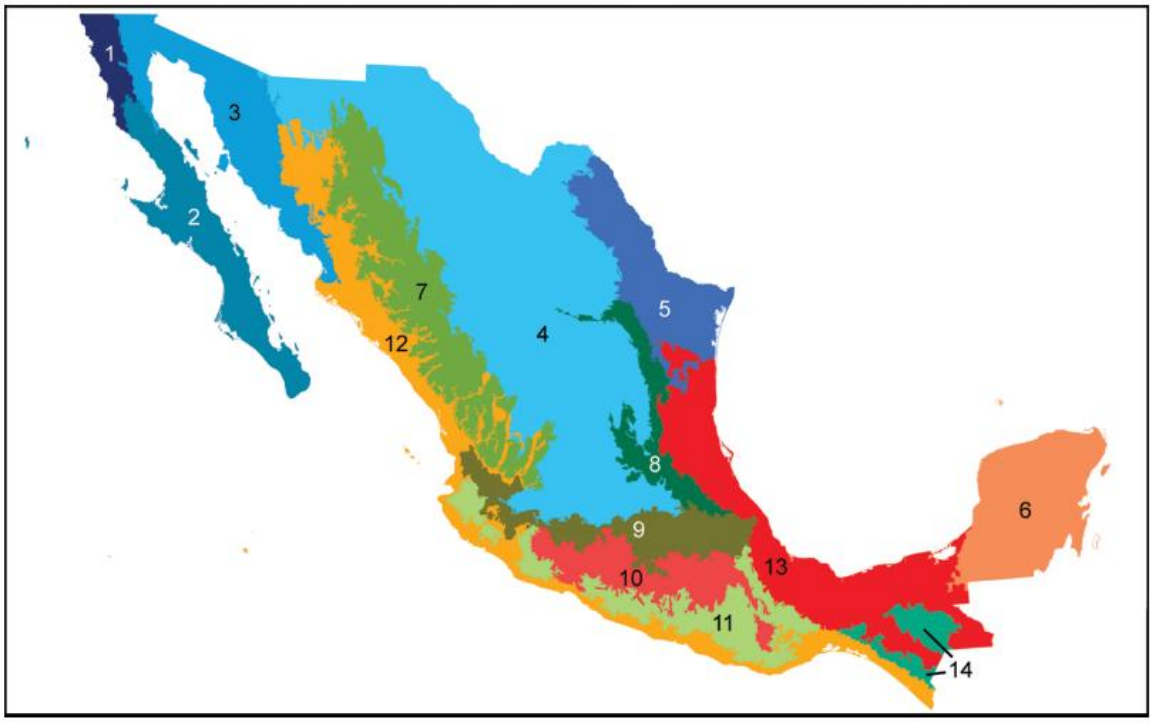
Plano IV. 17. Hidrología superficial en el área del proyecto



IV.2.3. MEDIO BIÓTICO

La diversidad taxonómica de una región está relacionada con la complejidad geográfica, climática y ecológica. El municipio de Puerto Vallarta y regiones aledañas se caracteriza por ser zonas de importancia biológica, pues confluyen dos provincias biogeográficas, las cuales son Tierras bajas del Pacífico y La Sierra Madre del Sur.

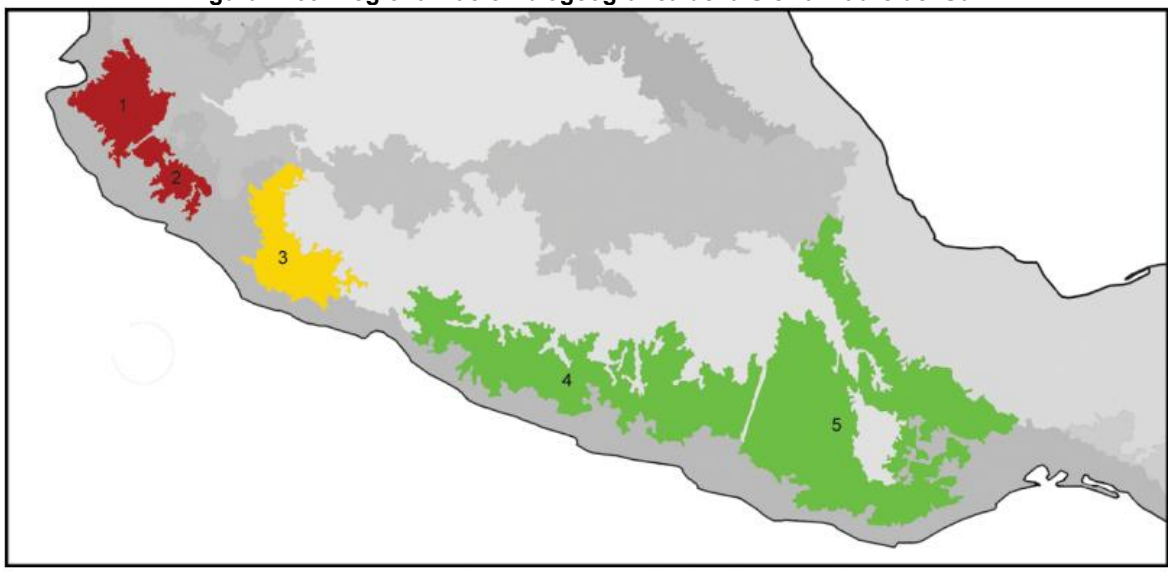
Figura IV. 38. Provincias biogeográficas de México (Morrone et al., 2017)



1, Californiana; **2**, Baja California; **3**, Sonora; **4**, Desierto Chihuahuense; **5**, Tamaulipas; **6**, Península de Yucatán; **7**, Sierra Madre Occidental; **8**, Sierra Madre Oriental; **9**, Faja Volcánica Transmexicana; **10**, Cuenca del Balsas; **11**, ***Sierra Madre del Sur***; **12**, ***Tierras bajas del Pacífico***; **13**, Veracruzana; **14**, Tierras Altas de Chiapas**.**

Sierra Madre del Sur. La vegetación predominante son los bosques templados, en especial los de coníferas, pino-encino y mesófilos de montaña; también hay matorrales xerófitos con cactos y selva baja caducifolia en las zonas de contacto con las provincias de las ***Tierras Bajas del Pacífico*** y de la Cuenca del Balsas (Espinosa et al., 2016; Dinerstein et al., 1995; Rzedowski, 1978). Entre los géneros dominantes de plantas figuran *Hintonella, Microspermum, Omiltemia, Peyritschia, Pinus, Juniperus, Quercus* y *Silviella* (Rzedoswki, 1978). Regionalización biogeográfica. Dentro de esta provincia se han reconocido 3 subprovincias y 5 distritos. Distrito Jalisciense; distrito Jalisco-Manantlán; distrito de Michoacán; distrito Guerrerense; distrito de las Tierras Altas Oaxaqueñas.

Figura IV.39. Regionalización biogeográfica de la Sierra Madre del Sur



1, Distrito Jalisciense; 2, distrito Jalisco-Manantlán; 3, distrito de Michoacán; 4, distrito Guerrerense; 5, distrito de las Tierras Altas Oaxaqueñas.

Tierras Bajas del Pacífico. La vegetación consiste en bosques tropicales estacionalmente secos, bosques tropicales húmedos, sabanas y palmares (Dinerstein et al., 1995). Esta provincia alberga la mayor concentración de bosques tropicales estacionalmente secos del país (Linares-Palomino et al., 2011). La flora incluye numerosas especies de Fabaceae, Euphorbiaceae, Cactaceae, Burseraceae, Asteraceae, Malpighiaceae, Rubiaceae y Anacardiaceae (Trejo, 2010). Regionalización biogeográfica. Dentro de esta provincia se han identificado 6 distritos (Morrone, 2017a): Sinaloense, de las Islas Revillagigedo, Nayarit-Guerrero, Tehuano, de las Islas Tres Marías y Tapachulteco. El último se extiende fuera de nuestro país.

Vegetación de Jalisco. Según Rzedowski (1978), de los 10 tipos de vegetación descritos para México, Jalisco cuenta con nueve: bosque de coníferas, bosque de Quercus, bosque espinoso, bosque mesófilo de montaña, bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio, matorral xerófilo, pastizal y vegetación acuática y subacuática Por otra parte, bajo esta misma clasificación de vegetación, para el municipio de Puerto Vallarta, se distribuyen los siguientes tipos; bosque de coníferas, bosque de Quercus, bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio, vegetación acuática y subacuática.

Riqueza de especies vegetales para Jalisco. Según Gudiño-Cano et al. (2025), reportaron que la flora vascular de Jalisco, incluyendo 242 familias, 1,623 géneros y un total de 7,110 especies. Dentro de este registro, mencionan que, de las 7,110 especies documentadas en Jalisco, 3,310 especies (46.6 %) se registraron como endémicas de

México. Del total de especies en Jalisco,412 fueron catalogadas como endémicas del estado. Por otra parte, hacen mención que en Jalisco se distribuyen 390 especies exóticas. Los municipios con mayor riqueza de especies fueron Autlán de Navarro, Cuautitlán de García Barragán y La Huerta, mientras que el municipio de Puerto Vallarta se ubica en el puesto No. 67 de los municipios con mayor diversidad dentro del estado de Jalisco con un total de 729 especies. En la siguiente tabla se muestran los 10 municipios más diversos del estado de Jalisco, los cuales representan el 72.9 % del total de la flora reportada, es decir, 5,184 especies.

Tabla IV. 15. Municipios más diversos de Jalisco junto con Puerto Vallarta

Municipio	Especies
Autlán de Navarro	1,965
Cuautitlán de García Barragán	1,843
La Huerta	1,748
Zapopan	1,550
Guadalajara	1,458
Casimiro Castillo	1,355
San Sebastián del Oeste	1,313
Talpa de Allende	1,281
Cabo Corrientes	1,118
Tlajomulco de Zúñiga	920
Puerto Vallarta	**729**

Nota: Las especies puede compartirse con otros municipios, no se restringen al municipio

Vegetación de Puerto Vallarta. Según datos del Instituto de Información Estadística y Geografía de Jalisco (IIEG), el uso de suelo y vegetación predominante en el municipio es vegetación secundaria con un **34.31 %** de su superficie, seguida de selva mediana con **26.25%**, bosque con **17.94%**, el agropecuario cubre **9.28%**, los asentamientos humanos el **4.99%**, sabana **4.73%**, pastizal **1.62%**, selva baja **0.61%**, manglar **0.22%** y los cuerpos de agua **0.04%**.

IV.2.3.1. Vegetación

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) ha abordado el estudio de las comunidades vegetales, plasmando los usos del suelo y la vegetación en todo el país a través de la cartografía. Desde la década de 1980, se han representado la cobertura vegetal y los usos del suelo del Territorio Nacional en diferentes escalas, comenzando con la Serie I. Esta delimitación se realizó considerando criterios fisionómicos, florísticos, fenológicos y el estado de conservación del uso del suelo.

Uso de suelo y vegetación del Sistema Ambiental Regional

Para la descripción de las comunidades vegetales encontradas dentro del Sistema Ambiental Regional se consultaron las propuestas INEGI. El objetivo de consultar varias propuestas del INEGI es para identificar cuáles eran los usos de suelo y vegetación predominantes y valorar como ha sido el cambio estructural de estos tipos de vegetación. Para esto, se consultó la clasificación de INEGI Serie I y la última propuesta INEGI serie VII.

INEGI serie I

Usos de suelo. Según esta clasificación, el uso de suelo predominante era "***Agricultura de temporal permanente anual - agricultura de riego anual***". Se presentan diversas subclasificaciones de la agricultura, lo que indica que el municipio de Puerto Vallarta se dedicaba principalmente a esta actividad.

- Agricultura de riego semipermanente-permanente
- Agricultura de riego permanente
- Agricultura de temporal anual
- Agricultura de temporal permanente
- Agricultura de temporal semipermanente

Según datos de Universidad de Guadalajara en su libro titulado "***Puerto Vallarta La formación de un destino***", en el municipio de Puerto Vallarta se cultivaba principalmente. Plátano, caña de azúcar, chile, melón, sandía, jitomate, piña, arroz y palma cocotera. La superficie de ocupación de este uso de suelo en el municipio se encuentra en su mayoría en suelos planos. Según el Plano "Uso de suelo y vegetación del Sistema Ambiental Regional y el Área de Influencia de acuerdo con INEGI Serie I", estas áreas se aprecian principalmente en la parte norte y oeste del Sistema Ambiental Regional. Además, en esta zona se encuentran diversos escurrimientos temporales. En conjunto, estas dos características (suelos planos y escurrimientos temporales) facilitaban el cultivo de los alimentos en esa región.

Tipos de vegetación. Por otra parte, en el Sistema Ambiental Regional, el tipo de vegetación dominante era "***Palmar - Selva mediana subcaducifolia secundaria***". Este tipo de vegetación se restringía a las zonas montañosas del Sistema Ambiental Regional, donde la actividad principal del municipio (Agricultura) se volvía más compleja de aplicar.

Del tipo de vegetación dominante, se podían encontrar diferentes combinaciones, por ejemplo:

- Pastizal inducido - Selva mediana subcaducifolia secundaria
- Palmar - Selva mediana subcaducifolia

En las partes más altas del Sistema Ambiental regional se distribuye boque de Pino o encino pino. Otros tipos de vegetación con menor proporción pero que son muy relevantes para el municipio de Puerto Vallarta son la vegetación halófita. Este tipo de vegetación se encuentra en dos variantes;

- **Vegetación halófita** compuesta principalmente por herbáceas
- **Vegetación de manglar**. El que se encentra en Puerto Vallarta se considera como el único manglar urbano protegido en Latinoamérica.

En la siguiente tabla se puede observar los usos de suelo y tipos de vegetación que se distribuían en el Sistema Ambiental Regional.

Tabla IV.16. Usos de suelo y tipos de vegetación en el Sistema Ambiental Regional de acuerdo con INEGI Serie I

Clave	Uso de suelo / Tipo de vegetación	Superficie (ha)
H2O	Cuerpo de agua	190.520
Ar (Sp-P)	Agricultura de riego semipermanente-permanente	25.103
ArP	Agricultura de riego permanente	114.934
AtpA	Agricultura de temporal anual	1,162.722
AtpA-ArA	Agricultura de temporal permanente anual - Agricultura de riego anual	3,704.674
AtpP	Agricultura de temporal permanente	50.912
AtpSp	Agricultura de temporal semipermanente	14.214
F(S) m(sc)	Pastizal inducido - Selva mediana subcaducifolia secundaria	756.917
F(S) m(sc)-Pal	Selva mediana subcaducifolia secundaria - Palmar	1,264.677
FSm (sc)	Selva mediana subcaducifolia	4,419.31
H	Vegetación halófita	51.616
Ma	Manglar	168.974
Pal-F (s) m (sc)	Palmar - Selva mediana subcaducifolia secundaria	1,378.498
Pal-FSm (sc)	Palmar - Selva mediana subcaducifolia	210.815
Pi	Pastizal inducido	579.481
Pi-F (S) m (sc)	Pastizal inducido - Selva mediana subcaducifolia secundaria	232.456
Pi-F (S) M (sc)-Pal	Pastizal inducido - Selva mediana subcaducifolia secundaria - Palmar	41.883
Pi-Pal	Pastizal inducido - Palmar	17.485
Total		**14,385.186**

Tabla IV. 17. Usos de suelo y tipos de vegetación en el Área de Influencia de acuerdo con INEGI Serie I

Clave	Uso de suelo / Tipo de vegetación	Superficie (ha)
H2O	Cuerpo de agua	232.247
AtpA	Agricultura de temporal anual	137.949
AtpA-ArA	Agricultura de temporal permanente anual - Agricultura de riego anual	345.791
AtpP	Agricultura de temporal permanente	25.195
H	Vegetación halófita	51.616
Ma	Manglar	168.974
Pi	Pastizal inducido	85.779
Total		**1047.551**

Descripción de los tipos de vegetación presentes en el Sistema Ambiental Regional de acuerdo con INEGI Serie I

Para la descripción de las comunidades vegetales encontradas dentro del sistema ambiental se siguió lo propuesto por INEGI (2005).

Vegetación forestal

> *De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2018) la Vegetación Forestal como "Es el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales".*

Manglar

Es una comunidad densa y uniforme, dominada por un grupo de especies arbóreas con alturas de 3 a 5 m, pudiendo alcanzar hasta 30 m. Se desarrollan en zonas bajas y fangosas en las costas, alrededor de esteros y lagunas costeras, cerca de las desembocaduras de ríos y arroyos. Esta comunidad es una zona de transición entre los ecosistemas terrestres y marinos. En cuanto a la composición florística, predominan principalmente el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). Aunque también se ha registrado a *Avicennia bicolor* y *Rhizophora harrisonii*. Algunas otras especies tolerantes a la salinidad pueden ser parte de los manglares, como el zapote (*Manilkara zapota*), la palma tasiste (*Acoelorraphe wrightii*), el chechén negro (*Metopium brownei*), palo de agua (*Pachira aquatica*), cuerno de toro (*Acacia cornigera*) y el tucuy (*Phitecellobium lanceolatum*), entre otras. También es común encontrar trepadoras, epífitas y bejucos, como bromelias y orquídeas. En el sotobosque se desarrollan algunos helechos y pastos.

Palmar

Es una asociación de plantas monopódicas pertenecientes a la familia Arecaceae o Palmar. Los palmares pueden formar bosques aislados cuyas alturas varían desde los 5 – 30 m. Se desarrollan en climas cálidos húmedos y subhúmedos, generalmente sobre suelos profundos y con frecuencia anegados. Se les puede encontrar formando parte de selvas o como resultado de la perturbación por actividades humanas. Suelen estar relacionados con la selva alta perennifolia y con selva mediana subperennifolia y subcaducifolia. Los palmares más importantes son los formados por guano (*Sabal mexicana*), corozo (*Scheelea liebmannil*), guacoyul (*Orbignya guacoyule*), tasiste (*Paurotis wrightil*), corozo (*Orbignya cohune*), palmita (*Brahea dulcis*), palma real (*Sabal pumos*), palma (*Erythea* spp.), entre otras. En el occidente de México, desde las costas de Sinaloa hasta las costas de Oaxaca se desarrolla de manera discontinua el palmar de *Attalea cohune*. Estos palmares se desarrollan por lo general en suelos arenosos donde el agua subterránea está a su alcance. Forman comunidades densas, muchas de las veces, evitando la entrada de luz al sotobosque. *A. cohune* comparte el estrato arbóreo con *Ficus* spp., *Brosimum alicastrum, Dendropanax arboreus, Enterolobium cyclocarpum* y *Bursera simaruba* (Pennington y Sarukhán, 2016, segunda reimpresión).

Selva mediana subcaducifolia

Este tipo de vegetación se presenta en zonas térmicamente semejantes a las selvas altas perennifolias y altas o medianas subperennifolias, pero con precipitaciones anuales mucho menores, por lo general de los 1,000 a 2,000 mm, con una temporada seca definida y prolongada. Es una zona también libre de heladas. Los climas en los que prosperan son los *Am* más secos y de preferencia, los *Aw.* Se localiza entre los 150 y 1,250 msnm. Se presenta en suelos oscuros muy someros con abundancia de rocas basálticas o graníticas y afloramiento de calizas o bien, en suelos grisáceos arenosos y profundos.

Este tipo de selva presenta en su máximo desarrollo árboles de entre 25 y 30 m de altura. Entre el 50 y 75% de las especies arbóreas pierden sus hojas en la temporada de sequía. El periodo caducifolio puede prolongarse hasta cuatro meses, pero varía dependiendo del tiempo de régimen pluvial que se presente ese año. Tanto la densidad de los árboles como la de la cobertura es mucho menor que la de las selvas altas perennifolias y subperennifolias. Sin embargo, a mitad de la temporada de lluvias, en la época de mayor

desarrollo de follaje, la cobertura puede ser lo suficientemente densa para disminuir la incidencia de la luz solar en el suelo.

La selva se distribuye sobre todo a lo largo de la vertiente sur del pacífico, aunque se encuentra también en áreas pequeñas del centro de Veracruz y en la parte central y norte de la península de Yucatán, así como la depresión central de Chiapas. En la vertiente del pacífico se presenta desde la parte central de Sinaloa hasta Chiapas a lo largo de la planicie costera y en las estribaciones menores a 1,200 msnm de la Sierra Madre Occidental y de la Sierra Madre del Sur (Pennington y Sarukhán, 2016, segunda reimpresión).

Las especies características de esta asociación son *Brosimum alicastrum* (capomo), *Hura polyandra* (jabillo), *Enterolobium cyclocarpun* (parota), *Ficus* spp. (amates), *Aphananthe monoica* (cerezo), entre otras.

Selva secundaria

Son comunidades originadas por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original; en otros casos presenta un aspecto y composición florística diferente. Se desarrolla en zonas desmontadas para diferentes usos y en áreas agrícolas abandonadas. En la clasificación de estas comunidades se considera las siguientes etapas de sucesión secundarias:

- **Arbórea**: Se desarrolla después de transcurridos varios años del desmonte original y, por lo tanto, después de pueden encontrar comunidades de árboles formadas por una sola especie o varias. Ejemplo de plantas indicadoras de comunidades secundarias arbóreas en selvas son *Cecropia obtusifolia, Cochlospermum vitifolium, Coccoloba* spp., *Leucaena leucocephala, Trichilia havanensis*, *Guazuma hulmifolia*, entre otras.
- **Arbustiva**: Se desarrolla trancurrido un tiempo corto después de la eliminación o perturbación de la vegetación original, en general están formadas por muchas especies. Ejemplos de indicadoras de comunidades secundarias arbustivas en las selvas son *Vachellia* spp., *Mimosa bahamensis*, *Calliandra* spp., *Opuntia* spp. y abundantes compuestas.
- **Herbácea**: Se desarrollan inmediatamente después del desmonte original, durante 1 a 2 años según el lugar. Existe un número muy grande de plantas que se presentan durante este periodo, sobresaliendo especies de las familias Chenopodiaceae y Asteraceae.

Vegetación halófita

Son comunidades herbáceas o arbustivas que se desarrollan sobre suelos con alto contenido de sales. Se caracteriza por la presencia de especies de baja altura y la dominancia de pastos rizomatosos y/o de tallos rígidos. En cuanto a la composición florística, incluyen géneros y especies de amplia distribución, aunque no son raros los endemismos. Las familias Poaceae y Amaranthaceae están bien representadas en este tipo de vegetación. La suculencia, la reproducción vegetativa y la alta presión osmótica son características frecuentes entre los elementos que conforman esta comunidad.

Bosque de pino-encino o encino-pino

Comunidades de bosque ampliamente distribuida que ocupa la mayor parte de la superficie forestal de los sistemas montañosas del país. Se caracterizan por la presencia de diferentes especies de los géneros *Pinus* y *Quercus*. Dependiendo de la dominancia de los elementos se le denomina Pino-Encino si dominan las coníferas o encino-pino cuando dominan los encinares. La transición del bosque de encino al de pino está determinada por gradientes altitudinales.

Vegetación no Forestal

Esta vegetación es referente a tipos de vegetación donde únicamente se encuentran especies herbáceas por ejemplo pastizales y las zonas de cultivo.

Pastizal inducido

Son comunidades vegetales en las que dominan principalmente las gramíneas, estas se reúnen convencionalmente en los pastizales o zacatales. Algunas están determinadas por las condiciones climáticas, mientras que otras son favorecidas por las condiciones del suelo, aunque se han expandido por disturbio antropogénico (Challenger y Soberón, 2008).

En México los pastizales son mucho más extensos en las regiones semiáridas y en regiones de clima fresco. Son comunes en zonas planas o de topografía ligeramente ondulada y con menor frecuencia, se presentan sobre declives pronunciados. Parecen preferir los suelos derivados de roca volcánica. Son frecuentemente dominantes o codominantes las especies del género *Bouteloua*. Los pastizales forman diferentes asociaciones con otras comunidades como el Pastizal-Huizachal. También se reconocen diferentes tipos de acuerdo con su origen natural o inducido o por las condiciones sobre las cuales se

desarrolla. Así, podemos encontrar comunidades de pastizal halófito, pastizal gipsófilo, pastizal inducido y pastizales cultivados.

- **Pastizal inducido:** es aquel que surge cuando es eliminada la vegetación original. Puede aparecer como consecuencia de desmonte de cualquier tipo de vegetación, en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia
- **Pastizal cultivado:** es aquel que se ha introducido intencionalmente y que para su establecimiento y conservación se realizan labores de cultivo y manejo.
- **Pastizal halófito:** es una comunidad que se desarrolla sobre suelos salinos. Es frecuente en el fondo de cuencas cerradas, zonas áridas y semiáridas y en áreas próximas a las costas o lagunas costeras. Predominan las gramíneas rizomatosas y herbáceas suculentas

Agricultura

Agricultura de riego: Es aquel tipo de agricultura en el que se consideran los diferentes sistemas de riego. Implica el suministro de agua para los cultivos, independientemente de la duración de este, sea por meses, años o décadas. Puede ser de riego eventual o suspendido.

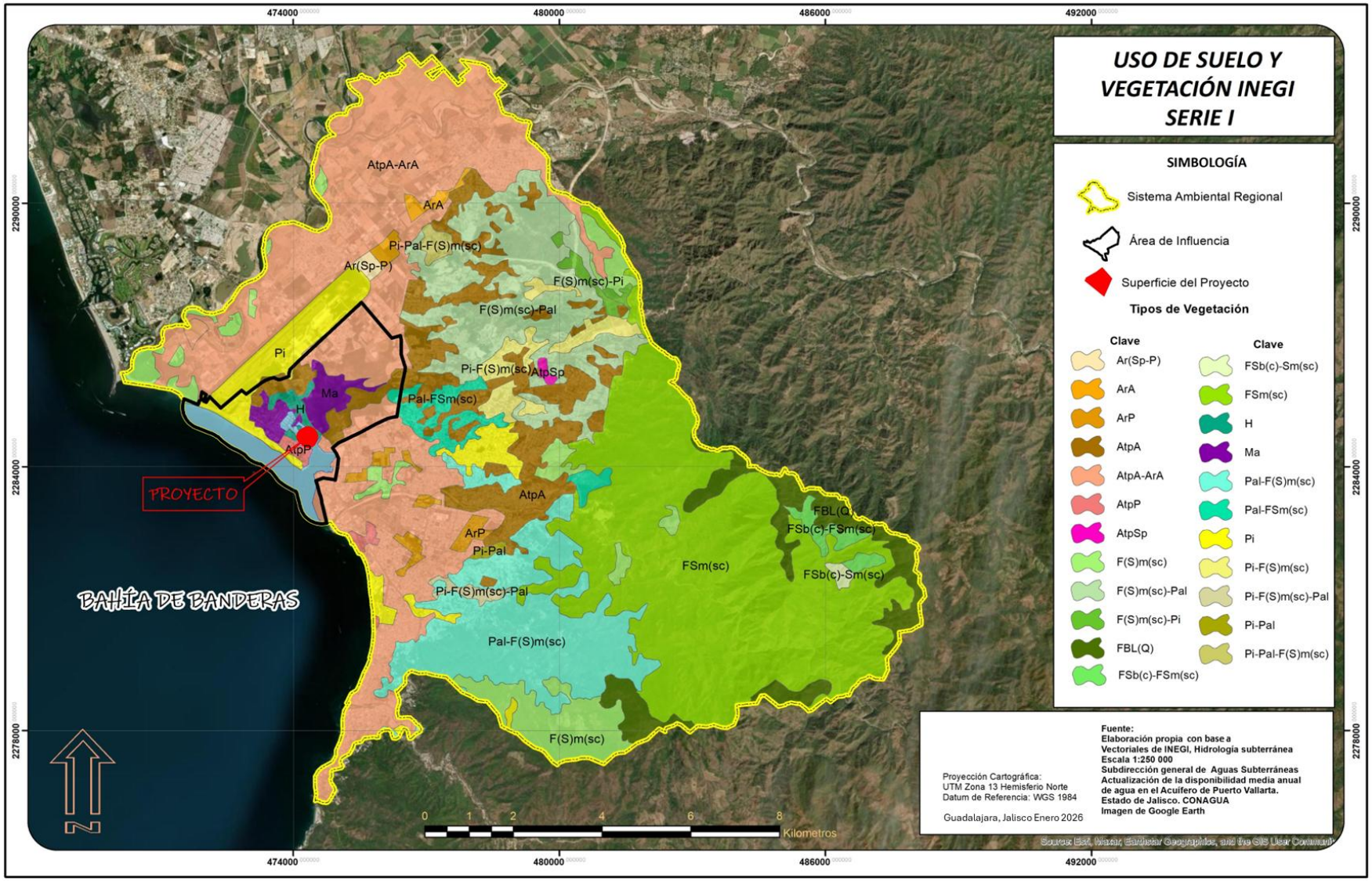
Agricultura de temporal: Tipo de agricultura en donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia, sea independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, un año o más de diez como los frutales. O bien son por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. Incluye los que reciben agua invernal como el garbanzo.

Estas áreas pueden dejarse de sembrar algún tiempo, pero deberán estar dedicadas a esta actividad por lo menos en el 80% de los años de un periodo dado. Algunas superficies son sembradas de manera homogénea por un cultivo o más de dos, o pueden estar combinados con pastizales o agricultura de riego, en un mosaico complejo difícil de separar, pero siempre con la dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia.

- **Cultivos anuales**: Son aquellos que permanecen sembrados en el terreno un tiempo variable, pero no mayor de un año de acuerdo con su ciclo fenológico en que ofrece mayor producción.

- **Cultivos semipermanentes**: Estos cultivos permanecen en el terreno por un periodo que varía entre más de 1 y menos de 10 años.
- **Cultivos permanentes**: Son los que permanecen sembrados en el terreno por un periodo de varios años, generalmente más de ocho, como árboles frutales, nopal, maguey, entre otros.

Plano IV. 18. Uso de suelo y vegetación del Sistema Ambiental Regional y el Área de Influencia de acuerdo con INEGI Serie I



Uso de suelo y vegetación actual del Sistema Ambiental Regional y área de influencia INEGI serie VII

Para la clasificación de la vegetación actual del Sistema Ambiental Regional, se utilizó la carta de uso de suelo y vegetación Serie VII del INEGI (2014), ya que proporciona los datos más actualizados. Esta clasificación se simplifico y acortaron los nombres, no obstante, composicionalmente.

Según esta clasificación, el uso de suelo predominante en el Sistema Ambiental Regional es el "**Urbano construido**". Este uso de suelo ocupa lo que anteriormente eran las zonas agrícolas y variantes de lo que era la selva mediana subcaducifolia.

En el libro "Puerto Vallarta La formación de un destino", se menciona que el cambio de uso de suelo fue un proceso paulatino. Este proceso se impulsó significativamente cuando, el 31 de mayo de 1968, el pueblo de Puerto Vallarta fue elevado a la categoría de ciudad por el decreto número 8366 del H. Congreso del Estado de Jalisco.

Otro punto de inflexión que aportó a la urbanización fue derivado de la filmación de la película "La Noche de la Iguana" en 1963. Este evento generó una enorme publicidad internacional y atrajo la atención de inversionistas y turistas.

Por otra parte, en esta clasificación del INEGI, el tipo de vegetación dominante para el Sistema Ambiental Regional es ***Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia***. En la siguiente tabla se muestran los diferentes usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el Sistema Ambiental Regional.

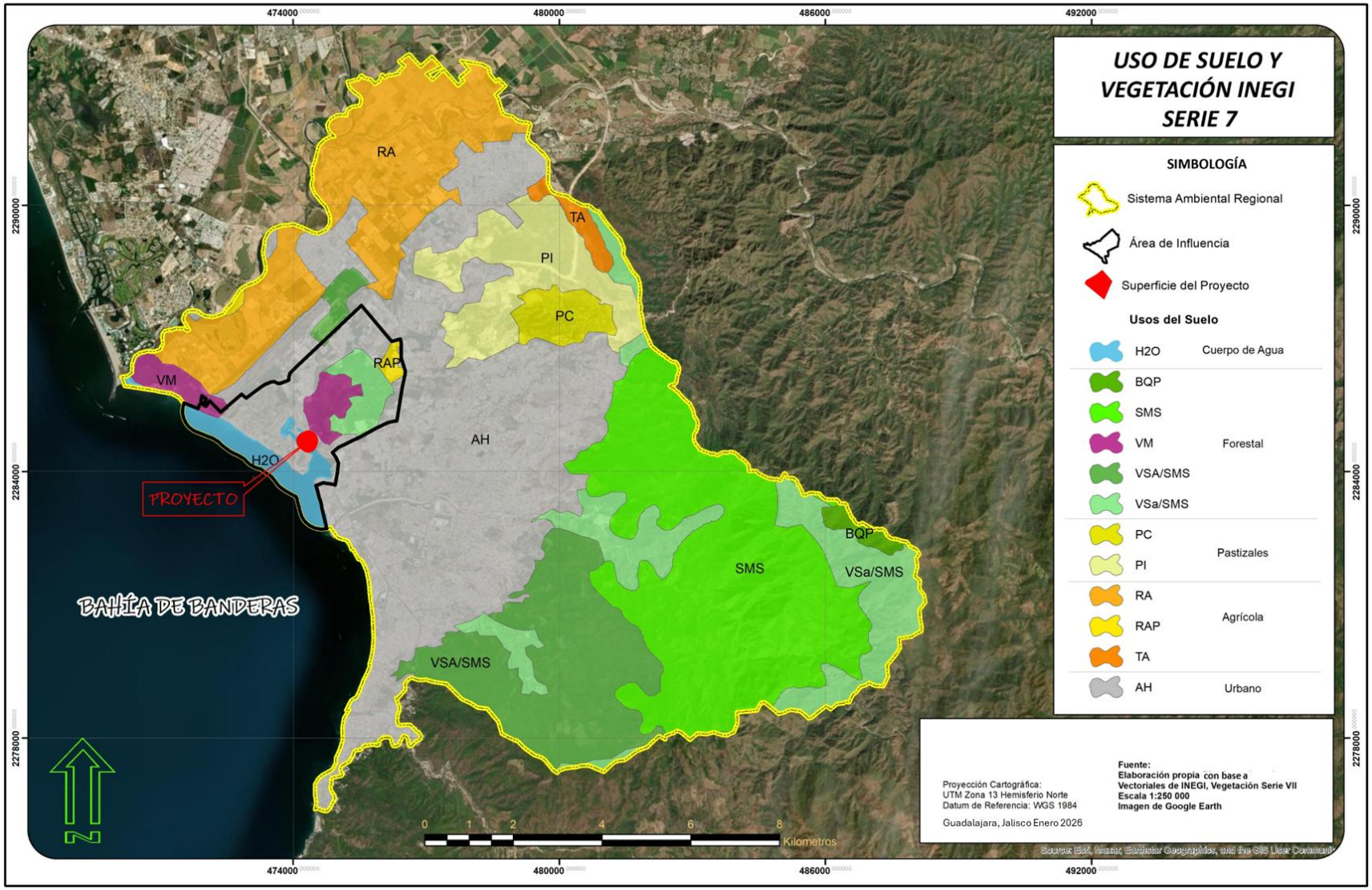
Tabla IV. 18. Usos de suelo y tipos de vegetación en el SAR de acuerdo con INEGI Serie VII

Clave	Uso de suelo / Tipo de vegetación	Superficie (ha)
RA	Agricultura de riego anual	1812.046
RAP	Agricultura de riego anual y permanente	46.894
Atp	Agricultura de temporal anual	101.060
AH	Asentamientos humanos	5008.619
BQ-P	Bosque de encino-pino	75.921
VM	Manglar	251.186
PC	Pastizal cultivado	229.020
PI	Pastizal inducido	848.286
SMS	Selva mediana subcaducifolia	2925.645
VSA/SMS	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	1591.399
VSa/SMS	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	1366.943
H_2O	Cuerpo de agua	128.168
Total		**14385.186**

Tabla IV. 19. Usos de suelo y tipos de vegetación en el Área de Influencia de acuerdo con INEGI Serie VI

Clave	Uso de suelo / Tipo de vegetación	Superficie (ha)
H_2O	Cuerpo de agua	128.168
RAP	Agricultura de riego anual y permanente	32.0154
VSA/SMS	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	205.964
VM	Manglar	251.186
AH	Urbano construido	430.2176
Total		**1,047.551**

Plano IV. 19. Uso de suelo y vegetación del Sistema Ambiental Regional y el Área de Influencia de acuerdo con INEGI Serie VI



IV.2.3.1.1. Caracterización de la flora del Sistema Ambiental Regional

Trabajo de gabinete. Para conocer la composición de especies de plantas vasculares que pudieran desarrollarse en el Sistema Ambiental Regional, se realizó un listado potencial tomando como referencia estudios publicados en puntos cercanos al área. Entre los estudios destacados se encuentran los realizados por Ramírez-Delgadillo y Cupul-Magaña (1999), quienes llevaron a cabo un estudio florístico en la región de la Bahía de Banderas (compartida por Jalisco y Nayarit). Por otra parte, Bravo-Bolaños *et al*. (2016) estudiaron la composición y estructura de las comunidades arbóreas y arbustivas de la zona costera del municipio de Bahía de Banderas, el cual colinda con el municipio de Puerto Vallarta, donde se pretende realizar el proyecto. Finalmente, se consultó el inventario de la flora vascular de Jalisco, México, publicado por Gudiño-Cano *et al*. (2025), para complementar el número de especies potenciales de la zona.

A partir de los resultados de los estudios consultados, se condensó la información en una lista de especies, la cual fue posteriormente depurada eliminando los registros repetidos. Finalmente, se corroboró y actualizó la nomenclatura con ayuda de las bases de datos Trópicos (Tropicos.org, 2025) e International Plant Names Index (IPNI) (ipni.org, 2025). Como resultado de este proceso, se obtuvo un total de 2,975 registros.

Con el propósito de no sobrestimar el número de especies, solo se tomaron en consideración aquellas con el mayor rango de distribución y el mayor número de registros para la zona de interés. El listado final está ordenado alfabéticamente por familia, nombre científico y nombre común, e incluye la forma biológica (FB): Árbol (A), Arbusto (Ar), Árbol con porte arbustivo (A/AR), Herbácea (H), Herbácea trepadora (Ht) y Epifita (EP), así como su clasificación dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV. 20. Listado potencial en el Sistema Ambiental Regional

Familia	Especie	FB	NOM-059
Acanthaceae	*Avicennia germinans*	A/AR	A
	Ruellia albiflora	H	
	Ruellia stemonacanthoides	H	
Actinidaceae	*Saurauia serrata*	A	Pr
Amaranthaceae	*Amaranthus polygonoides*	H	
	Iresine nigra	AR	
Anacardiaceae	*Comocladia engleriana*	A	
	Spondias purpurea	A	
Annonaceae	*Annona glabra*	A	
Apocynaceae	*Cascabela ovata*	A	
	Plumeria rubra	A	

Familia	Especie	FB	NOM-059
	Sarcostemma clausum	Ht	
Araceae	*Anthurium halmoorei*	H	
	Philodendron anisotomum	Ht	
	Philodendron warszewiczii	Ht	
Araliaceae	*Dendropanax arboreus*	A	
	Oreopanax peltatus	A	
Arecaceae	*Acrocomia mexicana*	A	
	Attalea cohune	A	Pr
	Chamaedorea pochutlensis	AR	A
	Cryosophila nana	A	A
Aristolochiaceae	*Aristolochia taliscana*	Ht	
Asteraceae	*Baccharis salicifolia*	AR	
	Bidens reptans	H	
	Cosmos sulphureus	H	
	Porophyllum punctatum	AR	
	Pseudelephantopus spicatus	H	
	Pseudoconyza viscosa	H	
	Pseudognaphalium chartaceum	H	
	Tagetes subulata	H	
Bataceae	*Batis maritima*	Ht	
Bignoniaceae	*Crescentia alata*	A	
	Fridericia patellifera	A	
	Tabebuia rosea	A	
	Tecoma stans	AR	
Boraginaceae	*Heliotropium curassavicum*	H	
	Heliotropium indicum	H	
Bromeliaceae	*Bromelia pinguin*	AR	
	Bromelia plumieri	AR	
	Tillandsia caput-medusae	EP	
	Tillandsia schiedeana	EP	
Burseraceae	*Bursera arborea*	A	A
	Bursera excelsa	A	
	Bursera simaruba	A	
Combretaceae	*Conocarpus erectus*	A/AR	A
	Laguncularia racemosa	A/AR	A
Commelinaceae	*Commelina diffusa*	H	
	Commelina tuberosa	H	
Convolvulaceae	*Ipomoea alba*	Ht	
	Ipomoea bracteata	Ht	
	Ipomoea meyeri	Ht	
	Ipomoea trifida	Ht	
	Operculina pteripes	Ht	
Cucurbitaceae	*Cayaponia attenuata*	Ht	
	Luffa aegyptiaca	Ht	
	Momordica charantia	Ht	

Familia	Especie	FB	NOM-059
	Polyclathra albiflora	Ht	
Cyperaceae	*Cyperus amabilis*	H	
	Cyperus articulatus	H	
	Cyperus rotundus	H	
	Cyperus sordidus	H	
	Eleocharis filiculmis	H	
	Eleocharis mutata	H	
Euphorbiaceae	*Acalypha alopecuroidea*	H	
	Cnidoscolus tepiquensis	AR	
	Croton cupulifera	AR	
	Croton draco	A	
	Euphorbia colletioides	H	
	Euphorbia heterophylla	H	
	Euphorbia hirta	H	
	Euphorbia pulcherrima	AR	
	Hura polyandra	A	
	Jatropha ortegae	A	
	Jatropha standleyi	A	
Fabaceae	*Vachellia cornigera*	A	
	Vachellia farnesiana	AR	
	Vachellia hindsii	A	
	Bauhinia divaricata	AR	
	Caesalpinia pulcherrima	AR	
	Coursetia mollis	AR	
	Crotalaria cajanifolia	H	
	Enterolobium cyclocarpum	A	
	Leucaena lanceolata	A/AR	
	Leucaena leucocephala	A/AR	
	Lysiloma divaricatum	A/AR	
	Mimosa pigra	AR	
	Pithecellobium dulce	A/AR	
	Pithecellobium lanceolatum	A	
Lamiaceae	*Hyptis capitata*	H	
	Hyptis mutabilis	H	
	Vitex mollis	A	
	Vitex pyramidata	A	
Loranthaceae	*Psittacanthus calyculatus*	P	
	Struthanthus condensatus	P	
Magnoliaceae	*Magnolia pacifica*	A	
Malpighiaceae	*Byrsonima crassifolia*	A	
Malvaceae	*Abutilon trisulcatum*	H	
	Anoda acerifolia	H	
	Ceiba pentandra	A	
	Guazuma ulmifolia	A	
	Heliocarpus occidentalis	A	
	Heliocarpus pallidus	A	

Familia	Especie	FB	NOM-059
	Melochia pyramidata	H	
	Pseudobombax ellipticum	A	
	Sida acuta	H	
Melastomataceae	*Heterocentron hirtellum*	H	
	Miconia tepicana	AR	
Moraceae	*Dorstenia drakena*	H	
	Ficus citrifolia	A	
	Ficus cotinifolia	A	
	Ficus crocata	A	
	Ficus inslpida	A	
	Ficus pertusa	A	
Myrtaceae	*Eugenia capuli*	AR	
	Psidium guajava	A	
	Psidium sartorianum	A	
Passifloraceae	*Passiflora ciliata*	Ht	
	Passiflora foetida	Ht	
	Passiflora mexicana	Ht	
	Turnera ulmifolia	H	
Piperaceae	*Piper aduncum*	AR	
	Piper hispidum	AR	
	Piper jacquemontianum	AR	
Poaceae	*Aristida ternipes*	H	
	Digitaria bicornis	H	
	Digitaria horizontalis	H	
	Distichlis spicata	H	
	Olyra latifolia	H	
	Oplismenus setarius	H	
	Paspalum paniculatum	H	
	Pennisetum setosum	H	
	Sporobolus splendens	H	
Polygonaceae	*Antigonon leptopus*	Ht	
	Coccoloba barbadensis	A	
	Coccoloba jurgenseni	A	
Portulacaceae	*Portulaca oleracea*	H	
Pteridaceae	*Acrostichum danaeifolium*	H	
	Adiantum princeps	H	
Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	A/AR	A
Rubiaceae	*Borreria verticilata*	H	
	Bouvardia multiflora	AR	
	Crusea longiflora	H	
	Hamelia patens	AR	
	Randia malacocarpa	AR	
Sapindaceae	*Cupania dentata*	A	
	Paullina cururu	Ht	
	Serjania racemosa	Ht	
	Serjania triquetra	Ht	

Familia	Especie	FB	NOM-059
Simaroubaceae	*Alvaradoa amorphoides*	A	
	Picrasma mexicana	A	
Verbenaceae	*Lantana camara*	AR	
	Lippia umbellata	AR	
Zamiaceae	*Dioon tomasellii*	AR	P
	Zamia furfuracea	AR	P
	Zamia paucijuga	AR	Pr

IV.2.3.1.2. Método de muestreo para la determinación de la biodiversidad de la vegetación en el Sistema Ambiental Regional

Método de muestreo

Con el fin de realizar un reconocimiento de la vegetación se implementó un **muestreo aleatorio simple**. Este tipo de muestreo se emplea en aquellos casos donde se dispone de poca información precisa sobre las características de la población a medirse (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Para la vegetación del sistema ambiental regional se muestrearon los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, midiendo diferentes parámetros para cada uno.

El muestreo aleatorio simple, utilizado en circunstancias donde hay escasa información precisa sobre las características de la población a medir (Mostacedo y Fredericksen, 2000), se llevó a cabo de manera específica. En la selva baja caducifolia se llevaron a cabo muestreos en los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, midiendo distintos parámetros para cada uno. Concretamente, se efectuaron 22 muestreos para árboles, y se anidaron los muestreos de arbustos y herbáceas por cada muestreo de árboles.

Cada sitio de muestreo se documentó con sus características ambientales, el tipo de vegetación correspondiente y su georreferenciación mediante el uso de GPS. A continuación, se describen de manera detallada los parámetros específicos para cada estrato.

Tamaño de los sitios de muestreo

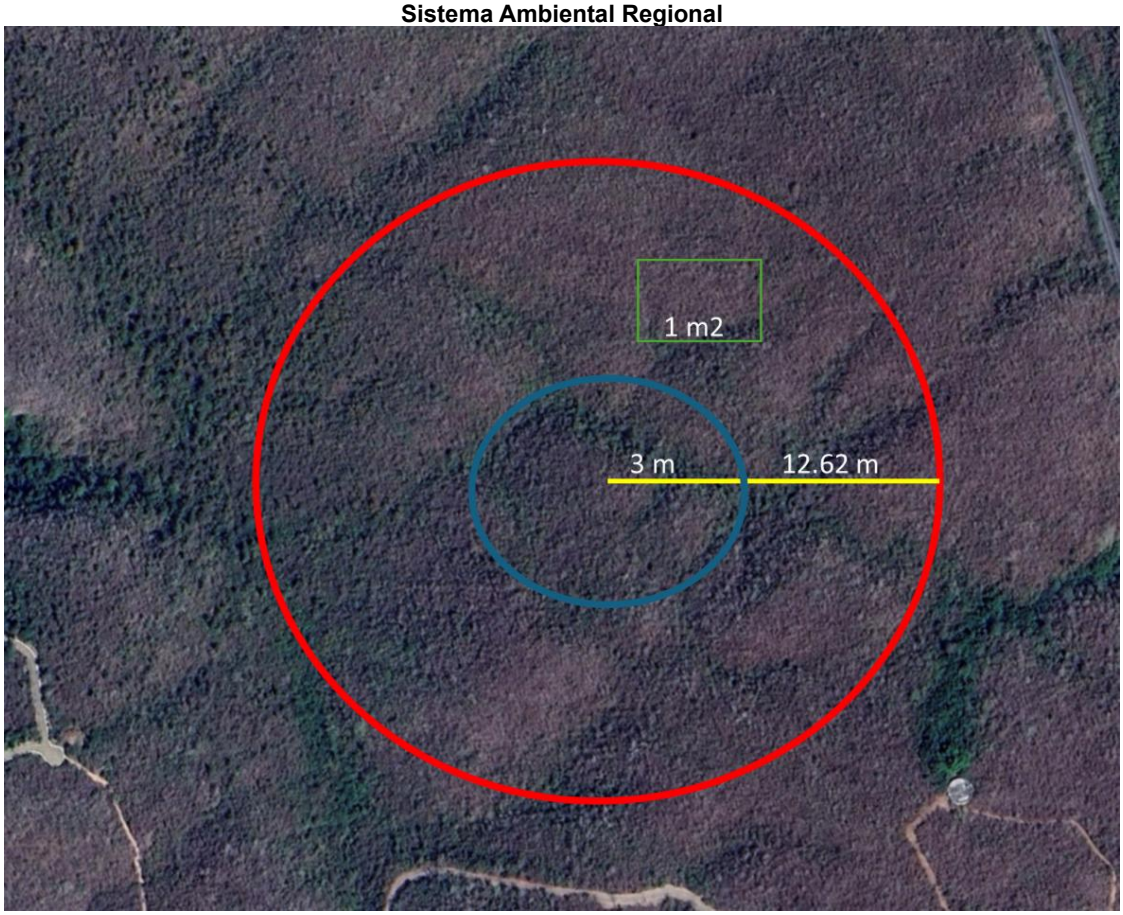
Árboles: las muestras fueron circulares, con un radio de 12.62 m, lo que resultó en un área de 500 m². Para cada individuo se tomó el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP = 1.30m), la altura total en metros y la especie a la que corresponde de acuerdo con la clasificación taxonómica vigente.

Arbustos: las muestras fueron establecidas dentro de los sitios de muestreo de los árboles, lo que las convirtió en sitios anidados. Los sitios fueron de 28.27 m² y con un radio de 3 m.

Para cada individuo se midió la altura en m, su cobertura y la especie a la que corresponde de acuerdo con la clasificación taxonómica vigente.

Herbáceas: las muestras fueron establecidas dentro de los sitios de muestreo de los árboles, lo que los convierte en sitios anidados. Los sitios tuvieron una dimensión de 1 m². Se registraron las especies encontradas dentro del sitio de acuerdo con la clasificación taxonómica vigente, el porcentaje de cobertura de cada especie dentro del sitio de muestreo (1m²=100%) y el número de individuos de cada especie.

Figura IV. 40. Representación esquemática de la forma y tamaño de los sitios de muestreo en el Sistema Ambiental Regional



Temporada en que se realizaron los muestreos en el Sistema Ambiental Regional

La toma de datos o muestreo de la vegetación en el Sistema Ambiental Regional (SAR) del proyecto **"Alisia"** se realizó posterior a la temporada de lluvias del año 2025, específicamente del 24 al 26 de septiembre. La selección de esta temporalidad obedeció a criterios ecológicos y metodológicos propios del tipo de vegetación presente en la zona, correspondiente a selva baja caducifolia.

En este tipo de ecosistema, la marcada estacionalidad climática determina cambios fenológicos significativos. Durante la época de estiaje, una alta proporción de las especies arbóreas y arbustivas pierde total o parcialmente su follaje como estrategia de adaptación a la sequía, mientras que el estrato herbáceo puede reducirse drásticamente o incluso desaparecer de forma temporal. Esta condición limita de manera importante la identificación taxonómica, ya que muchas especies requieren estructuras vegetativas activas (hojas, flores o frutos) para su determinación confiable en campo. Por ello, la temporada posterior a lluvias representa el periodo óptimo para la caracterización florística, al coincidir con la máxima expresión vegetativa y, en su caso, reproductiva de las especies.

Si bien el muestreo se realizó en una sola temporalidad, esta corresponde al periodo de mayor detectabilidad de especies en los tres estratos evaluados (arbóreo, arbustivo y herbáceo), lo que reduce la probabilidad de subestimación de la riqueza florística. En términos metodológicos, realizar el muestreo durante la temporada seca no aportaría necesariamente un incremento en la riqueza registrada, sino que podría generar subregistros derivados de la ausencia temporal de estructuras diagnósticas.

Adicionalmente, el objetivo del muestreo en el Sistema Ambiental Regional no fue únicamente la descripción florística aislada, sino establecer un referente comparativo respecto al predio del proyecto. Bajo esta lógica, los resultados obtenidos demuestran que el SAR presenta igual o mayor riqueza y diversidad de especies que el predio sujeto a cambio de uso de suelo, lo que permite inferir que la implementación del proyecto no compromete la biodiversidad regional, al mantenerse poblaciones y comunidades vegetales representativas en el entorno inmediato.

En este sentido, la realización del muestreo en la temporada posterior a lluvias garantiza una caracterización conservadora y técnicamente sólida de la biodiversidad existente en el Sistema Ambiental Regional, proporcionando información suficiente para evaluar la viabilidad ambiental del cambio de uso de suelo sin que la ausencia de una segunda temporalidad afecte la validez de las conclusiones.

Elaboración del listado florístico

El listado florístico fue elaborado a partir de los resultados del muestreo. Se incluyó la forma biológica y si se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se revisó y actualizó la nomenclatura de acuerdo con las bases de datos electrónicas Trópicos (tropicos.org) y The Plant List (theplantlist.org).

Análisis justificativo del esfuerzo de muestreo. Para evaluar el esfuerzo de muestreo se realizó una curva de acumulación de especies, para que una muestra sea representativa debe ser igual o mayor que el 75%. Estas curvas muestran el número de especies acumuladas conforme aumenta el esfuerzo de muestreo, es un método sencillo y robusto para la valoración de estos.

Para el desarrollo estadístico fue utilizado el programa EstimateS v9.1.0 (Colwell y Elsensohn 2014). Los datos fueron aleatorizados con 1,000 corridas. Se utilizaron cuatro los estimadores no paramétricos donde los datos no asumen una distribución particular. Debido a la naturaleza de los datos recabados se eligieron los estimadores que utilizan datos de abundancia o frecuencia (Villarreal et al., 2006).

Los estimadores no paramétricos se basan en datos de presencia-ausencia o abundancia de especies, y se centran especialmente en las especies poco abundantes o raras, es decir, aquellas que solo aparecen en una o dos muestras (singletons y doubletons), o que tienen uno o dos individuos en el conjunto de muestras (Colwell y Coddington, 1994; Moreno, 2001).

Utilizando métodos como Bootstrap, Jackknife, Chao, ACE e ICE, estos estimadores no paramétricos ofrecen ventajas en comparación con la extrapolación basada en una curva de acumulación de especies. Cabe resaltar que estos estimadores tienen un sesgo menor (Colwell y Coddington, 1994; Gotelli y Colwell, 2001) y requieren menos datos que los métodos paramétricos (Brose, 2002).

- **Bootstrap**: Estima la riqueza de especies esperadas a partir de la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada una de las especies.
- **Jacknife de primer orden (Jack 1)**: Considera el número de especies que ocurren en una muestra.
- **Chao 1**: Se basa en la relación entre las especies encontradas una vez (singletones) y especies encontradas dos veces (doubletones).
- **ACE**: Se basa en abundancias de aquellas especies con diez o menos individuos en la muestra.

Representatividad de los estimadores. A partir de los valores obtenidos se construyó la curva de acumulación de especies. Para que una muestra sea representativa debe ser igual o mayor que el 75% de representatividad. Para obtener la relación entre la riqueza observada y riqueza estimada se empleó el Índice de completitud con la fórmula C=

Sobs/Sest, donde Sobs son las especies observadas y Sest las especies estimadas. Para determinar el valor de la proporción el resultado se multiplicó por 100.

Números de Hill. Los Números de Hill (o Números de Diversidad de Hill) son una familia de índices de diversidad ampliamente utilizada en la ecología, que permiten cuantificar la diversidad real de una comunidad o ecosistema. Su principal ventaja radica en que unifican los índices de diversidad más comunes (como la riqueza de especies, el índice de Shannon y el inverso del índice de Simpson) en un único parámetro variable, facilitando así la comparación y la interpretación de los datos.

Aplicación Práctica en Ecología

La utilidad de esta familia de índices radica en su capacidad para ofrecer una visión completa de la estructura comunitaria, dependiendo del enfoque que se quiera dar:

1. **q=0 (Riqueza Específica):** El número de Hill de orden 0, N0, es sencillamente la **riqueza total de especies** observadas en el área de estudio.
2. **q = 1 (Diversidad de Shannon):** El número de Hill de orden 1, N1, es la riqueza efectiva basada en el índice de Shannon. Otorga un peso proporcional a todas las especies, siendo sensible tanto a las raras como a las comunes.
3. **q = 2 (Dominancia de Simpson):** El número de Hill de orden 2, N_2, es la riqueza efectiva basada en el inverso del índice de Simpson. Este índice es **altamente sensible a las especies más abundantes o dominantes**; ignora en gran medida a las especies raras.

Para el presente estudio se empleó el orden q0 de los números de Hill, para sustentar los resultados obtenidos con los estimadores no paramétricos Bootstrap, Jacknife de primer orden (Jack 1), Chao 1 y ACE.

Análisis justificativo del esfuerzo de muestreo

La estimación de la diversidad biológica es relevante en la investigación ecológica y la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, determinar cuántas muestras o unidades de muestreo son necesarias para representar de manera adecuada esta diversidad puede ser un desafío. El paquete iNEXT, que significa "Interpolación/Extrapolación" por sus siglas en inglés, es una extensión de R, una herramienta para determinar cuántas muestras o unidades de muestreo son necesarias para representar la diversidad biológica y para generar un análisis del esfuerzo de muestreo. Su aplicación se centra en el análisis de

riqueza de especies. A continuación, se explica cómo se utiliza el paquete iNEXT para estos fines:

1. **Análisis de Riqueza de Especies**: iNEXT se utiliza para estimar la riqueza de especies en una comunidad biológica a partir de un conjunto de datos de muestreo. La riqueza de especies es una medida fundamental de la diversidad biológica y representa el número total de especies presentes en una comunidad.
2. **Generación de Curvas de Rarefacción**: Una de las principales funciones de iNEXT es generar curvas de rarefacción. Estas curvas muestran cómo aumenta la riqueza de especies a medida que se agregan más muestras al análisis. Esto es útil para evaluar si el tamaño de la muestra actual es suficiente para representar la diversidad real de especies.
3. **Estimación de la Riqueza de Especies Esperada**: iNEXT también permite extrapolar la riqueza de especies esperada a partir de las curvas de rarefacción. Esto es crucial para determinar cuántas especies adicionales se esperaría encontrar si se aumentara el esfuerzo de muestreo. Esta información es esencial para tomar decisiones sobre la extensión del muestreo.
4. **Comparación de Muestras**: El paquete iNEXT se utiliza para comparar la riqueza de especies entre diferentes muestras o grupos de muestras. Esto permite evaluar si hay diferencias significativas en la diversidad entre ubicaciones o en diferentes momentos. También se pueden utilizar pruebas estadísticas para respaldar estas comparaciones.
5. **Análisis Justificativo del Esfuerzo de Muestreo**: Para determinar cuántas muestras o unidades de muestreo son necesarias para representar adecuadamente la diversidad biológica, se puede utilizar iNEXT para calcular estimaciones de riqueza de especies para diferentes tamaños de muestra y luego compararlos. Esto ayuda a identificar el punto en el que la curva de rarefacción se estabiliza, lo que sugiere que se ha alcanzado una representación adecuada de la diversidad.
6. **Visualización de Resultados**: iNEXT ofrece herramientas de visualización para representar gráficamente las curvas de rarefacción y extrapolación, lo que facilita la interpretación de los resultados.
7. **Evaluación de la Eficiencia del Muestreo**: Al comparar la riqueza observada y esperada de especies, se puede evaluar el esfuerzo de muestreo. Si la riqueza

observada se acerca a la riqueza esperada, es una señal de que el esfuerzo de muestreo ha sido adecuado. Si la riqueza observada es considerablemente menor que la riqueza esperada, puede indicar que se necesitan más muestras.

iNEXT es una herramienta útil para los ecólogos y biólogos que desean determinar cuántas muestras son necesarias para representar la diversidad biológica y para justificar el esfuerzo de muestreo. Por lo anterior expuesto, se utilizó el paquete iNEXT para justificar y sustentar los resultados del "Análisis justificativo del esfuerzo de muestreo" y sus estimadores no paramétricos.

Análisis de diversidad

Índice de Shannon-Wiener. Se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por *S* clases de símbolos discretos cuyas probabilidades de ocurrencia son *pi*...*pS*) y es probablemente el de empleo más frecuente en ecología de comunidades. El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad en función de la riqueza de especies y su abundancia relativa. Este índice relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presente en la muestra. Además, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies (Campo y Duval 2014). También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a que especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de *S* especies y *N* individuos. Por lo tanto: H=0 cuando la muestra contenga solo una especie, y H será máxima cuando todas las especies *S* estén representadas por el mismo número de individuos *ni*; es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa. La forma en la que se calculó este índice se representa en la siguiente ecuación:

$$H = -\sum_{i=1}^{s} Pi * log\ (pi)$$

En donde:
H= Índice de Shannon-Wiener
Σ= Sumatoria
Log= Logaritmo base 10
pi =ni / N
N=Número total de individuos para todas las especies de plantas

En muchos casos no es posible contar e identificar a cada uno de los individuos de una comunidad. En estas instancias se hace necesario tomar una muestra al azar de individuos

de las especies presentes. Bajo estas circunstancias, la función de la teoría de Shannon-Wiener (1949) es la medida correcta de diversidad.

Índice de equidad de Pielou. El índice de equidad de Pielou (J') mide la proporción de la diversidad observada con relación a la diversidad máxima esperada. Su valor oscila entre 0 y 1, de forma que, 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 2004) Se utilizó la siguiente fórmula:

$$J' = \frac{H}{Log(S)}$$

En donde:
J'= Índice de Pielou
H= Índice de Shannon y Wiener
Log (S)= Logaritmo base 10 de la riqueza de especies (S)

El análisis de diversidad se hizo con ayuda de Microsoft Excel para los diferentes estratos.

Índice de Valor de Importancia (IVI). Este índice consiste en la sumatoria de los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia. El IVI expresa la importancia ecológica relativa de las especies de plantas en la comunidad (Soler *et al.,* 2012). Se emplea con frecuencia en análisis de los parámetros ecológicos para definir las especies que contribuyen en el carácter y estructura del ecosistema (Campo y Duval, 2014).

La densidad es el número de individuos por unidad de área. En este sentido, la densidad relativa constituye el porcentaje de individuos registrados con respecto a los demás. La frecuencia es la probabilidad de encontrar a cierta especie dentro de una muestra; es decir, el número de puntos en que apareció cada especie. La frecuencia relativa, es el porcentaje de cierta especie como la proporción de la suma de las frecuencias de todas ellas. Por su parte, la dominancia es la distribución de los diámetros de las copas y suele considerarse en relación con los diámetros del fuste. La dominancia absoluta es la sumatoria del área basal de los individuos por especie y la dominancia relativa se representa en porcentaje con referencia a la suma total de las dominancias absolutas. Se obtuvo el IVI para las especies registradas de árboles, arbustos y herbáceas. El índice de Valor de Importancia se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$IVI = Densidad\ relativa + Frecuencia\ relativa + Cobertura\ relativa$$

$$Densidad\ relativa = \frac{Densidad\ absoluta\ de\ cada\ especie}{Densidad\ absoluta\ de\ todas\ las\ especies} \times 100$$

$$Frecuencia\ relativa = \frac{Frecuencia\ absoluta\ de\ cada\ especie}{Frecuencia\ absoluta\ de\ todas\ las\ especies} \times 100$$

$$Cobertura\ relativa = \frac{Cobertura\ absoluta\ de\ cada\ especie}{Cobertura\ absoluta\ de\ todas\ las\ especies} \times 100$$

Su principal ventaja es que es cuantitativo y preciso; no se presta a interpretaciones subjetivas. Además, suministra una gran cantidad de información en un tiempo relativamente corto. El índice no solo proporciona un índice de importancia de cada especie, también aporta elementos cuantitativos fundamentales en el análisis ecológico.

Resultados

Número de muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional. Se realizaron 22 muestreos en la selva mediana subcaducifolia, focalizándose en los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo. En cada sitio de muestreo, se identificó el tipo de vegetación correspondiente y se prosiguió a georreferenciar el centro de cada sitio de muestreo. A continuación, se presentan las coordenadas UTM para cada sitio de muestreo:

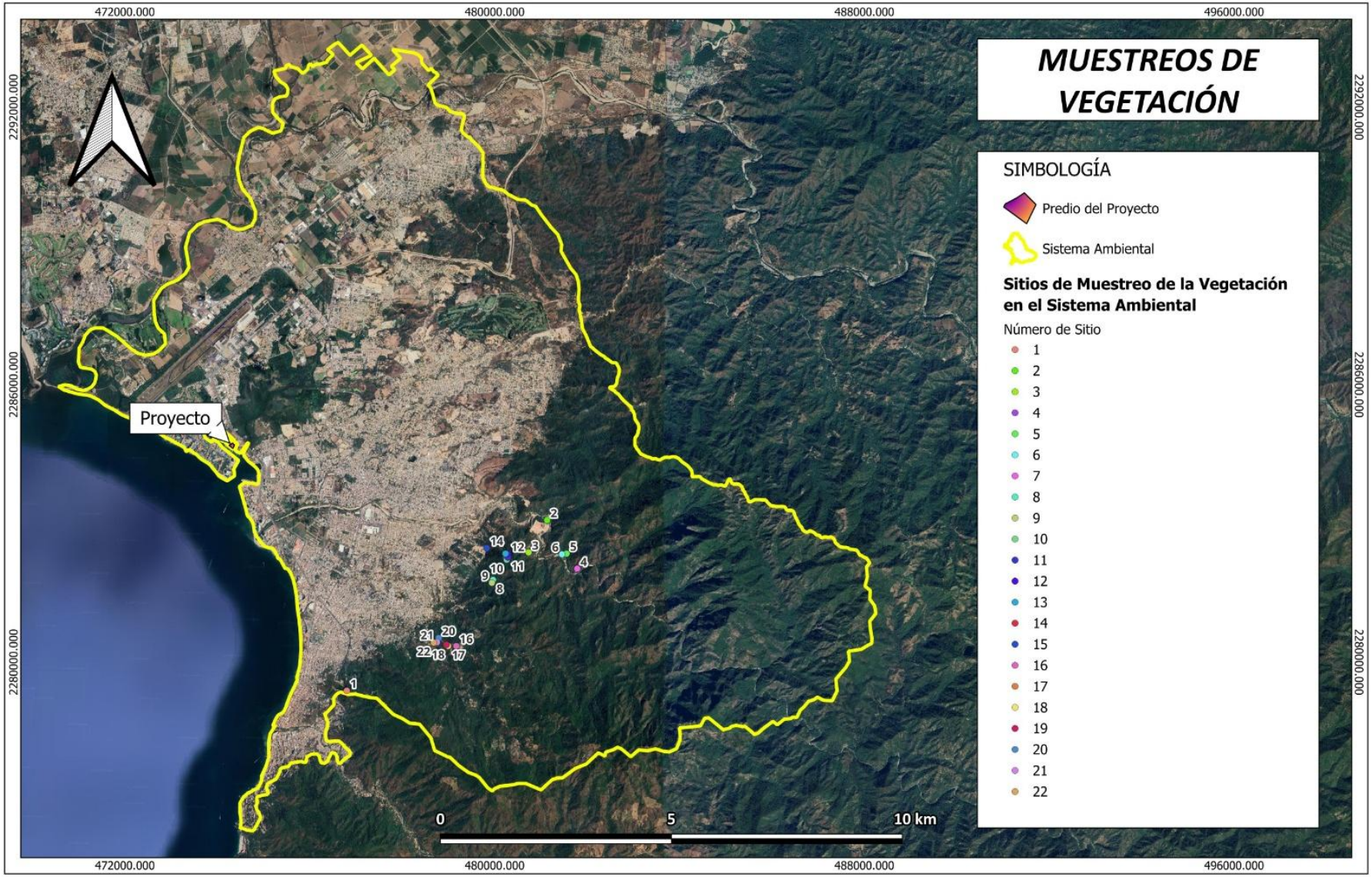
Tabla IV. 21. Sitios de muestreo del Sistema Ambiental Regional

Sitio	XUTM	YUTM
1	476801	2279380
2	481136	2283068
3	480735	2282371
4	481786	2282020
5	481557	2282345
6	481456	2282330
7	481786	2282020
8	479965	2281779

Sitio	XUTM	YUTM
9	479940	2281715
10	480261	2282214
11	480285	2282265
12	480285	2282336
13	480235	2282346
14	479829	2282464
15	479829	2282464
16	479170	2280348

Sitio	XUTM	YUTM
17	479000	2280346
18	478992	2280350
19	478959	2280375
20	478790	2280521
21	478752	2280429
22	478683	2280419

Plano IV. 20. Sitios de muestreo en el Sistema Ambiental Regional



Listado florístico

Derivado de los muestreos dentro del Sistema Ambiental Regional se realizó un listado florístico. Mismo que está ordenado alfabéticamente por familia, nombre científico, nombre común, la forma biológica (FB): árbol (A), arbusto (Ar) herbácea (H) y herbácea trepadora (Ht). Adicionalmente se consultó la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, para determinar si alguna de las especies identificadas en los muestreos se encuentra en alguna de sus categorías;

- **Probablemente extinta en el medio silvestre** (**E**): Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del Territorio Nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano
- **En peligro de extinción** (**P**): Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.
- **Amenazada** (**A**): Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.
- **Sujeta a protección especial** (**Pr**): Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.
- (**-**). Se asigna el guío para mencionar que la especie no se encuentra en ninguna categoría de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Tabla IV. 22. Listado florístico del Sistema Ambiental Regional

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	FB
Acathaceae	*Aphelandra madrensis*	Hierba del camarón	-	Ar
	Dyschoriste hirsutissima	Pie de paloma	-	H
	Elytraria imbricata	Cordeoncillo	-	H
	Henrya insularis	Hierba del toro	-	H
	Ruellia simplex	Petunia mexicana	-	H
	Spermacoce verticillata	Culantrillo	-	H
Anacardiaceae	*Spondias mombin*	Jobo	-	A

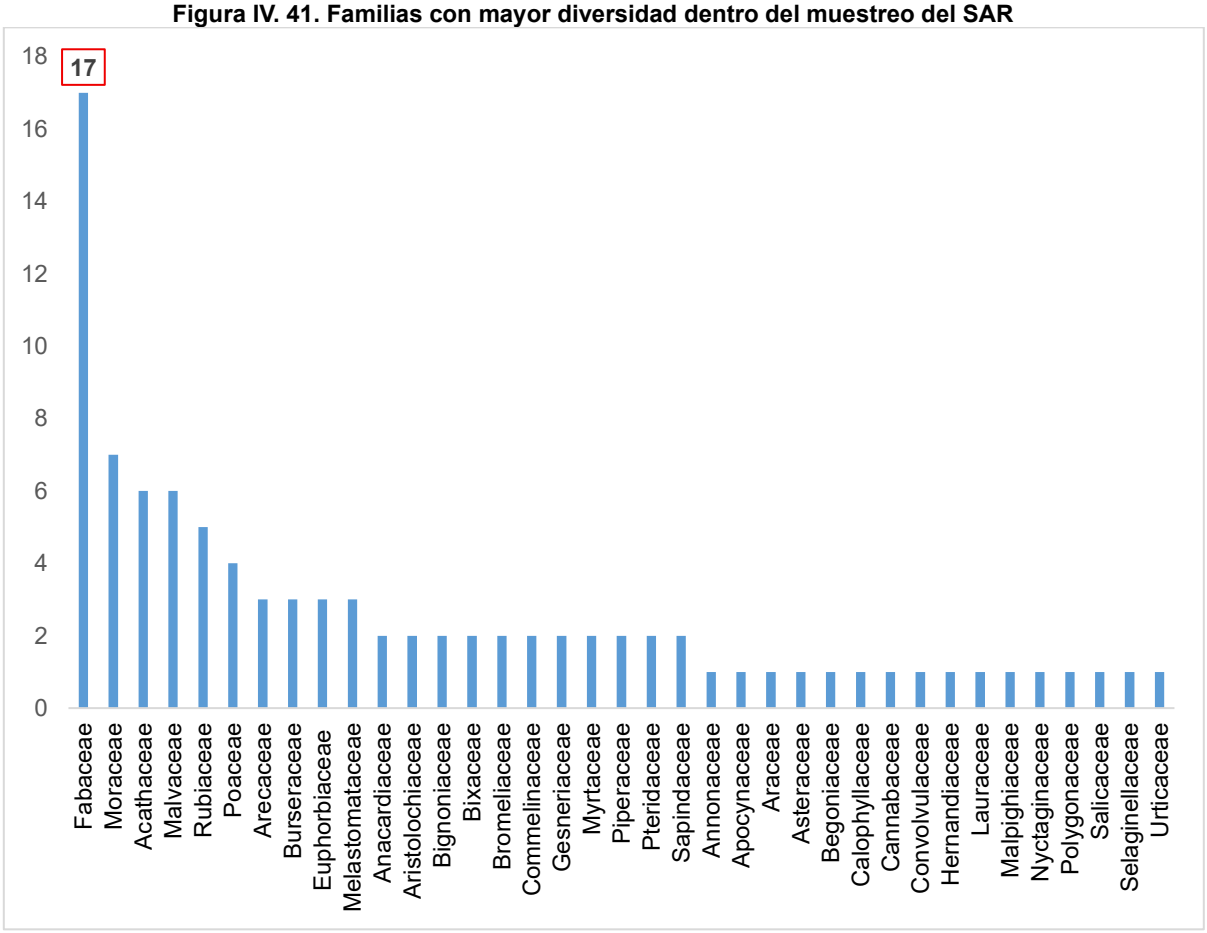
Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	FB
	Comocladia engleriana	Cachimba	-	Ar
Annonaceae	*Cymbopetalum hintonii*	Falsa anona	-	A
Apocynaceae	*Cascabela ovata*	Torito	-	A
Araceae	*Xanthosoma robustum*	Hoja elegante	-	H
Arecaceae	*Attalea cohune*	Coco de aceite	Pr	A
	Chamaedorea pochutlensis	Tepejilote	A	Ar
	Cryosophila nana	Escoba	A	Ar
Aristolochiaceae	*Aristolochia carterae*	-	-	H
	Aristolochia taliscana	Guaco	-	H
Asteraceae	*Cosmos sulphureus*	Mirasol amarillo	-	H
Begoniaceae	*Begonia plebeja*	-	-	H
Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus*	Guayacán	A	A
	Tabebuia rosea	Apame rosa	-	A
Bixaceae	*Bixa orellana*	Achiote	-	A
	Cochlospermum vitifolium	Rosa amarilla	-	A
Bromeliaceae	*Bromelia karatas*	Aguama	-	Ar
	Bromelia pinguin	Piñuela	-	Ar
Burseraceae	*Bursera excelsa*	Árbol del copal santo	-	A
	Bursera instabilis	Papelillo	-	A
	Bursera simaruba	Palo mulato	-	A
Calophyllaceae	*Calophyllum brasiliense*	Brasil	A	A
Cannabaceae	*Trema micranthum*	Capulín cimarrón	-	Ar
Commelinaceae	*Commelina erecta*	Cantillo	-	H
	Commelina obliqua	-	-	H
Convolvulaceae	*Ipomoea bracteata*	Bejuco blaco	-	H
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus tepiquensis*	Chilte blanco	-	A
	Croton suberosus	Oreja de tigre	-	Ar
	Cnidoscolus spinosus	-	-	H
Fabaceae	*Apoplanesia paniculata*	Arco negro	-	A
	Bauhinia divaricata	Calzoncillo	-	A
	Cenostigma eriostachys	Casiguano	-	A
	Enterolobium cyclocarpum	Guanacaste	-	A
	Hymenaea courbaril	Cuapinol	-	A
	Inga vera	Jinicuil	-	A
	Leucaena lanceolata	Guaje	-	A
	Lysiloma divaricatum	Mauto	-	A
	Senna atomaria	Palo zorrillo	-	A
	Vachellia hindsii	Carretadera	-	A
	Vachellia macracantha	Algarrobo	-	A
	Caesalpinia pulcherrima	Bigotillo	-	Ar
	Calliandra houstoniana var. *anomala*	Cabelllos de ángel	-	Ar
	Inga laurina	-	-	Ar
	Entada polystachya	Bejuco prieto	-	H
	Grona adscendens	Amor seco	-	H
	Mimosa diplotricha	Rascapetate	-	H
Gesneriaceae	*Achimenes longiflora*	-	-	H

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	FB
	Drymonia serrulata	Viejito	-	H
Hernandiaceae	*Gyrocarpus jatrophifolius*	Carne de perro	-	A
Lauraceae	*Nectandra hihua*	-	-	A
Malpighiaceae	*Byrsonima crassifolia*	Nance	-	A
Malvaceae	*Ceiba aesculifolia*	Pochote	-	A
	Guazuma ulmifolia	Guásima	-	A
	Heliocarpus terebinthinaceus	Cicuito	-	A
	Pseudobombax ellipticum	Coquito	-	A
	Tilia americana	Tilo	-	A
	Ayenia aculeata	Garabato	-	Ar
Melastomataceae	*Miconia xalapensis*	Madroño	-	A
	Miconia chamissois	-	-	Ar
	Miconia crenata	Martiño	-	Ar
Moraceae	*Brosimum alicastrum*	Capomo	-	A
	Ficus aurea	Amate dorado	-	A
	Ficus cotinifolia	Amate negro	-	A
	Ficus insipida	Matapalo	-	A
	Ficus obtusifolia	Higuerilla	-	A
	Ficus pertusa	Amatillo	-	A
	Morus celtidifolia	Amacapulín	-	A
Myrtaceae	*Myrcianthes fragrans*	Guayabillo	-	A
	Psidium oligospermum	Arrayan	-	A
Nyctaginaceae	*Salpianthus arenarius*	Hoja de lagarto	-	H
Piperaceae	*Piper aduncum*	Matico	-	Ar
	Piper michelianum	-	-	Ar
Poaceae	*Rhipidocladum racemiflorum*	Carricillo	-	Ar
	Lasiacis divaricata	Bambú silvestre	-	H
	Olyra latifolia	Carricillo	-	H
	Oplismenus burmanni	Zacate	-	H
Polygonaceae	*Antigonon leptopus*	San Miguelito	-	H
Pteridaceae	*Adiantum amplum*	Palmita	-	H
	Adiantum concinnum	Patitas negras	-	H
Rubiaceae	*Hamelia xorullensis*	Colorín	-	A
	Randia aculeata	Crucesita	-	A
	Hamelia jorullensis	Colorín	-	Ar
	Randia malacocarpa	-	-	Ar
	Bouvardia ternifolia	Trompetilla colorada	-	H
Salicaceae	*Casearia corymbosa*	Botoncillo	-	A
Sapindaceae	*Cupania dentata*	Cola de pavo	-	A
	Serjania emarginata	-	-	H
Selaginellaceae	*Selaginella pallescens*	Doradilla	-	H
Urticaceae	*Cecropia obtusifolia*	Guarumo	-	A

Diversidad reportada en los muestreos

En total se registraron 95 especies dentro de 37 familias. *Bixa orellana* y *Lysiloma divaricatum*, se registraron tanto en el estrato arbóreo como en el arbustivo. Resalta la diversidad de las leguminosas (Fabaceae) con 17 especies, seguida de Moraceae con 7 especies. Esta predominancia de la Familia Fabaceae en la selva mediana subcaducifolia es consistente con lo registrado en diversos artículos científicos (Dzib-Castillo et al. 2014; Gutiérrez-Báez *et al*. 2017; Palacios-Wassenaar *et al*. 2018, por mencionar algunos), lo cual se espera, ya que Fabaceae es una de las familias botánicas con mayor diversidad biológica a nivel mundial, contando con al menos una especie representativa en prácticamente cualquier tipo de vegetación. De igual manera, esta familia presenta una diversidad de especies en los tres estratos muestreados en el presente estudio: arbóreo, arbustivo y herbáceo.

Figura IV. 41. Familias con mayor diversidad dentro del muestreo del SAR

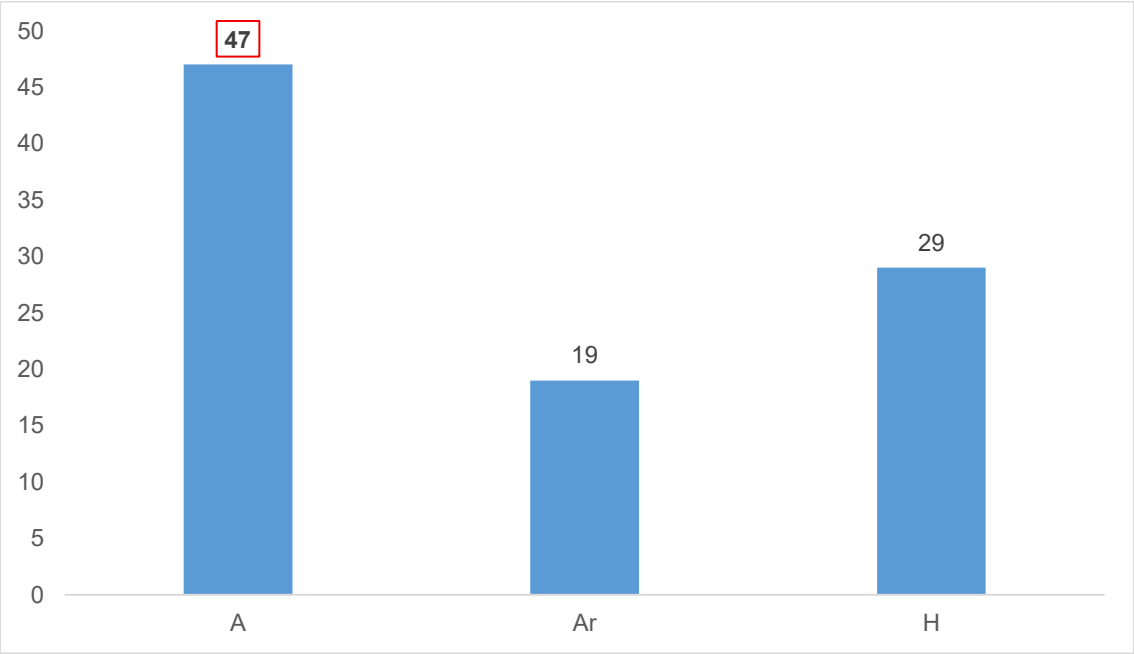


Riqueza Específica por Estrato de Vegetación

Derivado de los muestreos, se identificó que la mayor diversidad en cuanto a formas biológicas se encuentra en el estrato arbóreo, con un total de 47 especies, considerando a *Bixa orellana* y *Lysiloma divaricatum*. De estas, 11 especies pertenecen a la familia Fabaceae, 7 a la familia Moraceae y 5 a la familia Malvaceae, por mencionar a las familias más diversas.

La forma biológica herbácea fue la segunda más diversa dentro de los muestreos del Sistema Ambiental Regional, contabilizando 29 especies. En este estrato, la familia botánica que más especies aporta es Acanthaceae (con 5 especies), aunque la familia Fabaceae también reportó 3 especies. Finalmente, para el estrato arbustivo se reportaron 19 especies, sin considerar a *Bixa orellana* y *Lysiloma divaricatum*, contando a estas especies se tendrían 21 especies para este estrato. La familia que más especies aporta a este estrato es Fabaceae con un total de 3 especies.

Figura IV. 42. Riqueza Específica por Estrato de Vegetación



Especies bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010

Se realizó una consulta a la **NOM-059-SEMARNAT-2010** para corroborar cuáles de las especies identificadas en los muestreos del Sistema Ambiental Regional se encuentran en alguna categoría de esta norma. Posteriormente, derivada de la revisión a la base de datos de la norma mexicana, se pudo constatar que de las 95 especies identificadas solamente 5 especies, se encuentra en alguna categoría de protección.

- *Handroanthus chrysanthus, Chamaedorea pochutlensis*, *Cryosophila nana* y *Calophyllum brasiliense* se encuentran con el estatus de **Amenazada** (**A**).
- *Attalea cohune* se encuentra bajo la categoría de **Sujeta a protección especial** (**Pr**).
- El resto de las especies (90), no se encuentran en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Tabla IV. 23. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	FB
Arecaceae	*Attalea cohune*	Coco de aceite	Pr	A
	Chamaedorea pochutlensis	Tepejilote	A	Ar
	Cryosophila nana	Escoba	A	Ar
Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus*	Guayacán	A	A
Calophyllaceae	*Calophyllum brasiliense*	Brasil	A	A

Las especies del muestreo en el SAR que se reportan en la Norma mexicana no son endémicas de Jalisco o del municipio de Puerto Vallarta, ya que algunas de ellas extienden su distribución fuera del estado o inclusive algunas se extienden fuera del territorio nacional. Por lo tanto, su presencia en la NOM-059-SEMARNAT-2010 no responde a su distribución localizada, sino que se debe a otros aspectos relacionados con factores como la destrucción o modificación de su hábitat, o su susceptibilidad a las perturbaciones. Por ejemplo, la especie *Calophyllum brasiliense* está sujeta a presión debido a que su principal producto es la madera (se menciona que es de excelente calidad), por lo que, sus individuos son talados para el aprovechamiento de este recurso.

Figura IV. 43. Distribución de *Attalea cohune*



Figura IV. 44. Distribución de *Chamaedorea pochutlensis*

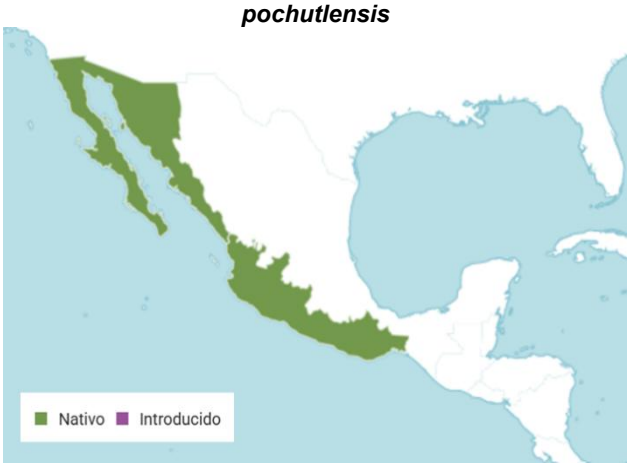


Figura IV. 45. Distribución de *Cryosophila nana*



Figura IV. 46. Distribución de *Handroanthus chrysanthus*



Figura IV. 47. Distribución de *Calophyllum brasiliense*

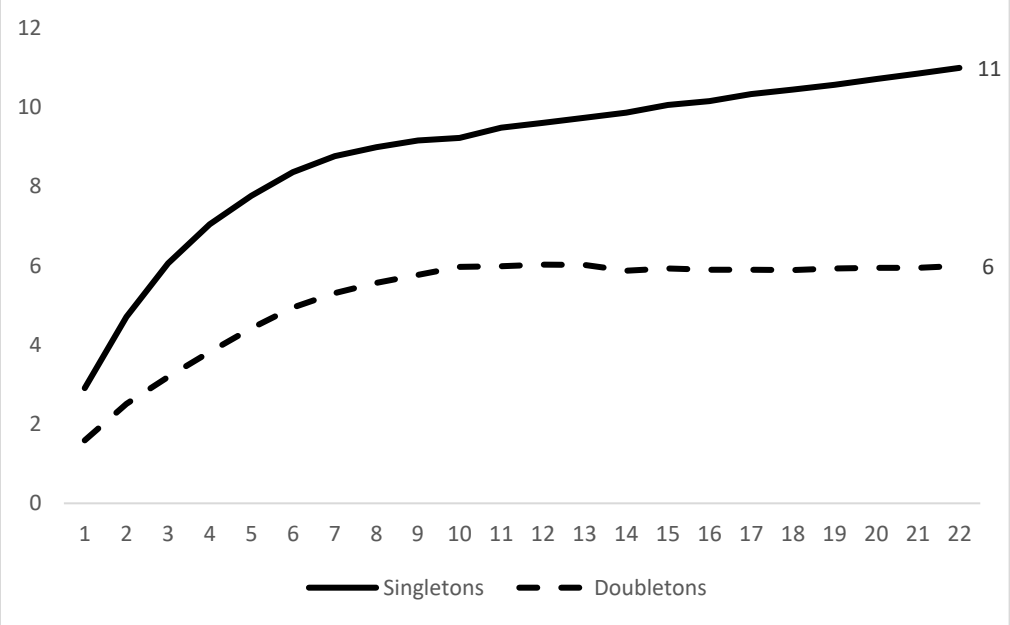


Esfuerzo de muestreo estrato arbóreo. Como se hizo mención anteriormente, los estimadores toman en consideración los singletons y doubletons encontrados en los muestreos. Por lo tanto, en primera instancia se realizó el análisis de estos datos. En concordancia con estos indicadores, se graficaron las especies únicas “singletons” y duplicadas “doubletons” para observar si las especies raras se redujeron o aumentaron conforme el muestreo se intensificaba. De acuerdo con la metodología, cuando la tendencia de la curva va en descenso, el muestreo ha tenido éxito, pues indica que el descubrimiento de nuevas especies raras está disminuyendo. Por el contrario, si la curva no presenta esta tendencia, el muestreo no fue exitoso (Villarreal et al., 2006).

Singletons y duobletons. Después de obtener las estimaciones del programa Estimates, se aprecia que, a medida que el muestreo se intensificó, se continuaron registrando especies nuevas (singletons y doubletons), pero también se registraron las mismas

especies previamente encontradas. Se concluye que se registró una cantidad moderada de singletons y doubletons. Este resultado es concordante con la naturaleza de la Selva Mediana Subcaducifolia, que concentra la mayor riqueza de especies en el estrato arbóreo. En conjunto, el patrón sugiere una gran diversidad en el Sistema Ambiental Regional y apunta a que la zona se encuentra en un estado conservado.

Figura IV. 48. Grafica de singletones y doubletons presentes en los muestreos del estrato arbóreo



Estimadores no paramétricos. La riqueza acumulada en los 22 muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional para el estrato arbóreo fue de **47 especies**. Para la simulación con los estimadores no paramétricos se realizaron 1,000 repeticiones. La realización de 1,000 repeticiones para la simulación de los estimadores garantiza que los resultados sean estadísticamente robustos y confiables, reduciendo la influencia del azar en las estimaciones.

Los resultados de los estimadores son consistentes, con ACE prediciendo **55.3** especies, Chao 1 **54.84** especies, Jack 1 **63.23** especies y Bootstrap **54.52** especies. La media de estas estimaciones, de **54.98** especies, sugiere que el muestreo logró registrar una gran parte de la diversidad del área. Este valor, obtenido de la media de los estimadores, sugiere que la riqueza estimada es ligeramente mayor que la riqueza observada.

Tabla IV. 24. Estrato arbóreo. Valores de estimadores de riqueza (p <0.05)

Estimador	Valor	Representatividad %	R^2	t	% del modelo
Riqueza	47	-	-	-	85%
ACE	55.3	85%	0.99	74.73	

Estimador	Valor	Representatividad %	R^2	t	% del modelo
Chao 1	54.84	86%	0.99	101.6	
Jack 1	63.23	74%	0.98	35.21	
Bootstrap	54.52	86%	0.99	73.57	
media	54.98				

Bondad de Ajuste y Representatividad del Modelo

Con los resultados del muestreo se obtuvo una representatividad del **85%** (calculada como la Riqueza observada entre la media de los estimadores), lo que indica que se logró registrar una gran cantidad de especies arbuustivas presentes en el Sistema Ambiental Regional.

En particular, todos los estimadores no paramétricos mostraron representatividades altas oscilando **entre 98-99%**. Por otra parte, la Bondad de Ajuste del Modelo para el estimador Chao1 fue el más representativo, con un Coeficiente de Determinación (R^2) de 0.99, lo que indica que el modelo de regresión es muy preciso para describir la relación entre el esfuerzo de muestreo y la riqueza de especies. Adicionalmente, el valor del estadístico t para la pendiente indica que la relación es estadísticamente significativa. Esto se sustenta con el valor $p < 5$, lo cual confirma que la relación lineal entre la Riqueza y el estimador Chao1 es altamente significativa y no es producto del azar, sino que existe una dependencia estadísticamente robusta entre estas variables.

Figura IV. 49. Regresión lineal del estimador Chao1 y la riqueza observada

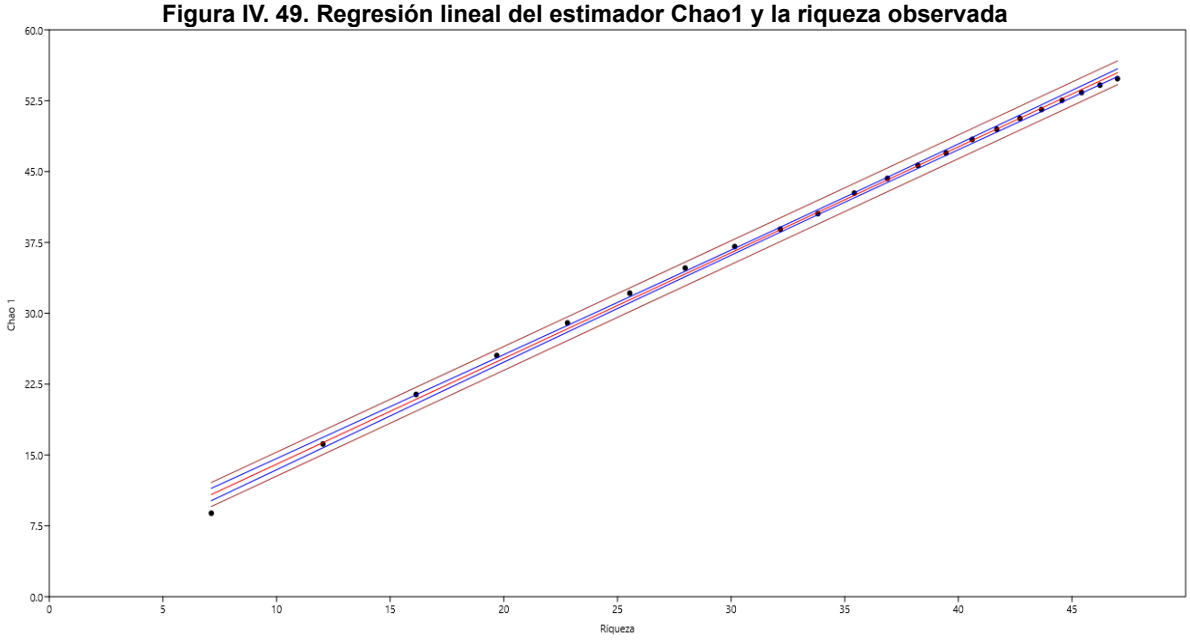
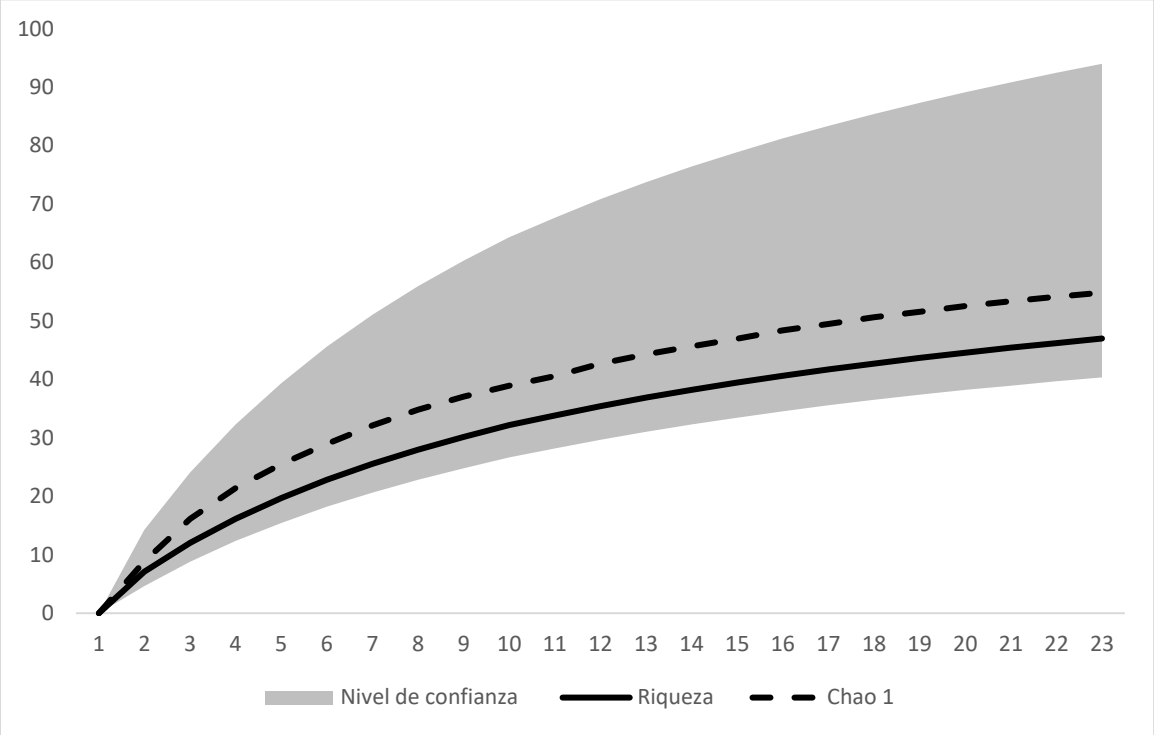


Figura IV. 50. Curva de acumulación de especies junto al estimador no paramétricos Chao 1 (se centró al origen para una mejor observación del gráfico)



Alta Diversidad Biológica Estos resultados indican que los muestreos realizados no alcanzaron la asíntota. Se sugiere que de haberse incrementado el esfuerzo de muestreo (es decir, haber muestreado más áreas o tiempo), la probabilidad de encontrar nuevas especies aumentaría. El muestreo no ha saturado completamente la detección de especies presentes en el sitio. Esto era lo esperado para este estrato en particular, considerando la alta diversidad de la zona y la extensión del sistema ambiental regional. Se estimaba que habría una gran cantidad de especies arbóreas en las serranías y lomeríos.

Números de Hill

Esfuerzo de Muestreo y Cobertura

El muestreo del ensamblaje vegetal, basado en **425 individuos** (**n=425**), muestreados para el Sistema Ambiental Regional demostró una alta efectividad al registrar una **riqueza específica observada** (**Sobs**) de **47 especies**. La evaluación de la suficiencia del muestreo, a través de la curva de cobertura, muestra que la **Cobertura Muestral** (**SC**) alcanzó un valor de **0.974** (**97.4%**). Este alto porcentaje de cobertura indica que la probabilidad de encontrar especies adicionales con un mayor esfuerzo de muestreo es baja, sugiriendo que el inventario está muy próximo a la riqueza real del predio.

Tabla IV. 25. Resumen de los Números de Hill

Parámetro	Valor
Número de Individuos (n)	425
Riqueza Observada (S obs.)	47
Cobertura Muestral (SC)	0.974
Singletons (f1)	11
Doubletons (f2)	6

Análisis de la Saturación

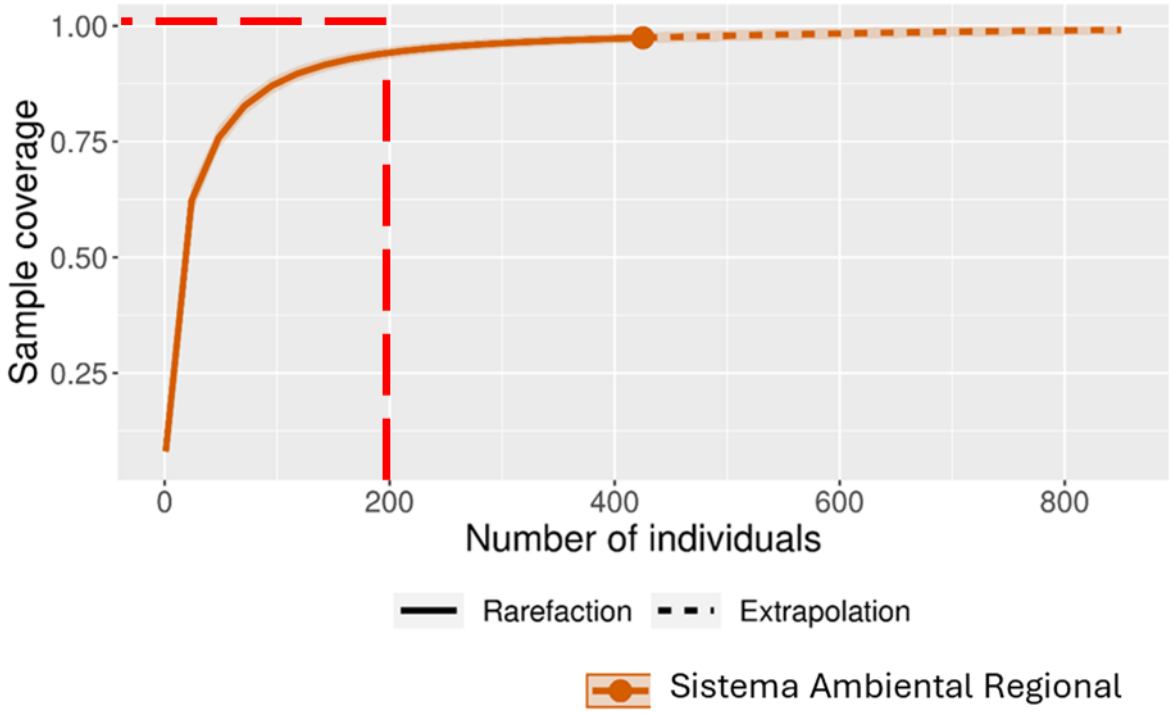
La curva presenta una rápida pendiente inicial, lo que refleja un alto rendimiento de la muestra en las fases tempranas del muestreo (aproximadamente hasta los **200 individuos**), donde cada unidad de esfuerzo capturó numerosas especies nuevas. Sin embargo, a partir de ese punto, y especialmente en el punto de observación n=425, la curva de rarefacción se estabiliza y su pendiente tiende a ser asintótica.

Esta tendencia horizontal, confirmada por una Cobertura Muestral de 97.4%, es la evidencia más sólida de que el esfuerzo de muestreo alcanzó la saturación. La comunidad vegetal fue inventariada bajo las condiciones del estudio, y la tasa de descubrimiento de nuevas especies se ha reducido al mínimo

Implicación de la Extrapolación

La proyección de la curva (extrapolación) refuerza esta conclusión. Modelos que predicen un incremento en el esfuerzo de muestreo (por ejemplo, hasta 500 individuos indican que solo se obtendría un aumento marginal y no significativo en la cobertura muestral. En términos de eficiencia de recursos, el costo de esfuerzo adicional superaría el beneficio biológico, ya que la diversidad restante no muestreada corresponde casi exclusivamente a especies raras o transitorias. Por lo tanto, la curva demuestra que el inventario de 47 especies es un valor representativo de la riqueza real del ensamblaje "Sistema Ambiental Regional", y el muestreo puede considerarse suficiente.

Figura IV. 51. Curva de Cobertura Muestral del Ensamblaje Vegetal



Análisis de diversidad - Estrato arbóreo

Riqueza, diversidad y equidad de especies. Derivado de los 22 muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional, para el estrato arbóreo se registró una riqueza de 47 especies y un total de 425 individuos. *Attalea cohune* y *Bursera simaruba* registraron mayor abundancia proporcional. El índice H' refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. El valor del índice de Shannon (H') fue de 1.342, lo que representa una diversidad moderada en el estrato arbóreo.

Por otra parte, para el índice de Pieleou (J') el resultado fue de 0.802. Con base en ello, y debido a que los valores de este índice van de 0 a 1, se infiere que la equitatividad de la abundancia de sus especies es de media a alta.

Tabla IV. 26. Abundancia, riqueza (S), diversidad de Shannon (H') y equidad de Pielou (j') para el estrato arbóreo

Especie	Individuos	pi	Shannon (H')	Riqueza (S)	Pielou (J')
Apoplanesia paniculata	1	0.002	0.006	47	0.802
Attalea cohune	86	0.202	0.140		
Bauhinia divaricata	12	0.028	0.044		
Bixa orellana	2	0.005	0.011		
Brosimum alicastrum	19	0.045	0.060		
Bursera excelsa	3	0.007	0.015		

Especie	Individuos	pi	Shannon (H')	Riqueza (S)	Pielou (J')
Bursera instabilis	1	0.002	0.006		
Bursera simaruba	66	0.155	0.126		
Byrsonima crassifolia	1	0.002	0.006		
Calophyllum brasiliense	10	0.024	0.038		
Cascabela ovata	2	0.005	0.011		
Casearia corymbosa	21	0.049	0.065		
Cecropia obtusifolia	9	0.021	0.035		
Ceiba aesculifolia	4	0.009	0.019		
Cenostigma eriostachys	3	0.007	0.015		
Cnidoscolus tepiquensis	15	0.035	0.051		
Cochlospermum vitifolium	6	0.014	0.026		
Cupania dentata	7	0.016	0.029		
Cymbopetalum hintonii	6	0.014	0.026		
Enterolobium cyclocarpum	1	0.002	0.006		
Ficus aurea	5	0.012	0.023		
Ficus cotinifolia	11	0.026	0.041		
Ficus insipida	11	0.026	0.041		
Ficus obtusifolia	4	0.009	0.019		
Ficus pertusa	2	0.005	0.011		
Guazuma ulmifolia	10	0.024	0.038		
Gyrocarpus jatrophifolius	1	0.002	0.006		
Hamelia xorullensis	1	0.002	0.006		
Handroanthus chrysanthus	6	0.014	0.026		
Heliocarpus terebinthinaceus	6	0.014	0.026		
Hymenaea courbaril	24	0.056	0.070		
Inga vera	1	0.002	0.006		
Leucaena leucocephala	2	0.005	0.011		
Lysiloma divaricatum	1	0.002	0.006		
Miconia xalapensis	12	0.028	0.044		
Morus celtidifolia	1	0.002	0.006		
Myrcianthes fragrans	2	0.005	0.011		
Nectandra hihua	1	0.002	0.006		
Pseudobombax ellipticum	9	0.021	0.035		
Psidium oligospermum	3	0.007	0.015		
Randia aculeata	6	0.014	0.026		
Senna atomaria	5	0.012	0.023		
Spondias mombin	1	0.002	0.006		
Tabebuia rosea	2	0.005	0.011		
Tilia americana	5	0.012	0.023		
Vachellia hindsii	15	0.035	0.051		
Vachellia macracantha	3	0.007	0.015		
Total	425		1.342		

Densidad, frecuencia y dominancia relativa

Densidad relativa. La especie con mayor proporción de en la densidad relativa de este estrato fue *Attalea cohune*, la cual representa el **20.235%** de las especies muestreadas. La siguiente especie fue *Bursera simaruba*, con números muy cercanos, registrando un **15.529%**. Estas dos especies, *Attalea cohune* y *Bursera simaruba*, representan en conjunto el **35.765%** de la densidad total muestreada. El resto de las especies de manera individual no supera el **5.6%** de la densidad total. La cercanía de los porcentajes de densidad entre las demás especies es un reflejo de lo mencionado previamente con el índice de Pielou, indicando que las abundancias entre las 47 especies son uniformes para este estrato.

Frecuencia relativa. *Bursera simaruba* es la especie con mayor número de registros durante los muestreos, encontrándose en la mayoría de estos y derivado del análisis se muestra que obtuvo una proporción del **13.376%** de la frecuencia total de las especies muestreadas. Le sigue en relevancia *Attalea cohune* con un **10.828%**, que también ocurrió en la mayoría de los muestreos. El resto de las especies de manera individual no superan el **3.8%** de las ocurrencias.

Cobertura relativa. *Attalea cohune* es la especie más relevante en este apartado teniendo un **26.881%** de la cobertura total de las especies muestreadas, la siguiente especie fue *Bursera simaruba*, con el **16.831%** de la cobertura total, finalmente *Brosimum alicastrum* representa el **10.961%** de la cobertura total. Estas especies representan en conjunto el **54.673%** de la cobertura. El resto de las especies de manera individual no supera el **7.3%**.

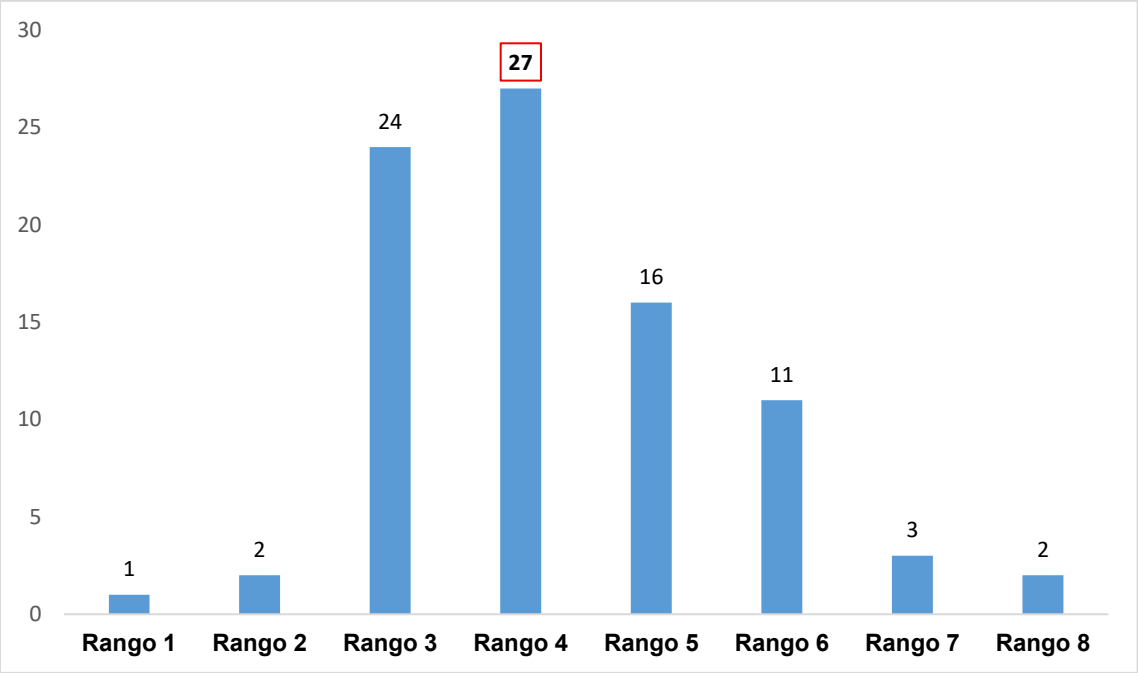
La dominancia de las especies en términos de cobertura responde a las características morfológicas de las propias especies. Por ejemplo, *Attalea cohune* presenta tallos con Diámetros a la Altura del Pecho (DAP) que van desde los 16 cm hasta los 55 cm. La mayoría de los tallos se encuentran entre los 25 cm de diámetro y los 39.9 cm de diámetro, lo cual fue utilizado para generar los rangos para graficar la distribución de DAP de esta especie. Ocurre algo similar con la especie *Brosimum alicastrum*, pero se registraron una menor cantidad de individuos de esta especie.

Tabla IV. 27. Rangos de los diámetros de *Attalea cohune*

Rango Diamétrica	Intervalo de DAP (cm)	Frecuencia
Rango 1	16.0-19.9	1
Rango 2	20.0-24.9	2
Rango 3	25.0-29.9	24
Rango 4	30.0-34.9	27

Rango Diamétrica	Intervalo de DAP (cm)	Frecuencia
Rango 5	35.0-39.9	16
Rango 6	40.0-44.9	11
Rango 7	45.0-49.9	3
Rango 8	50.0-55.0	2

Figura IV. 52. Gráfico de los diámetros de *Attalea cohune*



Índice de valor de importancia

Attalea cohune presentó el valor de importancia más alto, con una proporción de **19.31%**. Siguió *Bursera simaruba* **15.245%**. El resto de las especies de manera individual en este estrato presentó valores menores a **4%** en el índice de valor de importancia. Para hacer énfasis en los resultados anteriores, es importante volver a destacar que estos resultados son debido a que, las especies tienen abundancias equitativas, este resultado es dado por el el índice de Pieleou.

Tabla IV. 28. Valores de Importancia de Especies Arbóreas

Especie	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Cobertura relativa	IVI
Apoplanesia paniculata	0.235	0.637	0.021	0.298
Attalea cohune	20.235	10.828	26.881	19.315
Bauhinia divaricata	2.824	1.274	0.342	1.480
Bixa orellana	0.471	1.274	0.125	0.623
Brosimum alicastrum	4.471	2.548	10.961	5.993
Bursera excelsa	0.706	1.274	0.528	0.836
Bursera instabilis	0.235	0.637	0.191	0.355

Especie	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Cobertura relativa	IVI
Bursera simaruba	15.529	13.376	16.831	15.245
Byrsonima crassifolia	0.235	0.637	0.340	0.404
Calophyllum brasiliense	2.353	3.185	1.860	2.466
Cascabela ovata	0.471	0.637	0.058	0.388
Casearia corymbosa	4.941	3.185	3.929	4.018
Cecropia obtusifolia	2.118	1.911	0.328	1.452
Ceiba aesculifolia	0.941	1.911	0.320	1.057
Cenostigma eriostachys	0.706	1.274	0.207	0.729
Cnidoscolus tepiquensis	3.529	5.096	3.687	4.104
Cochlospermum vitifolium	1.412	1.911	0.618	1.313
Cupania dentata	1.647	1.911	0.431	1.329
Cymbopetalum hintonii	1.412	1.274	0.458	1.048
Enterolobium cyclocarpum	0.235	0.637	0.076	0.316
Ficus aurea	1.176	1.274	1.054	1.168
Ficus cotinifolia	2.588	3.822	5.985	4.132
Ficus insipida	2.588	3.185	4.957	3.577
Ficus obtusifolia	0.941	1.911	2.009	1.620
Ficus pertusa	0.471	1.274	0.696	0.814
Guazuma ulmifolia	2.353	3.185	0.805	2.114
Gyrocarpus jatrophifolius	0.235	0.637	0.185	0.352
Hamelia xorullensis	0.235	0.637	0.044	0.306
Handroanthus chrysanthus	1.412	1.274	0.477	1.054
Heliocarpus terebinthinaceus	1.412	1.274	0.136	0.941
Hymenaea courbaril	5.647	3.185	1.847	3.560
Inga vera	0.235	0.637	0.428	0.433
Leucaena leucocephala	0.471	0.637	0.151	0.419
Lysiloma divaricatum	0.235	0.637	0.080	0.318
Miconia xalapensis	2.824	2.548	0.360	1.910
Morus celtidifolia	0.235	0.637	0.170	0.347
Myrcianthes fragrans	0.471	0.637	0.672	0.593
Nectandra hihua	0.235	0.637	0.139	0.337
Pseudobombax ellipticum	2.118	2.548	7.366	4.011
Psidium oligospermum	0.706	0.637	0.263	0.535
Randia aculeata	1.412	1.911	0.063	1.129
Senna atomaria	1.176	3.185	0.258	1.540
Spondias mombin	0.235	0.637	0.017	0.296
Tabebuia rosea	0.471	0.637	0.166	0.424
Tilia americana	1.176	2.548	0.423	1.382
Vachellia hindsii	3.529	3.822	2.935	3.429
Vachellia macracantha	0.706	0.637	0.121	0.488
Total	100	100	100	100

Figura IV. 53. Densidad, frecuencia y cobertura relativa del estrato arbóreo

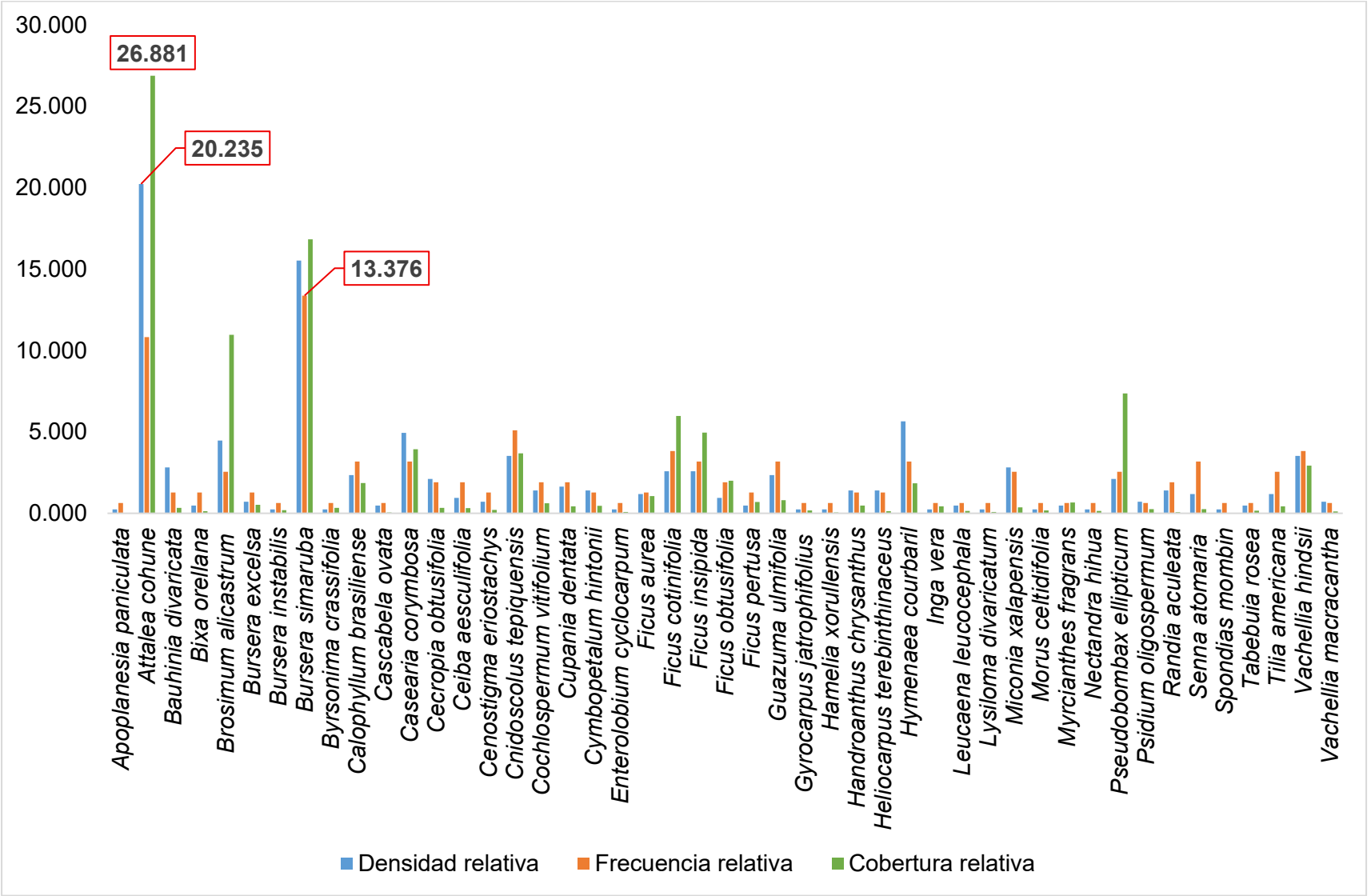
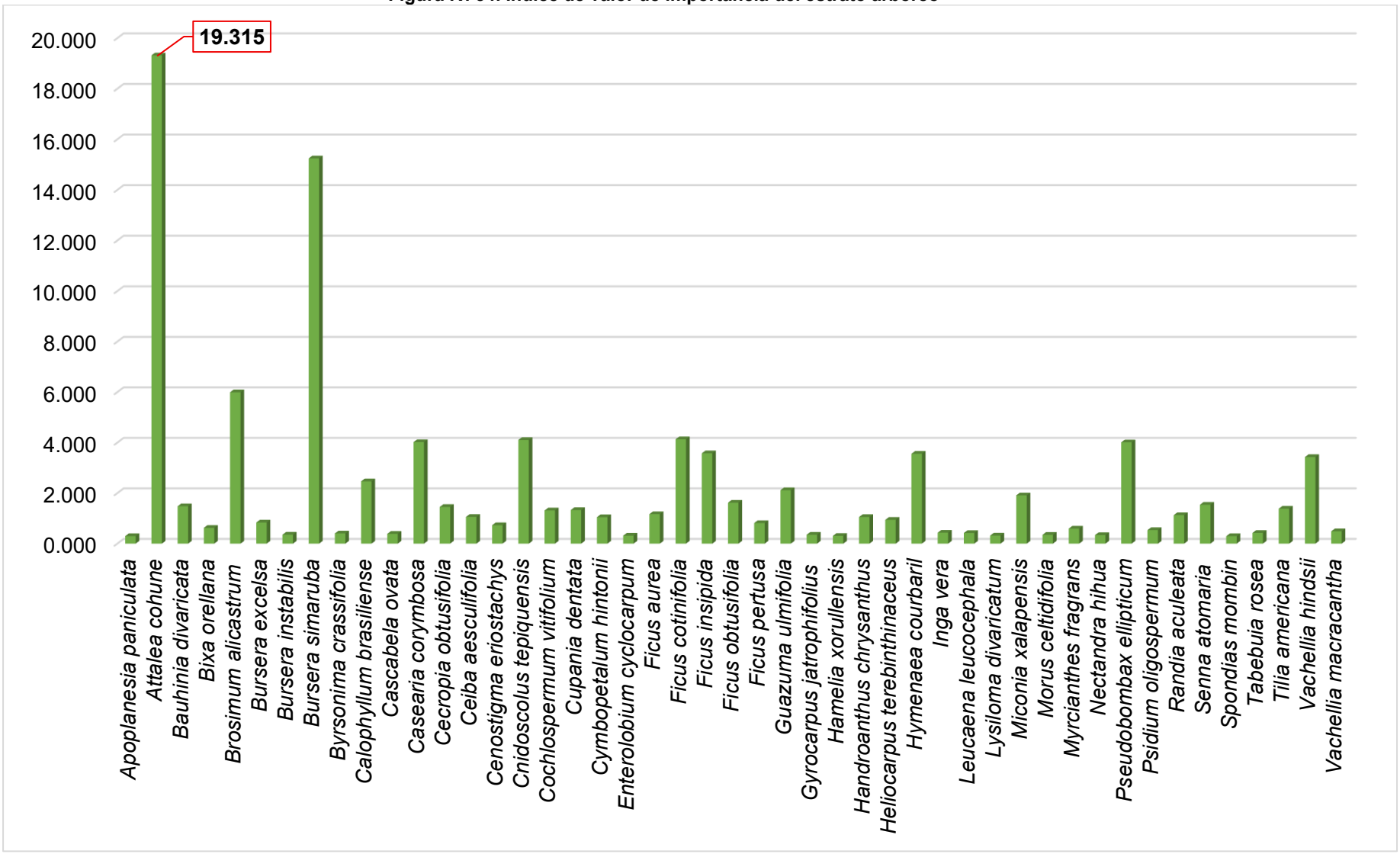


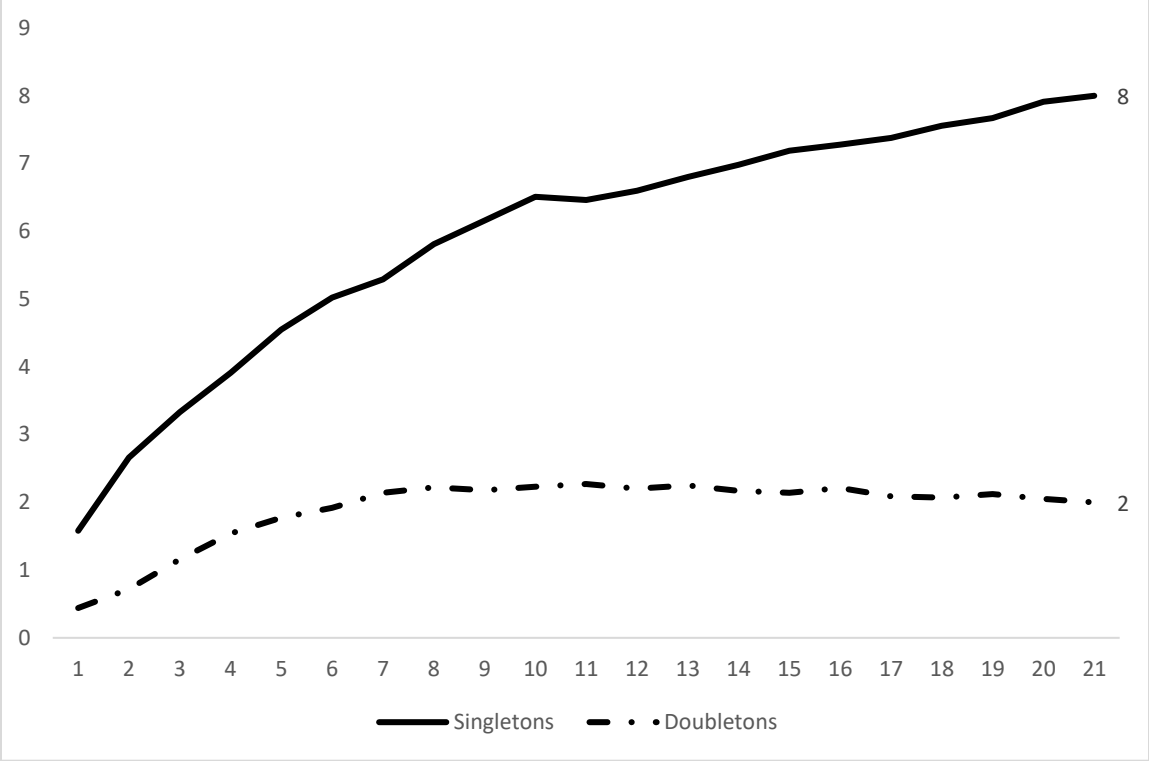
Figura IV. 54. Índice de valor de importancia del estrato arbóreo



Esfuerzo de muestreo estrato arbustivo

Singletons y duobletons. Después de obtener las estimaciones del programa Estimates, se aprecia que, a medida que el muestreo se intensificó, se continuaron registrando especies nuevas (singletons y doubletons), pero también se registraron las mismas especies previamente encontradas. Se concluye que se registró una cantidad moderada de singletons y doubletons. Este resultado es concordante con la naturaleza de la Selva Mediana Subcaducifolia, que concentra la mayor riqueza de especies en el estrato arbóreo. En conjunto, el patrón sugiere una gran diversidad en el Sistema Ambiental Regional y apunta a que la zona se encuentra en un estado conservado.

Figura IV. 55. Grafica de singletones y doubletons presentes en los muestreos del estrato arbustivo



Estimadores no paramétricos. La riqueza acumulada en los 22 muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional para el estrato arbustivo fue de **21 especies** (considerando *Bixa orellana* y *a Lysiloma divaricatum*). Para la simulación con los estimadores no paramétricos se realizaron 1,000 repeticiones. La realización de 1,000 repeticiones para la simulación de los estimadores garantiza que los resultados sean estadísticamente robustos y confiables, reduciendo la influencia del azar en las estimaciones.

Los resultados de los estimadores son consistentes, con ACE prediciendo **27.31** especies, Chao 1 **30.19** especies, Jack 1 **31.48** especies y Bootstrap **25.57** especies. La media de

estas estimaciones, de **27.11** especies, sugiere que el muestreo logró registrar un número relevante de la diversidad del área. Este valor, obtenido de la media de los estimadores, sugiere que la riqueza estimada es ligeramente mayor que la riqueza observada.

Tabla IV. 29. Estrato arbustivo. Valores de estimadores de riqueza (p <0.05)

Estimador	Valor	Representatividad %	R^2	t	% del modelo
Riqueza	21	-	-	-	77%
ACE	27.31	77%	0.96	24.58	
Chao 1	30.19	70%	0.99	53.82	
Jack 1	31.48	67%	0.99	65.58	
Bootstrap	25.57	82%	0.99	131.45	
media	27.11				

Bondad de Ajuste y Representatividad del Modelo

Con los resultados del muestreo se obtuvo una representatividad del **77%** (calculada como la Riqueza observada entre la media de los estimadores), lo que indica que se logró registrar una gran cantidad de especies arbóreas presentes en el Sistema Ambiental Regional.

En particular, todos los estimadores no paramétricos mostraron representatividades altas oscilando **entre 67-82%**. Por otra parte, la Bondad de Ajuste del Modelo para el estimador Bootstrap fue el más representativo, con un Coeficiente de Determinación (R^2) de 0.99, lo que indica que el modelo de regresión es muy preciso para describir la relación entre el esfuerzo de muestreo y la riqueza de especies. Adicionalmente, el valor del estadístico t para la pendiente indica que la relación es estadísticamente significativa. Esto se sustenta con el valor $p < 5$, lo cual confirma que la relación lineal entre la Riqueza y el estimador Bootstrap es altamente significativa y no es producto del azar, sino que existe una dependencia estadísticamente robusta entre estas variables.

Figura IV. 56. Regresión lineal del estimador Bootstrap y la riqueza observada

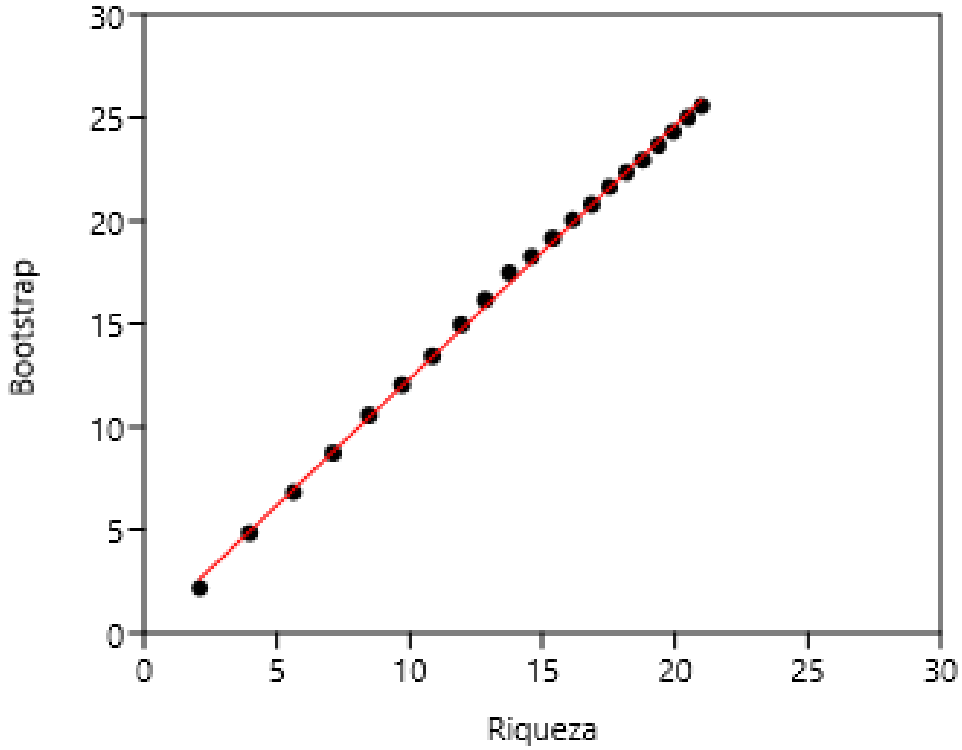
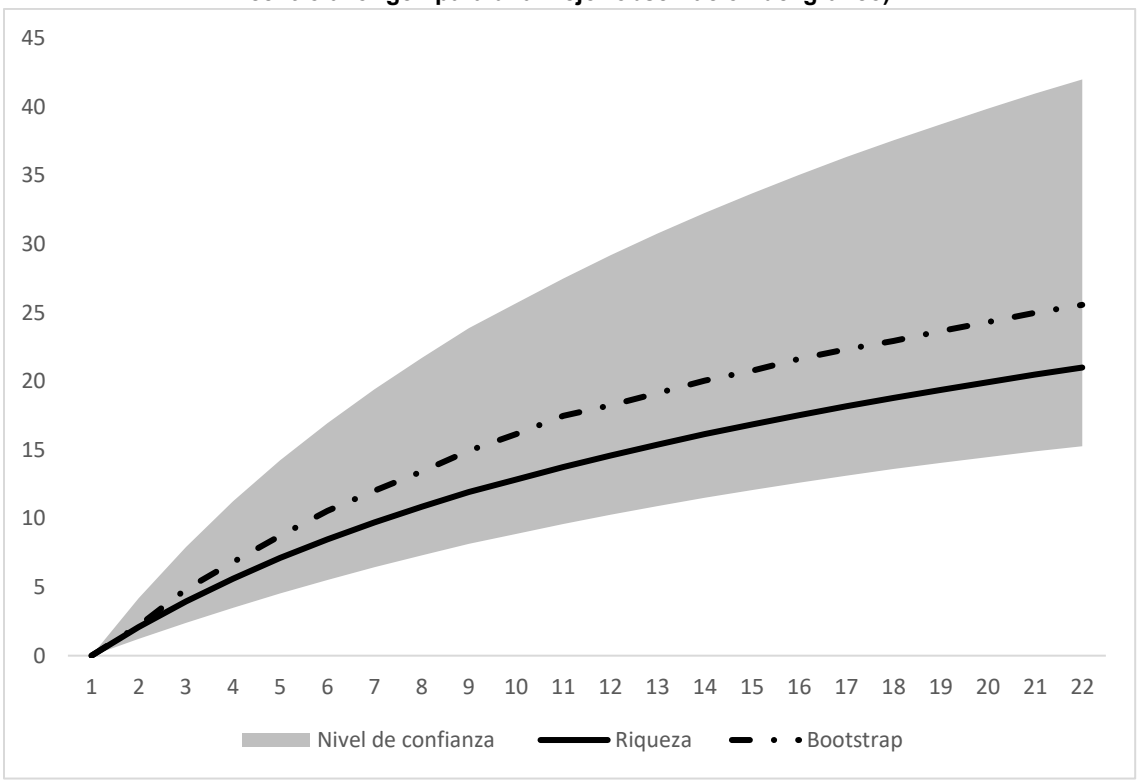


Figura IV. 57. Curva de acumulación de especies junto al estimador no paramétricos Bootstrap (se centró al origen para una mejor observación del gráfico)



Alta Diversidad Biológica Estos resultados indican que los muestreos realizados no alcanzaron la asíntota. Se sugiere que de haberse incrementado el esfuerzo de muestreo (es decir, haber muestreado más áreas o tiempo), la probabilidad de encontrar nuevas especies aumentaría. El muestreo no ha saturado completamente la detección de especies presentes en el sitio. Esto era lo esperado para este estrato en particular, considerando la alta diversidad de la zona y la extensión del sistema ambiental regional. Se estimaba que habría una gran cantidad de especies arbóreas en las serranías y lomeríos.

Números de Hill

Esfuerzo de Muestreo y Cobertura

El muestreo del ensamblaje vegetal, basado en **63 individuos** (**n=63**), muestreados para el Sistema Ambiental Regional demostró una alta efectividad al registrar una **riqueza específica observada** (**Sobs**) de **21especies**. La evaluación de la suficiencia del muestreo, a través de la curva de cobertura, muestra que la **Cobertura Muestral** (**SC**) alcanzó un valor de **0.874** (**87.4%**). Este alto porcentaje de cobertura indica que la probabilidad de encontrar especies adicionales con un mayor esfuerzo de muestreo es baja, sugiriendo que el inventario está muy próximo a la riqueza real del predio.

Tabla IV. 30. Resumen de los Números de Hill

Parámetro	Valor
Número de Individuos (n)	63
Riqueza Observada (S obs.)	21
Cobertura Muestral (SC)	0.874
Singletons (f1)	8
Doubletons (f2)	2

Análisis de la Saturación

La curva presenta una rápida pendiente inicial, lo que refleja un alto rendimiento de la muestra en las fases tempranas del muestreo (aproximadamente hasta los **50 individuos**), donde cada unidad de esfuerzo capturó numerosas especies nuevas. Sin embargo, a partir de ese punto, y especialmente en el punto de observación n=63, la curva de rarefacción se estabiliza y su pendiente tiende a ser asintótica.

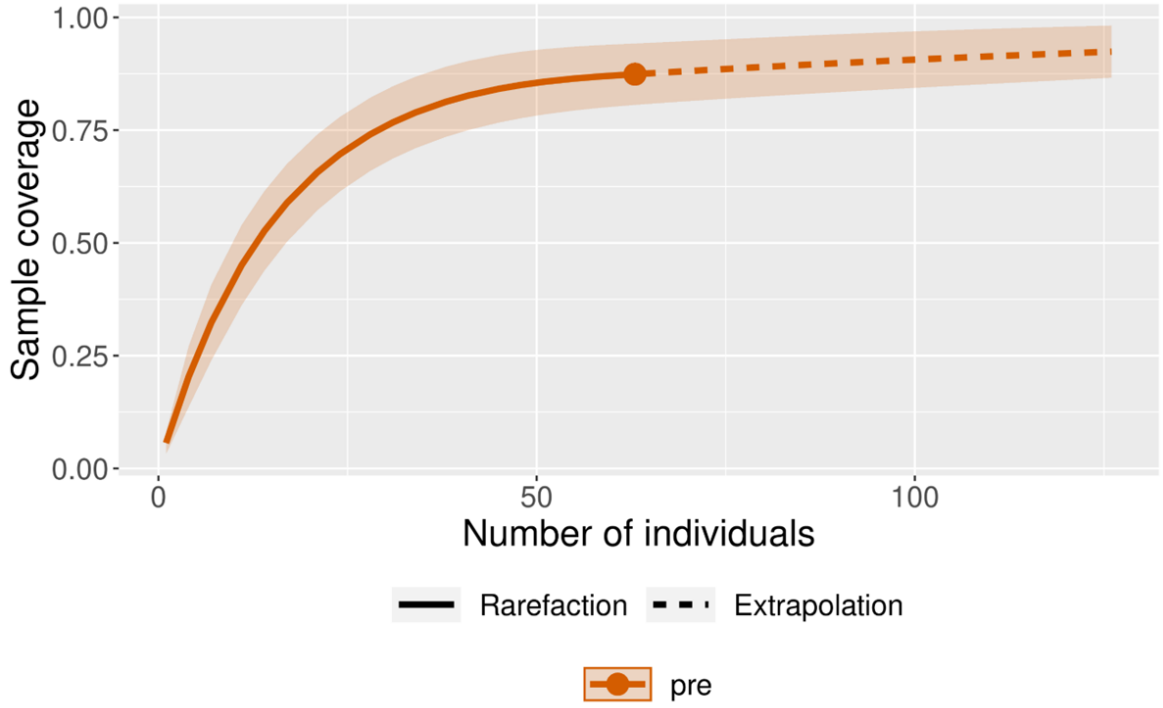
Esta tendencia horizontal, confirmada por una Cobertura Muestral de 87.4%, es la evidencia más sólida de que el esfuerzo de muestreo alcanzó la saturación. La comunidad vegetal

fue inventariada bajo las condiciones del estudio, y la tasa de descubrimiento de nuevas especies se ha reducido al mínimo

Implicación de la Extrapolación

La proyección de la curva (extrapolación) refuerza esta conclusión. Modelos que predicen un incremento en el esfuerzo de muestreo (por ejemplo, hasta 75 individuos indican que solo se obtendría un aumento marginal y no significativo en la cobertura muestral. En términos de eficiencia de recursos, el costo de esfuerzo adicional superaría el beneficio biológico, ya que la diversidad restante no muestreada corresponde casi exclusivamente a especies raras o transitorias. Por lo tanto, la curva demuestra que el inventario de 21 especies es un valor representativo de la riqueza real del ensamblaje "Sistema Ambiental Regional", y el muestreo puede considerarse suficiente.

Figura IV. 58. Curva de Cobertura Muestral del Ensamblaje Vegetal



Análisis de diversidad - Estrato arbustivo

Riqueza, diversidad y equidad de especies. Derivado de los 22 muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional, para el estrato arbustivo se registró una riqueza de 21 especies y un total de 63 individuos *Piper aduncum, Miconia crenata* y *Croton suberosus* registraron mayor abundancia proporcional. El índice H' refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia

relativa. El valor del índice de Shannon (H') fue de **1.221**, lo que representa una diversidad moderada en el estrato arbustivo.

Por otra parte, para el índice de Pieleou (J') el resultado fue de **0.923**. Con base en ello, y debido a que los valores de este índice van de 0 a 1, se infiere que la equitatividad de la abundancia de sus especies alta.

Tabla IV. 31. Abundancia, riqueza (S), diversidad de Shannon (H') y equidad de Pielou (j') para el estrato arbustivo

Especie	Individuos	pi	Shannon (H')	Riqueza (S)	Pielou (J')
Aphelandra madrensis	1	0.0159	0.0286	21	0.923
Ayenia aculeata	4	0.0635	0.0760		
Bixa orellana	1	0.0159	0.0286		
Bromelia karatas	2	0.0317	0.0476		
Bromelia pinguin	4	0.0635	0.0760		
Caesalpinia pulcherrima	1	0.0159	0.0286		
Calliandra houstoniana var. *anomala*	4	0.0635	0.0760		
Chamaedorea pochutlensis	1	0.0159	0.0286		
Comocladia engleriana	4	0.0635	0.0760		
Croton suberosus	6	0.0952	0.0973		
Cryosophila nana	2	0.0317	0.0476		
Hamelia xorullensis	1	0.0159	0.0286		
Inga laurina	1	0.0159	0.0286		
Lysiloma divaricatum	1	0.0159	0.0286		
Miconia chamissois	4	0.0635	0.0760		
Miconia crenata	6	0.0952	0.0973		
Piper aduncum	9	0.1429	0.1207		
Piper michelianum	3	0.0476	0.0630		
Randia malacocarpa	1	0.0159	0.0286		
Rhipidocladum racemiflorum	4	0.0635	0.0760		
Trema micranthum	3	0.0476	0.0630		
Total	63		1.221		

Densidad, frecuencia y dominancia relativa

Densidad relativa. La especie con mayor proporción de en la densidad relativa de este estrato fue *Piper aduncum*, la cual representa el **14.286%** de la densidad total de las especies muestreadas. Las siguientes especies en importancia son *Miconia crenata* y *Croton suberosus*, cada una registrando un **9.524%**. En conjunto, estas tres especies representan aproximadamente el **33.33%** de la densidad total. El resto de las especies (18 restantes) representan el **66.67%**, de la densidad total, y de forma individual, ninguna

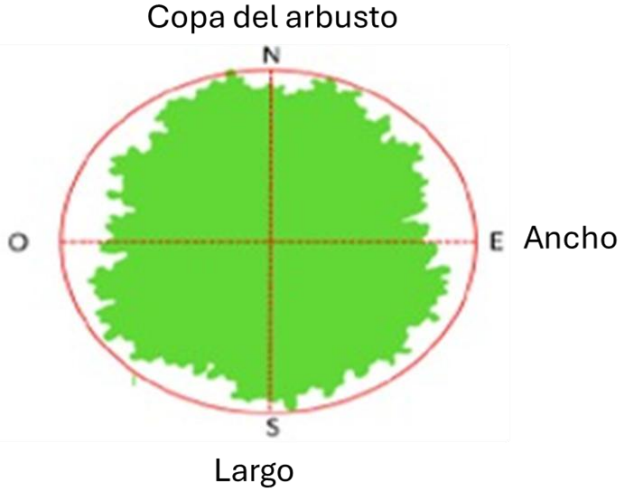
supera el **6.3%**. Esta distribución de abundancias es uniforme y consistente con el índice de Pielou, lo que confirma que este estrato presenta una alta equitatividad.

Frecuencia relativa. *Piper auritum* y *Miconia crenata* fueron las especies que se reportaron en la mayoría de los muestreos y derivado del análisis se muestra que cada especie tiene la misma proporción teniendo un **13.25%** respectivamente. La siguiente especie más frecuente fue *Croton suberosus* representando el **9.091%**. El resto de las especies de manera individual no supera el **6.8%** de las ocurrencias.

Cobertura relativa. *Piper aduncum* es la especie más relevante en este apartado teniendo un **27.188%** de la cobertura total de las especies muestreadas, la siguiente especie fue *Comocladia engleriana*, con el **13.71%** de la cobertura total, finalmente *Calliandra houstoniana* var. *anomala* representa el **11.089%**. Estas especies representan en conjunto el 51.348% de la cobertura. El resto de las especies de manera individual no supera el 7.4%.

La predominancia de las especies conforme a la cobertura relativa responde a las características morfológicas de las propias especies. Por ejemplo, durante los muestreos se registró que la especie *Piper aduncum* presenta envergaduras de mayor proporción en comparación con las otras especies. Si bien se pueden encontrar individuos que van desde los 0.4 m de largo por 0.3 m de ancho. No obstante, en su mayoría se encuentran entre 0.8 m de largo por 1.8 m de ancho, llegando algunos individuos hasta los 4 m de ancho por 4 m de largo. Es importante señalar que estos son datos derivados del muestreo y, por lo tanto, las dimensiones reales de la especie pueden ser aún mayores, alcanzando un ancho de hasta 4.5 m.

Figura IV. 59. Diagrama del largo y ancho de los arbustos



Índice de valor de importancia

Piper auritum presentó el valor de importancia más alto, con una proporción de 18.37%. Siguió *Miconia crenata* con 9.35% y finalmente, *Calliandra houstoniana* var. *anomala* con 8.086%. El resto de las especies de manera individual en este estrato presentó valores menores a 8%. Para hacer énfasis en los resultados anteriores, es importante volver a destacar que estos resultados son debido a que, las especies tienen abundancias equitativas, este resultado es dado por el el índice de Pieleou.

Tabla IV. 32. Tabla de Valores de Importancia de Especies Arbustivas

Especie	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Cobertura relativa	IVI
Aphelandra madrensis	1.587	2.273	0.308	1.389
Ayenia aculeata	6.349	4.545	1.687	4.194
Bixa orellana	1.587	2.273	0.381	1.414
Bromelia karatas	3.175	4.545	2.218	3.313
Bromelia pinguin	6.349	6.818	2.661	5.276
Caesalpinia pulcherrima	1.587	2.273	2.164	2.008
Calliandra houstoniana var. anomala	6.349	6.818	11.089	8.086
Chamaedorea pochutlensis	1.587	2.273	3.785	2.548
Comocladia engleriana	6.349	4.545	13.071	7.988
Croton suberosus	9.524	9.091	1.728	6.781
Cryosophila nana	3.175	2.273	7.415	4.287
Hamelia xorullensis	1.587	2.273	4.359	2.740
Inga laurina	1.587	2.273	0.901	1.587
Lysiloma divaricatum	1.587	2.273	0.272	1.377
Miconia chamissois	6.349	6.818	4.583	5.917
Miconia crenata	9.524	13.636	4.890	9.350
Piper aduncum	14.286	13.636	27.188	18.370
Piper michelianum	4.762	2.273	0.677	2.571
Randia malacocarpa	1.587	2.273	0.182	1.347
Rhipidocladum racemiflorum	6.349	2.273	7.282	5.301
Trema micranthum	4.762	4.545	3.159	4.155
Total	100	100	100	100

Figura IV. 60. Densidad, frecuencia y cobertura relativa del estrato arbustivo

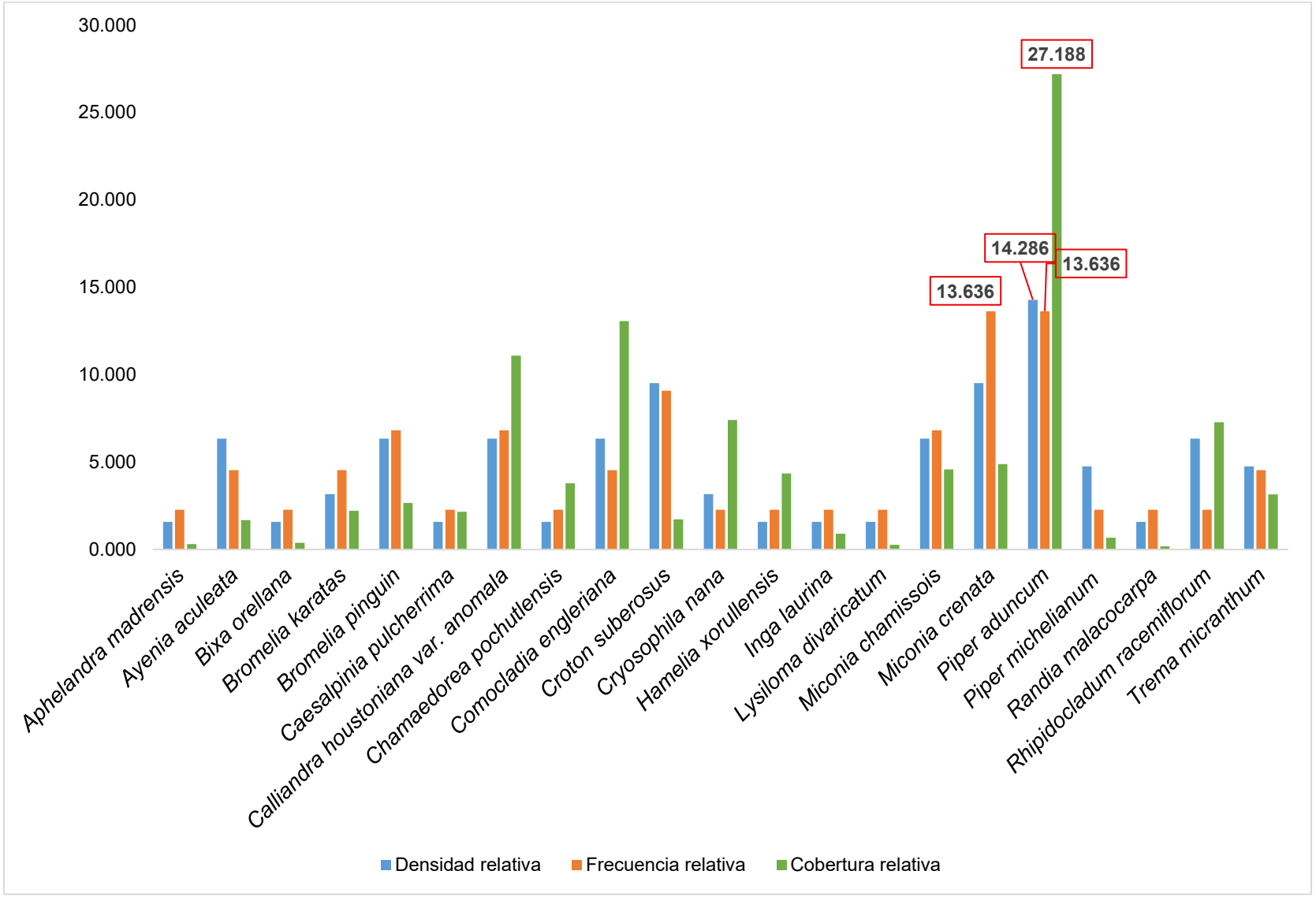
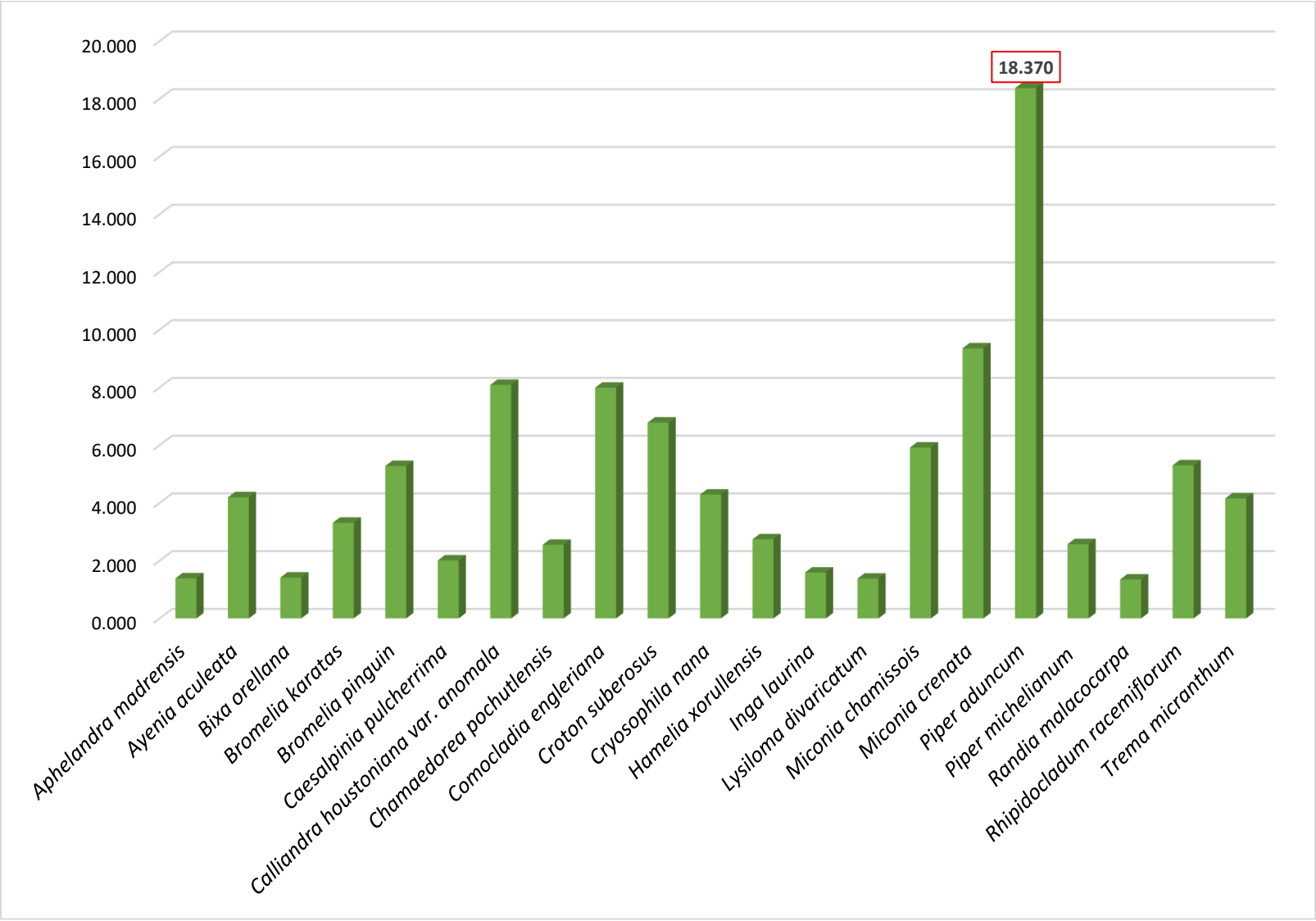


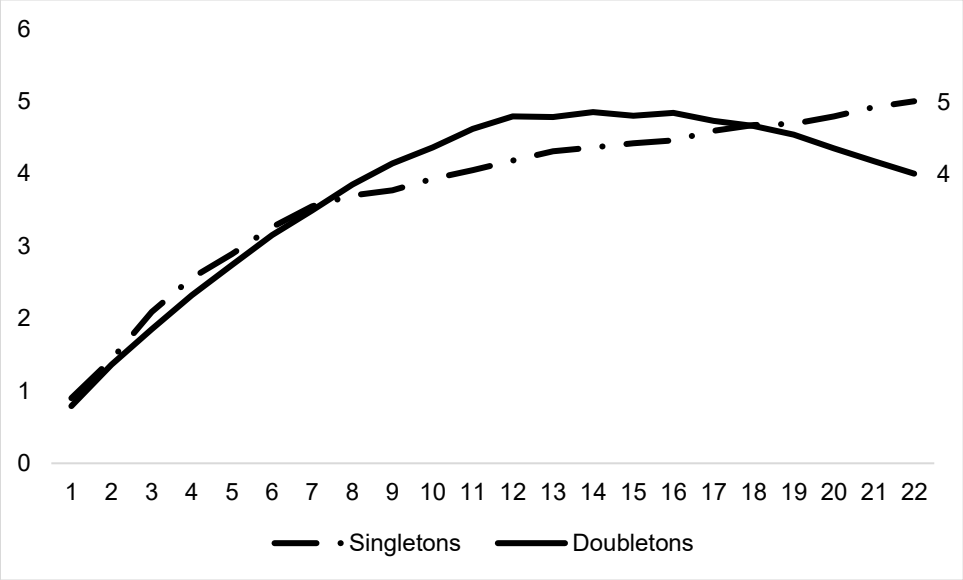
Figura IV. 61. Índice de valor de importancia del estrato arbustivo



Esfuerzo de muestreo estrato herbáceo

Singletons y duobletons. Después de obtener las estimaciones del programa Estimates, se aprecia que, a medida que el muestreo se intensificó, se continuaron registrando especies nuevas (singletons y doubletons), pero también se registraron las mismas especies previamente encontradas. Se concluye que se registró una cantidad moderada de singletons y doubletons. En conjunto, el patrón sugiere una gran diversidad en el Sistema Ambiental Regional y apunta a que la zona se encuentra en un estado conservado.

Figura IV. 62. Grafica de singletones y doubletons presentes en los muestreos del estrato herbáceo



Estimadores no paramétricos. La riqueza acumulada en los 22 muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional para el estrato herbáceo fue de **29 especies**. Para la simulación con los estimadores no paramétricos se realizaron 1,000 repeticiones. La realización de 1,000 repeticiones para la simulación de los estimadores garantiza que los resultados sean estadísticamente robustos y confiables, reduciendo la influencia del azar en las estimaciones.

Los resultados de los estimadores son consistentes, con ACE prediciendo **30.73** especies, Chao 1 **32.11** especies, Jack 1 **45.23** especies y Bootstrap **36.06** especies. La media de estas estimaciones, de **34.63** especies, sugiere que el muestreo logró registrar un número relevante de la diversidad del área. Este valor, obtenido de la media de los estimadores, sugiere que la riqueza estimada es mayor que la riqueza observada.

Tabla IV. 33. Estrato herbáceo. Valores de estimadores de riqueza (p <0.05)

Estimador	Valor	Representatividad %	R^2	t	% del modelo
Riqueza	29	-	-	-	84%
ACE	30.73	94%	0.99	97.74	
Chao 1	32.11	90%	0.99	109.33	
Jack 1	45.23	64%	0.99	72.91	
Bootstrap	36.06	80%	0.99	162.1	
Media	34.63				

Bondad de Ajuste y Representatividad del Modelo

Con los resultados del muestreo se obtuvo una representatividad del **65%** (calculada como la Riqueza observada entre la media de los estimadores), lo que indica que se logró registrar una cantidad moderada de especies herbáceas presentes en el Sistema Ambiental Regional.

En particular, todos los estimadores no paramétricos mostraron representatividades altas oscilando **entre 64-94%**. Por otra parte, la Bondad de Ajuste del Modelo para el estimador Bootstrap fue el más representativo, con un Coeficiente de Determinación (R^2) de 0.99, lo que indica que el modelo de regresión es muy preciso para describir la relación entre el esfuerzo de muestreo y la riqueza de especies. Adicionalmente, el valor del estadístico t para la pendiente indica que la relación es estadísticamente significativa. Esto se sustenta con el valor p < 5, lo cual confirma que la relación lineal entre la Riqueza y el estimador ACE es altamente significativa y no es producto del azar, sino que existe una dependencia estadísticamente robusta entre estas variables.

Figura IV. 63. Regresión lineal del estimador ACE y la riqueza observada

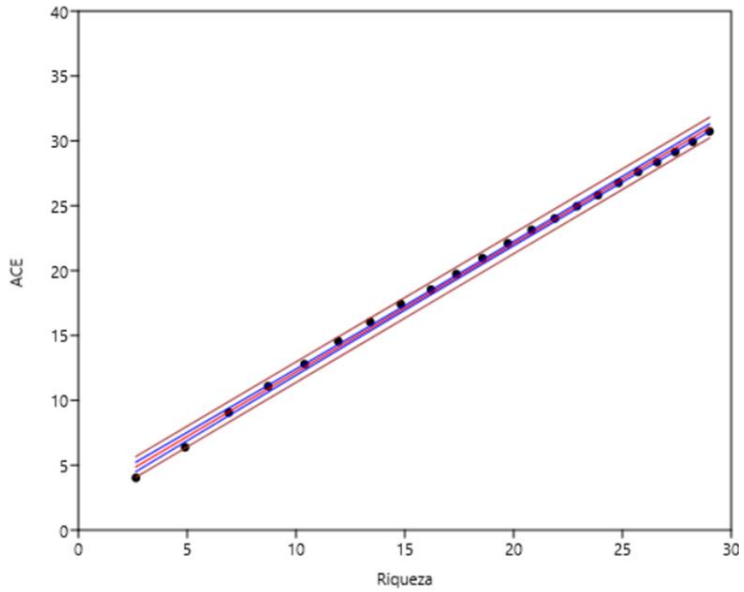
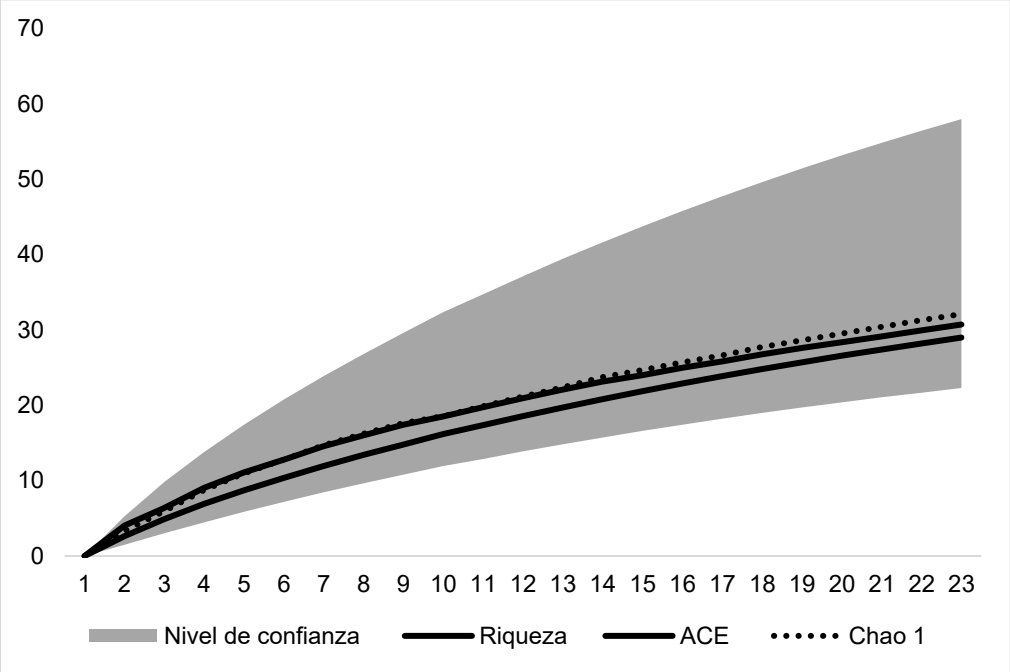


Figura IV. 64. Curva de acumulación de especies junto al estimador no paramétricos ACE y Chao 1 (se centró al origen para una mejor observación del gráfico)



Alta Diversidad Biológica Estos resultados indican que los muestreos realizados no alcanzaron la asíntota. Se sugiere que de haberse incrementado el esfuerzo de muestreo (es decir, haber muestreado más áreas o tiempo), la probabilidad de encontrar nuevas especies aumentaría. El muestreo no ha saturado completamente la detección de especies presentes en el sitio. Esto era lo esperado para este estrato en particular, considerando la alta diversidad de la zona y la extensión del sistema ambiental regional. Se estimaba que habría una gran cantidad de especies arbóreas en las serranías y lomeríos.

Números de Hill

Esfuerzo de Muestreo y Cobertura

El muestreo del ensamblaje vegetal, basado en **171 individuos** (**n=171**), muestreados para el Sistema Ambiental Regional demostró una alta efectividad al registrar una **riqueza específica observada** (**Sobs**) de **29 especies**. La evaluación de la suficiencia del muestreo, a través de la curva de cobertura, muestra que la **Cobertura Muestral** (**SC**) alcanzó un valor de **0.97** (**97%**). Este alto porcentaje de cobertura indica que la probabilidad de encontrar especies adicionales con un mayor esfuerzo de muestreo es baja, sugiriendo que el inventario está muy próximo a la riqueza real del predio.

Tabla IV. 34. Resumen de los Números de Hill

Parámetro	Valor
Número de Individuos (n)	171
Riqueza Observada (S obs.)	29
Cobertura Muestral (SC)	0.97
Singletons (f1)	5
Doubletons (f2)	4

Análisis de la Saturación

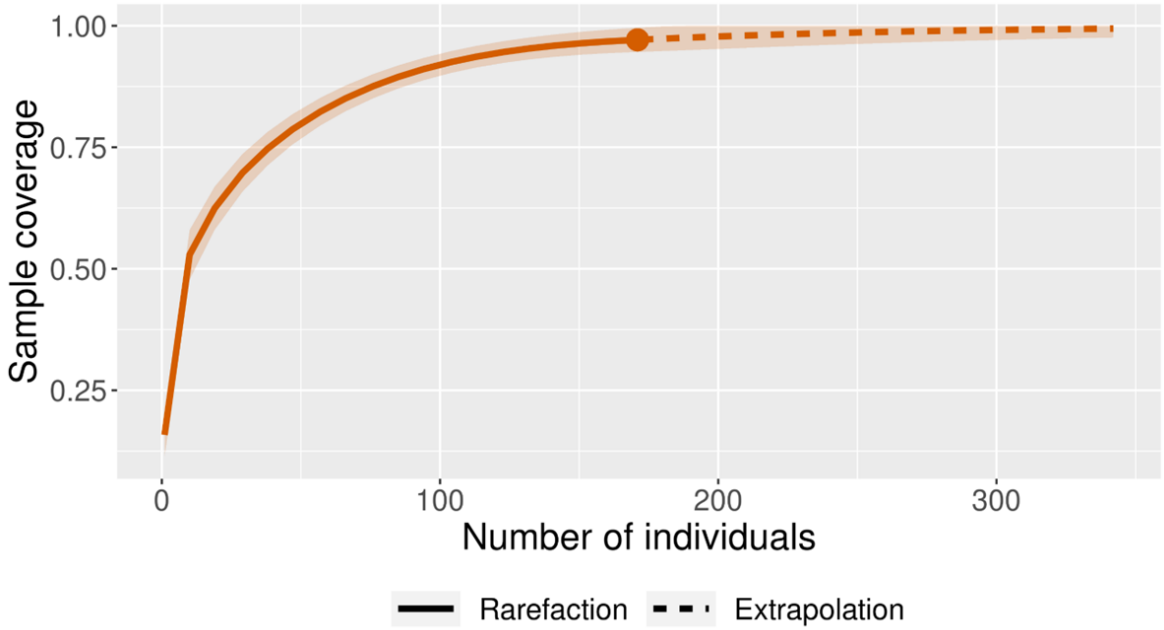
La curva presenta una rápida pendiente inicial, lo que refleja un alto rendimiento de la muestra en las fases tempranas del muestreo (aproximadamente hasta los **150 individuos**), donde cada unidad de esfuerzo capturó numerosas especies nuevas. Sin embargo, a partir de ese punto, y especialmente en el punto de observación n=171, la curva de rarefacción se estabiliza y su pendiente tiende a ser asintótica.

Esta tendencia horizontal, confirmada por una Cobertura Muestral de 97%, es la evidencia más sólida de que el esfuerzo de muestreo alcanzó la saturación. La comunidad vegetal fue inventariada bajo las condiciones del estudio, y la tasa de descubrimiento de nuevas especies se ha reducido al mínimo

Implicación de la Extrapolación

La proyección de la curva (extrapolación) refuerza esta conclusión. Modelos que predicen un incremento en el esfuerzo de muestreo (por ejemplo, hasta 200 individuos indican que solo se obtendría un aumento marginal y no significativo en la cobertura muestral. En términos de eficiencia de recursos, el costo de esfuerzo adicional superaría el beneficio biológico, ya que la diversidad restante no muestreada corresponde casi exclusivamente a especies raras o transitorias. Por lo tanto, la curva demuestra que el inventario de 29 especies es un valor representativo de la riqueza real del ensamblaje “Sistema Ambiental Regional”, y el muestreo puede considerarse suficiente.

Figura IV. 65. Curva de Cobertura Muestral del Ensamblaje Vegetal



Análisis de diversidad - Estrato herbáceo

Riqueza, diversidad y equidad de especies. Derivado de los 22 muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional, para el estrato herbáceo se registró una riqueza de 29 especies y un total de 171 individuos. *Lasiacis divaricata* y *Adiantum concinnum* registraron mayor abundancia proporcional. El índice H' refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. El valor del índice de Shannon (H') fue de 1.10, lo que representa una diversidad moderada en el estrato arbustivo.

Por otra parte, para el índice de Pieleou (J') el resultado fue de 0.749. Con base en ello, y debido a que los valores de este índice van de 0 a 1, se infiere que la equitatividad de la abundancia de sus especies mediana.

Tabla IV. 35. Abundancia, riqueza (S), diversidad de Shannon (H') y equidad de Pielou (j') para el estrato herbáceo

Especie	Individuos	pi	Shannon (H')	Riqueza (S)	Pielou (J')
Achimenes longiflora	3	0.0175	0.0308	29	0.749
Adiantum amplum	4	0.0234	0.0382		
Adiantum concinnum	16	0.0936	0.0963		
Antigonon leptopus	2	0.0117	0.0226		
Aristolochia carterae	3	0.0175	0.0308		
Aristolochia taliscana	1	0.0058	0.0131		
Begonia plebeja	4	0.0234	0.0382		
Bouvardia ternifolia	1	0.0058	0.0131		

Especie	Individuos	pi	Shannon (H')	Riqueza (S)	Pielou (J')
Cnidoscolus spinosus	2	0.0117	0.0226		
Commelina erecta	5	0.0292	0.0449		
Commelina obliqua	2	0.0117	0.0226		
Cosmos sulphureus	4	0.0234	0.0382		
Drymonia serrulata	1	0.0058	0.0131		
Dyschoriste hirsutissima	4	0.0234	0.0382		
Elytraria imbricata	1	0.0058	0.0131		
Entada polystachya	2	0.0117	0.0226		
Grona adscendens	3	0.0175	0.0308		
Henrya insularis	11	0.0643	0.0767		
Ipomoea bracteata	5	0.0292	0.0449		
Lasiacis divaricata	64	0.3743	0.1597		
Mimosa diplotricha	3	0.0175	0.0308		
Olyra latifolia	1	0.0058	0.0131		
Oplismenus burmanni	5	0.0292	0.0449		
Ruellia simplex	4	0.0234	0.0382		
Salpianthus arenarius	3	0.0175	0.0308		
Selaginella pallescens	4	0.0234	0.0382		
Serjania emarginata	4	0.0234	0.0382		
Spermacoce verticillata	6	0.0351	0.0510		
Xanthosoma robustum	3	0.0175	0.0308		
Total	171	-	1.10		

Densidad, frecuencia y dominancia relativa

Densidad relativa. La especie con mayor proporción de en la densidad relativa de este estrato fue *Lasiacis divaricata* representando el **37.427%** de las especies muestreadas, la siguiente especie en importancia es *Adiantum concinnum*, registrando **9.357%**. Estas dos especies representan el **46.784%** de la densidad total. El resto de las especies representan el **53.216%** de la densidad total.

Frecuencia relativa. *Lasiacis divaricata* es la especie con mayor número de registros durante los muestreos, encontrándose en la mayoría de estos y derivado del análisis se muestra que obtuvo una proporción del **17.241%** de la frecuencia total de las especies muestreadas. *Adiantum concinnum*, le siguen en importancia, con un **12.069%** de las ocurrencias. El resto de las especies de manera individual no supera el **6.8%** de las ocurrencias.

Cobertura relativa. *Lasiacis divaricata* es la especie más relevante en este apartado teniendo un **24.481%** de la cobertura total de las especies muestreadas, la siguiente

especie fue *Adiantum concinnum*, con el **16.464%** de la cobertura total. Estas especies representan en conjunto el **40.945%** de la cobertura.

Índice de valor de importancia

Lasiacis divaricata presentó el valor de importancia más alto, con una proporción de 26.383%. Siguió *Adiantum concinnum* con 12.63%. El resto de las especies de manera individual en este estrato presentó valores menores a 5% del valor de importancia.

Tabla IV. 36. Tabla de Valores de Importancia de Especies Herbáceas

Especie	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Cobertura relativa	IVI
Achimenes longiflora	1.754	1.724	0.358	1.279
Adiantum amplum	2.339	5.172	2.863	3.458
Adiantum concinnum	9.357	12.069	16.464	12.63
Antigonon leptopus	1.170	1.724	0.716	1.203
Aristolochia carterae	1.754	1.724	1.074	1.517
Aristolochia taliscana	0.585	1.724	2.147	1.485
Begonia plebeja	2.339	3.448	0.716	2.168
Bouvardia ternifolia	0.585	1.724	1.074	1.128
Cnidoscolus spinosus	1.170	3.448	2.505	2.374
Commelina erecta	2.924	1.724	1.432	2.027
Commelina obliqua	1.170	1.724	0.358	1.084
Cosmos sulphureus	2.339	1.724	0.716	1.593
Drymonia serrulata	0.585	1.724	0.358	0.889
Dyschoriste hirsutissima	2.339	1.724	1.074	1.712
Elytraria imbricata	0.585	1.724	0.358	0.889
Entada polystachya	1.170	1.724	0.716	1.203
Grona adscendens	1.754	1.724	3.579	2.353
Henrya insularis	6.433	3.448	2.863	4.248
Ipomoea bracteata	2.924	3.448	2.147	2.84
Lasiacis divaricata	37.427	17.241	24.481	26.383
Mimosa diplotricha	1.754	1.724	4.295	2.591
Olyra latifolia	0.585	1.724	0.358	0.889
Oplismenus burmanni	2.924	3.448	3.579	3.317
Ruellia simplex	2.339	3.448	1.790	2.526
Salpianthus arenarius	1.754	1.724	2.147	1.875
Selaginella pallescens	2.339	5.172	4.653	4.055
Serjania emarginata	2.339	6.897	6.084	5.107
Spermacoce verticillata	3.509	1.724	2.147	2.460
Xanthosoma robustum	1.754	3.448	8.948	4.717
Total	100	100	100	100

Figura IV. 66. Densidad, frecuencia y cobertura relativa del estrato herbáceo

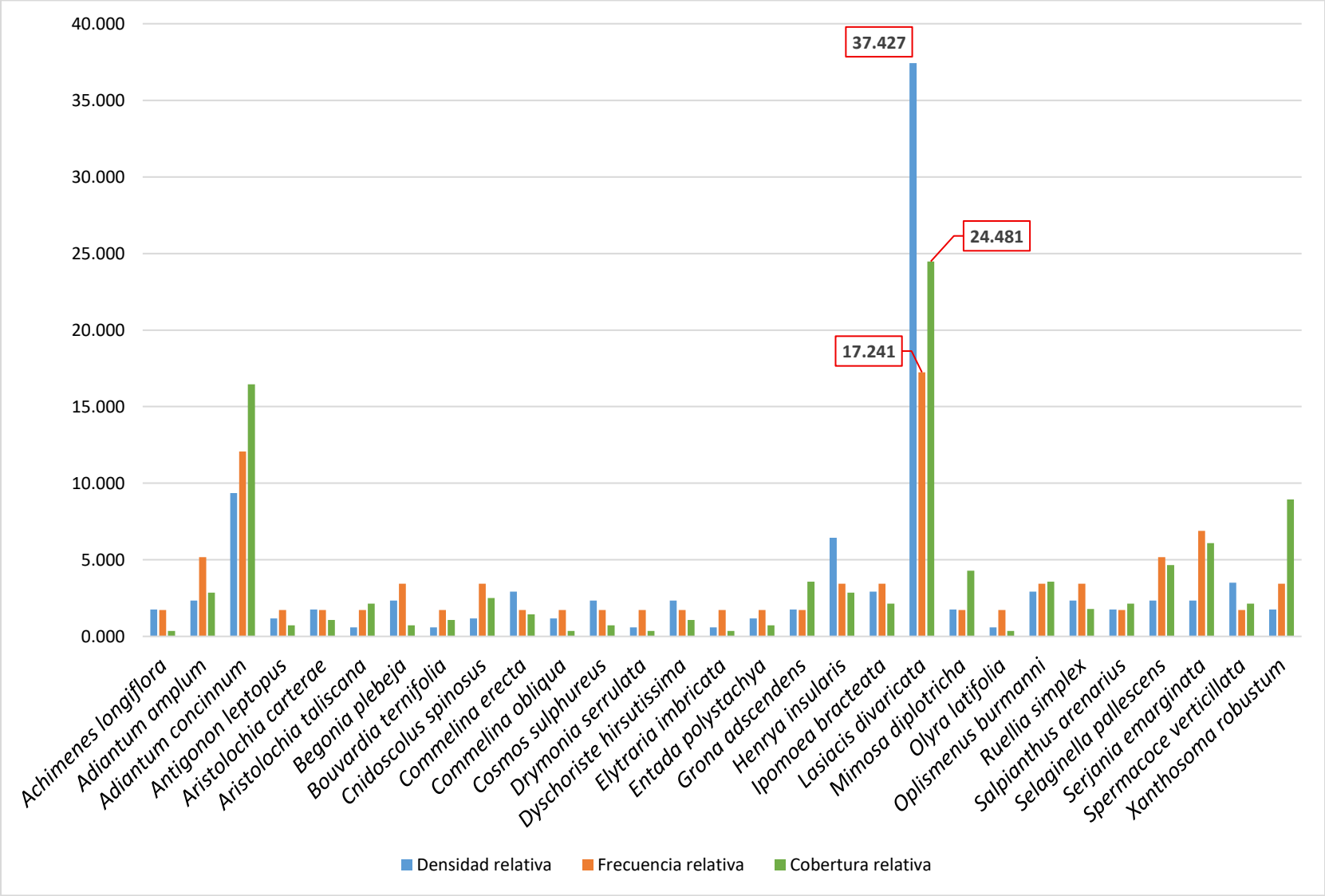
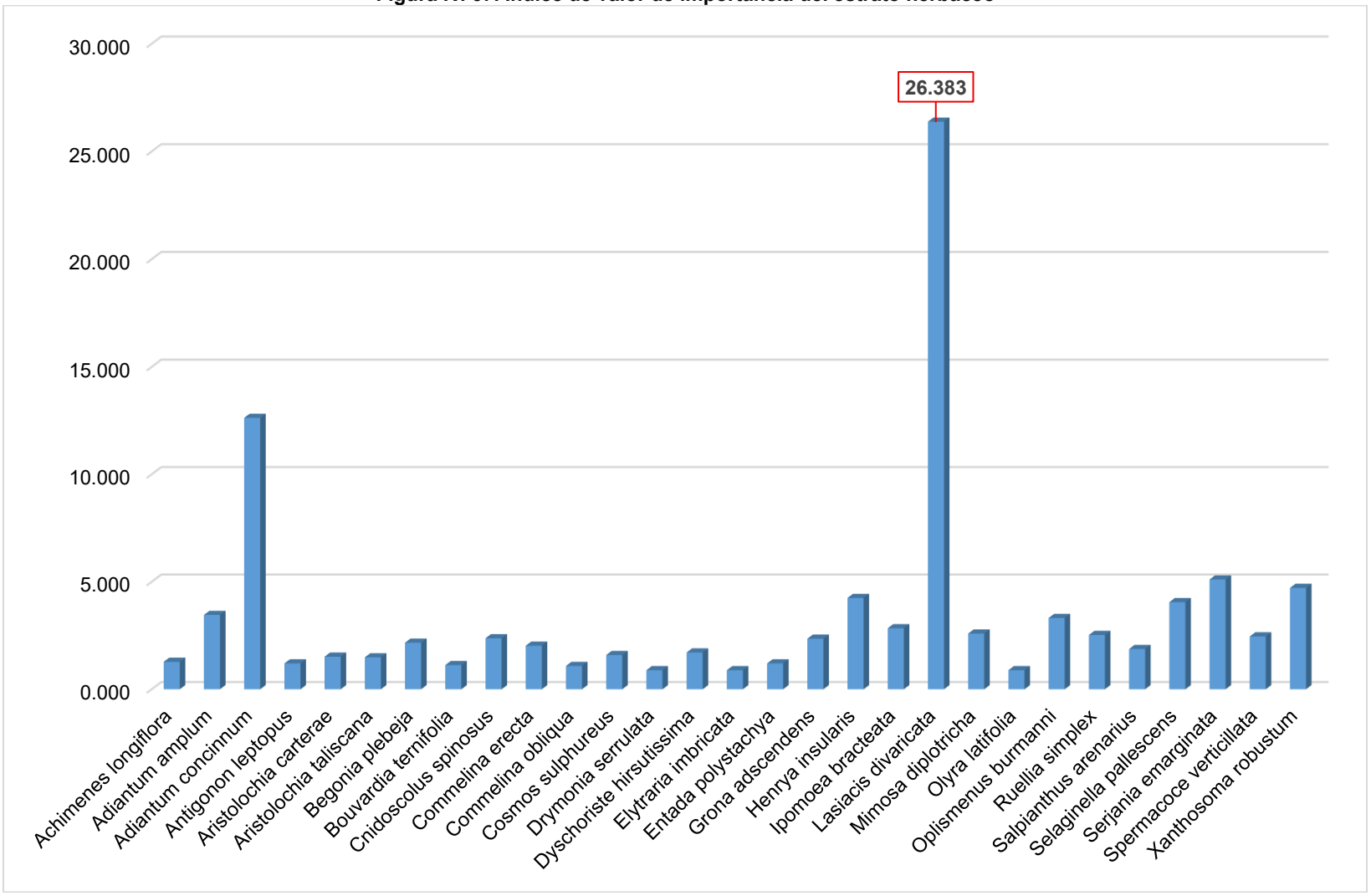


Figura IV. 67. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo



Especies más representativas del Sistema Ambiental Regional. Se identificaron claramente tres especies dominantes en el Sistema Ambiental Regional. Cada una de ellas dándole estructura a los estratos muestreados; arbóreo, arbustivo y herbáceo.

Figura IV. 68. Especies dominantes en el Sistema Ambiental Regional



En el estrato arbóreo ***Attalea cohune***, es la especie dominante, de los 22 muestreos que se realizaron se encontraron en 17 de ellos, además se contabilizaron 86 individuos, pertenecientes a esta especie. Es importante mencionar que esta especie se encuentra en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, en la categoría de **Sujeta a protección especial** (**Pr**): *Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas*. Su distribución es amplia, pero su inclusión en la norma mexicana se debe a diversos motivos, como se muestran a continuación;

- **Deforestación y cambio de uso de suelo**: La conversión de bosques y selvas tropicales (su hábitat natural) en áreas para la agricultura y ganadería ha mermado significativamente sus poblaciones.
- **Consumo de plántulas**: En las zonas donde se ha transformado el uso del suelo, el ganado consume las plántulas jóvenes que germinan de los frutos caídos, impidiendo su crecimiento y regeneración natural.
- **Fragmentación del hábitat**: La alteración de su entorno natural conduce a poblaciones aisladas y más vulnerables.
- **Uso humano y enfermedades**: Aunque es una especie con diversos usos (comestible, construcción), la explotación no regulada y la vulnerabilidad a ciertas enfermedades de las palmas también pueden ser factores de riesgo.

Figura IV. 69. Distribución de *Attalea cohune*



En el estrato arbustivo ***Piper auritum***, es la especie dominante, de los 22 muestreos que se realizaron se encontraron en 6 de ellos, se contabilizaron 9 individuos. Esta especie no se encuentra en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, ya que sus poblaciones son estables en la actualidad. Su distribución natural se extiende por todo el territorio mexicano. Fuera de México puede encontrarse en Belice, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guayana Francesa, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Surinam y Venezuela. Esta especie es cultivada de manera ornamental y se emplea en los jardines en zonas calidad de Estados Unidos de América.

Figura IV. 70. Distribución de *Piper auritum*



En el estrato herbáceo ***Lasiacis divaricata***, es la especie dominante, de los 22 muestreos que se realizaron se encontraron en 10 de ellos, se contabilizaron 64 individuos. Esta especie no se encuentra en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, ya que sus poblaciones son estables en la actualidad y esta especie (también la familia Poaceae), son muy resilientes a la degradación de su hábitat. Fuera de México puede encontrarse en; Argentina Bahamas, Belice, Bolivia, Brasil, Islas Caimán, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos de América, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, Islas de Sotavento, Antillas Neerlandesas, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Puerto Rico, Suroeste del Caribe, Trinidad y Tobago, Islas Turcas y Caicos, Venezuela, Antillas Venezolanas y las Islas de Barlovento.

Figura IV. 71. Distribución de *Lasiacis divaricata*



IV.2.3.1.3. Vegetación del área del proyecto

Uso de suelo y vegetación del área del proyecto de acuerdo con INEGI

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) ha analizado los usos de suelo y vegetación del país y las ha representado en mapas de distintas escalas, desde los años 80's iniciaron con la Serie I, la cual está basada en criterios fisionómicos, florísticos, fenológicos y del estado de conservación del uso de suelo. De acuerdo con la información del conjunto de datos vectoriales de la carta de uso de suelo y vegetación, escala 1:50, 000, Serie I del INEGI (1975), el tipo de vegetación del sitio del proyecto era "***Vegetación halófita***". Esta clasificación coincide con la geología del área del proyecto ya que en esta

área se encuentra un suelo tipo aluvial y es respaldada con la edafología, ya que en toda la zona se encuentra el tipo de suelo ***solochak gleyico-sodica***.

Uso de suelo y vegetación actual del área del proyecto

Trabajo de gabinete. Se compararon las propuestas del INEGI y la CONAFOR en el Inventario Nacional Forestal (INFyS 2020), con el propósito de determinar el tipo de vegetación presente en el proyecto. En paralelo, se consultaron datos climáticos y de precipitación para discernir entre la Selva Baja Caducifolia o Selva Mediana Subcaducifolia, ya que estos dos tipos de vegetación presentan distribuciones semejantes y ocasionalmente comparten especies. Para lograr esto, se realizó una fotointerpretación, se consultó la carta de "**Climas**" de la CONABIO y los datos climáticos de las estaciones climatológicas más cercanas. Finalmente, se realizó la caracterización de la vegetación durante el censo forestal (Estrato arbóreo) en el predio de **"Alisia"**. Cabe resaltar que únicamente se identificó vegetación forestal en una superficie de aproximadamente 4,624.89 m^2 dentro del polígono de propiedad privada, por lo que el censo forestal se realizó al interior de esta delimitación.

Fotointerpretación

La fotointerpretación es una técnica que tiene como objetivo estudiar o analizar información extraída mediante la descripción de un diseño con aplicaciones visuales y digitales. Se basa en observar en una imagen todos los elementos que se encuentren presentes, como por ejemplo el tipo de vegetación y/o los usos de suelo.

Para el análisis del proyecto, se consultó la función "**Imágenes históricas** o **Timelapse**" de Google Earth, con el fin de observar los cambios de estacionalidad en la vegetación del municipio de Puerto Vallarta, distinguiendo entre la época de estiaje y la época de lluvia. Por ello, se consultaron varios periodos de las imágenes proporcionadas por la plataforma de Google Earth, debido a que, en general, las áreas urbanas se actualizan cada 1 a 3 años (pueden ser más constantes los cambios), mientras que las zonas rurales pueden tardar de 3 a 5 años o más en recibir una actualización.

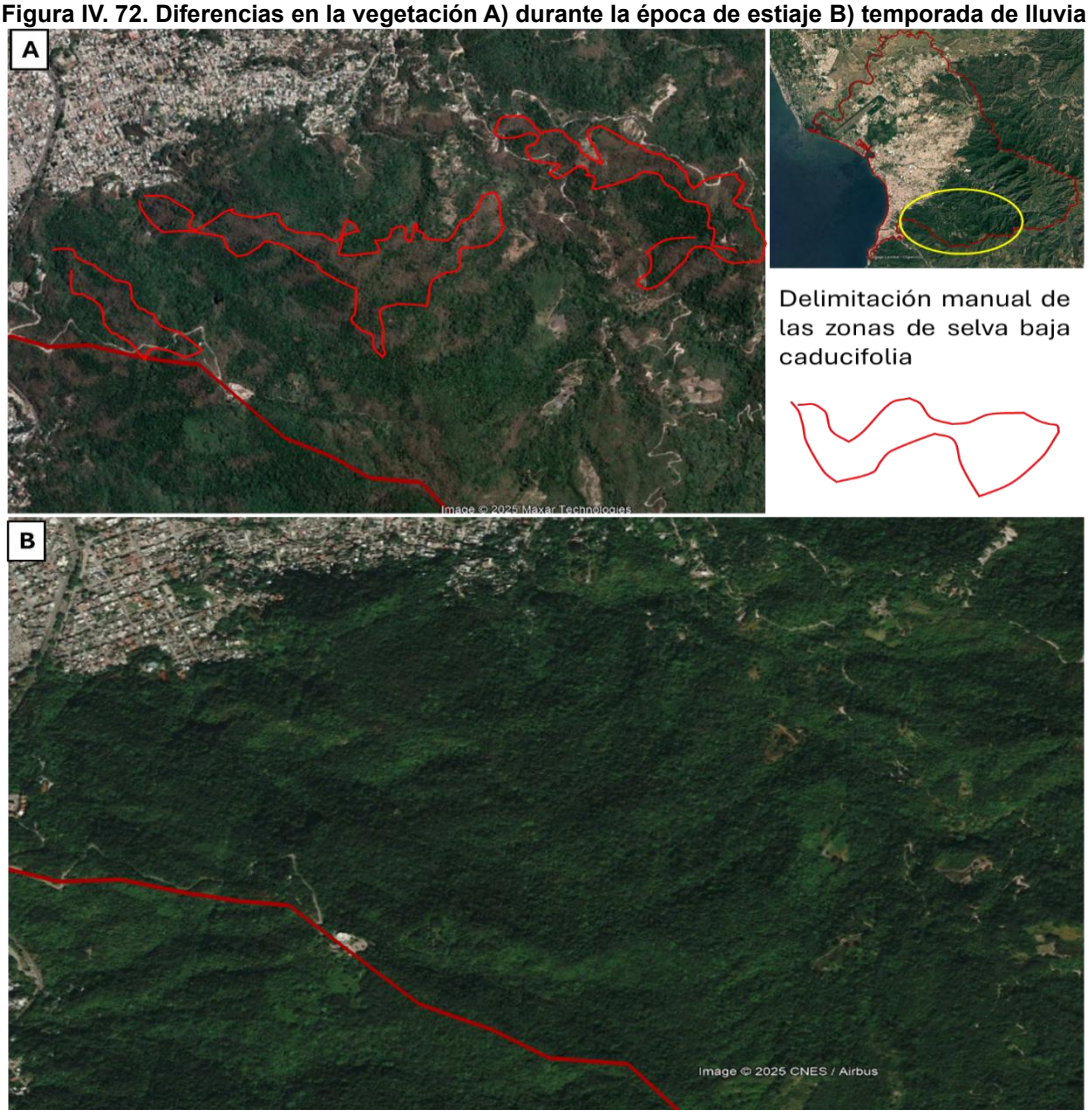
Con este contraste visual se puede intuir la presencia de Selva Baja Caducifolia o Selva Mediana Subcaducifolia. Ya se ha documentado que una de las principales diferencias entre los dos tipos de selvas a discernir es precisamente la estacionalidad que presentan durante la época de estiaje.

- **Selva baja caducifolia**: más del 75% de las especies pierden sus hojas
- **Selva mediana subcaducifolia**: 50 a 75% de las especies pierden las hojas

Tomando como base las propuestas de vegetación del INEGI y la CONAFOR, se exploraron las zonas que se proponen como Selva Baja Caducifolia. Las imágenes más cercanas a la fecha del desarrollo del presente estudio fue la del **2020**. En la siguiente imagen tomada de la parte sur del Sistema Ambiental Regional se puede observar cómo cambia la tonalidad, durante el mismo año, en la imagen A se aprecia como dominan las tonalidades cafés, mientras que en la imagen B se aprecia un color uniforme verde indicando la temporada de lluvia.

Tomando como base las propuestas de vegetación del INEGI y la CONAFOR, se exploraron las zonas que se proponen como Selva Baja Caducifolia, esto reduce la exploración y restringe solamente a las identificadas con los sitios de interés, las cuales se localizan al sur del Sistema Ambiental Regional. Las imágenes más cercanas a la fecha del desarrollo del presente estudio fueron las del año 2020. En la siguiente figura se puede observar claramente cómo cambia la tonalidad durante el mismo año: en la **figura sección A**) se aprecian las tonalidades cafés dominantes, que indican la época de estiaje y la defoliación característica de la selva baja caducifolia (delimitada manualmente en rojo). Mientras que, en contraste, en la **figura sección B**) se aprecia un color verde uniforme, lo que indica la temporada de lluvia. Este contraste visual es una herramienta clave para discernir la estacionalidad de la vegetación.

Figura IV. 72. Diferencias en la vegetación A) durante la época de estiaje B) temporada de lluvia



Partiendo de la información anteriormente presentada, se realizó la misma caracterización para la vegetación que se distribuye en el predio del proyecto **Alisia**. En la Figura, s**ección B**), se aprecia la temporada de lluvia. Durante esta época, todos los individuos arbóreos presentes en la zona presentan su follaje y posiblemente también sus órganos reproductores. Por otra parte, en la Figura, **sección A**), se observan más tonalidades de color café, pero no en su totalidad. El porcentaje de la "posible pérdida de hojas" no se acerca a lo descrito en la selva baja caducifolia. En lo observado en la imagen la perdida de follaje se aproxima a lo que se describe en la selva mediana subcaducifolia, oscilando aproximadamente entre el 30% y el 45%.

Figura IV. 73. Diferencias en la vegetación del predio A) durante la época de estiaje B) temporada de lluvia



Nota: La vegetación del predio se encuentra sin conectividad a la vegetación del SAR

Clima en el área del proyecto. Como se mencionó en el apartado *IV.2.2.1.Clima y fenómenos climáticos* del presente estudio, el tipo de clima que se identifica es Aw1 (Cálido subhúmedo). Los tipos de vegetación a los que estamos contrastando, suelen distribuirse entre los climas Am (Clima Tropical Monzónico) y Aw (Clima Tropical con estación seca marcada, según el sistema de Köppen modificado), pero preferentemente se encuentran distribuidos en los climas Aw. Por lo que el tipo de clima también sustenta la presencia de selva mediana subcaducifolia.

Datos de precipitación registrados en las estaciones climáticas. Se tienen los datos de precipitación media anual de dos estaciones climatológicas cercanas para determinar el promedio de precipitación en el área del proyecto:

- **Estación El Cuale** (Clave 14339): Registra datos de la cuenca Cuale desde 1981, con una precipitación media anual de **1,777.9 mm**.
- **Estación La Desembocada** (Clave 14081): Registra datos de la cuenca Ameca Ixtapa B desde 1961, con una precipitación media anual de **1,068.6 mm**.

Al promediar los datos de precipitación anual de ambas estaciones, se determina que la precipitación media anual en el Sistema Ambiental Regional (SAR) y, por lo tanto, en el área del proyecto, es de **1,423.25 mm**.

$$Promedio = \frac{1{,}777.9\ mm + 1{,}068.9\ mm}{2} = \mathbf{1{,}423.25\ mm}$$

Los datos de precipitación que registran estas dos estaciones climatológicas y con el ajuste de los datos (promedio de la precipitación), esos requerimientos se aproximan a lo que se presenta en la selva mediana subcaducifolia. En la siguiente imagen se presentan cuatro diferentes zonas con selva mediana subcaducifolia y sus datos de temperatura y precipitación.

Figura IV. 74. Temperatura y precipitación media anual de las selvas medianas

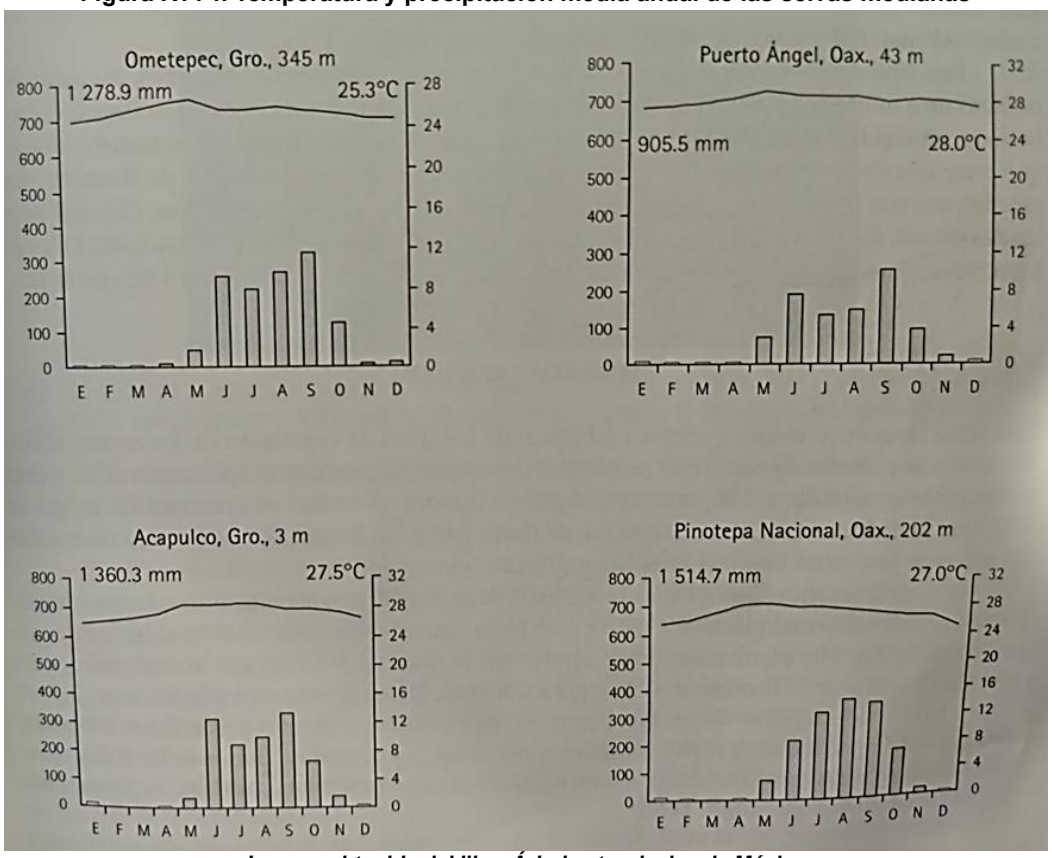


Imagen obtenida del libro Árboles tropicales de México

Visita al sitio posteriormente del trabajo de gabinete se visitó el predio del proyecto para determinar qué tipo de vegetación se distribuye. Se realizó un recorrido por toda la superficie del proyecto, poniendo especial énfasis a la superficie que presenta cobertura vegetal con vegetación forestal nativa de la región. Durante la caracterización de la vegetación se determinó lo siguiente:

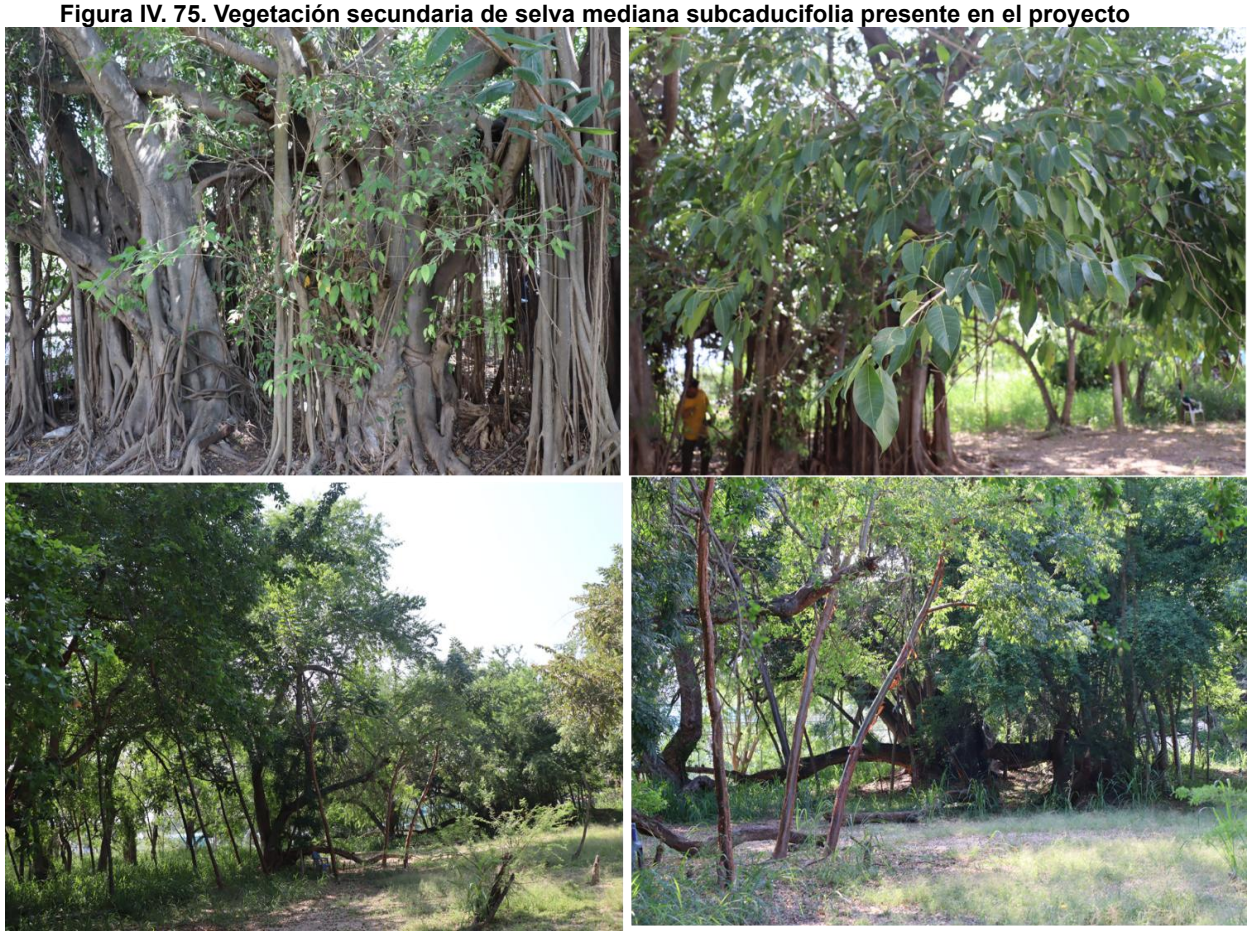
- La presencia de dos usos de suelo y dos tipos de vegetación
    1. Usos de suelo: Urbano construido y vegetación ornamental
    2. Tipos de vegetación: ***Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia*** y ***Vegetación Secundaria Herbácea de Selva Mediana Subcaducifolia***

Características de la vegetación forestal de predio

La vegetación del predio está caracterizada en su estrato arbóreo por individuos de 1.5 hasta 15 m de alto. Algunas de las especies que se pueden encontrar en la propiedad privada del proyecto son; *Bursera simaruba, Ficus pertusa, Gliricidia sepium, Guazuma ulmifolia, Leucaena leucocephala* y *Pithecellobium dulce*. En el estrato arbustivo es común encontrar a *Morisonia flexuosa* y *Chrysalidocarpus lutescens*. En el estrato herbáceo se registró a *Cymbopogon citratus, Euphorbia dioeca, Euploca procumbens, Ipomoea purpurea* y *Lasiacis divaricata.* Estas especies son típicas tanto de selva baja caducifolia como de la selva mediana subcaducifolia.

Es pertinente mencionar que la vegetación presente en el predio se encuentra aislada del resto de la vegetación general del Sistema Ambiental Regional (SAR). El manchón de vegetación más cercano es de la Vegetación de Manglar, perteneciente a la ANP Estero el Salado, sin embargo, este se encuentra separado del predio por la mancha urbana, compuesta por la Marina de Puerto Vallarta y la Carretera Tepic-Puerto Vallarta. Además, las condiciones bióticas del predio no son las idóneas para la proliferación del Manglar. Esto refuerza la idea de que la diversidad florística registrada proviene de remanentes bien conservados en zonas montañosas cercanas o de los petenes (islas de selva mediana que sobresalen en humedales, rodeadas de manglares y agua dulce) que se sitúan en el Estero El Salado.

Figura IV. 75. Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia presente en el proyecto



Plano IV. 21. Vegetación del área del proyecto de acuerdo con INEGI Serie I



Plano IV. 22. Vegetación actual de la propiedad privada



USOS DEL SUELO Y VEGETACIÓN ACTUAL

SIMBOLOGÍA

Límite de proyecto

Usos del Suelo

Urbano	1,896.27 m^2	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	3,422.645 m^2
Vegetación Ornamental	220.61 m^2	Vegetación Secundaria Herbácea de Selva Mediana Subcaducifolia	1,202.245 m^2

IV.2.3.1.4. Método de muestreo para la determinación de la biodiversidad de la vegetación en área del proyecto

Debido a las dimensiones del predio se decidió llevar a cabo dos métodos de muestreo para la caracterización de la vegetación.

- **Estrato arbóreo**: Se realizó un censo del arbolado total presente en la propiedad privada del proyecto.
- **Estrato arbustivo y herbáceo**: Para los estratos arbustivo y herbáceo se implementó un muestreo aleatorio simple con el fin de realizar un reconocimiento de la vegetación. Este tipo de muestreo se emplea en aquellos casos donde se dispone de poca información precisa sobre las características de la población a medirse (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Parámetros tomados en el censo forestal en el estrato arbóreo

Árboles: Para el estrato arbóreo se realizó un censo forestal, que consistió en registrar cada uno de los individuos, así como sus variables de medición. Para cada individuo arbóreo fueron; el DAP (Diámetro a la Altura del Pecho = 1.30m); la altura total en metros, y; la especie a la que corresponde de acuerdo con la clasificación taxonómica que se encuentra vigente. Se georreferenciaron todos los individuos arbóreos con la ayuda de un dispositivo GPS.

Figura IV. 76. Ejemplo de censo dentro del predio



Parámetros tomados en los sitios de muestreo para los estratos arbustivos y herbáceo

Arbustos: Como se menciona, para este estrato especifico se realizó un muestreo, por lo que se presentan las características de las muestras. Los sitios de muestreo fueron de 28.27 m² y con un radio de 3 m. Para cada individuo se midió la altura en m, su cobertura y la especie a la que corresponde de acuerdo con la clasificación taxonómica vigente.

Herbáceas: Como se menciona, para este estrato especifico se realizó un muestreo, por lo que se presentan las características de las muestras. Los sitios de muestreo tuvieron una dimensión de 1 m². Se registraron las especies encontradas dentro del sitio de acuerdo con la clasificación taxonómica vigente, el porcentaje de cobertura de cada especie dentro del sitio de muestreo (1m²=100%) y el número de individuos de cada especie.

Figura IV. 77. Ejemplo de muestreo de los estratos arbustivo y herbáceo



Las figuras del método de muestreo en estos estratos no están a escala

Temporada en que se realizaron los muestreos en el predio del proyecto Alisia

La toma de datos o muestreo de la vegetación en el predio del proyecto **"Alisia"** se realizó después de concluida la temporada de lluvias del año 2025, específicamente durante el periodo del 22 al 23 de septiembre de 2025. La selección de esta temporalidad respondió

a criterios técnicos orientados a maximizar la representatividad y detectabilidad de las especies presentes en los distintos estratos de vegetación.

En el caso del estrato arbóreo, la temporalidad no influye de manera significativa en la integridad de la información obtenida, debido a que se realizó un **censo forestal**, registrando la totalidad de los individuos presentes en el predio, independientemente de su condición fenológica. Todos los árboles fueron identificados taxonómicamente, medidos y georreferenciados, por lo que la caracterización de este estrato no depende de variaciones estacionales, sino de la existencia física de los individuos en el sitio. En consecuencia, la realización del estudio en una sola temporalidad no compromete la precisión ni la exhaustividad del inventario arbóreo.

Para el estrato arbustivo, aunque se aplicó un muestreo aleatorio simple, la estructura leñosa permanente de este grupo vegetal permite su adecuada identificación durante la mayor parte del año, particularmente en zonas con antecedentes de perturbación. La temporada posterior a lluvias favorece además una mayor expresión foliar, lo que facilita la determinación taxonómica.

Respecto al estrato herbáceo, es reconocido que presenta mayor variabilidad estacional, particularmente en ecosistemas tropicales donde durante la época de estiaje puede reducirse considerablemente su cobertura y riqueza aparente. Por ello, el muestreo fue programado inmediatamente después del periodo de lluvias, cuando la mayoría de las especies herbáceas alcanzan su máximo desarrollo vegetativo, incrementando su detectabilidad y reduciendo la probabilidad de subregistro.

Adicionalmente, el predio del proyecto se localiza en un entorno urbano consolidado y presenta antecedentes de perturbación antrópica, por lo que la comunidad herbácea está dominada principalmente por especies oportunistas, arvenses y de amplia distribución, cuya presencia está fuertemente asociada a la dinámica de lluvias. En este contexto, la evaluación realizada en temporada posterior a precipitaciones permite capturar la composición florística más representativa del sitio bajo las condiciones actuales de uso y alteración.

La combinación de un censo total para el estrato arbóreo y un muestreo realizado en la época de mayor expresión vegetativa para los estratos arbustivo y herbáceo garantiza una caracterización adecuada, suficiente y técnicamente sustentada de la vegetación presente

en el predio, sin que la ausencia de una segunda temporalidad comprometa la validez de los resultados obtenidos.

Materiales utilizados para la toma de datos

Para la toma de los datos en los sitios de muestreo se utilizaron los siguientes materiales:

- GPS para georreferenciar
- Forcípula forestal para la medición de los árboles
- Clinómetro para medir las alturas de los árboles
- Cinta Larga para medir el radio de los círculos
- Tabla con Clip Metálico para la toma de datos
- Formatos para registrar los parámetros del arbolado

Figura IV. 78. Material utilizado para la toma de datos, GPS, Forcípula forestal y tabla agarra papel, clinómetro y cinta larga



Toma de datos

Parámetros que se tomaron en el predio

- **ID**: se refiere a un número único de identificación de cada árbol.
- **Coordenadas del árbol**: en UTM (WGS 84 / UTM zona 13N).

- **Ubicación**: al interior del polígono del proyecto y/o en los linderos perimetrales del polígono del proyecto.
- **Nombre común**: se deberá registrar el nombre por cómo se le conoce en la región.
- **Nombre científico**: nombre de la especie binomial. La primera parte deberá corresponder al nombre genérico (género) y la segunda al nombre específico (especie), éste deberá escribirse en letra cursiva o formato de letras negritas.
- **Diámetro normal**: se deberá medir a la altura de 1.30 m de la base del árbol el diámetro del fuste (la madera del árbol que no considera la corteza) en centímetros, de ser un árbol multicaule (varios tallos) a una altura inferior de 1.30 m, se deberá medir cada diámetro de los troncos.
- **Altura total**: medida en metros desde la base del árbol hasta la punta de la última rama.

Figura IV. 79. Representación de las mediciones realizadas al arbolado



Análisis de diversidad

Índice de Valor de Importancia (IVI)

Este índice consiste en la sumatoria de los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia. El IVI expresa la importancia ecológica relativa de las especies de plantas en la comunidad (*Soler et al. 2012*). Se emplea con frecuencia en análisis de los parámetros ecológicos para definir las especies que contribuyen en el carácter y estructura del ecosistema (Campo *et al.* 2014).

La densidad es el número de individuos por unidad de área. En este sentido, la densidad relativa constituye el porcentaje de individuos registrados con respecto a los demás. La frecuencia es la probabilidad de encontrar a cierta especie dentro de una muestra; es decir, el número de puntos en que apareció cada especie. La frecuencia relativa, es el porcentaje de cierta especie como la proporción de la suma de las frecuencias de todas ellas. Por su parte, la dominancia es la distribución de los diámetros de las copas y suele considerarse en relación con los diámetros del fuste. La dominancia absoluta es la sumatoria del área basal de los individuos por especie y la dominancia relativa se representa en porcentaje con referencia a la suma total de las dominancias absolutas. Se obtuvo el IVI para las especies registradas de árboles, arbustos y herbáceas.

El índice de Valor de Importancia se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$IVI = Densidad\ relativa + Frecuencia\ relativa + Cobertura\ relativa$$

$$Densidad\ relativa = \frac{Densidad\ absoluta\ de\ cada\ especie}{Densidad\ absoluta\ de\ todas\ las\ especies} \times 100$$

$$Frecuencia\ relativa = \frac{Frecuencia\ absoluta\ de\ cada\ especie}{Frecuencia\ absoluta\ de\ todas\ las\ especies} \times 100$$

$$Cobertura\ relativa = \frac{Cobertura\ absoluta\ de\ cada\ especie}{Cobertura\ absoluta\ de\ todas\ las\ especies} \times 100$$

Su principal ventaja es que es cuantitativo y preciso; no se presta a interpretaciones subjetivas. Además, suministra una gran cantidad de información en un tiempo relativamente corto. El índice no solo proporciona un índice de importancia de cada especie, también aporta elementos cuantitativos fundamentales en el análisis ecológico.

Índice de Shannon-Wiener

Se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por *S* clases de símbolos discretos cuyas probabilidades de ocurrencia son *pi*...*pS*) y es probablemente el de empleo más frecuente en ecología de comunidades. El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad en función de la riqueza de especies y su abundancia relativa. Este índice relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presente en la muestra. Además, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies (*Campo y Duval 2014*). También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a que especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de *S* especies y *N* individuos. Por lo tanto: H=0 cuando la muestra contenga solo una especie, y H será máxima cuando todas las especies *S* estén representadas por el mismo número de individuos *ni*; es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa. La forma en la que se calculó este índice se representa en la siguiente ecuación:

$$H = -\sum_{i=1}^{s} Pi * log\ (pi)$$

En donde:
H= Índice de Shannon-Wiener
Σ= Sumatoria
Log= Logaritmo base 10
pi =ni / N
N=Número total de individuos para todas las especies de plantas.

En muchos casos no es posible contar e identificar a cada uno de los individuos de una comunidad. En estas instancias se hace necesario tomar una muestra al azar de individuos de las especies presentes. Bajo estas circunstancias, la función de la teoría de Shannon-Wiener (1949) es la medida correcta de diversidad.

Índice de equidad de Pielou

El índice de equidad de Pielou (J') mide la proporción de la diversidad observada con relación a la diversidad máxima esperada. Su valor oscila entre 0 y 1, de forma que, 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 2004). Se utilizó la siguiente fórmula:

$$J' = \frac{H}{Log(S)}$$

En donde:

J'= Índice de Pielou

H= Índice de Shannon y Wiener

Log (S)= Logaritmo base 10 de la riqueza de especies (S)

El análisis de diversidad se hizo con ayuda de Microsoft Excel para los diferentes estratos.

Resultados área del proyecto

Se registraron todos los individuos arbóreos presentes en el predio del proyecto **"Alisia"**. En total se contabilizaron 154 individuos. Derivado de este censo forestal se corrobora que dentro del predio se distribuye vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia. En la siguiente tabla se muestra las ubicaciones de los individuos arbóreos censados. Es importante mencionar, que dentro del predio se encuentra una colonia grande de termitas que ha ido deteriorando la salud del estrato arbóreo y arbustivo.

Tabla IV. 37. Individuos registrados en el censo forestal dentro del predio del proyecto Alisia

No	UTMX	UTMY	Especie
1	474344.35	2284716.33	*Pithecellobium dulce*
2	474345.1545	2284712.015	*Leucaena leucocephala*
3	474346.5472	2284709.143	*Leucaena leucocephala*
4	474347.4612	2284707.707	*Leucaena leucocephala*
5	474345.2851	2284705.53	*Ficus pertusa*
6	474346.2861	2284705.008	*Ficus pertusa*
7	474344.0664	2284704.486	*Ficus crocata*
8	474338.024	2284702.911	*Leucaena leucocephala*
9	474338.024	2284702.911	*Leucaena leucocephala*
10	474335.94	2284702.028	*Guazuma ulmifolia*
11	474334.375	2284700.26	*Vachellia macracantha*
12	474334.272	2284701.256	*Vachellia macracantha*
13	474334.272	2284701.256	*Leucaena leucocephala*
14	474335.414	2284698.82	*Pithecellobium lanceolatum*
15	474338.855	2284701.249	*Pithecellobium dulce*
16	474332.283	2284694.73	*Pithecellobium dulce*
17	474335.202	2284696.275	*Pithecellobium dulce*
18	474336.141	2284697.269	*Leucaena leucocephala*
19	474350.724	2284697.69	*Pithecellobium dulce*
20	474351.03	2284693.041	*Pithecellobium dulce*

21	474348.735	2284691.163	*Simarouba amara*
22	474352.681	2284683.079	*Pithecellobium dulce*
23	474344.341	2284678.554	*Pithecellobium dulce*
24	474343.82	2284678.112	*Leucaena leucocephala*
25	474341.312	2284673.025	*Guazuma ulmifolia*
26	474342.558	2284670.256	*Pithecellobium dulce*
27	474340.579	2284670.149	*Pithecellobium dulce*
28	474338.392	2284670.595	*Pithecellobium dulce*
29	474338.6	2284670.262	*Pithecellobium dulce*
30	474341.409	2284667.934	*Pithecellobium dulce*
31	474340.785	2284668.488	*Guazuma ulmifolia*
32	474339.003	2284661.297	*Leucaena leucocephala*
33	474336.2	2284667.388	*Bursera simaruba*
34	474333.694	2284663.74	*Bursera simaruba*
35	474332.021	2284659.205	*Bursera simaruba*
36	474334.622	2284657.099	*Bursera simaruba*
37	474337.733	2284648.24	*Pithecellobium dulce*
38	474331.884	2284637.736	*Pithecellobium dulce*
39	474330.945	2284636.852	*Pithecellobium dulce*
40	474328.649	2284633.646	*Pithecellobium dulce*
41	474324.28	2284637.415	*Guazuma ulmifolia*
42	474320.951	2284640.076	*Citrus x latifolia*
43	474321.991	2284639.3	*Pithecellobium dulce*
44	474312.315	2284646.508	*Pithecellobium dulce*
45	474311.587	2284647.616	*Pithecellobium dulce*
46	474303.792	2284658.584	*Guazuma ulmifolia*
47	474304.316	2284660.575	*Guazuma ulmifolia*
48	474302.964	2284662.348	*Pithecellobium dulce*
49	474313.692	2284661.668	*Guazuma ulmifolia*
50	474317.23	2284659.449	*Pithecellobium dulce*
51	474322.019	2284657.782	*Vachellia macracantha*
52	474325.676	2284665.191	*Leucaena leucocephala*
53	474326.198	2284665.854	*Leucaena leucocephala*
54	474324.957	2284671.943	*Pithecellobium dulce*
55	474323.291	2284671.945	*Bursera simaruba*
56	474327.247	2284670.943	*Pithecellobium dulce*
57	474330.58	2284670.938	*Bursera simaruba*
58	474323.611	2284677.368	*Bursera simaruba*
59	474323.197	2284679.028	*Bursera simaruba*
60	474320.59	2284677.04	*Bursera simaruba*
61	474319.759	2284678.48	*Pithecellobium dulce*
62	474320.693	2284676.155	*Bursera simaruba*
63	474320.381	2284676.598	*Bursera simaruba*
64	474321.006	2284676.708	*Bursera simaruba*
65	474318.715	2284677.265	*Pithecellobium dulce*

66	474320.49	2284679.697	*Pithecellobium dulce*
67	474318.197	2284678.815	*Bursera simaruba*
68	474318.301	2284679.036	*Pithecellobium dulce*
69	474316.011	2284679.482	*Leucaena leucocephala*
70	474315.598	2284682.139	*Bursera simaruba*
71	474315.393	2284684.352	*Bursera simaruba*
72	474315.292	2284686.455	*Pithecellobium dulce*
73	474316.23	2284686.897	*Bursera simaruba*
74	474314.669	2284687.895	*Simarouba amara*
75	474317.588	2284689.108	*Bursera simaruba*
76	474313.218	2284692.767	*Bursera simaruba*
77	474311.865	2284693.433	*Bursera simaruba*
78	474313.003	2284688.34	*Bursera simaruba*
79	474299.747	2284670.321	*Leucaena leucocephala*
80	474294.845	2284665.791	*Pithecellobium dulce*
81	474291.939	2284672.546	*Vachellia macracantha*
82	474290.488	2284677.418	*Vachellia macracantha*
83	474287.256	2284675.874	*Vachellia macracantha*
84	474285.169	2284673.331	*Gliricidia sepium*
85	474285.488	2284677.204	*Leucaena leucocephala*
86	474282.572	2284677.984	*Leucaena leucocephala*
87	474278.3	2284676.994	*Leucaena leucocephala*
88	474286.848	2284681.186	*Bursera simaruba*
89	474291.747	2284683.724	*Pithecellobium dulce*
90	474292.165	2284684.498	*Pithecellobium dulce*
91	474297.998	2284684.158	*Pithecellobium dulce*
92	474299.042	2284685.816	*Bursera simaruba*
93	474299.46	2284687.143	*Leucaena leucocephala*
94	474297.377	2284687.368	*Bursera simaruba*
95	474296.338	2284688.808	*Bursera simaruba*
96	474296.756	2284689.472	*Pithecellobium dulce*
97	474294.67	2284687.593	*Bursera simaruba*
98	474294.777	2284689.585	*Bursera simaruba*
99	474293.42	2284688.038	*Bursera simaruba*
100	474291.546	2284688.262	*Bursera simaruba*
101	474291.443	2284689.369	*Bursera simaruba*
102	474290.094	2284692.47	*Bursera simaruba*
103	474290.719	2284692.579	*Bursera simaruba*
104	474292.596	2284693.794	*Bursera simaruba*
105	474293.534	2284694.567	*Bursera simaruba*
106	474264.3573	2284685.256	*Pithecellobium dulce*
107	474277.0168	2284694.299	*Psidium guajava*
108	474278.4378	2284695.849	*Guazuma ulmifolia*
109	474278.007	2284689.721	*Leucaena leucocephala*
110	474282.699	2284693.034	*Leucaena leucocephala*

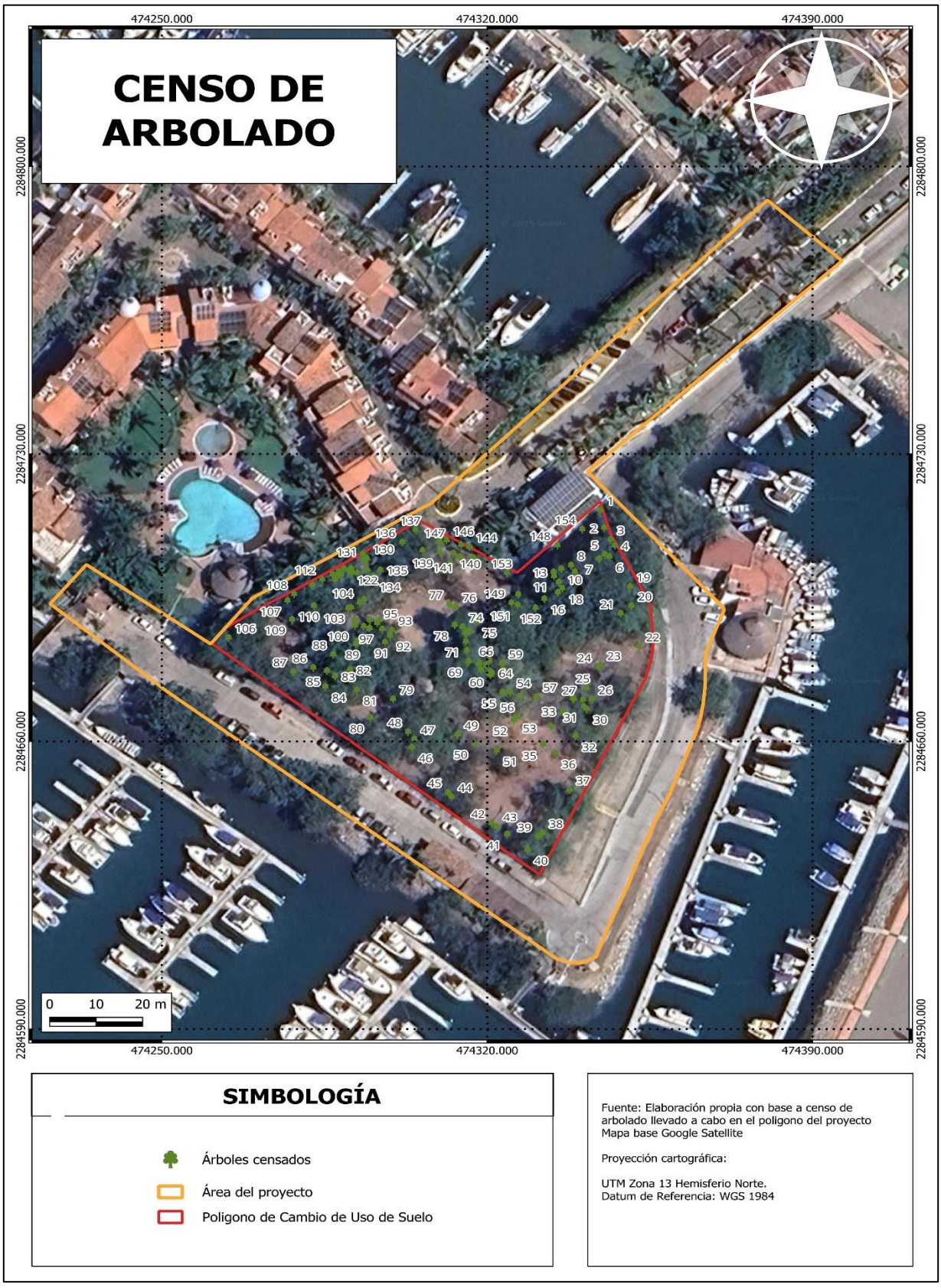
111	474282.394	2284698.015	*Leucaena leucocephala*
112	474284.48	2284699.45	*Leucaena leucocephala*
113	474287.2866	2284699.401	*Leucaena leucocephala*
114	474286.7053	2284700.693	*Leucaena leucocephala*
115	474288.024	2284701.326	*Leucaena leucocephala*
116	474288.544	2284700.551	*Leucaena leucocephala*
117	474289.171	2284702.099	*Leucaena leucocephala*
118	474287.919	2284700.663	*Leucaena leucocephala*
119	474290.524	2284701.101	*Leucaena leucocephala*
120	474291.982	2284700.988	*Bursera simaruba*
121	474290.94	2284701.101	*Bursera simaruba*
122	474290.629	2284701.876	*Leucaena leucocephala*
123	474290.42	2284701.765	*Leucaena leucocephala*
124	474290.421	2284701.876	*Leucaena leucocephala*
125	474290.629	2284701.987	*Leucaena leucocephala*
126	474290.733	2284702.097	*Leucaena leucocephala*
127	474293.239	2284705.635	*Simarouba amara*
128	474293.239	2284705.635	*Pithecellobium dulce*
129	474294.07	2284704.527	*Leucaena leucocephala*
130	474294.07	2284704.527	*Leucaena leucocephala*
131	474293.444	2284703.864	*Leucaena leucocephala*
132	474293.966	2284704.638	*Leucaena leucocephala*
133	474293.962	2284701.871	*Guazuma ulmifolia*
134	474295.418	2284700.209	*Bursera simaruba*
135	474296.983	2284701.756	*Bursera simaruba*
136	474301.7014	2284708.48	*Cassia fistula*
137	474304.5642	2284711.534	*Pithecellobium dulce*
138	474306.052	2284706.501	*Bursera simaruba*
139	474309.801	2284706.052	*Bursera simaruba*
140	474312.717	2284705.826	*Tabebuia rosea*
141	474314.174	2284704.939	*Bursera simaruba*
142	474312.089	2284703.503	*Bursera simaruba*
143	474317.091	2284704.713	*Guazuma ulmifolia*
144	474316.157	2284707.371	*Bursera simaruba*
145	474314.387	2284707.816	*Bursera simaruba*
146	474311.264	2284708.927	*Bursera simaruba*
147	474309.8128	2284708.48	*Pithecellobium dulce*
148	474335.1007	2284707.75	*Leucaena leucocephala*
149	474325.199	2284693.744	*Bursera simaruba*
150	474326.66	2284695.845	*Bursera simaruba*
151	474326.552	2284693.189	*Pithecellobium dulce*
152	474330.405	2284692.519	*Bursera simaruba*
153	474324.2224	2284701.036	*Cassia fistula*
154	474340.454	2284711.667	*Pithecellobium dulce*

Como se mencionó en la metodología de la toma de datos, se realizaron muestreos para los estratos arbustivos y herbáceos. En total se realizaron 7 muestreos para caracterizar estos dos estratos entro del predio. En la siguiente tabla se muestra las ubicaciones de los muestreos.

Tabla IV. 38. Coordenadas UTM DATUM WGS84 Zona 13. Estrato arbustivo y herbáceo

Muestreo	UTM X	UTM Y
1	474309	2284662
2	474321	2284657
3	474317	2284658
4	474315	2284707
5	474306	2284691
6	474324	2284682
7	474285	2284686

Plano IV. 23. Arboles registrados en el Censo



Plano IV. 24. Sitios de muestreo del estrato arbustivo y herbáceo



Elaboración del listado florístico

Derivado del censo forestal en el estrato arbóreo y de los muestreos realizados en los estratos arbustivo y herbáceo dentro del predio se realizó un listado florístico. Mismo que está ordenado alfabéticamente por familia, nombre científico, nombre común, origen de la planta; nativa a México o exótica al país, la forma biológica (FB): árbol (A), arbusto (Ar) herbácea (H) y herbácea trepadora (Ht). Adicionalmente se consultó la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, para determinar si alguna de las especies identificadas en los muestreos se encuentra en alguna de sus categorías;

- **Probablemente extinta en el medio silvestre** (**E**): Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del Territorio Nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano
- **En peligro de extinción** (**P**): Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.
- **Amenazada** (**A**): Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.
- **Sujeta a protección especial** (**Pr**): Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.
- (**-**). Se asigna el guío para mencionar que la especie no se encuentra en ninguna categoría de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Tabla IV. 39. Listado florístico del área del proyecto

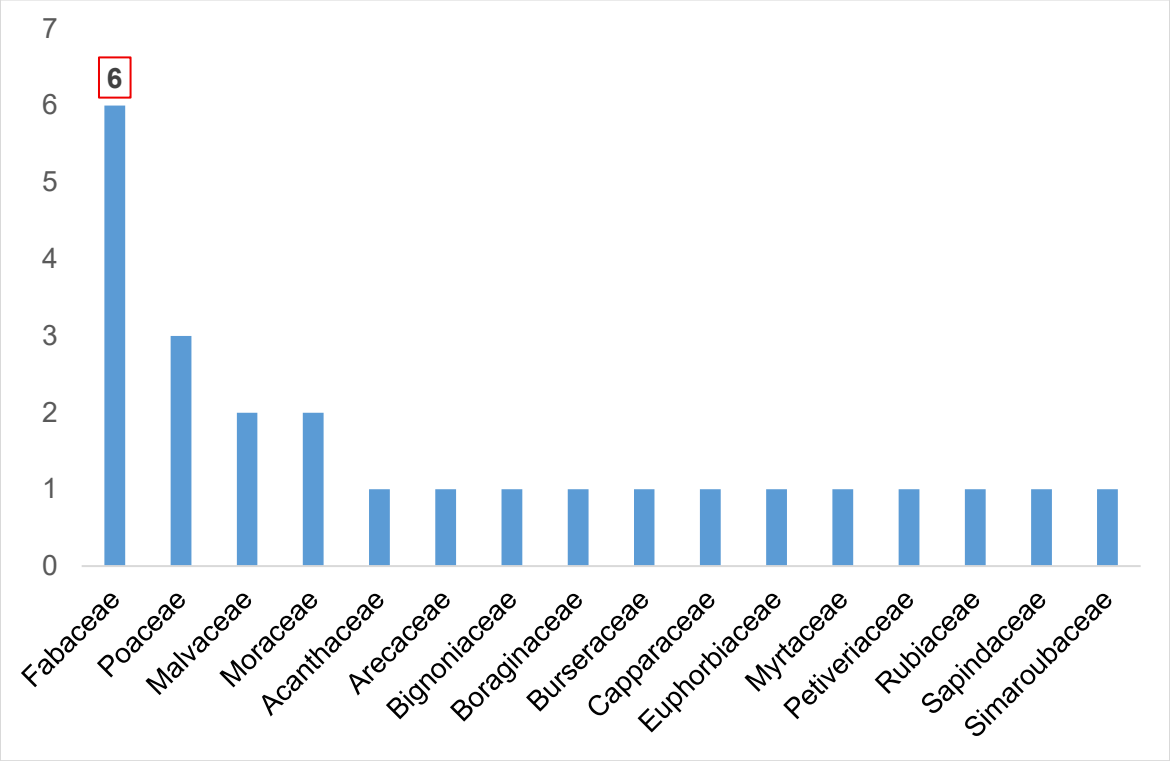
Familia	Especie	Nombre común	Origen	NOM-059	FB
Acanthaceae	*Ruellia blechum*	Camarón	Nativo	-	H
Arecaceae	*Chrysalidocarpus lutescens*	Palma areca	Exótica	-	Ar
Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Apame rosa	Nativo	-	A
Boraginaceae	*Euploca procumbens*	Cola de alacrán	Nativo	-	H

Familia	Especie	Nombre común	Origen	NOM-059	FB
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Palo mulato	Nativo	-	A
Capparaceae	*Morisonia flexuosa*	Margarito	Nativo	-	Ar
Euphorbiaceae	*Euphorbia dioeca*	Golondrina	Nativo	-	H
Fabaceae	*Cassia fistula*	Lluvia de oro	Exótica	-	A
	Gliricidia sepium	Cacahuananche	Nativo	-	A
	Leucaena leucocephala	Tepeguaje	Nativo	-	A
	Pithecellobium dulce	Guamúchil	Nativo	-	A
	Pithecellobium lanceolatum	Conchil	Nativo	-	A
	Vachellia macracantha	Algarrobo	Nativo	-	A
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guácima	Nativo	-	A
	Anoda cristata	Alache	Nativo	-	H
Moraceae	*Ficus crocata*	Chalate	Nativo	-	A
	Ficus pertusa	Amatillo	Nativo	-	A
Myrtaceae	*Psidium guajava*	Guayaba	Nativo	-	A
Petiveriaceae	*Rivina humilis*	Bajatripa	Nativo	-	H
Poaceae	*Megathyrsus maximus*	Camalote	Exótica	-	H
	Lasiacis divaricata	Bambú silvestre	Nativo	-	H
	Paspalum paniculatum	Camalote	Nativo	-	H
Rubiaceae	*Citrus x latifolia*	Limón	Exótica/Hibrido	-	A
Sapindaceae	*Serjania trifoliolata*	-	Nativo	-	H
Simaroubaceae	*Simarouba amara*	Aceituno	Nativo	-	A

Diversidad reportada en el predio del proyecto Alisia

En total se registraron 25 especies dentro de 16 familias. Resalta la diversidad de las leguminosas (Fabaceae) con 6 especies, seguido de Poaceae con 7 especies. Esta predominancia de la Familia Fabaceae se ha registrado en diversos artículos científicos (Dzib-Castillo et al. 2014; Gutiérrez-Báez et al. 2017; Palacios-Wassenaar et al. 2018, por mencionar algunos), lo cual se espera, ya que Fabaceae es una de las familias botánicas con mayor diversidad biológica a nivel mundial, contando con al menos una especie representativa en prácticamente cualquier tipo de vegetación. De igual manera, esta familia presenta una diversidad de especies en los tres estratos muestreados en el presente estudio: arbóreo, arbustivo y herbáceo.

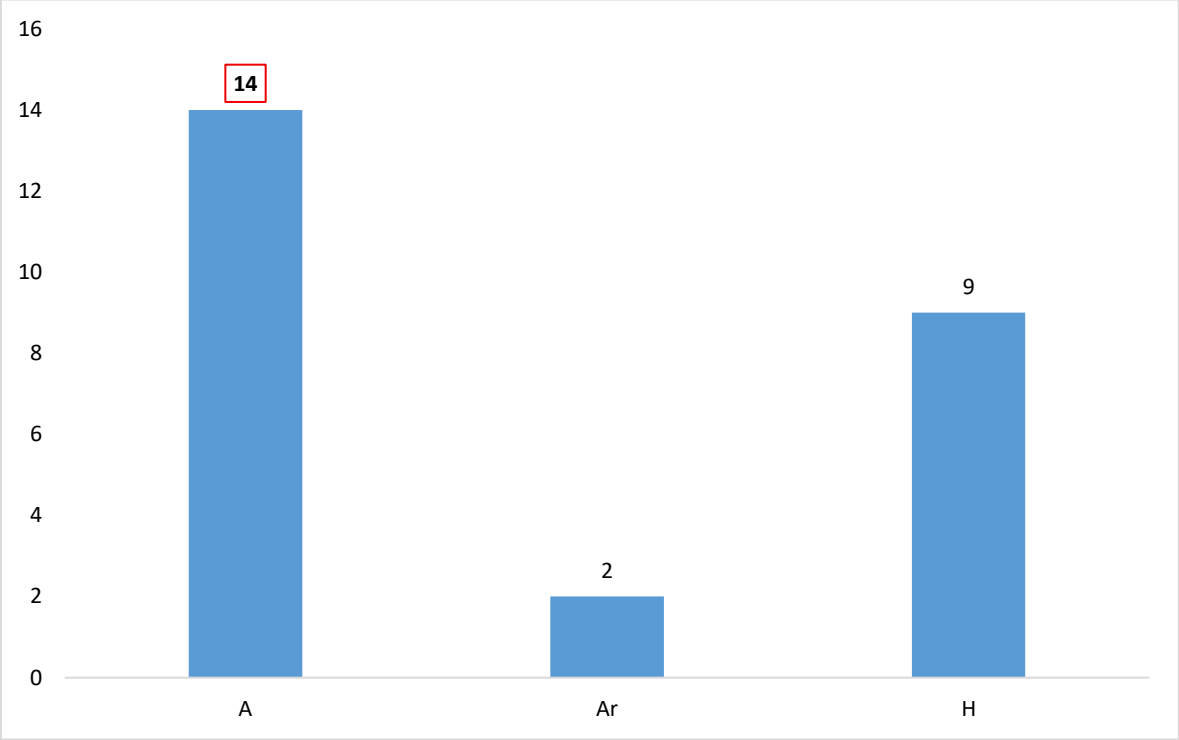
Figura IV. 80. Familias presentes en el Alisia



Riqueza Específica por Estrato de Vegetación

Derivado de la caracterización de la vegetación del predio, se identificó que la mayor diversidad en cuanto a formas biológicas se encuentra en el estrato arbóreo, el cual presenta 14 especies. De estas, 6 especies pertenecen a la familia Fabaceae, 2 a la familia Moraceae, por mencionar a las familias más diversas. La forma biológica herbácea fue la segunda más diversa dentro del predio se contabilizando 9 especies. La familia botánica que más especies aporta a este estrato es Poaceae (con 3 especies). Finalmente, para el estrato arbustivo se reportaron 2 especies.

Figura IV. 81. Riqueza Específica por Estrato de Vegetación



Especies bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010

Se realizó una consulta a la **NOM-059-SEMARNAT-2010** para corroborar cuáles de las especies identificadas en el censo (estrato arbóreo) y en los muestreos (estrato arbustivo y herbáceo) del predio se encuentran en alguna categoría de esta norma. Posteriormente, derivada de la revisión a la base de datos de la norma mexicana, se pudo constatar que de las 25 especies identificadas ninguna de ellas se encuentra en alguna categoría de protección.

Origen de las especies dentro del predio

De las 25 especies identificadas en el predio, 21 de ellas son nativas al territorio mexicano, ninguna de ellas es endémicas a México o al municipio de Puerto Vallarta. Muchas de las especies son usadas de manera ornamental y/o de uso frutal. El resto de las especies (4 especies) son consideradas exóticas al territorio nacional.

Tabla IV. 40. Especies exóticas identificadas en el predio

Familia	Especie	Nombre común	Origen	NOM-059	FB
Arecaceae	*Chrysalidocarpus lutescens*	Palma areca	Exótica/Madagascar	-	Ar
Fabaceae	*Cassia fistula*	Lluvia de oro	Exótica/India	-	A
Poaceae	*Megathyrsus maximus*	Camalote	Exótica/África	-	H
Rubiaceae	*Citrus* x *latifolia*	Limón	Exótica/Hibrido	-	A

Figura IV. 82. Origen de las especies

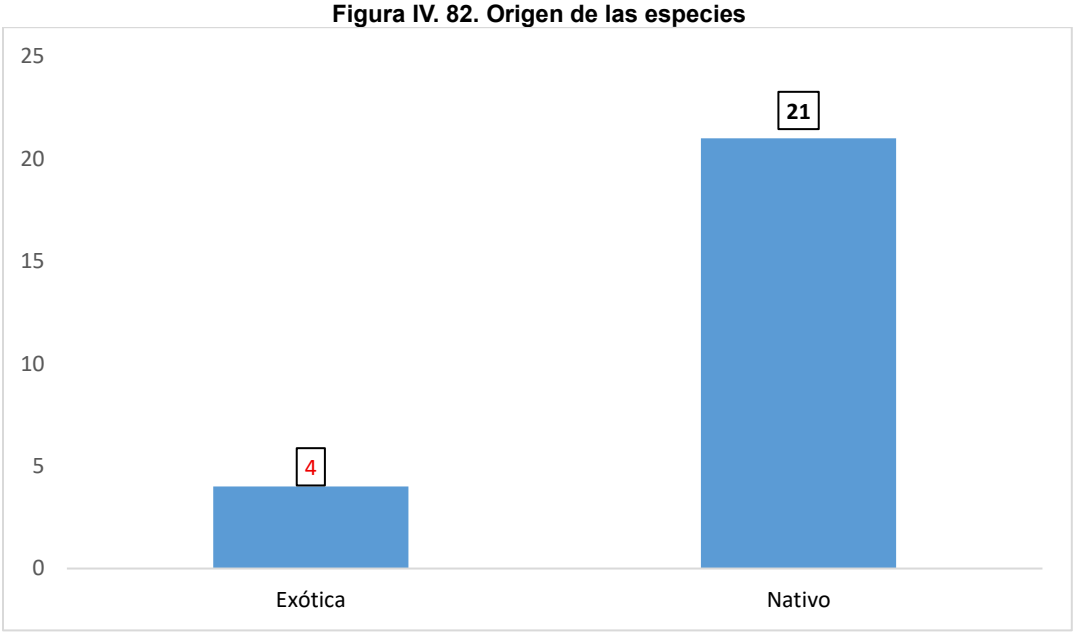


Figura IV. 83. Distribución de *Bursera simaruba*



Figura IV. 84. Distribución de *Pithecellobium dulce*

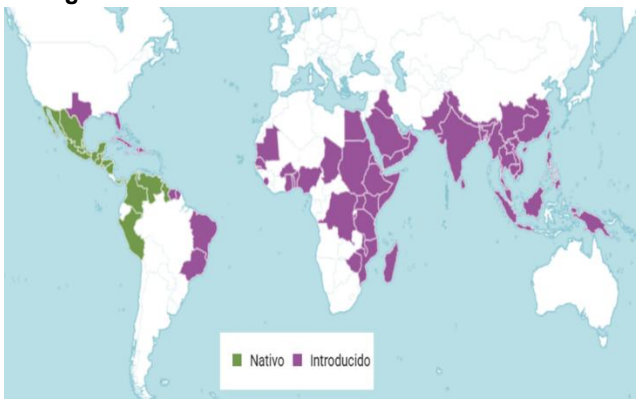


Figura IV. 85. Distribución de *Leucaena leucocephala*



Riqueza, diversidad y equidad de especies del estrato arbóreo. Derivado de los datos obtenidos durante el censo forestal que se realizó en Alisia; para el estrato arbóreo se registró una riqueza de **14 especies** y un total de **154 individuos**. *Bursera simaruba, Pithecellobium dulce y Leucaena leucocephala* registraron mayor abundancia proporcional. El índice H' refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. El valor del índice de Shannon (H') fue de **0.759**, lo que representa una diversidad baja en el estrato arbóreo.

Por otra parte, para el índice de Pieleou (J') el resultado fue de **0.662**. Con base en ello, y debido a que los valores de este índice van de 0 a 1, se infiere que la equitatividad de la abundancia de sus especies es de media a baja, ya que este estrato lo dominan solo 3 especies de las 14 identificadas.

Tabla IV. 41. Abundancia, riqueza, diversidad de Shannon y equidad de Pielou para el estrato arbóreo

Especie	Individuos	Pi	Shannon (H')	Riqueza (S)	Pielou (J')
Bursera simaruba	47	0.305	0.157	14	0.662
Cassia fistula	2	0.013	0.024		
Citrus x latifolia	1	0.006	0.014		
Ficus crocata	1	0.006	0.014		
Ficus pertusa	2	0.013	0.024		
Gliricidia sepium	1	0.006	0.014		
Guazuma ulmifolia	10	0.065	0.077		
Leucaena leucocephala	38	0.247	0.150		
Pithecellobium dulce	40	0.260	0.152		
Pithecellobium lanceolatum	1	0.006	0.014		
Psidium guajava	1	0.006	0.014		
Simarouba amara	3	0.019	0.033		
Tabebuia rosea	1	0.006	0.014		
Vachellia macracantha	6	0.039	0.055		
Total	154		0.759		

Densidad, frecuencia y dominancia relativa

Densidad relativa. La especie con mayor proporción de en la densidad relativa de este estrato fue *Bursera simaruba*, la cual representa el **30.519%** de la densidad total de las especies censadas. La siguiente especie fue *Pithecellobium dulce* registrando un **25.974%**. Finalmente fue *Leucaena leucocephala*, con números muy cercanos, representando **24.675%.** Estas tres especies, *Bursera simaruba*, *Pithecellobium dulce* y *Leucaena leucocephala* representan en conjunto el **81.16%** de la densidad total censada. El resto de las especies de manera individual no supera el **6.49%** de la densidad total. Esta diferencia marcada en los porcentajes de densidad es un reflejo de lo mencionado previamente con el índice de Pielou (J'), lo cual indica que las abundancias entre las 14 especies consideradas no son uniformes para este estrato

Frecuencia relativa. *Bursera simaruba* es la especie con mayor número de registros durante el censo forestal, encontrándose en la mayoría de estos y derivado del análisis se muestra que obtuvo una proporción del **30.519%** de la frecuencia total de las especies censadas. La siguiente especie más recurrente en el predio fue *Pithecellobium dulce* registrando un **25.974%**. Finalmente, *Leucaena leucocephala*, con números muy cercanos, representando **24.675%**. Estas tres especies, *Bursera simaruba*, *Pithecellobium dulce* y *Leucaena leucocephala* representan en conjunto el **81.16%** de la densidad total del predio. El resto de las especies de manera individual no supera el **6.49%** de la densidad total.

Cobertura relativa. *Pithecellobium dulce* es la especie más relevante en este apartado teniendo un **59.30 %** de la cobertura total de las especies censadas, la siguiente especie fue *Ficus crocata*, con el **18.96%** de la cobertura total del predio. Estas especies representan en conjunto el **78.25%** de la cobertura. El resto de las especies de manera individual no supera el **5.65%.** Estas especies dominantes también presentan los Diámetros a Altura del Pecho (DAP) más grandes:

- ***Pithecellobium dulce***, Presenta individuos con DAP que van desde los 3 cm de DAP hasta 73 cm de DAP.
- ***Ficus crocata***, Se registro un solo individuo de tres DAP de 27, 28 y 170.

Figura IV. 86. Dimensiones de *Ficus crocata*

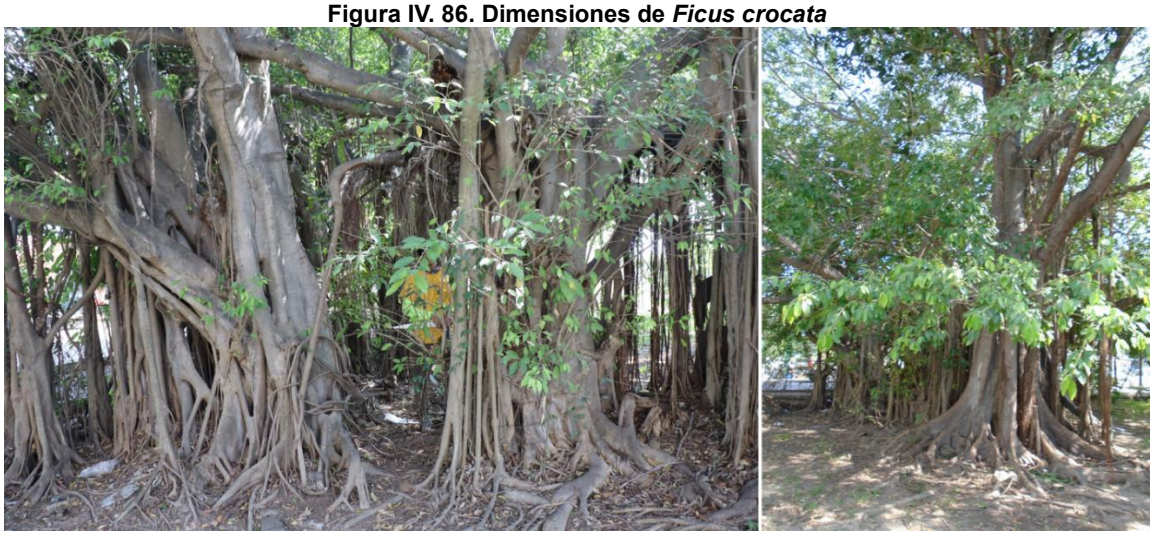


Figura IV. 87. Dimensiones de *Pithecellobium dulce*



Figura IV. 88. Individuos de *Bursera simaruba*, *Leucaena leucocephala*, junto a *Pithecellobium dulce*



La diferencia en las dimensiones que presentan las especies censadas permite determinar la dominancia en términos de cobertura forestal. Se observa en las imágenes anteriores, como son las dimensiones de las especies *Bursera simaruba* y *Leucaena leucocephala* las cuales presentan tallos con diámetros muy pequeños, en contraste con lo que se observa con las especies *Pithecellobium dulce* y *Ficus crocata* con tallos de diámetros mayores.

Índice de valor de importancia. *Pithecellobium dulce* presentó el valor de importancia más alto, con una proporción de 37.081 %. Siguió *Bursera simaruba* 22.228%. Finalmente, *Leucaena leucocephala* fue la tercera especie más importante en la estructura y composición de la vegetación presente en el predio representando un 16.967% de la cobertura total. El resto de las especies de manera individual en este estrato presentó valores menores a 6.7% en el índice de valor de importancia. Esté resultado se debe al grado de perturbación dentro del predio, ya que la vegetación presente se trata de "***Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia"***.

Vegetación secundaria. Son comunidades originadas por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original; en otros casos presenta un aspecto y composición florística diferente. Se desarrolla en zonas desmontadas para diferentes usos y en áreas agrícolas abandonadas. En la clasificación de estas comunidades se considera las siguientes etapas de sucesión secundarias:

- **Arbórea**: Se desarrolla después de transcurridos varios años del desmonte original y, por lo tanto, después de pueden encontrar comunidades de árboles formadas por una sola especie o varias. En este caso específico las especies dominantes son tres *Bursera simaruba*, *Pithecellobium dulce* y *Leucaena leucocephala.*

Tabla IV. 42. Valores de Importancia de Especies Arbóreas

Especie	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Cobertura relativa	IVI
Bursera simaruba	30.519	30.519	5.65	22.228
Cassia fistula	1.299	1.299	0.06	0.886
Citrus x *latifolia*	0.649	0.649	0.13	0.477
Ficus crocata	0.649	0.649	18.96	6.751
Ficus pertusa	1.299	1.299	10.24	4.278
Gliricidia sepium	0.649	0.649	0.45	0.583
Guazuma ulmifolia	6.494	6.494	2.41	5.133
Leucaena leucocephala	24.675	24.675	1.55	16.967
Pithecellobium dulce	25.974	25.974	59.30	37.081
Pithecellobium lanceolatum	0.649	0.649	0.08	0.458
Psidium guajava	0.649	0.649	0.20	0.500
Simarouba amara	1.948	1.948	0.06	1.320

Especie	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Cobertura relativa	IVI
Tabebuia rosea	0.649	0.649	0.02	0.440
Vachellia macracantha	3.896	3.896	0.89	2.896
Total	100	100	100	100

Figura IV. 89. Densidad, frecuencia y cobertura relativa del estrato arbóreo

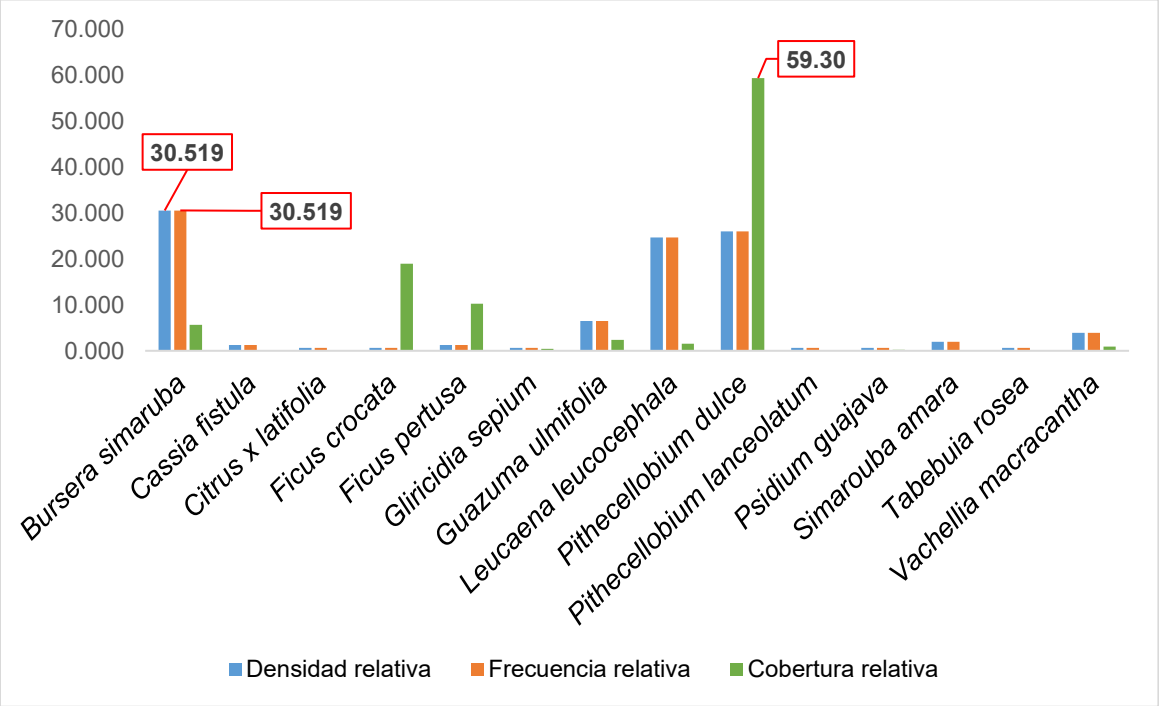
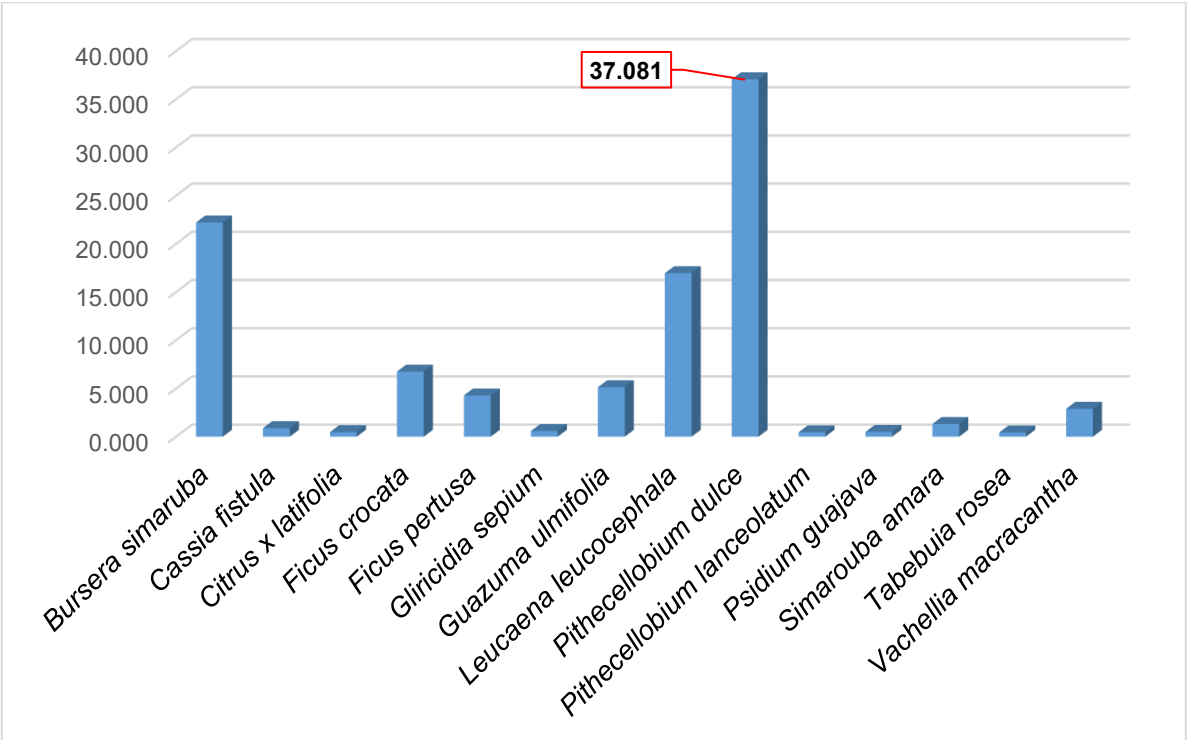


Figura IV. 90. Índice de valor de importancia del estrato arbóreo



Riqueza en el estrato arbustivo

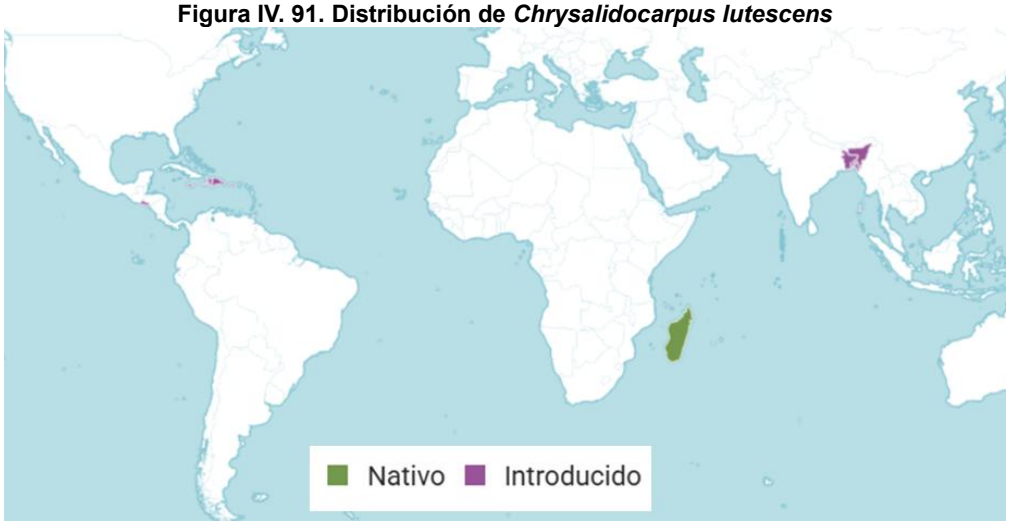
Tabla IV. 43. Riqueza en el estrato arbustivo

Muestreo	Especie	Individuos
1	S/N	0
2	S/N	0
3	S/N	0
4	S/N	0
5	*Chrysalidocarpus lutescens*	1
6	*Morisonia flexuosa*	1
7	S/N	0

En total se realizaron 7 muestreos en el estrato arbustivo. Como resultado se obtuvo que para el estrato arbustivo se registraron solamente 2 individuos, repartidos en 2 especies. *Chrysalidocarpus lutescens* y *Morisonia flexuosa*. Este resultado es concordante con el tipo de vegetación que se distribuye dentro del proyecto “Alisia”. La mayor diversidad se encuentra en el estrato arbóreo. Un aspecto relevante en este estrato es que una de las especies identificadas no tiene distribución natural en el territorio mexicano.

Chrysalidocarpus lutescens. Las palmeras constituyen uno de los principales grupos de interés ornamental. *Chrysalidocarpus lutescens* conocida como palma areca o del fruto dorado, una de las plantas más usadas a nivel mundial en paisajismo; estas se utilizan como elementos decorativos en viviendas, despachos, salones de hoteles, etc. Originaria de Madagascar se ha reportado como extinta en su medio natural. En el municipio de Puerto Vallarta es recurrente su uso como planta ornamental.

Figura IV. 91. Distribución de *Chrysalidocarpus lutescens*



Morisonia flexuosa. Esta especie es nativa de México, no tiene distribución restringida, ya que puede encontrarse fuera de México en Argentina, Aruba, Bahamas, Belice, Bolivia, Brasil, Islas Caimán, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Florida, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, Islas de Sotavento, Antillas Neerlandesas, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Puerto Rico, Trinidad y Tobago, Venezuela, Antillas Venezolanas y las Islas de Barlovento. Respecto a su estatus en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, esta especie no se encuentra amenazada, sus poblaciones actuales son estables.

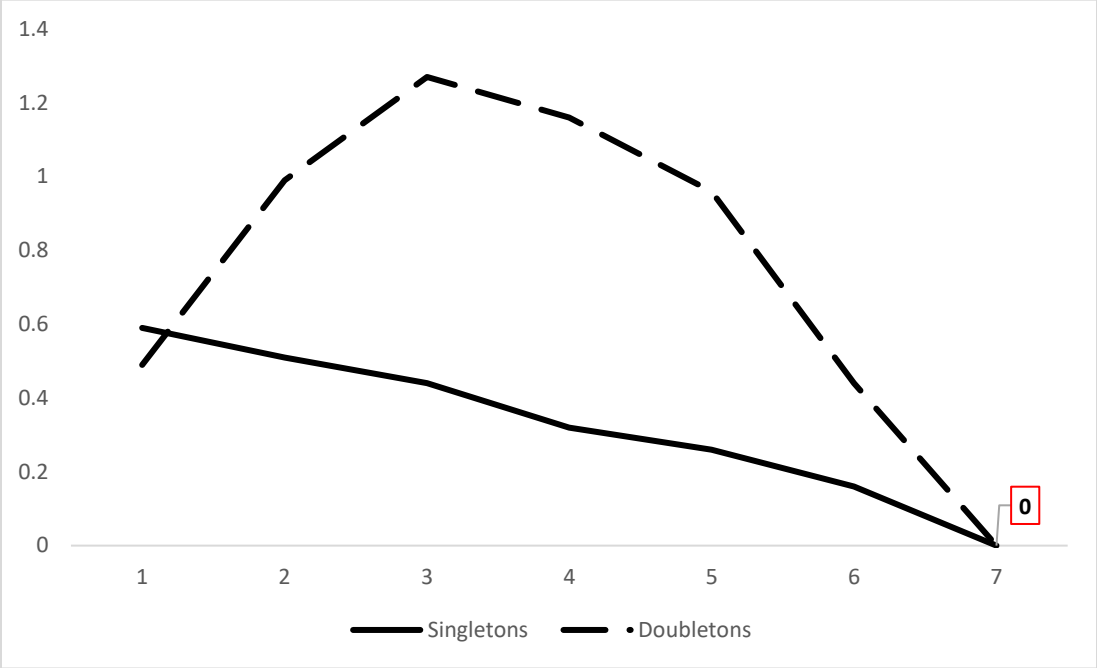
Figura IV. 92. Distribución de *Morisonia flexuosa*



Esfuerzo de muestreo estrato herbáceo

Singletons y duobletons. Después de obtener las estimaciones del programa Estimates, se aprecia que, a medida que el muestreo se intensificó, se continuaron registrando las mismas especies. Se concluye que no se registraron singletons y doubletons. Este resultado es concordante con la naturaleza de la Selva Mediana Subcaducifolia, que concentra la mayor riqueza de especies en el estrato arbóreo.

Figura IV. 93. Grafica de singletones y doubletons presentes en los muestreos del estrato herbáceo



Estimadores no paramétricos. La riqueza acumulada en los **7 muestreos** realizados en el predio para el estrato herbáceo fue de **9 especies**. Para la simulación con los estimadores no paramétricos se realizaron 1,000 repeticiones. La realización de 1,000 repeticiones para la simulación de los estimadores garantiza que los resultados sean estadísticamente robustos y confiables, reduciendo la influencia del azar en las estimaciones.

Los resultados de los estimadores son consistentes, con ACE prediciendo **9** especies, Chao 1 **9** especies, Jack 1 **10.71** especies y Bootstrap **10.16** especies. La media de estas estimaciones, de **9.574** especies, sugiere que el muestreo logró registrar una gran parte de la diversidad del área. Este valor, obtenido de la media de los estimadores, sugiere que la riqueza estimada es ligeramente mayor que la riqueza observada.

Tabla IV. 44. Estrato herbáceo. Valores de estimadores de riqueza (p <0.05)

Estimador	Valor	Representatividad %	R^2	t	% del modelo
Riqueza	9	-	-	-	94%
ACE	9	100%	0.94	9.05	
Chao 1	9	100%	0.99	67	
Jack 1	10.71	84%	0.92	8.01	
Bootstrap	10.16	89%	0.98	20.3	
media	9.574				

Bondad de Ajuste y Representatividad del Modelo

Con los resultados del muestreo se obtuvo una representatividad del **94%** (calculada como la Riqueza observada entre la media de los estimadores), lo que indica que se logró registrar una gran cantidad de especies arbóreas presentes en el Sistema Ambiental Regional.

En particular, todos los estimadores no paramétricos mostraron representatividades altas oscilando **entre 92-99%**. Por otra parte, la Bondad de Ajuste del Modelo para el estimador Chao1 fue el más representativo, con un Coeficiente de Determinación (R^2) de 0.99, lo que indica que el modelo de regresión es muy preciso para describir la relación entre el esfuerzo de muestreo y la riqueza de especies. Adicionalmente, el valor del estadístico t para la pendiente indica que la relación es estadísticamente significativa. Esto se sustenta con el valor p < 5, lo cual confirma que la relación lineal entre la Riqueza y el estimador Chao1 es altamente significativa y no es producto del azar, sino que existe una dependencia estadísticamente robusta entre estas variables.

Figura IV. 94. Regresión lineal del estimador Chao1 y la riqueza observada

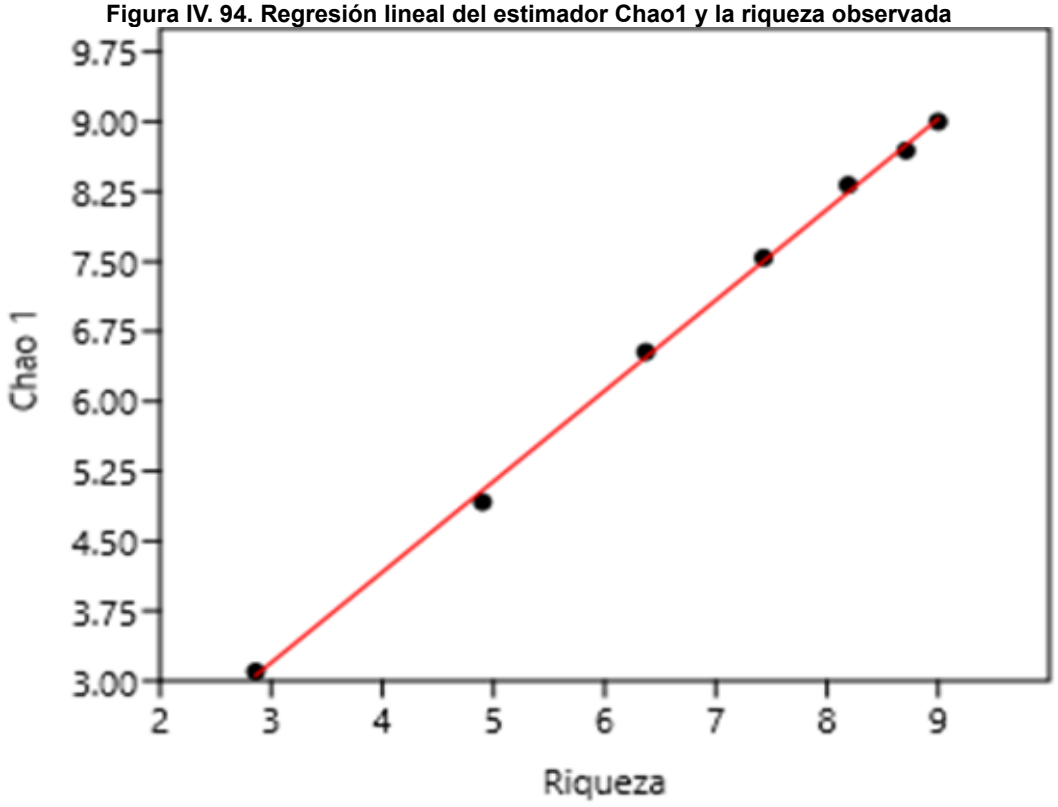
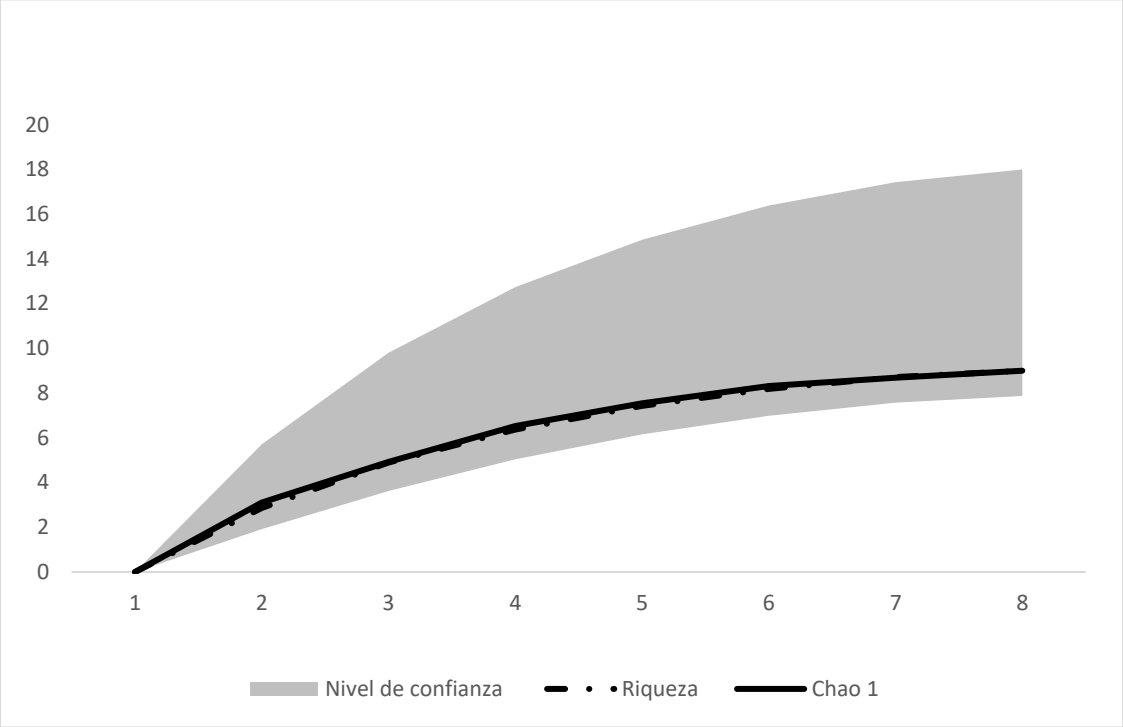


Figura IV. 95. Curva de acumulación de especies junto al estimador no paramétricos Chao 1 (se centró al origen para una mejor observación del gráfico)



Alta Diversidad Biológica Estos resultados indican que los muestreos realizados no alcanzaron la asíntota. Se sugiere que de haberse incrementado el esfuerzo de muestreo (es decir, haber muestreado más áreas o tiempo), la probabilidad de encontrar nuevas especies aumentaría. El muestreo no ha saturado completamente la detección de especies presentes en el sitio.

Números de Hill

Esfuerzo de Muestreo y Cobertura

El muestreo del ensamblaje vegetal, basado en **58 individuos** (**n=58**), muestreados para el predio demostró una alta efectividad al registrar una **riqueza específica observada** (**Sobs**) de **9 especies**. La evaluación de la suficiencia del muestreo, a través de la curva de cobertura, muestra que la **Cobertura Muestral** (**SC**) alcanzó un valor de **1** (**100%**). Este alto porcentaje de cobertura indica que la probabilidad de encontrar especies adicionales con un mayor esfuerzo de muestreo es baja, sugiriendo que el inventario está muy próximo a la riqueza real del predio.

Tabla IV. 45. Resumen de los Números de Hill

Parámetro	Valor
Número de Individuos (n)	58
Riqueza Observada (S obs.)	9
Cobertura Muestral (SC)	1
Singletons (f1)	0
Doubletons (f2)	0

Análisis de la Saturación

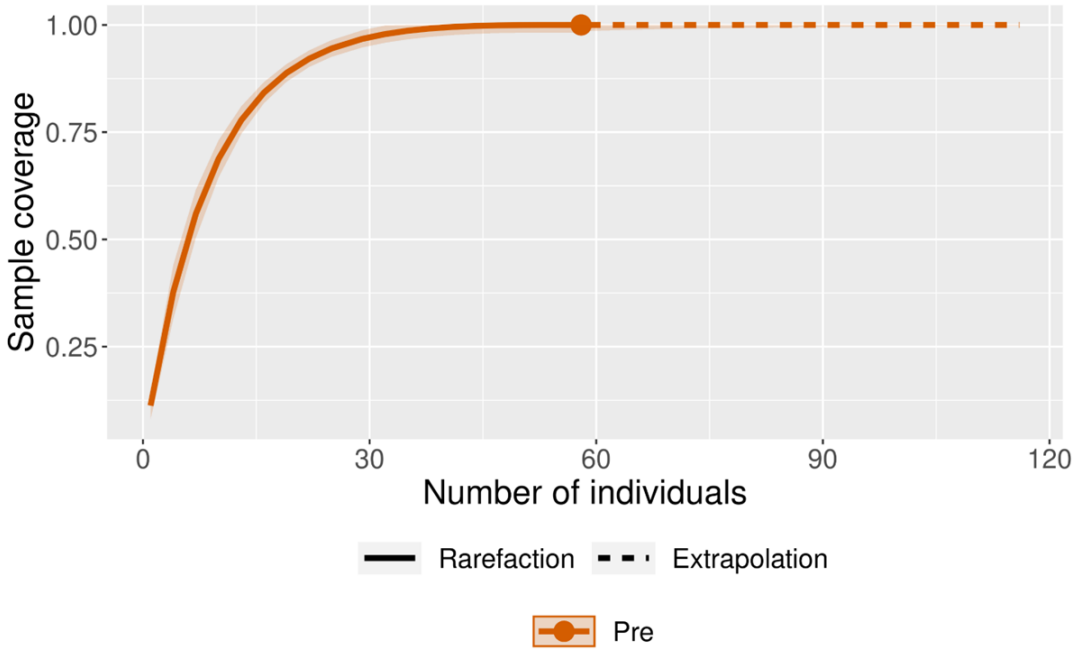
La curva presenta una rápida pendiente inicial, lo que refleja un alto rendimiento de la muestra en las fases tempranas del muestreo (aproximadamente hasta los **30 individuos**), donde cada unidad de esfuerzo capturó numerosas especies nuevas. Sin embargo, a partir de ese punto, y especialmente en el punto de observación n=30, la curva de rarefacción se estabiliza y su pendiente tiende a ser asintótica.

Esta tendencia horizontal, confirmada por una Cobertura Muestral de 100%, es la evidencia más sólida de que el esfuerzo de muestreo alcanzó la saturación. La comunidad vegetal fue inventariada bajo las condiciones del estudio, y la tasa de descubrimiento de nuevas especies se ha reducido al mínimo

Implicación de la Extrapolación

La proyección de la curva (extrapolación) refuerza esta conclusión. Modelos que predicen un incremento en el esfuerzo de muestreo (por ejemplo, hasta 60 individuos indican que solo se obtendría un aumento marginal y no significativo en la cobertura muestral. En términos de eficiencia de recursos, el costo de esfuerzo adicional superaría el beneficio biológico, ya que la diversidad restante no muestreada corresponde casi exclusivamente a especies raras o transitorias. Por lo tanto, la curva demuestra que el inventario de 9 especies es un valor representativo de la riqueza real del ensamblaje del "predio", y el muestreo puede considerarse suficiente.

Figura IV. 96. Curva de Cobertura Muestral del Ensamblaje Vegetal



Riqueza, diversidad y equidad de especies del estrato herbáceo. Derivado de los 7 muestreos realizados en el predio de Alisia, para el estrato herbáceo se registró una riqueza de 9 especies y un total de 67 individuos. *Paspalum paniculatum* y *Megathyrsus maximus* registraron mayor abundancia proporcional. El índice H' refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. El valor del índice de Shannon (H') fue de **0.926**, lo que representa una diversidad baja en el estrato arbustivo.

Por otra parte, para el índice de Pieleou (J') el resultado fue de **0.97**. Con base en ello, y debido a que los valores de este índice van de 0 a 1, se infiere que la equitatividad de la abundancia de sus especies es muy alta.

Tabla IV. 46. Abundancia, riqueza, diversidad de Shannon y equidad de Pielou para el estrato herbáceo

Especie	Individuos	pi	Shannon (H')	Riqueza (S)	Pielou (J')
Anoda cristata	4	0.069	0.080	9	0.968
Megathyrsus maximus	12	0.207	0.142		
Euphorbia dioeca	4	0.069	0.080		
Euploca procumbens	5	0.086	0.092		
Lasiacis divaricata	8	0.138	0.119		
Paspalum paniculatum	6	0.103	0.102		
Rivina humilis	4	0.069	0.080		
Ruellia blechum	7	0.121	0.111		
Serjania trifoliolata	8	0.138	0.119		
Total	58		0.924		

Densidad, frecuencia y dominancia relativa

Densidad relativa. *Megathyrsus maximus* es la especie más relevante en este apartado, representando el **20.69%** de la densidad total de las especies muestreadas, la siguiente especie en importancia es *Serjania trifoliolata* y *Lasiacis divaricata*, registrando **13.793%** cada una y finalmente *Ruellia blechum*, representando el **12.069%**. Estas dos especies representan el **60.345%** de la densidad total. El resto de las especies representan el **39.655%** de la densidad total.

Frecuencia relativa. *Megathyrsus maximus* y *Serjania trifoliolata* es la especie más relevante en este apartado teniendo un **20%** de la frecuencia total de las especies muestreadas. El resto de las especies de manera individual no supera el **10%** de las ocurrencias.

Cobertura relativa. *Megathyrsus maximus* es la especie más relevante en este apartado teniendo un **25.71%** de la cobertura total de las especies muestreadas, la siguiente especie fue *Serjania trifoliolata*, con el **18.57%** de la cobertura total. Estas especies representan en conjunto el **44.29%** de la cobertura.

Índice de valor de importancia

Megathyrsus maximus presentó el valor de importancia más alto, con una proporción de **22.135%**. Siguió *Serjania trifoliolata* con **17.455%**, también *Lasiacis divaricata* es una especie relevante dentro del polígono de **"Alisia"**, representa el **12.693%** del índice de importancia. Finalmente, *Paspalum paniculatum* representa un **11.067%**. El resto de las especies de manera individual en este estrato presentó valores menores a **9.2%** del valor de importancia.

Tabla IV. 47. Valores de Importancia de Especies Herbáceas

Especie	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Cobertura relativa	IVI
Anoda cristata	6.897	10	10	8.966
Megathyrsus maximus	20.690	20	25.71	22.135
Euphorbia dioeca	6.897	5	2.86	4.918
Euploca procumbens	8.621	5	2.86	5.493
Lasiacis divaricata	13.793	10	14.29	12.693
Paspalum paniculatum	10.345	10	12.86	11.067
Rivina humilis	6.897	10	7.14	8.013
Ruellia blechum	12.069	10	5.71	9.261
Serjania trifoliolata	13.793	20	18.57	17.455
Total	**100**	**100**	**100**	**100**

Figura IV. 97. Densidad, frecuencia y cobertura relativa del estrato herbáceo

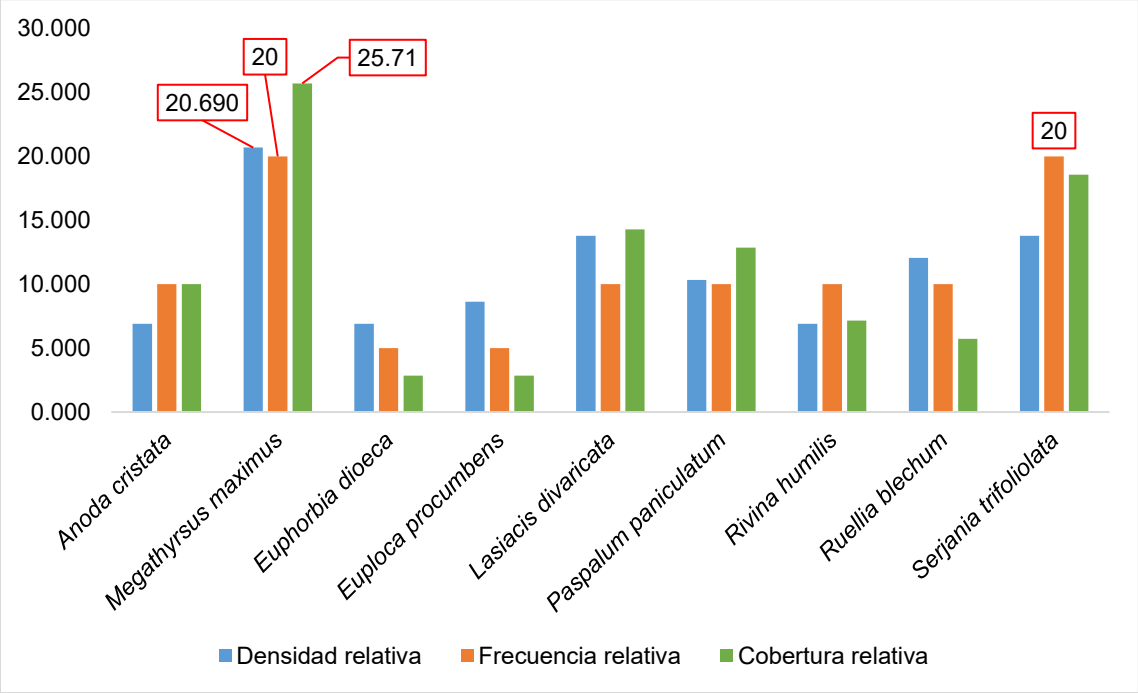
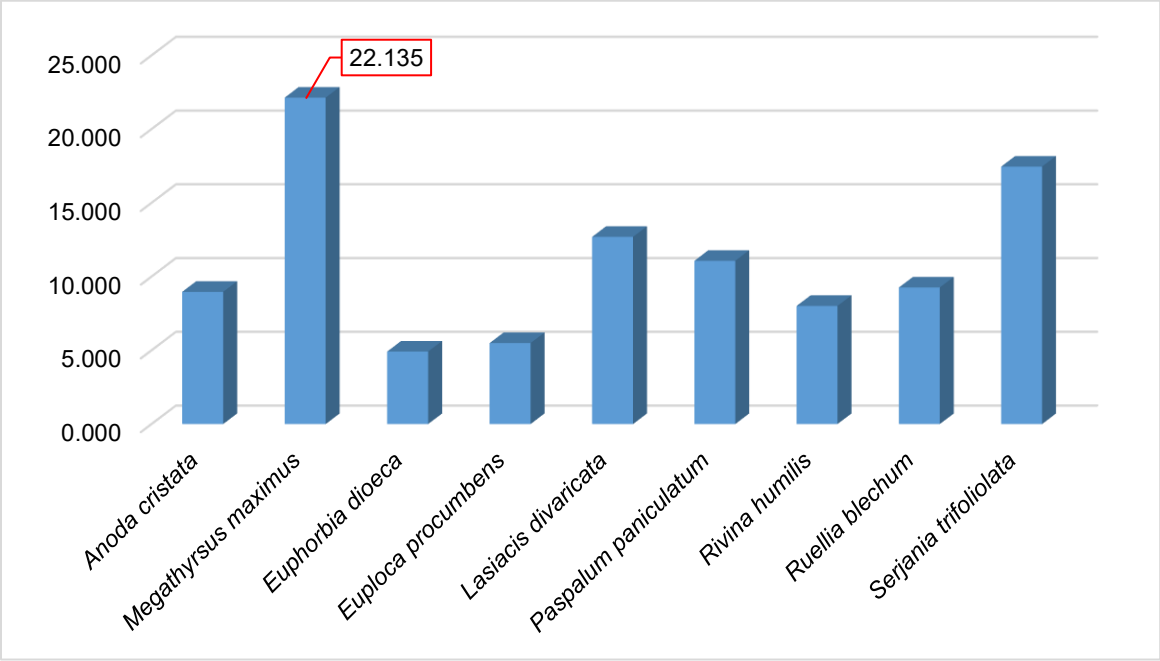


Figura IV. 98. Índice de valor de importancia del estrato herbáceo



Especies más representativas del predio. Se identificaron claramente cuatro especies dominantes en el predio. Cada una de ellas dándole estructura a la vegetación que se distribuye en el predio.

Figura IV. 99. Especies dominantes en el predio



En el estrato arbóreo ***Bursera simaruba***, ***Pithecellobium dulce*** y ***Leucaena leucocephala*** son las especies dominantes, estas tres especies en total suman 125 individuos (47, 40 y 38 respectivamente), lo que es el 81% de los individuos totales. Es importante mencionar que ninguna de estas especies se encuentra en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. Se presentan descripciones y zonas de distribución de estas especies.

Bursera simaruba. Árbol resinoso, caducifolio de 5 a 20 m (hasta 35 m) de altura. Copa irregular y dispersa (follaje ralo). Hojas compuestas, alternas, con 3 a 13 folíolos lanceolados u oblongos a obovados o elípticos, de 4 a 9 cm de largo por 1.8 a 3.5 cm de ancho, margen entero, de color verde oscuro y a menudo brillantes en el haz. Flor(es). Panículas tirsiformes terminales o pseudoracimos, de 6 a 13 (hasta 20 a 28) cm de largo incluyendo el pedúnculo; con flores masculinas individuales, con 4 a 5 pétalos rosados, verdeamarillentos o blancos. Flores femeninas con solo tres pétalos. Fruto(s). Cápsula trivalvada con sólo el exocarpio dehiscente, de 10 a 15 mm de largo, en infrutescencias de 4 a 9 cm y hasta 15 cm de largo, globosa u ovoide, de 7 a 10 (15) mm de diámetro, triangular, moreno rojizo, dehiscente.

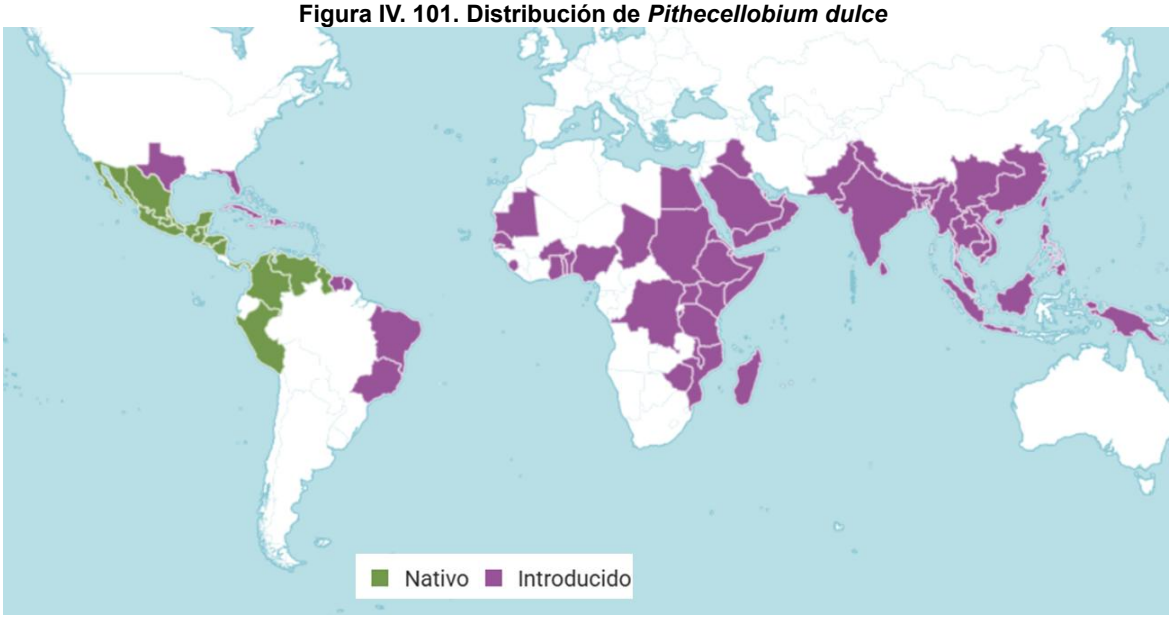
Figura IV. 100. Distribución de *Bursera simaruba*



Pithecellobium dulce. Árbol o arbusto, espinoso, perennifolio, de 15 a 20 m de altura con ramas provistas de espinas. Copa piramidal o alargada, ancha y extendida, muy frondosa. Hojas en espiral, aglomeradas, bipinnadas, de 2 a 7 cm de largo. Tronco derecho. Ramas delgadas y ascendentes provistas de espinas Corteza. Externa lisa o ligeramente fisurada, gris plomiza a gris. Flor. Inflorescencias axilares de 5 a 30 cm de largo, panículas péndulas de cabezuelas tomentosas, cada cabezuela sobre una rama de 2 a 5 mm; cabezuelas de 1 a 1.5 cm de diámetro. Fruto. Vainas delgadas de hasta 20 cm largo por 10 a 15 mm de ancho, enroscadas, tomentosas, péndulas, rojizas o rosadas, constreñidas entre las semillas y dehiscentes. Se abren por ambos lados para liberar numerosas semillas.

Su distribución natural se extiende por todo el territorio mexicano. Fuera de México puede encontrarse en Belice, Colombia, El Salvador, Guatemala, Guyana, Honduras, Nicaragua, Panamá, Perú y Venezuela. Se ha utilizado en otros países para reforestación, la mejora del suelo, como forraje, consumo del fruto y cerca viva. Se introdujo principalmente en países de África y Asia tropical.

Figura IV. 101. Distribución de *Pithecellobium dulce*

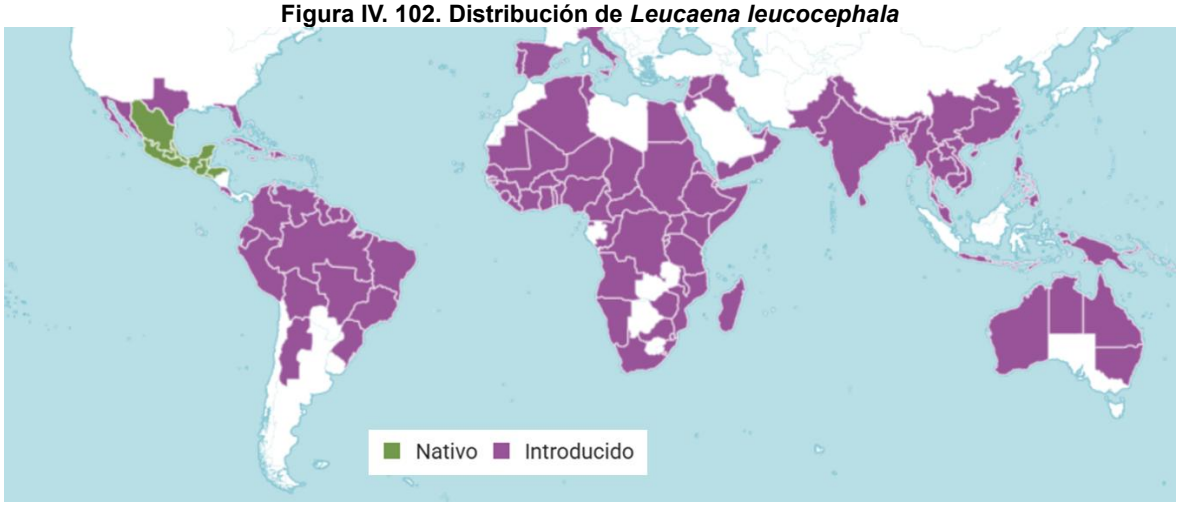


Leucaena leucocephala. árbol o arbusto caducifolio o perennifolio, de 3 a 6 m (hasta 12 m) de altura con un diámetro a la altura del pecho de hasta 25 cm. Copa redondeada, ligeramente abierta y rala. Hojas alternas, bipinnadas, de 9 a 25 cm de largo, verde grisáceas y glabras; folíolos 11 a 24 pares, de 8 a15 mm de largo, elípticos y algo oblicuos. Tronco usualmente torcido y se bifurca a diferentes alturas. Desarrolla muchas ramas finas cuando crece aislado. Corteza. Externa lisa a ligeramente fisurada, gris negruzca, con abundantes lenticelas longitudinales protuberantes. Interna de color crema-amarillento, fibrosa, amarga, con olor a ajo. Grosor total: 3 a 4 mm. Flor. Cabezuelas, con 100 a 180 flores blancas, de 1.2 a 2.5 cm de diámetro; flor de 4.1 a 5.3 mm de largo; pétalos libres; cáliz de 2.3 a 3.1 mm. Fruto. Vainas oblongas, estipitadas, en capítulos florales de 30 o más vainas**.**

Su distribución natural se extiende casi por completo en el territorio mexicano. De manera natural no se encuentra en Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa. Fuera de México puede encontrarse en Belice, El Salvador, Guatemala y Honduras.

Está siendo cultivada comercialmente en varios países tropicales para satisfacer distintas necesidades de productos forestales. Especie ampliamente investigada en plantaciones experimentales. Posee amplio potencial para crecer y desarrollarse en plantaciones productivas con una amplia gama de condiciones de clima y suelo.

Figura IV. 102. Distribución de *Leucaena leucocephala*



En el estrato herbáceo ***Megathyrsus maximus***, es la especie dominante, una gran proporción del predio está cubierta por esta especie. Esta especie no se encuentra en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, ya que sus poblaciones son exóticas a territorio mexicano, su distribución natural se encentra en países africanos.

Figura IV. 103. Distribución de *Megathyrsus maximus*

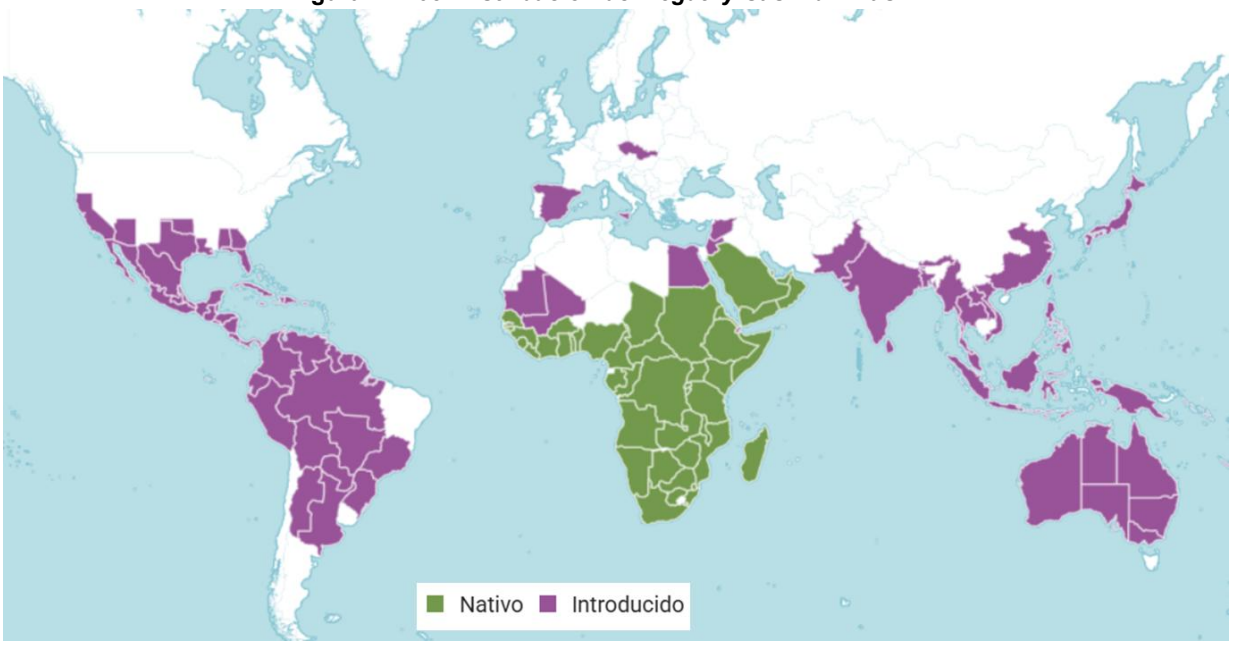
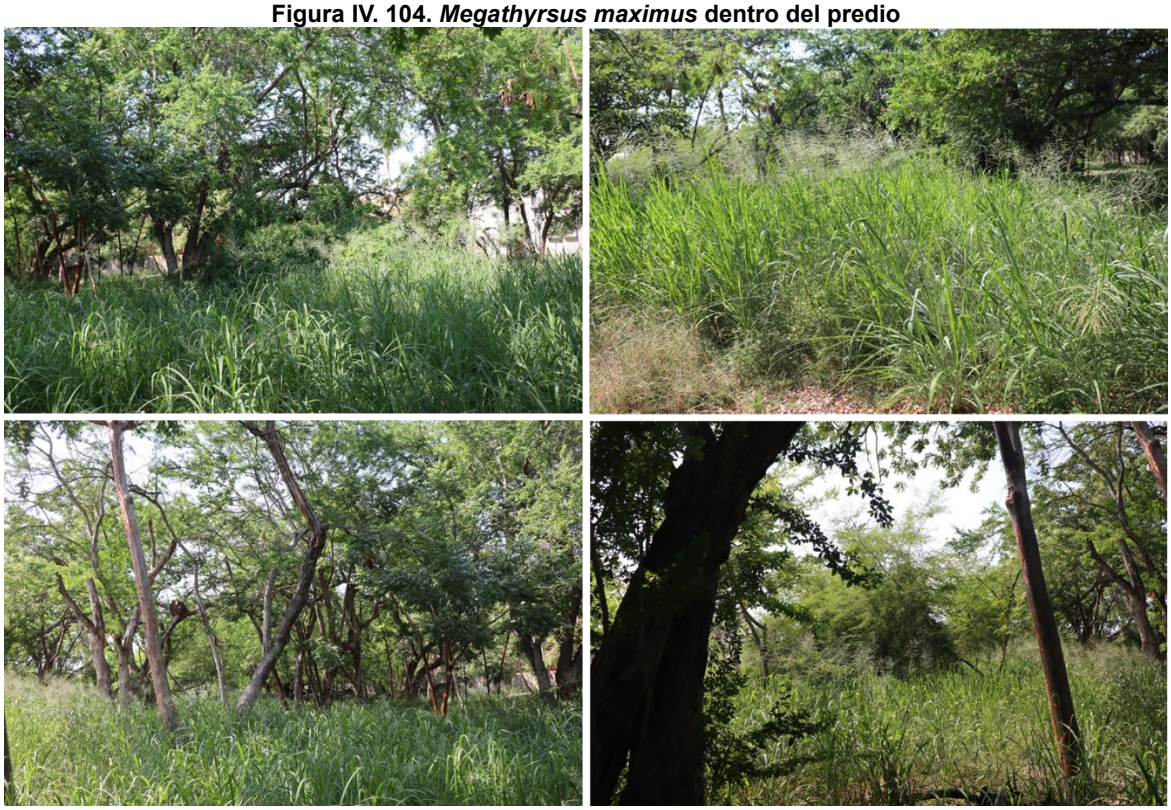


Figura IV. 104. *Megathyrsus maximus* dentro del predio



IV.2.3.1.5. Conclusión vegetación

Sistema Ambiental Regional. Como se ha documentado en las propuestas de clasificación de uso de suelo y tipos de vegetación del INEGI, la vegetación nativa se ha ido desplazando. El registro más antiguo, correspondiente a la Serie I, muestra que la mayor parte del Sistema Ambiental Regional se componía de agricultura y sus diversas variantes (anual, de riego, etc.), con una importante distribución de Selva Mediana Subcaducifolia.

Por lo tanto, fue necesario documentar y muestrear zonas cercanas a la parte montañosa del municipio de Puerto Vallarta. Estos sitios tienen una mayor zona ininterrumpida de suelo cubierto por vegetación nativa, con menor impacto y o alteraciones en las condiciones ambientales. Es por ello por lo que la diversidad registrada en los muestreos del Sistema Ambiental Regional (SAR) sigue manteniendo. Esto se ve reflejado en la distinción entre los tres estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo.

La diversidad florística en el Sistema Ambiental Regional (SAR) se considera alta ya que se registraron un total de **95 especies** en los muestreos. Este número de especies representa el **13%** de la diversidad florística total del municipio de Puerto Vallarta, cuya riqueza total asciende a 729 especies (según datos de Gudiño-Cano et al 2025).

Del total de las especies registradas, el estrato arbóreo fue el más diverso de los tres, y representa el **49%** de la riqueza total de especies registradas. Este resultado es concordante con el tipo de vegetación muestreada (Selva Mediana Subcaducifolia), ya que la mayor diversidad en este ecosistema se registra en el estrato arbóreo y herbáceo. Aunque el estrato herbáceo no resultó tan diverso en número de especies, sí lo fue en la cobertura del sotobosque.

Por otro lado, los resultados del análisis de la estructura de la comunidad vegetal del estrato arbóreo muestran una equidad relativamente alta entre las especies presentes en el Sistema Ambiental Regional. El valor del índice de Pielou (J'), que mide la uniformidad en la abundancia de las especies, fue de 0.802. Un valor cercano a 1 sugiere que la abundancia de los individuos está distribuida de manera equitativa entre las diferentes especies registradas. No obstante, aunque la equidad es alta, se observa una ligera tendencia en las especies más representativas de los sitios de muestreo: *Attalea cohune* y *Bursera simaruba*, siendo estas las especies que le dan estructura a los sitios muestreado.

Es importante mencionar que *Attalea cohune* se encuentra **protegida** por la **NOM-059-SEMARNAT-2010** (bajo la categoría de Sujeta a protección especial (Pr)). Este resultado, junto con las otras cuatro especies que también se encuentran normadas (*Chamaedorea pochutlensis*, *Cryosophila nana*, *Handroanthus chrysanthus* y *Calophyllum brasiliense*), sustenta el resultado del buen estado de conservación de esta zona del Sistema Ambiental Regional.

Por otra parte, en el listado potencial se menciona la presencia de 12 especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, entre las que se encuentran *Avicennia germinans*, *Saurauia serrata*, *Attalea cohune*, *Chamaedorea pochutlensis*, *Cryosophila nana, Bursera arborea*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle*, *Dioon tomasellii*, *Zamia furfurácea* y *Zamia paucijuga*. Es importante destacar que durante los muestreos no se registraron todas estas especies, ya que algunas solo se encuentran en zonas específicas, por ejemplo, las especies del manglar o las que son más afines al bosque de coníferas. Por lo tanto, su ausencia en los sitios muestreados no indica que no se encuentren en el Sistema Ambiental Regional, solo que no coinciden con el mismo tipo de vegetación caracterizado.

En retrospectiva, derivado del análisis de la diversidad y estructura de la vegetación en la zona montañosa de Puerto Vallarta, se proporciona un resultado que contrarresta la

tendencia histórica de degradación documentada en la ciudad. Los resultados muestran una comunidad vegetal ecológicamente sana y con una alta uniformidad en la abundancia de sus individuos (como lo indicó el índice de Pielou J'=0.802). Además, esto permite que la zona sirva como refugio para la flora y fauna nativa, además de las especies bajo protección.

Predio. La vegetación presente en el polígono del predio se encuentra aislada de la demás vegetación del Sistema Ambiental Regional. Aparentemente, la vegetación de Selva Mediana Subcaducifolia más cercana se sitúa en el Estero El Salado. Sin embargo, este se encuentra inconexa debido a la mancha urbana, compuesta específicamente por la Marina de Puerto Vallarta y la Carretera Tepic-Puerto Vallarta. Esta situación deriva a una baja diversidad florística en el sitio, corroborado después del censo del estrato arbóreo y los muestreos en el estrato arbustivo y herbáceo.

La diversidad florística observada en el censo forestal (estrato arbóreo) y en los muestreos (estrato arbustivo y herbáceo) fue de 25 especies en total. De estas, el estrato arbóreo fue el más diverso de los tres, y representa el 56% de la riqueza total de especies registradas. Como se mencionó en apartados anteriores, el tipo de vegetación presente en el predio es "***Vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia***". Por esta razón, el estrato arbóreo presente en el predio presenta la mayor diversidad, en comparación con los estratos arbustivo y herbáceo.

Mientras que, los resultados del análisis de la estructura de la comunidad vegetal en el estrato arbóreo del proyecto **"Alisia"** muestran una equidad media entre las especies presentes. El valor del índice de Pielou J', que mide la uniformidad en la abundancia de las especies, fue de 0.662. Aunque un valor cercano a 1 sugiere una abundancia equitativa, el valor de 0.662 indica que la equidad tiende a ser media-baja. Esto se debe a la dominancia de tres especies arbóreas, las cuales son:

1. *Bursera simaruba*
2. *Pithecellobium dulce*
3. *Leucaena leucocephala*

Los resultados de la estructura de la vegetación presente en el predio **"Alisia"** confirman el aislamiento causado por la mancha urbana, la cual actúa como un filtro ambiental que limita significativamente la diversidad florística. La baja riqueza específica total (solo 25 especies) y la equidad media-baja del estrato arbóreo (con un índice de Pielou de J'=0.662),

marcada por la dominancia de pocas especies (*Bursera simaruba*, *Pithecellobium dulce* y *Leucaena leucocephala*), son indicativos de una comunidad vegetal fragmentada y en un proceso de sucesión secundaria con una resiliencia reducida. Por lo tanto, con estos resultados, se puede concluir que la vegetación que se distribuye en el Sistema Ambiental Regional (particularmente en las zonas montañosas) presenta una mayor diversidad florística y una mejor estructura que la presente en el área del proyecto.

IV.2.3.2. Fauna

El Occidente de México, es considerada una de las regiones más extensas y complejas del país, gracias a su complejidad topográfica con influencias de las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical, han ayudado a que Jalisco presente gran variedad de ambientes y alta diversidad biológica que incluye un número importante de especies endémicas y de distribución restringida, dándole un valor alto para la conservación (Flores-Villela y 50, 1994; Flores-Villela et al., 2004; García, 2006).

De acuerdo con la información recabada en *La Biodiversidad de Jalisco. Estudio de Estado.* (Vol. II; CONABIO) Jalisco cuenta con 14,353 especies de todos los grupos taxonómicos, donde encontramos gran cantidad de endemismo, así como un porcentaje elevado en riqueza de mamíferos (35%) y aves (51%), por lo que una de cada tres especies de mamíferos y una de cada dos especies de aves de la fauna total en México se encuentran en nuestro estado, lo cual, lo sitúa entre los 5 estados con mayor número de especies registradas junto con Veracruz, Chiapas, Oaxaca y Guerrero (Biodiversidad, SEMADES). A continuación, se presenta una tabla con los grupos que se incluyen del Phyllum Chordata, contemplados para este estudio y sus porcentajes de diversidad a nivel nacional.

Tabla IV. 48. Diversidad de especies en Jalisco

	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos
Especies	56	143	438	173
Porcentaje	14%	19%	51%	35%

Las costas de Jalisco están incluidas en la ecorregión Pacífico Tropical (Spalding et al. 2007); otro orden utilizado es el de Wilkinson y colaboradores, 2009, que ubica a Jalisco en la región ecológica Pacífico Transicional Mexicano. Podemos encontrar diversos ecosistemas como playas arenosas y rocosas, humedales, manglares, bahías, arrecifes coralinos, etc.; que contribuyen a la existencia de una gran diversidad de especies y una alta productividad primaria. La fauna silvestre del sistema ambiental regional en áreas

conservadas, donde se llevará a cabo el proyecto, es típica de selva baja y mediana de la costa de Jalisco (Noguera et al., 2002).

EL municipio de Puerto Vallarta es la segunda zona económica más importante del estado de Jalisco y el tercer puerto más importante en México, es uno de los sitios más visitados del país, por lo que no es casualidad el crecimiento poblacional por el que ha pasado y con esto, la necesidad de expandir su territorio, lo que conlleva a la utilización de espacios naturales, hacer cambios de uso de suelo para cumplir con la demanda local y turística. Aun así, es un sitio que cuenta con gran diversidad biológica. Dentro del municipio, se encuentra el Área Natural Protegida Estero El Salado, el cual cuenta con cuatro tipos de vegetación: Selva mediana subcaducifolia, manglar, marisma y vegetación acuática y subacuática y es digna representación de los ecosistemas presentes en el municipio. Los estudios realizados por Estero El Salado han logrado determinar más de 100 especies de aves, más de 29 anfibios y reptiles y 10 especies de mamíferos, de los cuáles se deben considerar que algunos están presentes dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo alguna categoría de protección.

Herpetofauna

Anfibios. - Los anfibios son vertebrados ectotérmos, esto quiere decir que no son capaces de regular su temperatura, su ciclo de vida inicia con una fase de larva acuática (renacuajos), aunque existen sus excepciones, los juveniles pueden tener una metamorfosis hacia una larva con branquias hasta ser un adulto que respira aire por medio de pulmones y su piel. Habitan en una amplia variedad de hábitats, tienen mayor preferencia por los ecosistemas acuáticos, terrestres, fosoriales (de vida subterránea) y arbóreos, en general en regiones tropicales y subtropicales. Se conocen aproximadamente 7,000 especies, donde el 90% son ranas, en México se han registrado 376 especies y en los estudios faunísticos de El Salado se han reportado más de 29 especies de anfibios y reptiles.

Reptiles. – Los reptiles se diferencian de otros grupos taxonómicos, por la presencia de escamas o escudos en lugar de piel, también son animales ectotérmos, en su mayoría son ovíparos. Los podemos encontrar en todos los continentes a excepción de la Antártida. En México se tienen registradas alrededor de 804 especies, ocupando el segundo lugar, por debajo de Australia (Flores y Canseco, 2004). En la región costa de Jalisco se han reportado

68 especies de reptiles, de las cuales 14 son endémicas al estado y algunos estados colindantes.

Los anfibios y reptiles son estudiados por la rama de la zoología: Herpetología, a pesar de que estos no tienen parentescos cercanos, tienen hábitos y modos de vida que han facilitado el estudio en conjunto y ambos son referidos con el término de herpetofauna. A pesar de ser grupos ampliamente estudiados, aún no se sabe mucho sobre su riqueza y distribución en las distintas regiones de Jalisco. La mayoría de los registros se concentran en la costa, cerca de la Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala y lugares aledaños a Guadalajara.

Para este estudio se realizó un listado potencial de herpetofauna que se pudiera encontrar en la zona del proyecto, debido a su cercanía a Estero El Salado, se tomaron en cuenta las plataformas Naturalista y Enciclovida para identificar las especies registradas en las zonas, el inventario de fauna de Estero El Salado y la guía de campo de los Reptiles y Anfibios de la costa de Jalisco, México (Andrés García y Gerardo Ceballos, Fundación Ecológica de Cuixmala, A.C., Instituto de Biología, UNAM).

Para la herpetofauna obtuvimos un total de 58 especies potenciales distribuidas en 3 órdenes taxonómicos y 20 familias; para los anfibios, orden anura se presentan 7 familias potenciales con un total de 20 especies, para reptiles se presentan dos órdenes: Crocodyla y Squamata; para Crocodyla se presenta una familia y 1 especie, en el caso de squamata se presentan 12 familias y 37 especies, siendo este el grupo más diverso. De las especies potenciales, 24 tienen una categoría de riesgo ante la NOM-059-SEMARNAT-2010, 4 son especies exóticas-invasoras y 34 son endémicas al país.

Tabla IV. 49. Listado potencial Herpetofauna

Anfibios					
Orden	**Familia**	**Especie**	**Nombre Común**	**NOM-059**	**Distribución**
Anura	Bufonidae	*Incilius marmoreus*	Sapo Jaspeado	-	Endémica
		Incilius mazatlanensis	Sapito Pinto de Mazatlán	-	Endémica
		Rhinella horribilis	Sapo Gigante	-	Nativa
	Craugastoridae	*Craugastor vocalis*	Rana de Arroyo del Pacífico	-	Endémica
		Craugastor occidentalis	Rana Ladradora Costeña	-	Endémica
		Craugastor hobartsmithi	Rana Ladradora Pigmea	-	Endémica
	Eleutherodactylidae	*Eleutherodactylus pallidus*	Rana Chirriadora Pálida	Pr	Endémica
		Eleutherodactylus modestus	Rana Chirriadora Dedos Chatos	Pr	Endémica
		Eleutherodactylus nitidus	Rana Fisgona Deslumbrante	Pr	Endémica
	Hylidae	*Agalychnis dacnicolor*	Ranita Verduzca	-	Endémica
		Scinax staufferi	Rana Arborícola Trompuda	Pr	Nativa
		Smilisca baudinii	Rana Arborícola Mexicana	Pr	Nativa
		Smilisca fodiens	Rana de Árbol de Tierras Bajas	Pr	Nativa
		Tlalocohyla smithii	Rana de Árbol Mexicana Enana	Pr	Endémica
		Trachycephalus vermiculatus	Rana Arborícola Vermiculada	-	Nativa
		Trachycephalus typhonius	Rana Arborícola Lechosa	-	Nativa
		Triprion spatulatus	Rana Pico de Pato del Pacífico	-	Endémica
	Leptodactylidae	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita Hojarasca	-	Nativa
	Microhylidae	*Hypopachus variolosus*	Rana Termitera	-	Nativa
	Ranidae	*Lithobates psilonota*	Rana Espalda Lisa	-	Endémica
Reptiles					
Orden	**Familia**	***Especie***	**Nombre Común**	**NOM-059**	**Distribución**
Crocodylia	Crocodylidae	*Crocodylus acutus*	Cocodrilo de Río	Pr	Nativa
Squamata	Anolidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo Pañuelo del Pacífico	-	Endémica
	Boidae	*Boa sigma*	Boa de la Costa Oeste Mexicana	-	Endémica
	Colubridae	*Drymobius margaritiferus*	Culebra Corredora de Petatillos	-	Nativa
		Hypsiglena torquata	Culebra Nocturna del Pacífico	Pr	Endémica

		Imantodes gemmistratus	Culebra Cordelilla Centroamericana	Pr	Nativa
		Lampropeltis polyzona	Falsa Coralillo Real Occidental	A	Nativa
		Leptodeira maculata	Escombrera del Suroeste Mexicano	Pr	Endémica
		Leptodeira septentrionalis	Escombrera Manchada	-	Nativa
		Leptophis diplotropis	Culebra Perico del Pacífico	A	Endémica
		Masticophis mentovarius	Culebra Chirriadora Neotropical	-	Nativa
		Mastigodryas melanolomus	Culebra Lagartijera Común	-	Nativa
		Oxybelis microphthalmus	Bejuquilla Café	-	Nativa
		Rhadinaea hesperia	Culebra Rayada Occidental	Pr	Endémica
		Senticolis triaspis	Culebra Ratonera	-	Nativa
		Salvadora mexicana	Culebra Chata del Pacífico	Pr	Endémica
		Tantilla calamarina	Culebra Cabeza Negra del Pacífico	Pr	Endémica
		Thamnophis validus	Culebra Listonada de la Costa Oeste	-	Endémica
		Trimorphodon paucimaculatus	Serpiente Lira Sinaloense	-	Endémica
	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Toloque Rayado	-	Nativa
	Elapidae	*Micrurus proximans*	Coralillo Nayarita	-	Endémica
		Micrurus distans	Serpiente Coralillo del Occidente Mexicano	Pr	Endémica
	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Besucona Asiática	-	Exótica-Invasora
		Gehyra mutilata	Geco Plano	-	Exótica-Invasora
		Lepidodactylus lugubris	Geco Enlutado	-	Exótica-Invasora
		Phelsuma laticauda	Geco Diurno de Polvo Dorado	-	Exótica-Invasora
	Helodermatidae	*Heloderma horridum*	Lagarto de Chaquira	A	Endémica
	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana Mexicana de Cola Espinosa	A	Endémica
		Iguana rhinolopha (sinónimo Iguana iguana)	Iguana Verde	Pr	Nativa
	Phrynosomatidae	*Sceloporus asper*	Lagartija Espinosa Áspera	Pr	Endémica
		Sceloporus melanorhinus	Lagartija Espinosa de Hocico Negro	-	Nativa
		Sceloporus utiformis	Lagartija Espinosa del Pacífico	-	Endémica
		Urosaurus bicarinatus	Lagartija de Árbol del Pacífico	-	Endémica

	Phyllodactylidae	*Phyllodactylus lanei*	Salamanquesa Patas de Res	-	Endémica
	Teiidae	*Aspidoscelis communis*	Huico Moteado Gigante de la Costa de Jalisco	Pr	Endémica
		Aspidoscelis costatus	Huico Llanero	Pr	Endémica
		Aspidoscelis lineattissimus	Huico de Líneas de Jalisco	Pr	Endémica
		Holcosus undulatus	Lagartija Arcoíris	-	Endémica
	Viperidae	*Crotalus basiliscus*	Cascabel del Pacífico	Pr	Endémica

Aves

Las aves son saurópsidos, esto quiere decir que evolucionaron de grupos antiguos de dinosaurios, siendo los cocodrilos parientes cercanos a ellas. La presencia de plumas y su capacidad de volar definen a este grupo, aunque algunas especies son capaces de correr, saltar, nadar y bucear, son ovíparos, presentan huesos porosos que les son ventajosos para volar y presentan pico. Son un grupo de interés debido a que son llamativos visualmente y debido a que son un grupo que suelen emitir muchos sonidos y cantos ha facilitado su estudio a través del tiempo. Existe diversidad en cuanto a hábitos alimenticios y las podemos encontrar en la mayoría de los hábitats terrestres, incluyendo el antártico.

Actualmente se estiman alrededor de 9,720 especies de aves en el mundo (Dickinson, 2003). México ocupa el octavo lugar a nivel mundial en cuanto a diversidad de aves con aproximadamente 1,100 especies registradas y presencia de 22 órdenes de los 29 conocidos (Enciclovida, CONABIO). En Jalisco compartimos un 18% aproximadamente de las especies endémicas al país y en Puerto Vallarta se sabe que hay al menos 350 especies de aves, más de 100 han sido registradas para Estero El Salado y las cuales pueden llegar a atraer turismo de observación de aves.

Se realizó un listado potencial de las aves que pudieran estar en la zona del proyecto, utilizando como apoyo las plataformas Naturalista, ***Enciclovida.mx*** y ***Ebird.org*** dando un total de 261 especies potenciales a la zona distribuidas en 21 órdenes y 54 familias entre aves terrestres y acuáticas, del total se identificaron 24 especies endémicas y 38 especies con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV. 50. Listado Potencial de Aves

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059	Distribución
Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	-	Nativa
		Dendrocygna bicolor	Pijije Canelo	-	Nativa
		Cairina moschata	Pato Real	P	Nativa
		Aix sponsa	Pato Arcoíris	-	Migratoria
		Spatula cyanoptera	Cerceta Canela	-	Migratoria
		Spatula discors	Cerceta Alas Azules	-	Migratoria
		Anas crecca	Cerceta Alas Verdes	-	Migratoria
		Anas platyrhynchos	Pato de Collar	-	Residente/migratoria
		Oxyura jamaicensis	Pato Tepalcate	-	Residente/migratoria
Galliformes	Cracidae	*Ortalis poliocephala*	Chachalaca Pálida	-	Endémica
		Ortalis wagleri	Chachalaca Vientre Castaño	-	Endémica
		Penelope purpurascens	Pava Cojolita	A	Nativa
	Odontophoridae	*Callipepla douglasii*	Codorniz Cresta Dorada	-	Endémica
Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma Doméstica	-	Exótica-Invasora
		Patagioenas flavirostris	Paloma Morada	-	Nativa
		Streptopelia decaocto	Paloma Turca de Collar	-	Exótica-Invasora
		Columbina inca	Tortolita Cola Larga	-	Nativa
		Columbina passerina	Tortolita Pico Rojo	-	Nativa
		Columbina talpacoti	Tortolita Canela	-	Nativa
		Leptotila verreauxi	Paloma Arroyera	-	Nativa
		Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	-	Nativa
		Zenaida macroura	Huilota Común	-	Nativa
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	-	Nativa
		Morococcyx erythropygus	Cuclillo Terrestre	-	Nativa
		Piaya mexicana	Cuclillo Canelo Mexicano	-	Nativa
		Coccyzus americanus	Cuclillo Pico Amarillo	-	Nativa
		Coccyzus minor	Cuclillo Manglero	-	Nativa

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059	Distribución
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras Menor	-	Nativa
		Nyctidromus albicollis	Chotacabras Pauraque	-	Nativa
		Antrostomus ridgwayi	Tapacaminos Tucuchillo	-	Nativa
Apodiformes	Apodidae	*Cypseloides niger*	Vencejo Negro	-	Migratoria
		Streptoprocne zonaris	Vencejo Collar Blanco	-	Nativa
		Aeronautes saxatalis	Vencejo Pecho Blanco	-	Nativa
	Trochilidae	*Phaethornis mexicanus*	Colibrí Ermitaño Mexicano	-	Endémica
		Heliomaster constantii	Colibrí Picudo Occidental	-	Nativa
		Archilochus colubris	Colibrí Garganta Rubí	-	Migratoria
		Archilochus alexandri	Colibrí Barba Negra	-	Migratoria
		Selasphorus platycercus	Zumbador Cola Ancha	-	Nativa
		Cynanthus latirostris	Colibrí Pico Ancho	-	Nativa
		Cynanthus auriceps	Esmeralda Occidental	-	Endémica
		Basilinna leucotis	Colibrí Orejas Blancas	-	Nativa
		Ramosomyia violiceps	Colibrí Corona Violeta	-	Nativa
		Saucerottia beryllina	Colibrí Berilo	-	Nativa
		Amazilia rutila	Colibrí Canelo	-	Nativa
Gruiformes	Rallidae	*Aramides axillaris*	Rascón Cuello Canela	A	Nativa
		Porzana carolina	Polluela Sora	-	Migratoria
		Gallinula galeata	Gallineta Frente Roja	-	Residente/migratoria
		Fulica americana	Gallareta Americana	-	Residente/migratoria
		Porphyrio martinica	Gallineta Morada	-	Nativa
	Aramidae	*Aramus guarauna*	Carrao	A	Nativa
Charadriiformes	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Monjita Americana	-	Nativa
		Recurvirostra americana	Avoceta Americana	-	Residente/migratoria
	Haematopodidae	*Haematopus palliatus*	Ostrero Americano	-	Nativa
	Charadriidae	*Pluvialis squatarola*	Chorlo Gris	-	Migratoria
		Charadrius vociferus	Chorlo Tildío	-	Residente/migratoria

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059	Distribución
		Charadrius semipalmatus	Chorlo Semipalmeado	-	Migratoria
		Anarhynchus wilsonia	Chorlo Pico Grueso	-	Residente/migratoria
		Anarhynchus collaris	Chorlo de Collar	-	Nativa
		Anarhynchus nivosus	Chorlo Nevado	A	Residente/migratoria
	Jacanidae	*Jacana spinosa*	Jacana Norteña	-	Nativa
	Scolopacidae	*Bartramia longicauda*	Zarapito Ganga	-	Migratoria
		Numenius phaeopus	Zarapito Trinador	-	Migratoria
		Numenius americanus	Zarapito Pico Largo	-	Migratoria
		Limosa fedoa	Picopando Canelo	A	Migratoria
		Actitis macularius	Playero Alzacolita	-	Residente/migratoria
		Phalaropus tricolor	Falaropo Pico Largo	-	Migratoria
		Tringa solitaria	Playero Solitario	-	Migratoria
		Tringa incana	Playero Vagabundo	-	Migratoria
		Tringa flavipes	Patamarilla Menor	-	Migratoria
		Tringa semipalmata	Playero Pihuiuí	-	Migratoria
		Tringa melanoleuca	Patamarilla Mayor	-	Migratoria
		Arenaria interpres	Vuelvepiedras Rojizo	-	Migratoria
		Calidris canutus	Playero Rojo	-	Migratoria
		Calidris virgata	Playero Brincaolas	-	Migratoria
		Calidris himantopus	Playero Zancón	-	Migratoria
		Calidris alba	Playero Blanco	-	Migratoria
		Calidris alpina	Playero Dorso Rojo	-	Migratoria
		Calidris bairdii	Playero de Baird	-	Migratoria
		Calidris minutilla	Playero Diminuto	-	Migratoria
		Calidris mauri	Playero Occidental	A	Migratoria
		Calidris pusilla	Playero Semipalmeado	-	Migratoria
	Laridae	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota Reidora	-	Migratoria
		Leucophaeus pipixcan	Gaviota de Franklin	-	Migratoria

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059	Distribución
		Larus heermanni	Gaviota Plomiza	Pr	Migratoria
		Larus delawarensis	Gaviota Pico Anillado	-	Migratoria
		Sternula antillarum	Charrán Mínimo	Pr	Migratoria
		Hydroprogne caspia	Charrán del Caspio	-	Migratoria
		Chlidonias niger	Charrán Negro	-	Migratoria
		Sterna forsteri	Charrán de Forster	-	Migratoria
		Sterna hirundo	Charrán Común	-	Migratoria
		Thalasseus sandvicensis	Charrán de Sandwich	-	Migratoria
		Thalasseus elegans	Charrán Elegante	Pr	Migratoria
		Thalasseus maximus	Charrán Real	-	Residente/migratoria
Podicipediformes	Podicipedidae	*Tachybaptus dominicus*	Zambullidor Menor	Pr	Nativa
		Podilymbus podiceps	Zambullidor Pico Grueso	-	Nativa
Ciconiiformes	Ciconiidae	*Mycteria americana*	Cigüeña Americana	Pr	Migratoria
Suliformes	Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata Tijereta	-	Nativa
	Sulidae	*Sula brewsteri*	Bobo Café	-	Nativa
		Sula nebouxii	Bobo Patas Azules	Pr	Nativa
	Anhingidae	*Anhinga anhinga*	Anhinga Americana	-	Nativa
	Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianum*	Cormorán Neotropical	-	Nativa
		Nannopterum auritum	Cormorán Orejón	-	Nativa
Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Eudocimus albus*	Ibis Blanco	-	Nativa
		Plegadis chihi	Ibis Ojos Rojos	-	Residente/migratoria
		Platalea ajaja	Espátula Rosada	-	Residente/migratoria
	Ardeidae	*Tigrisoma mexicanum*	Garza Tigre Mexicana	Pr	Nativa
		Cochlearius cochlearius	Garza Cucharón	-	Nativa
		Botaurus exilis	Avetoro Menor	Pr	Residente/migratoria
		Nyctanassa violacea	Garza Nocturna Corona Clara	-	Nativa
		Nycticorax nycticorax	Garza Nocturna Corona Negra	-	Nativa
		Egretta caerulea	Garceta Azul	-	Residente/migratoria

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059	Distribución
		Egretta tricolor	Garza Tricolor	-	Residente/migratoria
		Egretta rufescens	Garza Rojiza	P	Nativa
		Egretta thula	Garza Dedos Dorados	-	Nativa
		Butorides virescens	Garcita Verde	-	Nativa
		Ardea ibis	Garza Ganadera	-	Exótica-Invasora
		Ardea alba	Garza Blanca	-	Nativa
		Ardea herodias	Garza Morena	-	Nativa
	Pelecanidae	*Pelecanus erythrorhynchos*	Pelícano Blanco Americano	-	Migratoria
		Pelecanus occidentalis	Pelícano Café	-	Residente/migratoria
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	-	Nativa
		Cathartes aura	Zopilote Aura	-	Nativa
Accipitriformes	Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Águila Pescadora	-	Nativa
	Accipitridae	*Elanus leucurus*	Milano Cola Blanca	-	Nativa
		Chondrohierax uncinatus	Gavilán Pico de Gancho	Pr	Nativa
		Accipiter striatus	Gavilán Pecho Canela	Pr	Residente/migratoria
		Astur cooperii	Gavilán de Cooper	Pr	Residente/migratoria
		Geranospiza caerulescens	Gavilán Zancón	A	Nativa
		Rostrhamus sociabilis	Gavilán Caracolero	Pr	Nativa
		Buteogallus anthracinus	Aguililla Negra Menor	Pr	Nativa
		Buteogallus urubitinga	Aguililla Negra Mayor	Pr	Nativa
		Parabuteo unicinctus	Aguililla Rojinegra	Pr	Nativa
		Buteo plagiatus	Aguililla Gris	-	Nativa
		Buteo albonotatus	Aguililla Aura	Pr	Residente/migratoria
		Buteo brachyurus	Aguililla Cola Corta	-	Nativa
		Buteo swainsoni	Aguililla de Swainson	Pr	Migratoria
Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium palmarum*	Tecolote Colimense	A	Endémica
		Glaucidium brasilianum	Tecolote Bajeño	-	Nativa
		Athene cunicularia	Tecolote Llanero	-	Nativa

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059	Distribución
		Strix virgata	Búho Café	-	Nativa
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon citreolus*	Coa Citrina	-	Endémica
		Trogon ambiguus	Coa Cola Cobriza	-	Nativa
Coraciiformes	Momotidae	*Momotus mexicanus*	Momoto Corona Canela	-	Nativa
	Alcedinidae	*Megaceryle torquata*	Martín Pescador de Collar	-	Nativa
		Megaceryle alcyon	Martín Pescador Norteño	-	Residente/migratoria
		Chloroceryle americana	Martín Pescador Verde	-	Nativa
Piciformes	Picidae	*Melanerpes chrysogenys*	Carpintero Enmascarado	-	Endémica
		Dryobates scalaris	Carpintero Mexicano	-	Nativa
		Campephilus guatemalensis	Carpintero Pico Plateado	Pr	Nativa
		Dryocopus lineatus	Carpintero Lineado	-	Nativa
Falconiformes	Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón Guaco	-	Nativa
		Micrastur semitorquatus	Halcón Selvático de Collar	Pr	Nativa
		Caracara plancus	Caracara Quebrantahuesos	-	Nativa
		Falco sparverius	Cernícalo Americano	-	Residente/migratoria
		Falco columbarius	Halcón Esmerejón	-	Residente/migratoria
		Falco rufigularis	Halcón Murcielaguero	-	Nativa
		Falco peregrinus	Halcón Peregrino	Pr	Residente/migratoria
Psittaciformes	Psittacidae	*Myiopsitta monachus*	Perico Monje Argentino	-	Exótica-Invasora
		Amazona finschi	Loro Corona Lila	P	Endémica
		Forpus cyanopygius	Periquito Catarino	Pr	Endémica
		Eupsittula canicularis	Perico Frente Naranja	Pr	Nativa
		Ara militaris	Guacamaya Verde	P	Nativa
Passeriformes	Furnariidae	*Xiphorhynchus flavigaster*	Trepatroncos Bigotudo	-	Nativa
	Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira Puerquito	-	Nativa
		Pachyramphus aglaiae	Cabezón Degollado	-	Nativa
	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito Chillón	-	Nativa
		Empidonax difficilis	Papamoscas Amarillo del Pacífico	-	Residente/migratoria

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059	Distribución
		Sayornis saya	Papamoscas Llanero	-	Residente/migratoria
		Pyrocephalus rubinus	Mosquero Cardenal		Nativa
		Ramphotrigon flammulatum	Papamoscas Mexicano	Pr	Endémica
		Attila spadiceus	Mosquero Atila	-	Nativa
		Myiarchus tuberculifer	Papamoscas Triste	-	Nativa
		Myiarchus cinerascens	Papamoscas Garganta Ceniza	-	Residente/migratoria
		Myiarchus nuttingi	Papamoscas Huí	-	Nativa
		Myiarchus tyrannulus	Papamoscas Gritón	-	Nativa
		Pitangus sulphuratus	Bienteveo Común	-	Nativa
		Megarynchus pitangua	Luis Pico Grueso	-	Nativa
		Myiozetetes similis	Luisito Común	-	Nativa
		Myiodynastes luteiventris	Papamoscas Rayado Común	-	Migratoria
		Tyrannus melancholicus	Tirano Pirirí	-	Nativa
		Tyrannus vociferans	Tirano Chibiú	-	Residente/migratoria
		Tyrannus crassirostris	Tirano Pico Grueso	-	Nativa
	Vireonidae	*Vireo hypochryseus*	Vireo Amarillo	-	Endémica
		Vireo atricapilla	Vireo Gorra Negra	P	Migratoria
		Vireo plumbeus	Vireo Plomizo	-	Residente/migratoria
		Vireo gilvus	Vireo Gorjeador	-	Migratoria
		Vireo flavoviridis	Vireo Verdeamarillo	-	Migratoria
	Corvidae	*Cyanocorax colliei*	Urraca Cara Negra	-	Endémica
		Cyanocorax sanblasianus	Chara de San Blas	-	Endémica
		Corvus corax	Cuervo Común	-	Nativa
	Hirundinidae	*Riparia riparia*	Golondrina Ribereña	-	Migratoria
		Tachycineta bicolor	Golondrina Bicolor	-	Migratoria
		Tachycineta albilinea	Golondrina Manglera	-	Nativa
		Progne chalybea	Golondrina Pecho Gris	-	Nativa
		Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas	-	Residente/migratoria

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059	Distribución
		Hirundo rustica	Golondrina Tijereta	-	Migratoria
	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgris	-	Residente/migratoria
		Polioptila nigriceps	Perlita Sinaloense	-	Nativa
	Troglodytidae	*Catherpes mexicanus*	Saltapared Barranqueño	-	Nativa
		Pheugopedius felix	Saltapared Feliz	-	Endémica
		Thryophilus sinaloa	Saltapared Sinaloense	-	Endémica
	Mimidae	*Melanotis caerulescens*	Mulato Azul	-	Endémica
		Mimus polyglottos	Centzontle Norteño	-	Residente/migratoria
	Turdidae	*Turdus assimilis*	Mirlo Garganta Blanca	-	Nativa
		Turdus rufopalliatus	Mirlo Dorso Canela	-	Endémica
	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	-	Exótica-Invasora
	Fringillidae	*Euphonia godmani*	Eufonia Garganta Negra	-	Endémica
		Haemorhous mexicanus	Pinzón Mexicano	-	Nativa
		Spinus notatus	Jilguerito Encapuchado	-	Nativa
	Rhodinocichlidae	*Rhodinocichla rosea*	Tangara Pecho Rosa	-	Nativa
	Passerellidae	*Peucaea ruficauda*	Zacatonero Corona Rayada	-	Nativa
		Chondestes grammacus	Gorrión Arlequín	-	Migratoria
		Passerculus sandwichensis	Gorrión Sabanero	-	Migratoria
		Melospiza lincolnii	Gorrión de Lincoln	-	Migratoria
		Melozone kieneri	Rascador Nuca Canela	-	Endémica
	Icteriidae	*Icteria virens*	Chipe Grande	-	Residente/migratoria
	Icteridae	*Sturnella lilianae*	Pradero Altiplanero	-	Nativa
		Cassiculus melanicterus	Cacique Mexicano	-	Endémica
		Icterus spurius	Calandria Castaña	-	Migratoria
		Icterus cucullatus	Calandria Dorso Negro Menor	-	Residente/migratoria
		Icterus pustulatus	Calandria Dorso Rayado	-	Nativa
		Icterus bullockii	Calandria Cejas Naranjas	-	Migratoria
		Icterus galbula	Calandria de Baltimore	-	Migratoria

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059	Distribución
		Agelaius phoeniceus	Tordo Sargento	-	Residente/migratoria
		Molothrus aeneus	Tordo Ojos Rojos	-	Residente/migratoria
		Quiscalus mexicanus	Zanate Mayor	-	Nativa
	Parulidae	*Parkesia motacilla*	Chipe Arroyero	-	Migratoria
		Parkesia noveboracensis	Chipe Charquero	-	Migratoria
		Mniotilta varia	Chipe Trepador	-	Migratoria
		Leiothlypis celata	Chipe Oliváceo	-	Migratoria
		Leiothlypis luciae	Chipe Rabadilla Rufa	-	Migratoria
		Leiothlypis ruficapilla	Chipe Cabeza Gris	-	Migratoria
		Geothlypis tolmiei	Chipe Lores Negros	A	Migratoria
		Geothlypis trichas	Mascarita Común	-	Residente/migratoria
		Setophaga citrina	Chipe Encapuchado	-	Migratoria
		Setophaga ruticilla	Pavito Migratorio	-	Migratoria
		Setophaga americana	Chipe Pecho Manchado	-	Migratoria
		Setophaga pitiayumi	Chipe Tropical	-	Residente/migratoria
		Setophaga petechia	Chipe Manglero	-	Residente
		Setophaga aestiva	Chipe Amarillo Norteño		Migratoria
		Setophaga coronata	Chipe Rabadilla Amarilla	-	Migratoria
		Setophaga dominica	Chipe Garganta Amarilla	-	Migratoria
		Setophaga graciae	Chipe Cejas Amarillas	-	Residente/migratoria
		Setophaga nigrescens	Chipe Negrogrís	-	Migratoria
		Setophaga townsendi	Chipe de Townsend	-	Migratoria
		Setophaga occidentalis	Chipe Cabeza Amarilla	-	Migratoria
		Basileuterus rufifrons	Chipe Gorra Rufa	-	Nativa
		Cardellina pusilla	Chipe Corona Negra	-	Migratoria
	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga Roja	-	Migratoria
		Piranga ludoviciana	Piranga Capucha Roja	-	Migratoria
		Piranga erythrocephala	Piranga Cabeza Roja	-	Endémica

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059	Distribución
		Pheucticus melanocephalus	Picogordo Tigrillo	-	Residente/migratoria
		Cyanocompsa parellina	Colorín Azulnegro	-	Nativa
		Passerina caerulea	Picogordo Azul	-	Residente/migratoria
		Passerina amoena	Colorín Pecho Canela	-	Residente/migratoria
		Passerina cyanea	Colorín Azul	-	Residente/migratoria
		Passerina leclancherii	Colorín Pecho Naranja	-	Endémica
		Passerina versicolor	Colorín Morado	-	Residente/migratoria
		Passerina ciris	Colorín Sietecolores	Pr	Residente/migratoria
	Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero Brincador	-	Nativa
		Sporophila torqueola	Semillero de Collar	-	Endémica
		Saltator grandis	Saltador Gris Mesoamericano	-	Nativa

Mamíferos

Los mamíferos son un grupo taxonómico que se diferencia del resto por la presencia de pelo y glándulas mamarias, pueden regular su calor corporal, en su mayoría son vivíparos y es muy diverso en cuanto a tamaños, formas y se distribuyen tanto en tierra como en agua. Se reconocen 4,381 especies en el mundo y México ocupa el tercer lugar en diversidad con 602 especies, 488 terrestres de las cuales 164 son endémicas y 47 especies marinas (CONABIO, 2009). Jalisco alberga 46 especies endémicas, donde la mayor diversidad es en roedores, seguido por murciélagos y musarañas. En Puerto Vallarta, gracias a la influencia climática, existe gran diversidad de especies.

El listado potencial para este grupo se realizó utilizando las plataformas ***Naturalista.org*** y ***Enciclovida.mx***, así como revisión literaria de mamíferos en Jalisco para saber cuáles se podrían encontrar potencialmente de acuerdo con la vegetación y tipos de suelos en el proyecto. Resultaron 36 especies, distribuidas en 7 órdenes y 17 familias, una especie con categoría **NOM-059-SEMARNAT-2010** y 8 endémicas; en este listado potencial no se consideraron animales marinos, ya que, el proyecto a pesar de estar dentro de la Marina Puerto Vallarta no cuenta con playa o con acceso de mar abierto hacia la marina, puesto que esa zona se utiliza como puerto y hay una gran cantidad de embarcaciones estacionadas.

Tabla IV. 51. Listado potencial de mamíferos

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059	Distribución
Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado de Cola Blanca		Nativa
	Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Pecarí de Collar		Nativa
Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote		Nativa
		Urocyon cinereoargenteus	Zorra Gris		Nativa
	Mephitidae	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo de Espalda Blanca Norteño		Nativa
		Mephitis macroura	Zorrillo Listado Sureño		Nativa
	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí		Nativa
		Procyon lotor	Mapache		Nativa
Chiroptera	Emballonuridae	*Balantiopteryx plicata*	Murciélago Gris de Saco		Nativa
	Molossidae	*Cynomops mexicanus*	Murciélago Cara De Perro	Pr	Endémica
		Molossus rufus	Murciélago Mastín Negro		Nativa
		Nyctinomops aurispinosus	Murciélago Cola Suelta Espinoso		Nativa
		Tadarida brasiliensis	Murciélago Mexicano Cola Suelta		Nativa
	Natalidae	*Natalus stramineus*	Murciélago Mexicano Oreja De Embudo		Nativa
	Noctilionidae	*Noctilio leporinus*	Murciélago Pescador Mayor		Nativa
	Phyllostomidae	*Artibeus hirsutus*	Murciélago Frugívoro Peludo		Endémica
		Artibeus jamaicensis	Murciélago Frutero		Nativa
		Artibeus lituratus	Murciélago Frugívoro Gigante		Nativa
		Centurio senex	Murciélago Cara Arrugada		Nativa
		Desmodus rotundus	Murciélago Vampiro		Nativa
		Dermanura phaeotis	Murciélago Frugívoro Pigmeo		Nativa
		Glossophaga soricina	Murciélago Lengüetón		Nativa
	Vespertilionidae	*Rhogeessa parvula*	Murciélago Amarillo Menor		Endémica
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus mexicanus*	Armadillo Mexicano		Nativa
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache Sureño		Nativa
		Didelphis virginiana	Tlacuache Norteño		Nativa
		Tlacuatzin sinaloae	Tlacuachín		Endémica

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059	Distribución
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo De Monte		Endémica
Rodentia	Cricetidae	*Oryzomys couesi*	Rata Arrocera De Agua		Nativa
		Sigmodon arizonae	Rata-Algodonera De Arizona		Nativa
		Sigmodon mascotensis	Rata De La Caña De Jalisco		Endémica
	Muridae	*Mus musculus*	Ratón Casero Eurasiático		Exótica-Invasora
		Rattus rattus	Rata Negra		Exótica-Invasora
	Sciuridae	*Sciurus colliaei*	Ardilla Gris Del Pacífico		Endémica
		Notocitellus annulatus	Ardilla De Tierra De Cola Anillada		Endémica

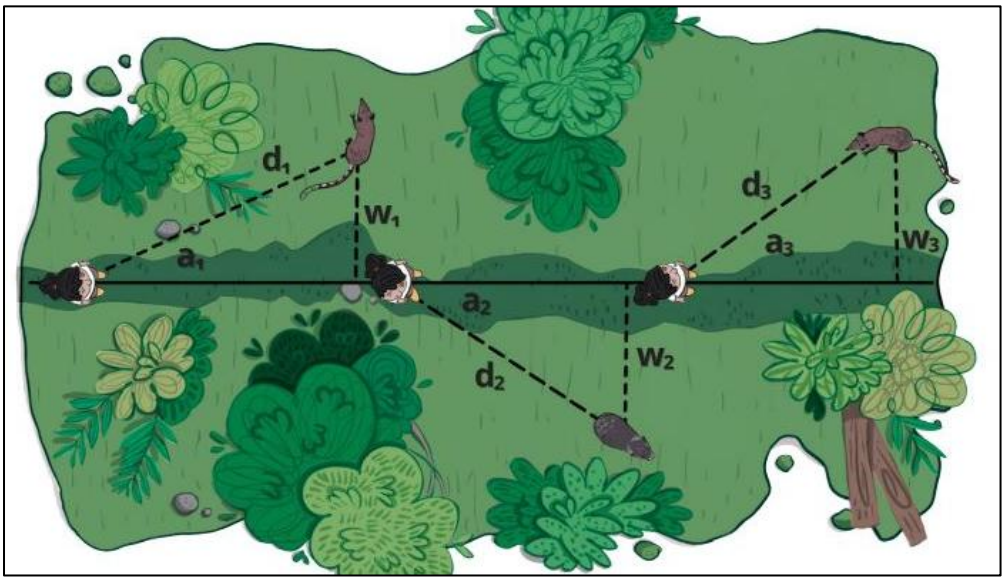
Metodología de los muestreos

Muestreo de Herpetofauna

El avistamiento de los reptiles varía de acuerdo con la temperatura ambiental, por esta razón estas especies dependen en su totalidad de su temperatura corporal para la realización de sus actividades biológicas. Al igual que los reptiles, los anfibios dependen de la humedad, bajo las condiciones adecuadas es fácil observar a estos individuos. Los horarios adecuados para la búsqueda de estas especies son en las primeras horas de la noche, durante la temporada de lluvias de verano o incluso en el día si las condiciones son adecuadas (Santiago *et al.,* 2012).

Para la obtención de datos de los anfibios y reptiles se utilizó el método de búsqueda intensiva, este método consiste en transectos de longitud previamente establecida que permiten evaluar diferencias faunísticas de diversas áreas que incluyen, zonas de diferentes tipos de vegetación y gradientes topográficos entre otros (Gallina y López-González, 2011; Aguirre-León y Cazares, 2009).

Figura IV. 105. Ejemplo de monitoreo por transectos



Con la ayuda de ganchos herpetológicos, pinzas, guantes, polainas contra la mordida de serpientes, etc., se buscaron bajo de troncos, piedras, muros o incluso en oquedades con el fin de observar los individuos de la zona. Una vez recabados los datos en campo, se vaciaron en una base de datos en formato digital Excel, para su posterior análisis de escritorio.

Figura IV. 106. Equipo de protección utilizado para e muestreo de herpetofauna



Tabla IV. 52. Formato de registro para herpetofauna

Herpetofauna			
Fecha:	Hora inicio:	Hora de termino:	Transecto: 1 2 3 4
Especie	**Nombre común**	**Número de individuos**	**Observaciones**

Muestreo de Aves

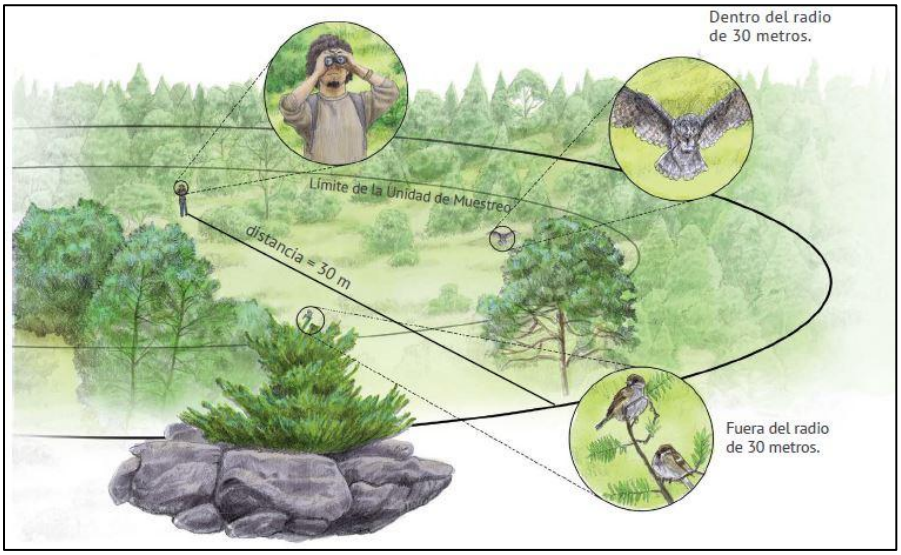
Para este grupo se estableció la búsqueda intensiva para la obtención de registros. Este es un método propuesto por Ralph *et at.,* (1996), consistió en la realización de transectos de búsqueda intensiva, en áreas distintas que el observador recorre por completo en busca de aves y sus vocalizaciones (llamados). Ese método es muy efectivo ya que de esta forma los sonidos emitidos que no resulten familiares son menos problemáticas porque algunos individuos, pueden ser buscados e identificados detenidamente. Incluso, aumenta la probabilidad de detección de aquellas especies particularmente silenciosas. Es muy útil y comúnmente utilizado por los ornitólogos en todo el mundo. El equipo utilizado consistió en unos binoculares de la marca Vortex 10 X 42, así como guías de campo físicas y digitales y una libreta de anotaciones.

Figura IV. 107. Equipo usado para muestreo de aves



En lo que respecta a la determinación de las aves mediante sus cantos y llamados, se consultaron las guías en formato electrónico iBird Pro, The Sibley Birds of North América y se implementó el uso de la aplicación Merlin Bird ID, la cual permite grabar sonidos y posterior ayudar con la identificación de las especies a partir de esa grabación.

Figura IV. 108. Ejemplo de área de conteo



Extraído del Manual para muestrear fauna en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas

Figura IV. 109. Guías electrónicas utilizadas para la determinación de las aves por medio de cantos y llamadas



Tabla IV. 53. Formato de registro de aves

Aves			
Fecha:	Hora inicio:	Hora de termino:	Transecto: 1 2 3 4
Especie	**Nombre común**	**No. de individuos**	**Hora/Punto/observaciones**

Muestreo de Mamíferos

Para este grupo en particular, se realizó el muestreo mediante la observación directa e indirecta de individuos (Rastros, huellas, excretas y observación de especies). De acuerdo con lo establecido dentro de este muestreo, en el siguiente apartado, se describen los siguientes parámetros:

> *Las huellas son impresiones de las extremidades de los mamíferos, ligadas a la adaptación de cada especie al tipo de vegetación donde se encuentran.*

Considerando cada huella y observándola en el sentido en que el individuo se desplazó, los parámetros utilizados se refieren a:

> *El largo está relacionado a la distancia de la base inferior a la punta del dedo más largo, y el ancho, es la distancia entre los dedos externos.*
> *El Largo de las garras se refiere al extremo de los dedos al extremo de las garras (Aranda, 2000).*

Figura IV. 110. Parámetros para medición de huellas

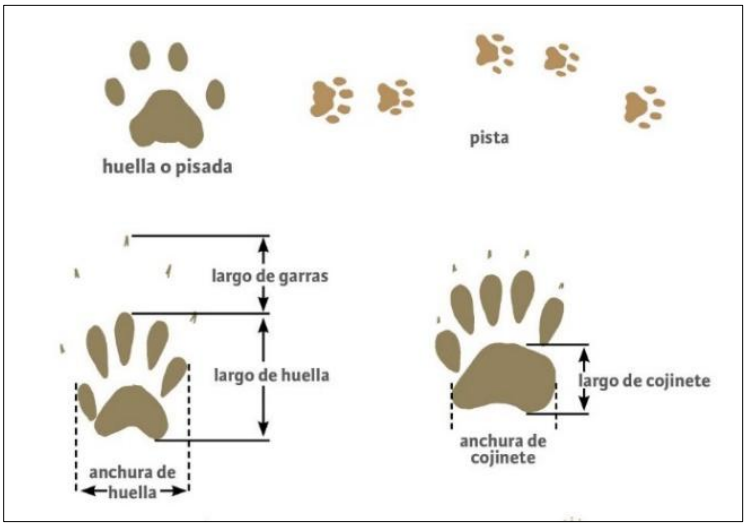
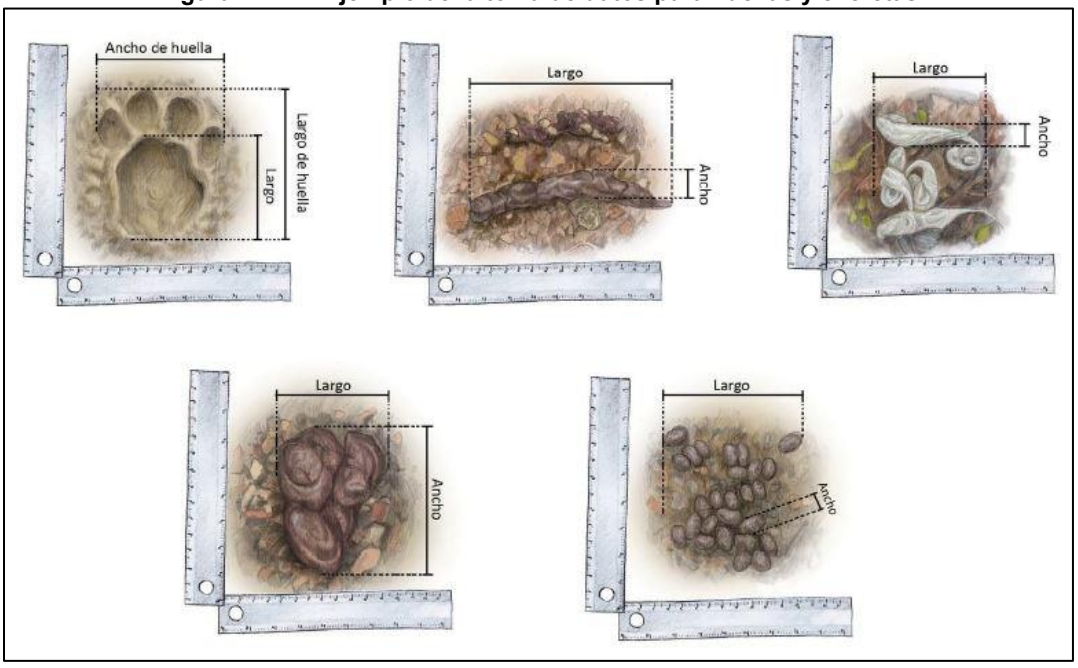


Imagen obtenida de Aranda (2012)

Las excretas son los desechos orgánicos de los animales, los cuales provén importante información acerca de su dieta. Estas pueden estar compuestas por diferentes tipos de desechos como son pelo, plumas, semillas, pedacera de insectos, restos de fruta, etc. Estas excretas proveen el conocimiento necesario acerca de los hábitos alimentarios de cada individuo y las relaciones ecológicas con otras especies. El color de las excretas varía entre especies y familias (Elboroch, 2003 y 2019). Para el registro de estos rastros se deberá:

- Medir ancho, largo y diámetro
- Registrar si se identifica cierto desecho (pelo, pluma, semillas, etc.)
- Revisar que tan fresca es la excreta
- Tomar fotografía a 40 cm del suelo

Figura IV. 111. Ejemplo de la toma de datos para huellas y excretas

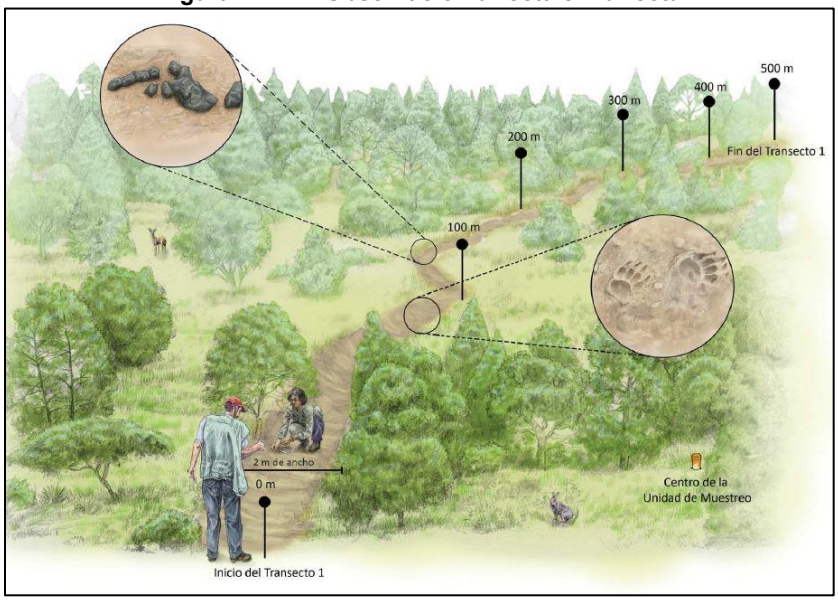


La identificación y determinación de estos rastros constituyen un aspecto de suma importancia para conocer la biología de las especies, ya que pueden constituir un elemento importante de alguna investigación científica o alguna metodología.

Este método es muy efectivo y fácil de realizar, consiste en el conteo de los rastros antes mencionados mediante transectos generalmente establecidos sobre caminos y brechas por ser área de paso de muchas especies presentes en el área (Gallina y López-González, 2011).

Las caminatas se realizaron por las mañanas buscando sobre caminos, brechas, áreas de paso, incluso en arena suave, áreas lodosas y encima de piedras, algunas excretas que las especies, suelen dejar. De esta manera, es recomendable efectuar los recorridos a muy tempranas horas del día para encontrar los rastros más frescos y al mismo tiempo lograr observar la presencia de los individuos deambulando por el área. Por otro lado, se incluyeron otros rastros como las madrigueras, sitios de descanso, rascaderos, desechos de alimentos, etc. Esto evidenciados por medio de fotografías en el cual se incluye una referencia de tamaño (Regla, navaja o bolígrafos).

Figura IV. 112. Observación directa e indirecta



Solo se registra una huella y una excreta por especie encontrados por trayecto, esto para evitar registros de más. Se apoyarán las observaciones con fotografías incluyendo una regla graduada o algún instrumento que pueda ayudar después a tener una referencia de tamaño, estas se tomarán a 40 cm del suelo. Para los registros de mamíferos se realizaron los siguientes formatos:

Tabla IV. 54. Formato para registros de observación de mamíferos

Mamíferos (Observación)			
Fecha:	Hora inicio:	Hora de termino:	Transecto: 1 2 3 4
Especie	**Nombre común**	**No. de individuos**	**Observaciones**

Tabla IV. 55. Formato de registro de rastros de mamíferos

Mamíferos (Huellas y excretas)			
Fecha:	Hora inicio:	Hora de termino:	Transecto: 1 2 3 4
Medidas Huella o Excreta	**Forma de colecta (Fotografía o molde)**	**Otro tipo de rastro**	**Observaciones**

Fototrampas

La instalación de fototrampas son una técnica no invasiva, la cual permite registrar las especies que pueden llegar a ser escurridizas o con hábitos nocturnos, por lo tanto, su utilización es complementaria y fiable para los estudios en campo, ya que permite cubrir áreas de mayor extensión y menor esfuerzo. Además, el uso de estos dispositivos es de

gran importancia, cuando se debe estudiar a fauna vulnerable al manejo, que se encuentren amenazadas o en peligro de extinción, en las cuales su captura o colecta se encuentre restringida o prohibida (Sánchez-Cordero et al., 2005).

Las cámaras trampa son dispositivos que cuentan con sensores de calor o movimiento, estas al percibir algún cambio de temperatura o movimiento en el lugar donde fueron instaladas, emite una señal y esta a su vez toma una fotografía capturando una imagen de lo que esta lo haya activado al momento (Chávez *et al.*, 2013). Su tiempo de vida puede ser de hasta meses, dependiendo el tipo de batería que utilicen y no interfieren en la vida diaria de los animales. Las consideraciones al instalar una cámara trampa:

- Elegir un sitio alejado y escondido de caminos de personas.
- Elegir sitios donde haya evidencia de paso de fauna o cerca de cuerpos de agua.
- Configuración: mínimo 3 fotografías, 30 segundos entre foto, fecha y hora actualizada, usar la mayor calidad de imagen o no menor a 10 megapíxeles.
- Colocar las cámaras de 20-40 cm de altura desde el suelo, con un ángulo de entre 90°- 45°.
- Quitar, podar o remover vegetación que puedan obstruir la cámara o activarla al movimiento por agentes como el aire.
- Tomar coordenadas del sitio donde se instale la fototrampa.

Figura IV. 113. Ejemplo de instalación de fototrampas

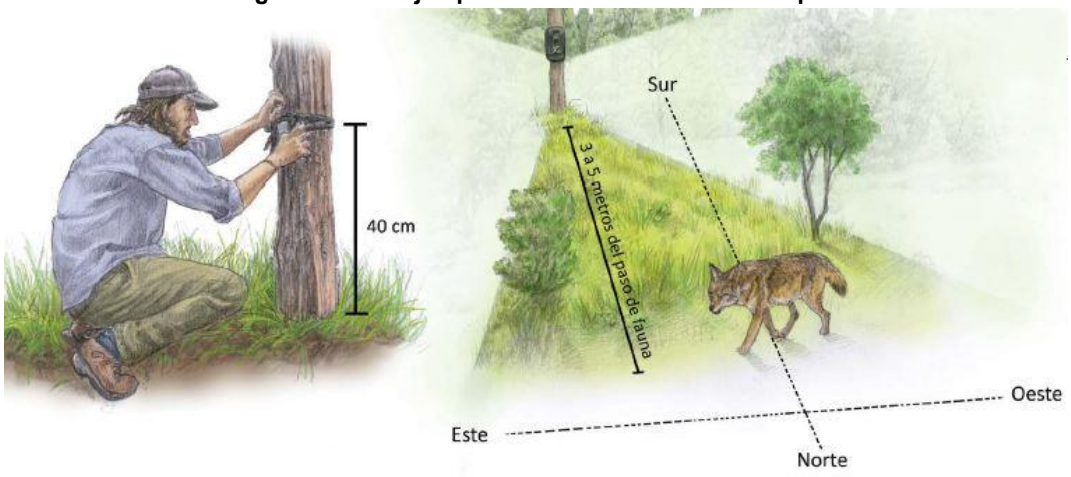


Figura IV. 114. Cámaras trampa utilizadas en los muestreos de mamíferos



Muestreos en Sistema Ambiental Regional

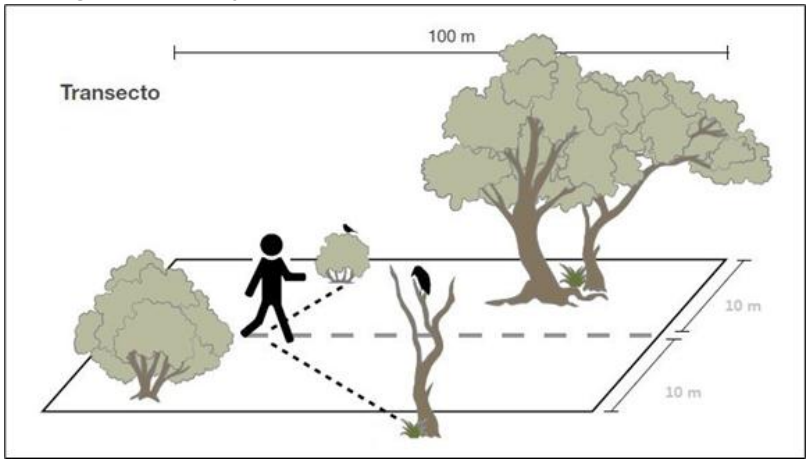
Para valorar al SAR se realizó un muestreo aleatorio simple, que se emplea en casos en los que se dispone de poca información acerca de las características de la población a medir. Este tipo de muestreo permite todas las combinaciones posibles de unidades de muestras a seleccionar. El medio más común para minimizar la desviación estándar en esta selección es asignarle un número a cada unidad de población y extraer unidades de muestras de una tabla de números aleatorios. Este tipo de muestreo es recomendable tanto para áreas homogéneas como heterogéneas delimitadas por referencias visibles a lo largo y ancho de toda la zona.

El método de muestreo empleado para la fauna del proyecto fue la búsqueda intensiva con sus respectivas variantes para cada grupo en particular. Para complementar el muestreo, se empleó el método de cámaras trampas para conocer las especies que habitan en el SAR. Este muestreo fue replicado en dos estacionalidades diferentes (secas y lluvias), los muestreos en secas fueron realizados del **2 al 5 de junio del año 2025** y los realizados en temporada de lluvias se realizaron del **8 al 12 de septiembre del 2025**. Se decidió realizar los muestreos en dos temporalidades diferentes para poder tener una mejor comparativa de la diversidad de especies presentes entre temporadas, las cuales también, en el caso de las aves pueden ser coincidentes con la temporada de migración.

Se efectuaron 4 transectos de búsqueda para el SAR, En cada uno de los transectos se registró todo lo visible y audible en un radio de 10 m; estos iniciaron a las 7:15 am, poco antes de que salga el sol y finalizaron aproximadamente a las 17.00 pm, cuando grupos

como los reptiles suelen bajar su actividad. Estos mismos transectos fueron replicados para ambas temporalidades para obtener una comparación más fiable del SAR.

Figura IV. 115. Ejemplo de la búsqueda intensiva para la fauna



Respecto a la determinación de los individuos registrados, se utilizaron guías de campo, así como bibliografía especializada en cada uno de los grupos vertebrados presentes en Puerto Vallarta en el estado de Jalisco. Así mismo, se procuró que para cada individuo observado se le tomo un registro fotográfico y de esta manera, contribuya para una determinación precisa durante el trabajo de escritorio.

A continuación, se presentan las tablas con las coordenadas correspondientes a los transectos realizados en el SAR, así mismo una tabla con las coordenadas de los puntos donde se instalaron las cámaras trampa:

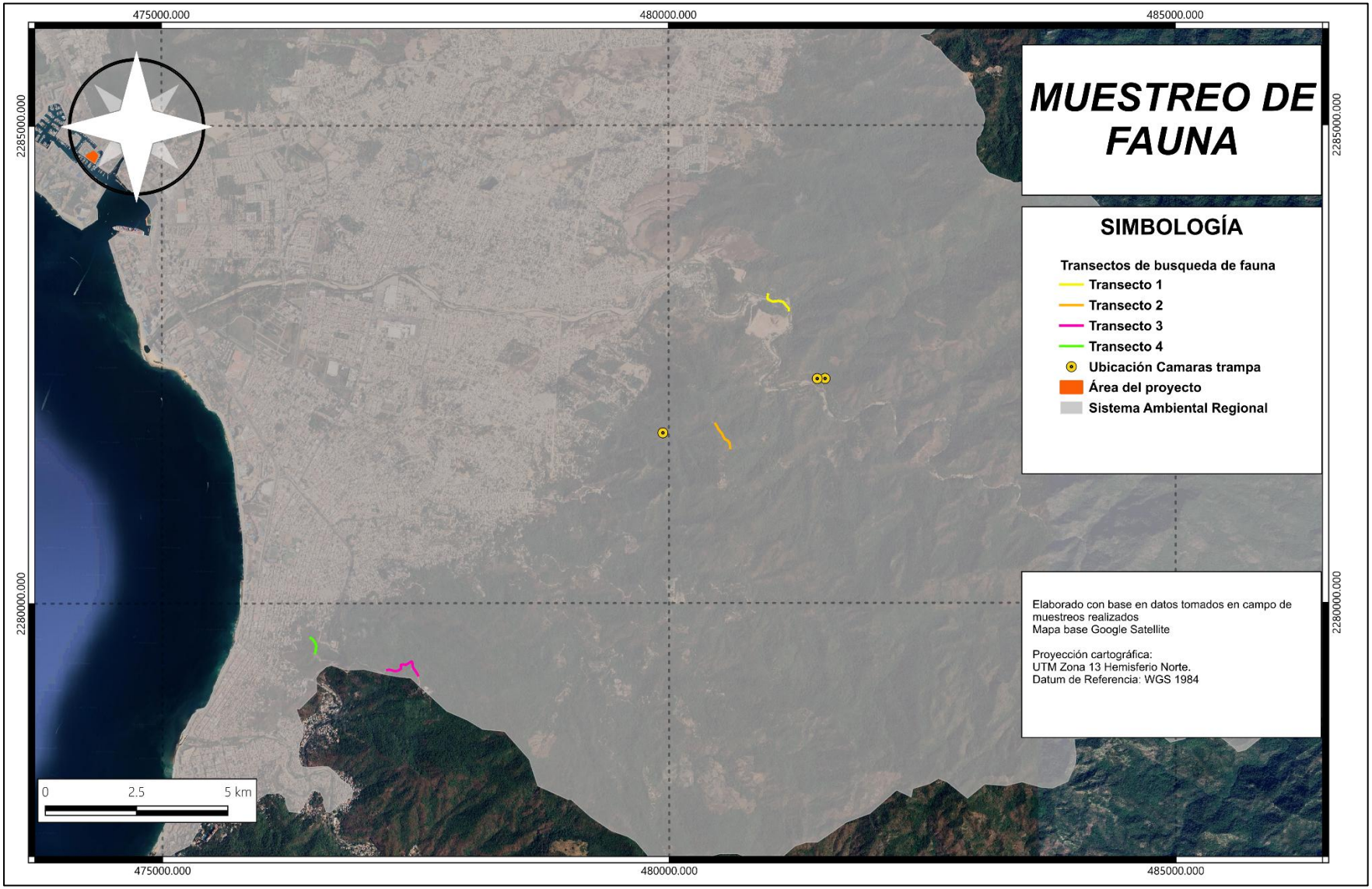
Tabla IV. 56. Coordenadas de los transectos de fauna en el SAR

Coordenadas UTM DATUM WGS84 zona 13			
# Transecto	**Inicio/final**	**UTMX**	**UTMY**
Transecto 1	I	480605.128	2281621.881
	F	480460.944	2281876.079
Transecto 2	I	477522.491	2279244.761
	F	477220.246	2279302.625
Transecto 3	I	481186.434	2283064.824
	F	480979.811	2283227.298
Transecto 4	I	476508.346	2279482.37
	F	476464.011	2279638.758

Tabla IV. 57. Coordenadas de las cámaras trampa instaladas en SAR

Coordenadas UTM DATUM WGS84 zona 13		
# Cámaras trampa	**UTMX**	**UTMY**
Cámara 1	481543	2282348
Cámara 2	481466	2282347
Cámara 3	479942	2281781

Plano IV. 25. Muestreos de fauna en SAR



Muestreo en Predio

Para el área del proyecto en el predio, se replicó la metodología aplicada en el SAR, la toma de datos se realizó de la misma manera en dos temporalidades diferentes, siendo los muestreos en temporada de secas el **6 de junio del año 2025** y para la temporada de lluvias se regresó al sitio el **15 y 16 de septiembre del año 2025**. Se realizaron 4 transectos dentro del área del proyecto. En cada uno de los transectos se registró todo lo visible y audible en un radio de 10 m y estos iniciaron a las 7:15 am, poco antes de que salga el sol y finalizaron aproximadamente a las 17.00 pm, teniendo dos horarios de muestreo.

A continuación, se presenta la tabla con las coordenadas de los transectos realizados, así como el plano donde se presentan los transectos para el área del proyecto.

Tabla IV. 58. Coordenadas de los transectos del predio

# Transecto	Inicio/final	UTMX	UTMY
1	I	474353.45	2284677.71
	F	474318.99	2284685.50
2	I	474316.00	2284649.47
	F	474317.62	2284677.17
3	I	474283.28	2284672.99
	F	474286.09	2284687.87
4	I	474314.63	2284712.76
	F	474315.83	2284693.74

Plano IV. 26. Transectos realizados dentro del predio



Resultados para Sistema Ambiental Regional

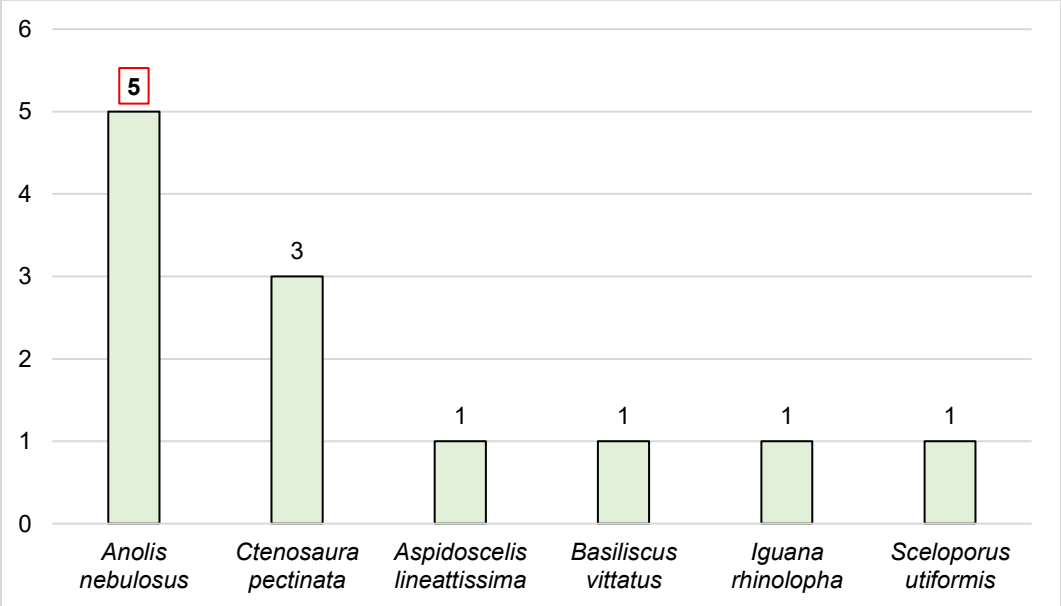
Temporada Seca

<u>Herpetofauna</u>

De acuerdo con los resultados obtenidos de los cuatro transectos de búsqueda intensiva para el grupo de los reptiles y anfibios del sistema ambiental, se registraron un total de 12 individuos repartidos en 1 orden, 5 familias y 6 especies.

Las dos especies más abundantes para el Sistema Ambiental Regional fueron, el Abaniquillo pañuelo del Pacífico (*Anolis nebulosus*) con 5 registro, la Iguana mexicana de cola espinosa (*Ctenosaura pectinata*) con 3 registros, las 4 especies restantes contaron con un registro cada una. En este sentido, aunque en los muestreos se registraron pocos individuos, estas contribuyen de manera importante con la composición de la herpetofauna encontrada en la zona. Así mismo, se menciona que no se realizaron registros del grupo de los anfibios, lo cual puede ser, ya que, por sus hábitos, se suelen observar mayoritariamente cercanos a cuerpos de agua, ya que necesitan de climas húmedos para cumplir sus funciones biológicas en el ecosistema y se resguardan durante las temporadas más secas del año. En lo que respecta a los registros de los reptiles se muestran en la siguiente tabla:

Figura IV. 116. Reptiles registrados en SAR en temporada seca



De acuerdo con los reptiles registrados en el SAR, reportamos 3 especies incluidas dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, modificación 2019, la iguana verde (*Iguana rhinolopha*) y el huico de líneas de Jalisco (*Aspidoscelis lineattissimus*) en la categoría de Sujeta a

Protección Especial (Pr) y la iguana mexicana de cola espinosa (*Ctenosaura pectinata*) en la categoría de Amenazada (A).

Por otro lado, en cuanto a los endemismos, se reportan que 4 de las 6 especies registradas son endémicas de México, las cuales son: el abaniquillo pañuelo del Pacífico (*Anolis nebulosus*), la iguana mexicana de cola espinosa (*Ctenosaura pectinata*), la lagartija espinosa del Pacífico (*Sceloporus utiformis*) y el huico de líneas de Jalisco (*Aspidoscelis lineattissimus)*. En la siguiente tabla se presentan los registros totales para la herpetofauna con su número de registros, así como su estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su distribución.

Figura IV. 117. Distribución y endemismo para la herpetofauna en SAR temporada seca

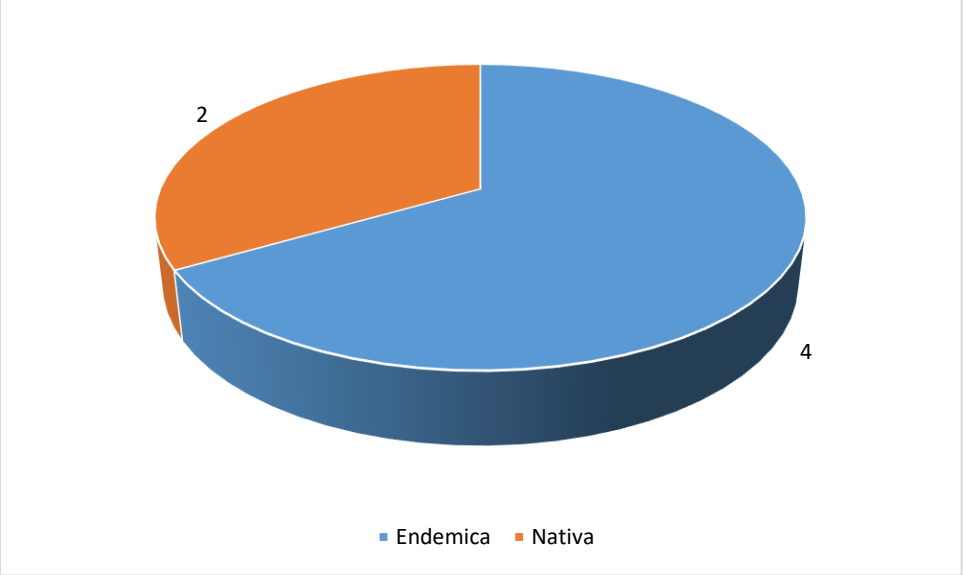


Tabla IV. 59. Registros de la herpetofauna del SAR en temporada seca

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Registros	NOM	Distribución
Squamata	Anolidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo Pañuelo del Pacífico	5	-	Endémica
	Teiidae	*Aspidoscelis lineattissimus*	Huico de Líneas de Jalisco	1	Pr	Endémica
	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Toloque Rayado	1	-	Nativa
	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana Mexicana de Cola Espinosa	3	A	Endémica
		Iguana rhinolopha	Iguana Verde	1	Pr	Nativa
	Phrynosomatidae	*Sceloporus utiformis*	Lagartija Espinosa del Pacífico	1	-	Endémica

Figura IV. 118. Huico de líneas de Jalisco (*A. lineattissimus*) en SAR



Figura IV. 119. Iguana mexicana de cola espinosa (*C. pectinata*) en SAR

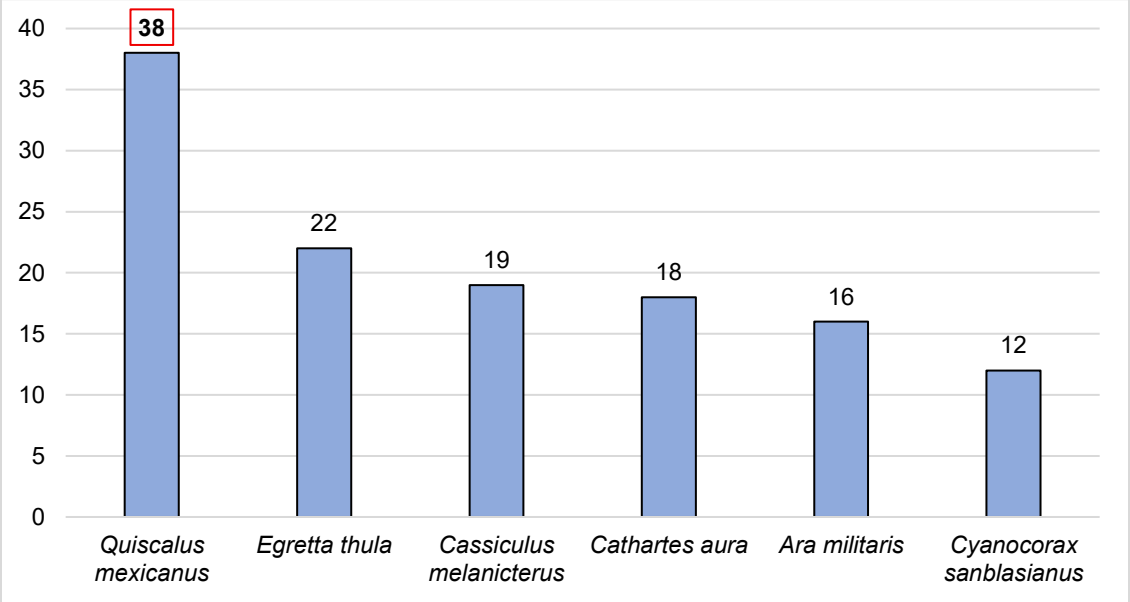


Aves

De acuerdo con los resultados obtenidos de los 4 transectos de búsqueda intensiva para las aves, se obtuvieron un total de 227 registros repartidos en 10 órdenes, 29 familias, 19 géneros y 38 especies. Las 6 especies más abundantes de los transectos fueron el Zanate Mayor (*Quiscalus mexicanus*) con 38 registros, seguido por la Garza Dedos Dorados (*Egretta thula*) con 22 registros, 19 registros del Cacique Mexicano (*Cassiculus*

melanicterus), Zopilote Aura (*Cathartes aura*) con 18 registros, la Guacamaya Verde (*Ara militaris*) con 16 registros y Chara de San Blas (*Cyanocorax sanblasianus*) con 12 registros.

Figura IV. 120. Aves con mayor número de registros para el SAR en temporada seca



De las 38 especies registradas, 4 están incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, modificación 2019. Tres de estas se encuentran Sujetas a Protección Especial (Pr), Gavilán Pico de Gancho (*Chondrohierax uncinatus*), la Aguililla Aura (*Buteo albonotatus*) y el Perico Frente Naranja (*Eupsittula canicularis*) y en la categoría de en Peligro de Extinción (P), se encuentra la guacamaya verde (*Ara militaris*).

En cuanto al endemismo de las especies, dentro del SAR en temporada de secas se registraron 4 especies endémicas: el Carpintero Enmascarado, la Urraca Cara Negra, la Chara de San Blas y el Cacique mexicano, se registraron también dos especies exótica-invasoras, ambas especies pertenecientes al orden de los columbiformes.

En cuanto a la distribución de las especies de acuerdo con su estacionalidad obedeciendo los criterios propuestos por Howell y Webb, 1995), se registraron 7 especies migratorias, 20 nativas y 5 residentes/migratorias.

Figura IV. 121. Distribución y endemismo de las aves en SAR temporada seca

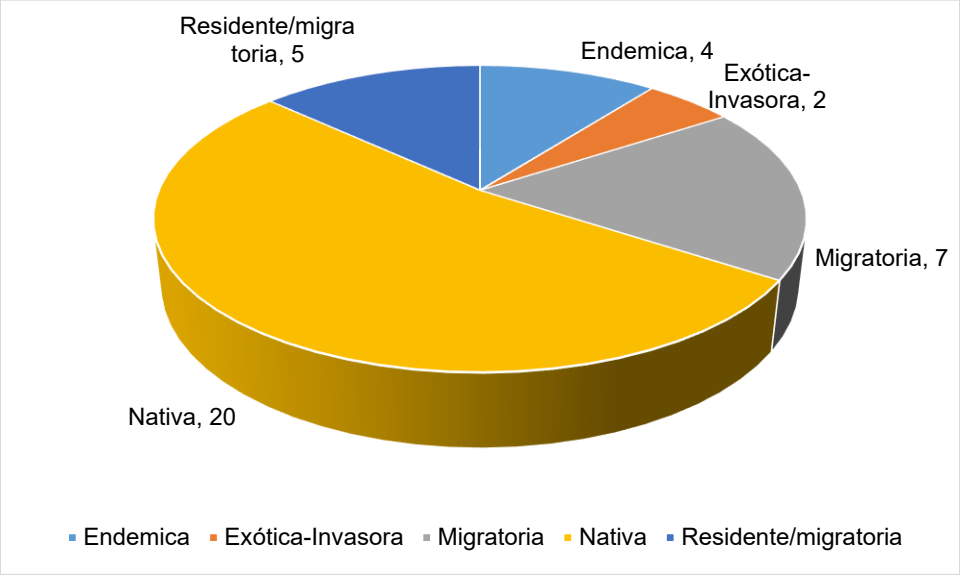


Tabla IV. 60. Registro de las aves en el SAR en temporada seca

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Registros	NOM	Distribución
Columbiformes	Columbidae	Columba livia	Paloma Doméstica	4	-	Exótica-Invasora
		Streptopelia decaocto	Paloma Turca de Collar	16	-	Exótica-Invasora
		Columbina inca	Tortolita Cola Larga	1	-	Nativa
		Leptotila verreauxi	Paloma Arroyera	6	-	Nativa
Apodiformes	Trochilidae	Amazilia rutila	Colibrí Canelo	1	-	Nativa
Suliformes	Fregatidae	Fregata magnificens	Fragata Tijereta	19	-	Nativa
	Phalacrocoracidae	Nannopterum brasilianum	Cormorán Neotropical	18	-	Nativa
Pelecaniformes	Ardeidae	Egretta thula	Garza Dedos Dorados	1	-	Nativa
Cathartiformes	Cathartidae	Coragyps atratus	Zopilote Común	8	-	Nativa
		Cathartes aura	Zopilote Aura	5	-	Nativa
Accipitriformes	Accipitridae	Chondrohierax uncinatus	Gavilán Pico de Gancho	1	Pr	Nativa
		Buteo albonotatus	Aguililla Aura	2	Pr	Residente/migratoria
Trogoniformes	Trogonidae	Trogon elegans	Coa Elegante	12	-	Nativa
Piciformes	Picidae	Melanerpes chrysogenys	Carpintero Enmascarado	22	-	Endémica
Psittaciformes	Psittacidae	Eupsittula canicularis	Perico Frente Naranja	11	Pr	Nativa

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Registros	NOM	Distribución
		Ara militaris	Guacamaya Verde	12	P	Nativa
Passeriformes	Furnariidae	Xiphorhynchus flavigaster	Trepatroncos Bigotudo	3	-	Nativa
	Tityridae	Tityra semifasciata	Titira Puerquito	1	-	Nativa
	Tyrannidae	Contopus pertinax	Papamoscas José María	2	-	Nativa
		Pitangus sulphuratus	Bienteveo Común	1	-	Nativa
		Myiozetetes similis	Luisito Común	3	-	Nativa
		Tyrannus melancholicus	Tirano Pirirí	6	-	Nativa
		Tyrannus crassirostris	Tirano Pico Grueso	2	-	Nativa
	Vireonidae	Vireo gilvus	Vireo Gorjeador	1	-	Migratoria
	Corvidae	Cyanocorax colliei	Urraca Cara Negra	2	-	Endémica
		Cyanocorax sanblasianus	Chara de San Blas	2	-	Endémica
	Polioptilidae	Polioptila caerulea	Perlita Azulgris	1	-	Residente/migratoria
	Icteridae	Cassiculus melanicterus	Cacique Mexicano	2	-	Endémica
		Icterus pustulatus	Calandria Dorso Rayado	1	-	Nativa
		Quiscalus mexicanus	Zanate Mayor	38	-	Nativa
	Parulidae	Parkesia noveboracensis	Chipe Charquero	1	-	Migratoria
		Leiothlypis celata	Chipe Oliváceo	2	-	Migratoria
		Leiothlypis ruficapilla	Chipe Cabeza Gris	4	-	Migratoria
		Setophaga nigrescens	Chipe Negrogrís	1	-	Migratoria
		Cardellina pusilla	Chipe Corona Negra	3	-	Migratoria
	Cardinalidae	Piranga rubra	Piranga Roja	9	-	Migratoria
		Passerina caerulea	Picogordo Azul	1	-	Residente/migratoria
		Passerina versicolor	Colorín Morado	2	-	Residente/migratoria

Figura IV. 122. Cacique mexicano (*C. melanicterus*) en SAR

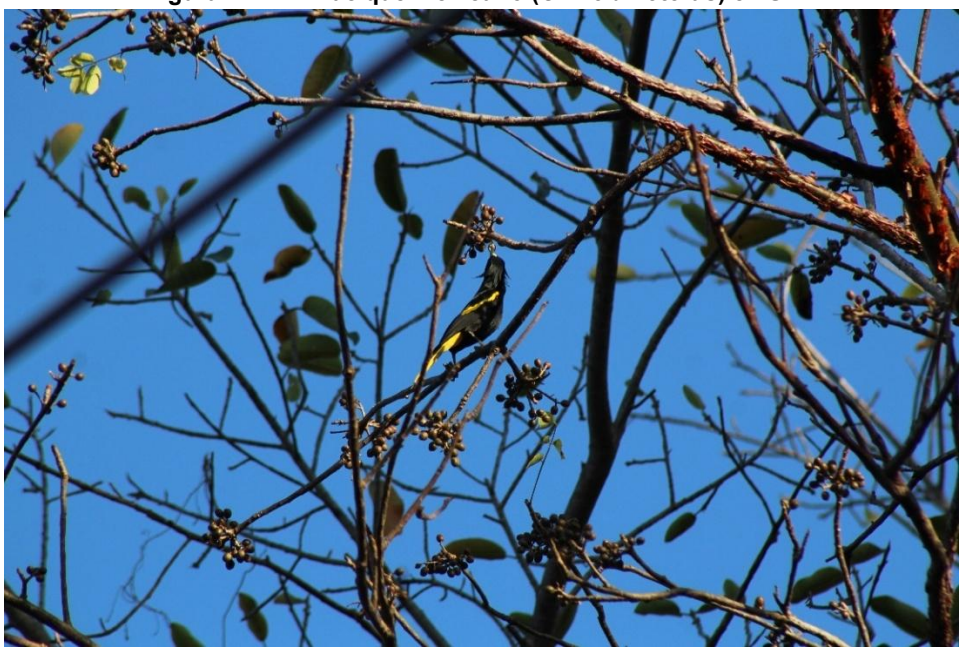


Figura IV. 123. Perico frente naranja (*E. canicularis*) en SAR



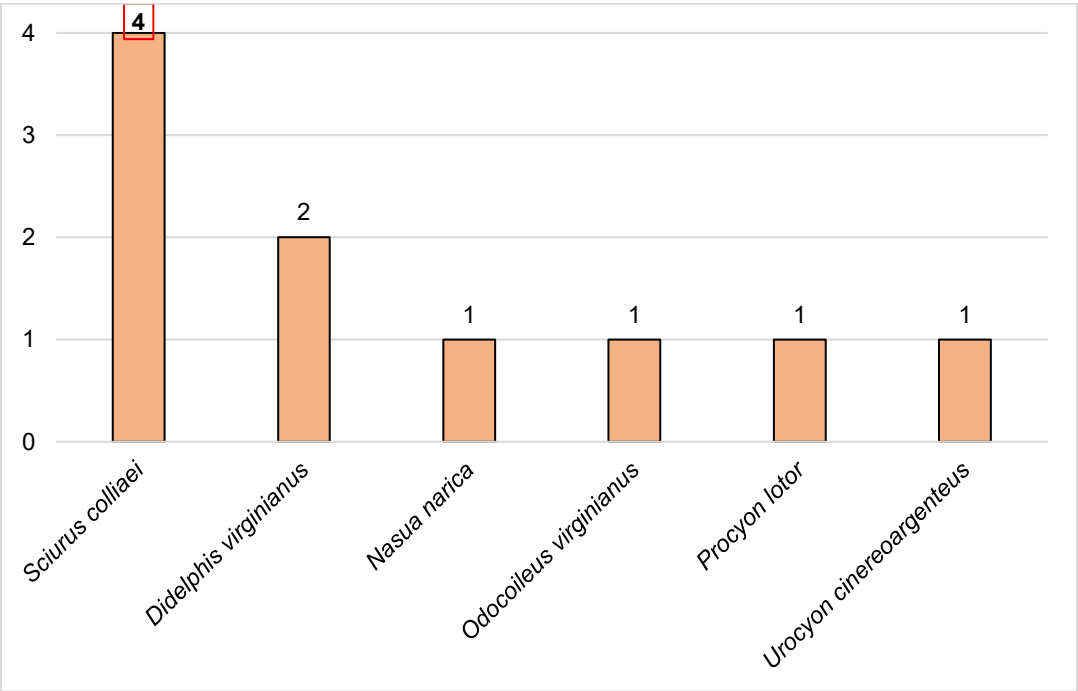
Mamíferos

De acuerdo con los resultados obtenidos de los 4 transectos de búsqueda intensiva para los mamíferos, se contabilizaron un total de 10 registros, pertenecientes a 3 órdenes, 4 familias, y 6 especies.

Entre las especies registradas se encuentra la ardilla gris del Pacífico (*Sciurus colliaei*), de la cual se hicieron 4 registros de individuos siendo esta especie la más abundante durante

los muestreos, el método fue mediante avistamientos de su desplazamiento entre sitios. Esta especie es seguida por el tlacuache común (*Didelphis virginianus*) con dos registros por medio de la cámara trampa número 1. Con un registro de cada especie se encuentran, el coatí (*Nasua narica*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el mapache (*Procyon lotor*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) que fue registrada por medio de la cámara trampa número 2.

Figura IV. 124. Registro de abundancia de los mamíferos del SAR en temporada seca



De las especies de mamíferos registradas, ninguna de ellas se encuentra dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010** y una de ellas, la ardilla gris del pacifico (*Sciurus colliaei*) es endémica al país.

Figura IV. 125. Distribución y endemismo de los mamíferos del SAR en temporada seca

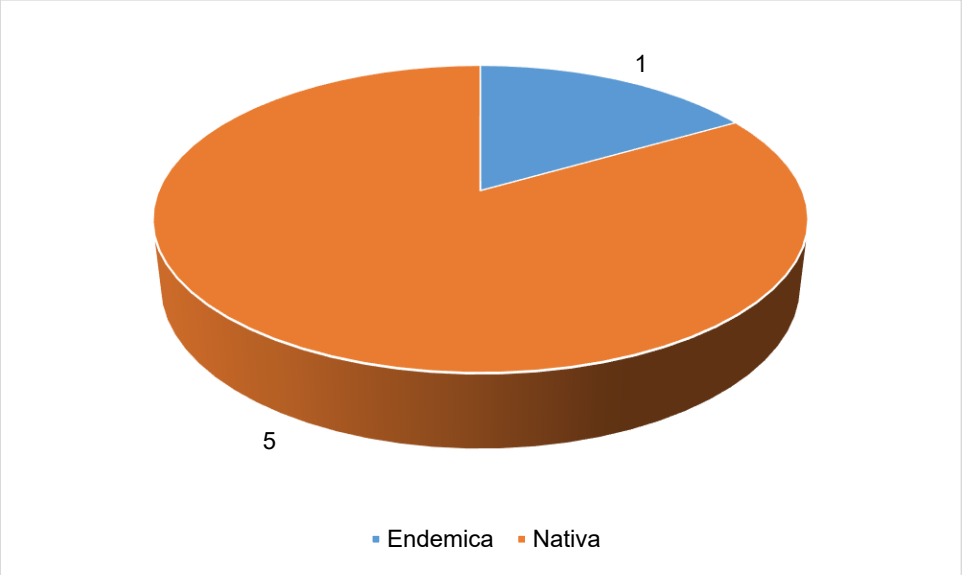


Tabla IV. 61. Registro de los mamíferos en SAR temporada seca

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Registros	NOM	Distribución
Artiodactyla	Cervidae	Odocoileus virginianus	Venado De Cola Blanca	1	-	Nativa
Carnivora	Canidae	Urocyon cinereoargenteus	Zorra Gris	1	-	Nativa
	Procyonidae	Nasua narica	Coatí	1	-	Nativa
		Procyon lotor	Mapache	1	-	Nativa
Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis virginiana	Tlacuache Norteño	2	-	Nativa
Rodentia	Sciuridae	Sciurus colliaei	Ardilla Gris Del Pacífico	4	-	Endémica

Figura IV. 126. Ardilla gris del pacifico (*S. colliaei*) en SAR



Figura IV. 127. Zorra gris (*U. cinereoargenteus*) en SAR



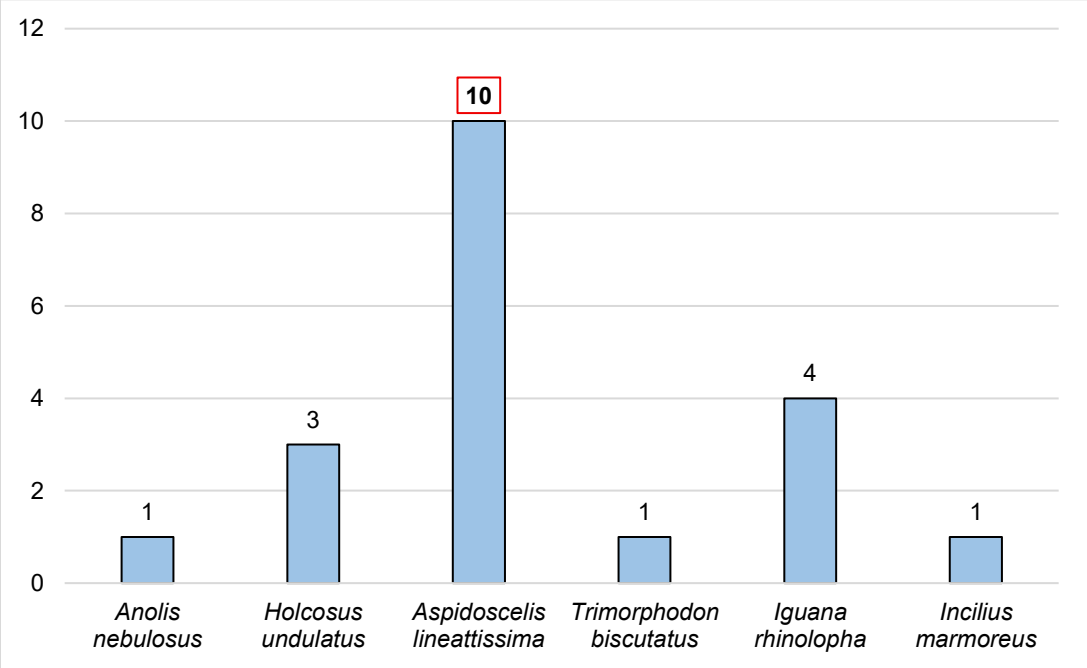
Temporada de lluvias

Herpetofauna

Para la temporada húmeda del municipio de Puerto Vallarta, se recorrieron los mismos 4 transectos que en la temporada de secas. Se registraron un total de 12 individuos, pertenecientes a 1 orden, 4 familias, 5 géneros y 5 especies.

Entre las especies registradas se encontraron 2 con un solo individuo cada una, el abaniquillo pañuelo del Pacífico (*Anolis nebulosus*) y la culebra lira (*Trimorphodon biscutatus*); por otra parte, se registraron 3 individuos de lagartija arcoíris (*Holcosus undulatus*) y 4 individuos de iguana verde (*Iguana rhinolopha*). Por último, se registraron 10 individuos de huico de líneas de Jalisco (*Aspidoscelis lineattissimus*) siendo esta especie la más abundante. Así mismo en esta temporada fue posible el registro de una especie perteneciente al grupo de los anfibios, con un total de 4 individuos registrados de Sapo Jaspeado (*Incilius marmoreus*), de los cuales 3 individuos fueron localizados muertos y 1 vivo.

Figura IV. 128. Herpetofauna registrada en SAR temporada de lluvia



De acuerdo con los reptiles registrados en el SAR, reportamos 2 especies incluidas dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, modificación 2019. Entre ellas, la iguana verde (*Iguana rhinolopha*) y el huico de líneas de Jalisco (*Aspidoscelis lineattissimus*) en la categoría de

Sujeta a Protección Especial (Pr). En el caso del Sapo Jaspeado, esta especie no está incluida dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Por otro lado, en cuanto a los endemismos, se reportan 2 especies endémicas de México, las cuales son, el abaniquillo pañuelo del Pacífico (*Anolis nebulosus*) y el huico de líneas de Jalisco (*Aspidoscelis lineattissimus)* del total de la herpetofauna registrada.

Figura IV. 129. Distribución y endemismo para la herpetofauna en SAR temporada de lluvia

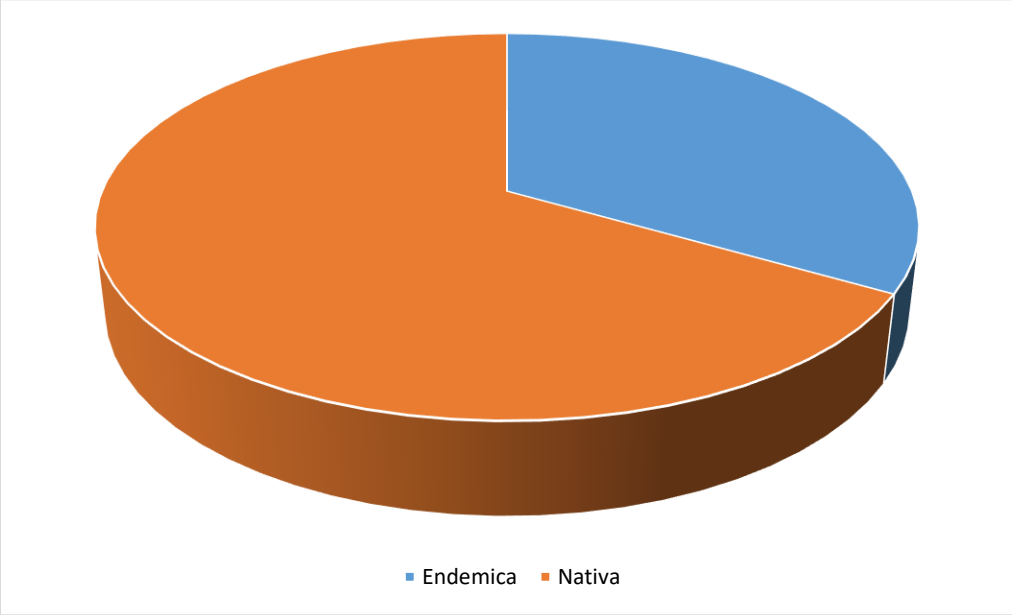


Tabla IV. 62. Registros de la herpetofauna del SAR en temporada de lluvia

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Registros	NOM	Distribución
Squamata	Colubridae	Trimorphodon biscutatus	Culebra Lira	1	_	Nativa
	Dactyloidae	Anolis nebulosus	Abaniquillo Pañuelo Del Pacífico	1	_	Endémica
	Iguanidae	Iguana rhinolopha	Iguana Verde	4	Pr	Nativa
	Teiidae	Aspidoscelis lineattissimus	Huico De Líneas De Jalisco	10	Pr	Endémica
		Holcosus undulatus	Lagartija Arcoíris	3	_	Nativa
Anura	Bufonidae	Incilius marmoreus	Sapo Jaspeado	4	_	Nativa

Figura IV. 130. Huico de líneas de Jalisco (*A. lineattissimus*) en SAR



Figura IV. 131. Iguana verde (*I. rhinolopha*) en SAR



Figura IV. 132. Sapo jaspeado (*I. marmoreus*) en SAR



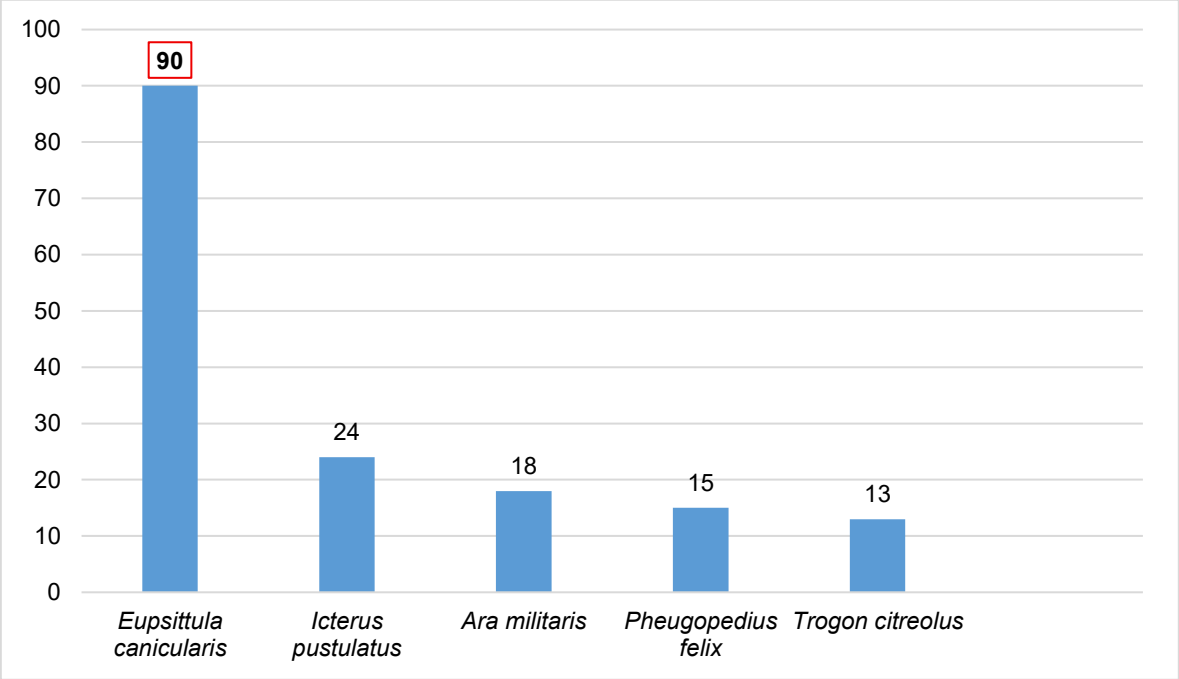
Aves

De acuerdo con los resultados obtenidos de los 4 transectos de búsqueda intensiva para las aves, se obtuvieron un total de 313 individuos repartidos en 14 órdenes, 29 familias, 36 géneros y 56 especies.

Las 5 especies más abundantes de los transectos fueron, el perico frente naranja (*Eupsittula canicularis*) con 90 individuos registrados, la calandria dorso rayado (*Icterus*

pustulatus) con 24, la guacamaya verde (*Ara militaris*) con 18, el saltapared feliz (*Pheugopedius felix*) con 15 y, por último, la coa citrina (*Trogon citreolus*) con 13 individuos registrados.

Figura IV. 133. Aves con mayor número de registros para SAR en temporada de lluvia



De las 56 especies registradas, reportamos cuatro incluidas dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, modificación 2019. Tres de estas se encuentran Sujetas a Protección Especial (Pr), la aguililla negra menor (*Buteogallus anthracinus*) y el perico frente naranja (*Eupsittula canicularis*) y dos en la categoría de en Peligro de Extinción (P), la guacamaya verde (*Ara militaris*) y el vireo gorra negra (*Vireo atricapilla*).

Tabla IV. 63. Especies de aves dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010

Nombre común	Especie	NOM
Aguililla Negra Menor	Buteogallus anthracinus	Pr
Perico Frente Naranja	Eupsittula canicularis	Pr
Vireo Gorra Negra	Vireo atricapilla	P
Guacamaya Verde	Ara militaris	P

En cuanto a los endemismos, reportamos 12 especies endémicas las cuales son, el carpintero enmascarado (*Melanerpes chrysogenys*), la esmeralda occidental (*Cynanthus auriceps*), el mulato azul (*Melanotis caerulescens*), la chara de San Blas (*Cyanocorax sanblasianus*), el rascador gorra canela (*Melozone kieneri*), la chachalaca pálida (*Ortalis polyocephala*), la chachalaca vientre castaño (*Ortalis wagleri*), el colibrí ermitaño mexicano (Phaethornis mexicanus), el saltapared feliz (*Pheugopedius felix*), el semillero de collar

(*Sporophila torqueola*), el saltapared sinaloense (*Thryophilus Sinaloa*) y la coa citrina (*Trogon citreolus*). Solo una cuasiendémica, el cacique mexicano (*Cassiculus melanicterus*). Por último, una especie exótica para el país, la paloma turca (*Streptopelia decaocto*).

Tabla IV. 64. Especies con algún grado de endemismo registradas en SAR

Nombre común	Especie	Endemismo
Carpintero Enmascarado	Melanerpes chrysogenys	Endémica
Esmeralda Occidental	Cynanthus auriceps	
Mulato Azul	Melanotis caerulescens	
Chara De San Blas	Cyanocorax sanblasianus	
Rascador Nuca Canela	Melozone kieneri	
Chachalaca Pálida	Ortalis polyocephala	
Chachalaca Vientre Castaño	Ortalis wagleri	
Colibrí Ermitaño Mexicano	Phaethornis mexicanus	
Saltapared Feliz	Pheugopedius felix	
Semillero De Collar	Sporophila torqueola	
Saltapared Sinaloense	Thryophilus sinaloa	
Coa Citrina	Trogon citreolus	
Cacique Mexicano	Cassiculus melanicterus	Cuasiendémica
Paloma Turca	Streptopelia decaocto	Exótica-invasora

En cuanto a la distribución de las especies de acuerdo con su estacionalidad obedeciendo los criterios propuestos por Howell y Webb, 1995), reportamos, 5 especie migratorias (M), 2 nativas (N) y 48 residentes (R).

Figura IV. 134. Distribución de las especies de acuerdo con su estacionalidad

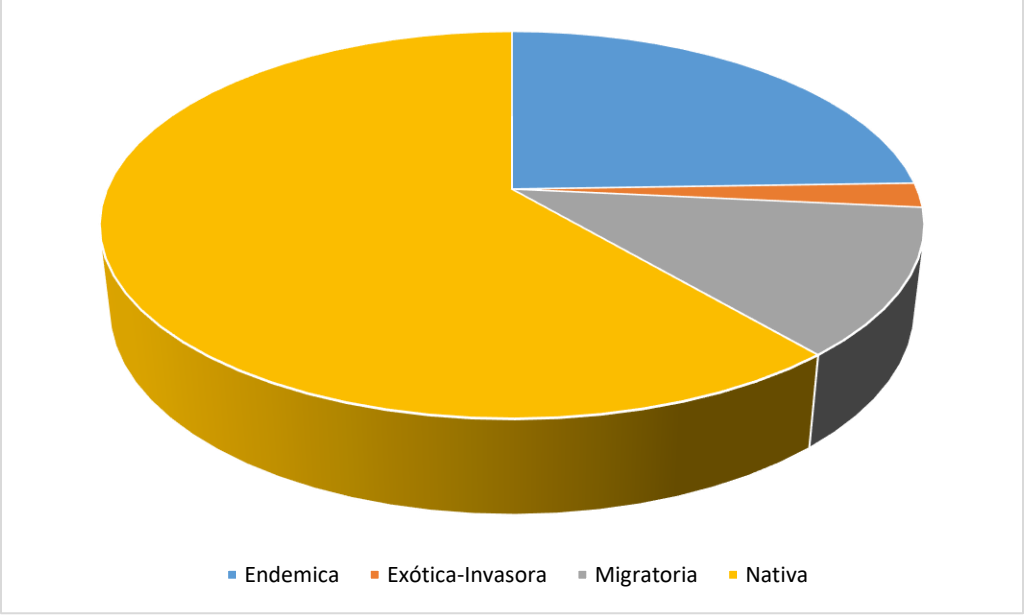


Tabla IV. 65. Registro de aves en SAR en temporada de lluvia

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Registros	NOM	Distribución
Accipitriformes	Accipitridae	Buteogallus anthracinus	Aguililla Negra Menor	1	Pr	Nativa
		Buteo brachyurus	Aguililla Cola Corta	1	-	Nativa
	Pandionidae	Pandion haliaetus	Águila Pescadora	1	-	Nativa
Caprimulgiformes	Trochilidae	Ramosomyia violiceps	Colibrí Corona Violeta	1	-	Nativa
		Phaethornis mexicanus	Colibrí Ermitaño Mexicano	1	-	Endémica
		Amazilia rutila	Colibrí Canelo	1	-	Nativa
		Saucerottia beryllina	Colibrí Berilo	2	-	Nativa
		Cynanthus auriceps	Esmeralda Occidental	2	-	Endémica
Cathartiformes	Cathartidae	Coragyps atratus	Zopilote Común	7	-	Nativa
		Cathartes aura	Zopilote Aura	1	-	Nativa
Charadriiformes	Scolopacidae	Actitis macularius	Playero Alzacolita	1	-	Residente/ migratoria
Columbiformes	Columbidae	Columbina inca	Tortolita Cola Larga	10		Nativa
		Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	6		Nativa
		Streptopelia decaocto	Paloma De Collar Turca	4	-	Exotica-invasora
Cuculiformes	Cuculidae	Crotophaga sulcirostris	Garrapatero Pijuy	2	-	Nativa
		Morococcyx erythropygus	Cuclillo Terrestre	2	-	Nativa
Galliformes	Cracidae	Ortalis wagleri	Chachalaca Vientre Castaño	4	-	Endémica
		Ortalis polyocephala	Chachalaca Pálida	7	-	Endémica
Passeriformes	Cardinalidae	Cardinalis cardinalis	Cardenal Rojo	1	-	Nativa
		Passerina versicolor	Colorín Morado	1	-	Residente/ migratoria
	Corvidae	Cyanocorax sanblasianus	Chara De San Blas	10	-	Endémica
	Fringillidae	Chlorophonia elegantissima	Eufonia Gorra Azul	1	-	Nativa

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Registros	NOM	Distribución
		Spinus psaltria	Jilguerito Dominico	1	-	Nativa
	Furnariidae	Xiphorhynchus flavigaster	Trepatroncos Bigotudo	1	-	Nativa
	Hirundinidae	Riparia riparia	Golondrina Ribereña	5	-	Migratoria
	Icteridae	Cassiculus melanicterus	Cacique Mexicano	9	-	Endémica
		Icterus pustulatus	Calandria Dorso Rayado	24	-	Nativa
		Quiscalus mexicanus	Zanate Mayor	3	-	Nativa
	Mimidae	Melanotis caerulescens	Mulato Azul	1	-	Endémica
	Parulidae	Basileuterus culicivorus	Chipe Cejas Negras	1	-	Nativa
		Setophaga aestiva	Chipe Amarillo Norteño	2	-	Migratoria
		Setophaga coronata	Chipe Rabadilla Amarilla	1	-	Migratoria
	Passerellidae	Melozone kieneri	Rascador Nuca Canela	1	-	Endémica
	Polioptilidae	Polioptila caerulea	Perlita Azulgrís	3	-	Residente/ migratoria
	Regulidae	Corthylio calendula	Reyezuelo Matraquita	1	-	Migratoria
	Thraupidae	Sporophila torqueola	Semillero Rabadilla Canela	2	-	Endémica
		Saltator grandis	Saltador Gris Mesoamericano	6	-	Nativa
	Tityridae	Tityra semifasciata	Titira Puerquito	3	-	Nativa
	Troglodytidae	Thryophilus Sinaloa	Saltapared Sinaloense	11	-	Endémica
		Pheugopedius felix	Saltapared Feliz	15	-	Endémica
	Tyrannydae	Tyrannus melancholicus	Tirano Pirirí	6	-	Nativa
		Pitangus sulphuratus	Luis Bienteveo	9	-	Nativa
		Myiodynastes luteiventris	Papamoscas Rayado Común	2	-	Migratoria
		Contopus pertinax	Papamoscas José María	1	-	Nativa

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Registros	NOM	Distribución
		Empidonax difficilis	Papamoscas Amarillo Del Pacífico	1	-	Residente/ migratoria
	Vireonidae	Vireo atricapilla	Vireo Gorra Negra	1	P	Migratoria
Piciformes	Picidae	Melanerpes uropygialis	Carpintero Del Desierto	4	-	Nativa
		Dryocopus lineatus	Carpintero Lineado	2	-	Nativa
Psittaciformes	Psittacidae	Eupsittula canicularis	Perico Frente Naranja	90	Pr	Nativa
		Ara militaris	Guacamaya Verde	18	P	Nativa
Strigiformes	Strigidae	Glaucidium brasilianum	Tecolote Bajeño	6	-	Nativa
Suliformes	Phalacrocoracidae	Nannopterum brasilianum	Cormorán Neotropical	1	-	Nativa
Trogoniformes	Trogonidae	Trogon citreolus	Coa Citrina	13	-	Endémica
		Trogon ambiguus	Coa Cola Cobriza	1	-	Nativa

Figura IV. 135. Colibrí canelo (*A. rutila*)

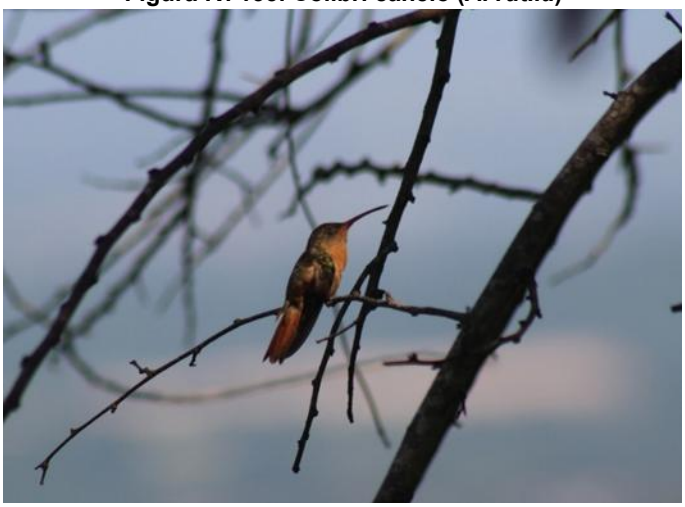
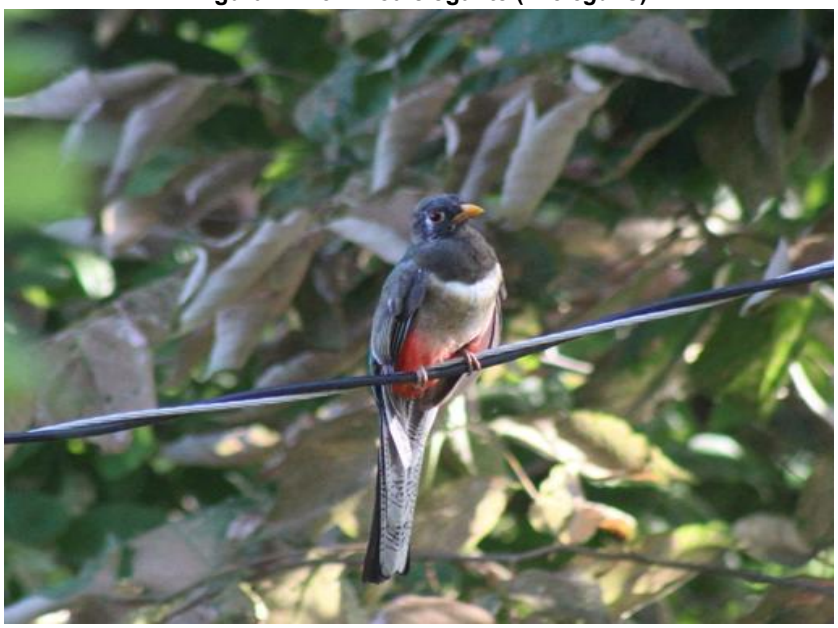


Figura IV. 136. Carpintero lineado *(D. lineatus*)



Figura IV. 137. Coa elegante (*T. elegans*)

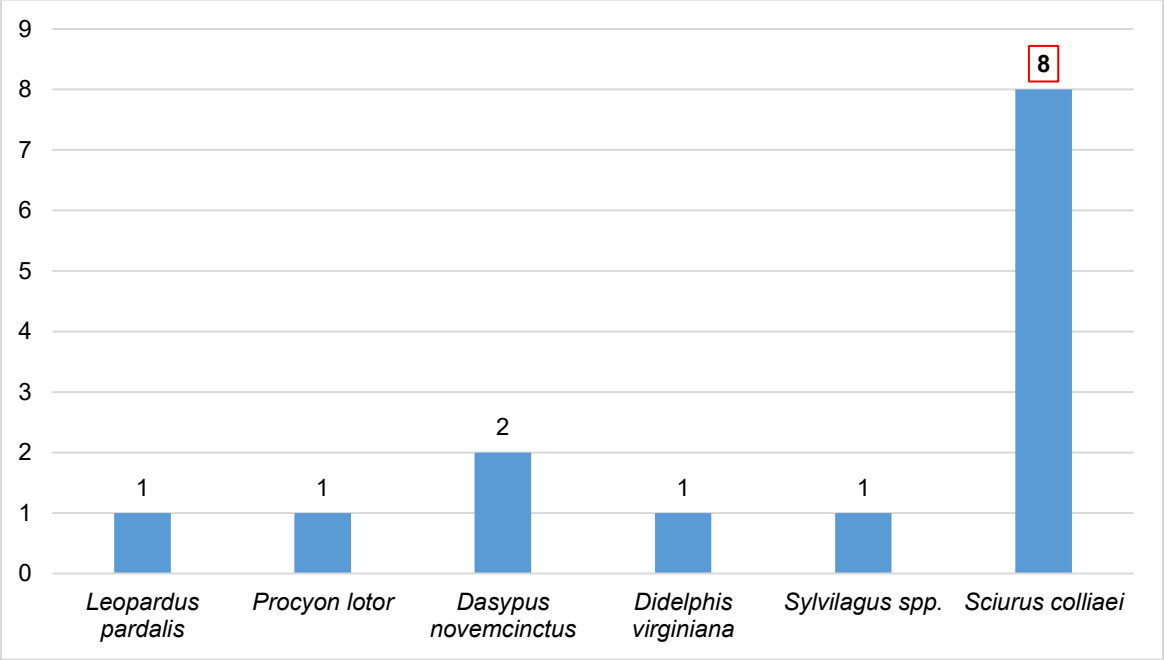


Mamíferos

De acuerdo con los resultados obtenidos de los 4 transectos de búsqueda intensiva para los mamíferos, se contabilizaron un total de 14 individuos, pertenecientes a 5 órdenes, 6 familias, 6 géneros y 5 especies.

Entre las especies registradas se encuentra el armadillo de nueve bandas (*Dasypus novemcinctus*) con 2 individuos identificados por medio de la localización de una huella y restos de un esqueleto. Para la ardilla gris del Pacífico (*Sciurus colliaei*) se registraron 8 individuos siendo esta especie la más abundante, el método fue mediante avistamientos de su desplazamiento entre sitios. Por su parte, con un registro de cada especie se encuentran, el mapache común (*Procyon lotor*), seguido del ocelote (*Leopardus pardalis*), identificados por medio de huellas; por otro lado, se logró identificar una huella de conejo en mal estado a nivel de género (*Sylvilagus sp.*); por último, se registró un tlacuache común (*Didelphis virginianus*) gracias a la captura fotográfica de una cámara trampa.

Figura IV. 138. Registro de abundancia de mamíferos del SAR en temporada de lluvia



De acuerdo con los mamíferos registrados en el SAR, se reporta una especie, el ocelote (*Leopardus pardalis*) incluida dentro de la categoría en peligro de extinción (P) de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, modificación 2019 o por parte de la IUCN (2023). Por otro lado, en cuanto a los endemismos, reportamos una especie endémica de México, la cual es la ardilla gris del Pacífico (*Sciurus colliaei*).

Figura IV. 139. Distribución y endemismo de los mamíferos del SAR en temporada de lluvia

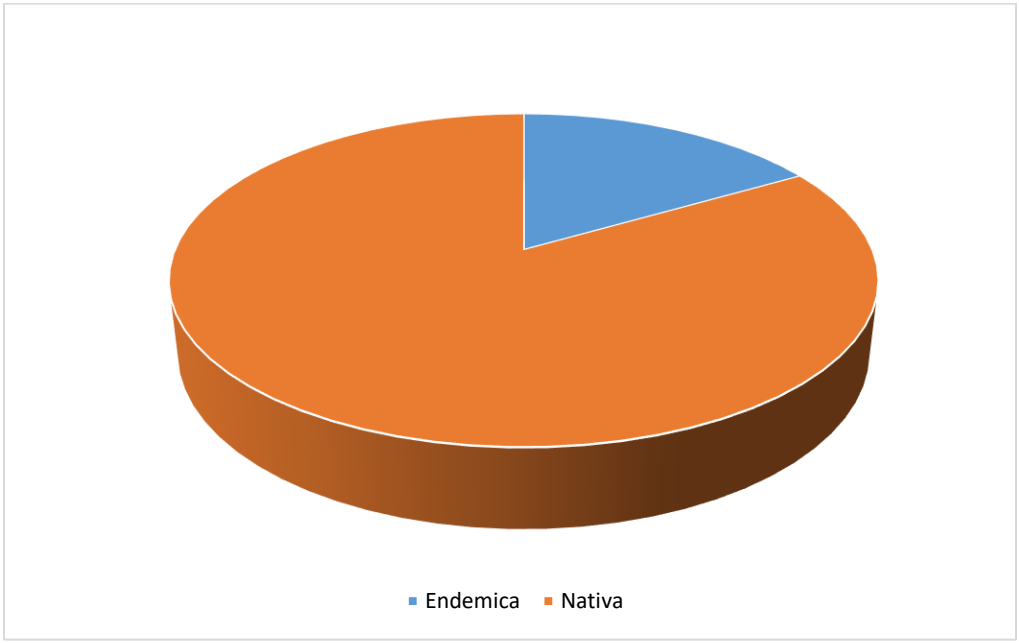


Tabla IV. 66. Registro de mamíferos en SAR temporada de lluvia

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Registros	NOM	Distribución
Carnívora	Felidae	Leopardus pardalis	Ocelote	1	Pr	Nativo
	Procyonidae	Procyon lotor	Mapache	1	-	Nativo
Cingulata	Dasypodidae	Dasypus novemcinctus	Armadillo de nueve bandas	2	-	Nativo
Didelphimorphia	Didelphidae	Didelphis virginiana	Tlacuache Norteño	1	-	Nativo
Lagomorpha	Leporidae	Sylvilagus spp.	Conejo	1	-	Nativo
Rodentia	Sciuridae	Sciurus colliaei	Ardilla	8	-	Endémica

Figura IV. 140. Huella de Mapache (*P. lotor*)



Figura IV. 141. Tlacuache norteño (*D. virginiana*)



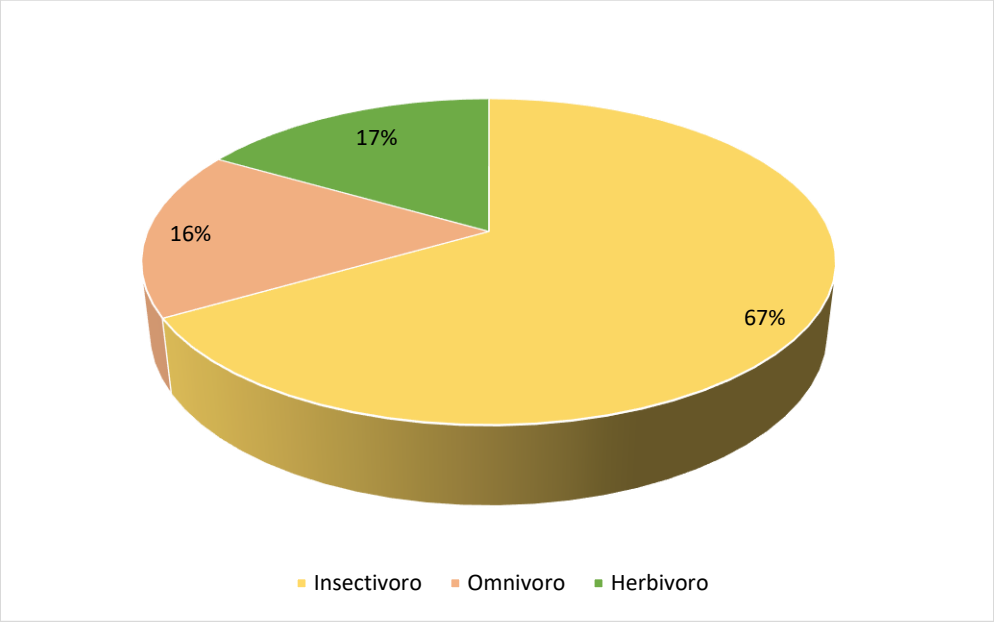
Gremios tróficos en el SAR

Temporada de secas

Dentro de las especies registradas para el SAR en temporada seca, se observó que las especies en algunos casos consideran más de un gremio trófico, sin embargo, se notó que el grupo más representativo fue el de los insectívoros en los 3 grupos faunísticos estudiados.

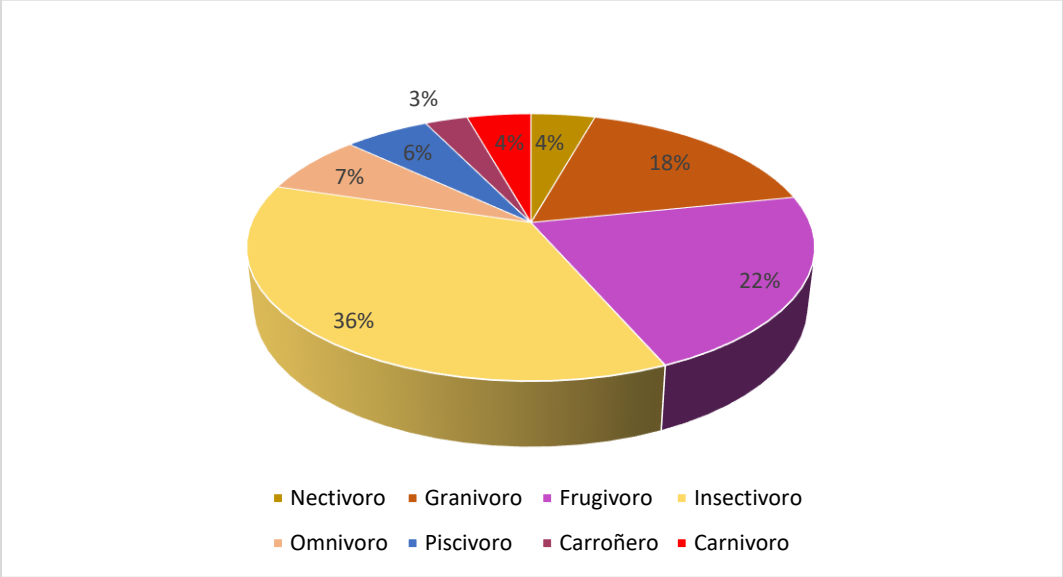
En el caso de la herpetofauna, de las especies registradas en SAR en temporada seca el 67% se alimentan de insectos, 16% se considera omnívora y 17% herbívora.

Figura IV. 142. Gremios tróficos en la Herpetofauna del SAR en temporada seca



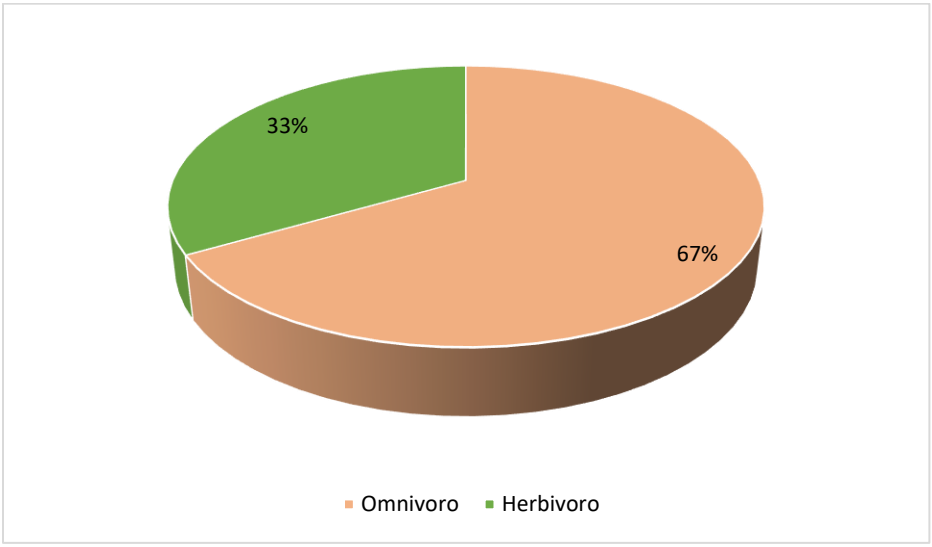
En el caso de las aves, se mostró una mayor diversidad de gremios tróficos que van desde el herbívorismo hasta el carnívorismo, resultando el mejor representado el insectívorismo con el 36%, 22% son fructívoros, el 18% está representado por las especies granívoras, las especies omnívoras representan el 7%, el 6% de las especies registradas son piscívoras, de las especies nectívoras y carnívoras su representación está en 4% y finalmente 3% son carroñeras. Cabe mencionar, que, en las aves, algunas especies registran más de un gremio trófico, por lo que estos datos si fueron considerados, ya que no se encierran en el exclusivismo alimentario.

Figura IV. 143. Gremios tróficos en las aves del SAR en temporada seca



Finalmente, para el grupo de los mamíferos se identificaron 2 gremios tróficos: omnívoros y herbívoros. De las especies registradas en el SAR en temporada seca se obtuvo que el 67% corresponden al gremio omnívoro y el 33% al herbívorismo.

Figura IV. 144. Gremios tróficos de mamíferos del SAR en temporada seca

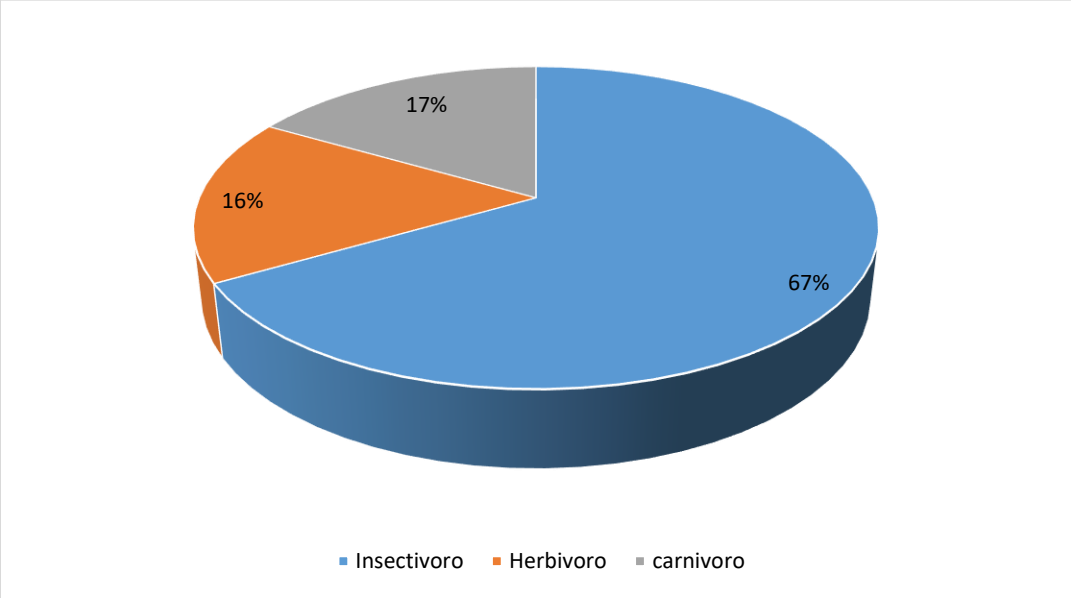


Temporada de lluvias

En la temporada de lluvias también fue visible que algunas especies consideran más de un gremio trófico, el grupo más representativo fue el insectívoro en los 3 grupos faunísticos estudiados.

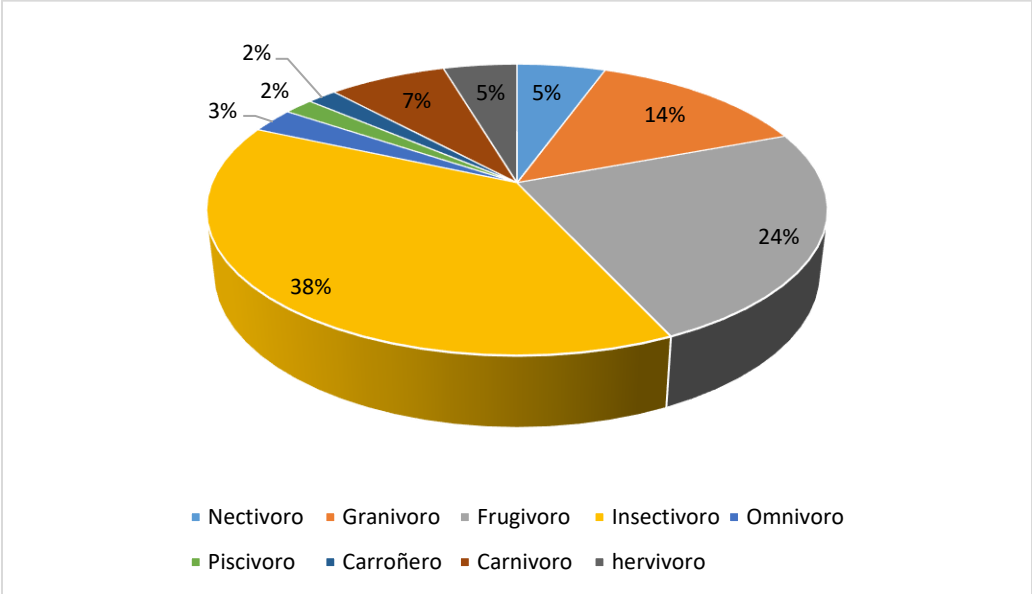
Para la herpetofauna, de las especies registradas en SAR en temporada de lluvia se observó que el 67% se alimentan de insectos el 16% son herbívoros y 17% carnívoro.

Figura IV. 145. Gremios tróficos en la herpetofauna del SAR en temporada de lluvia



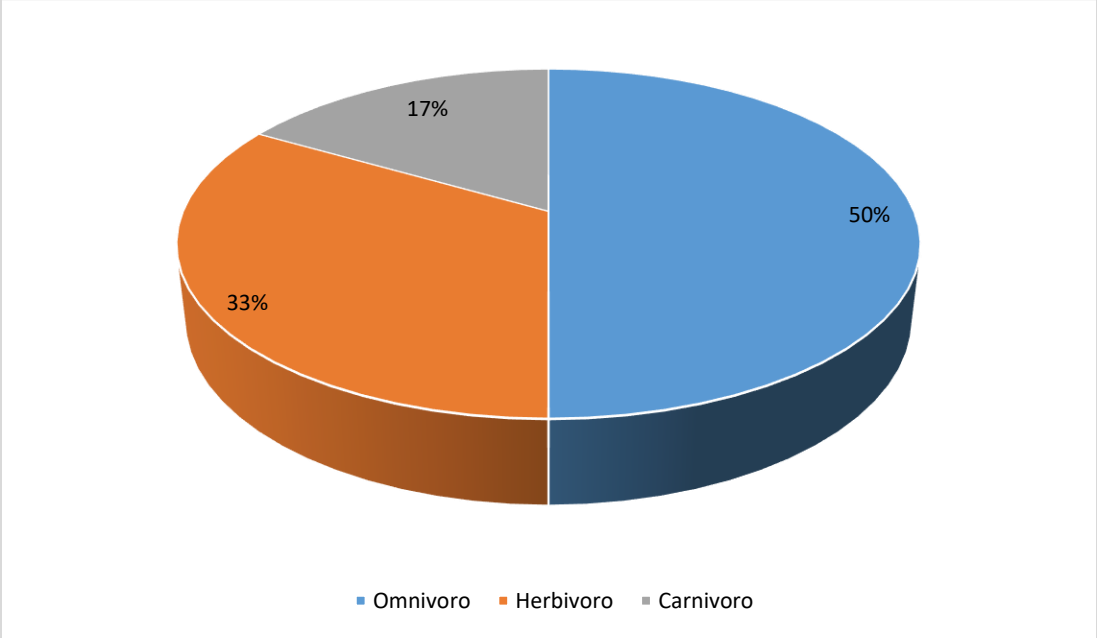
Para las aves, se mostró, al igual que en temporada de secas, que existe una mayor diversidad en cuanto a los gremios tróficos. El mejor representado resulto ser el gremio insectívoro con 38%, seguido por los frugívoros con 24% y los granívoros con 14%, 7% está representado por las aves carnívoras, 5% por piscívoros e insectívoros cada uno, el 3% mostraron hábitos omnívoros y finalmente observamos que con 2% cada uno se encuentran los carroñeros y herbívoros. Cabe mencionar, que, en las aves, algunas especies registran más de un gremio trófico, por lo que estos datos si fueron considerados, ya que no se encierran en el exclusivismo alimentario.

Figura IV. 146. Gremios tróficos en las aves del SAR en temporada de lluvia



Para concluir esta sección con el grupo de los mamíferos, con ellos se observó que el 50% son omnívoros, el 33% son herbívoros y que solo el 17% pertenecen al gremio carnívoro.

Figura IV. 147. Gremios tróficos en mamíferos del SAR en temporada de lluvia



Análisis de Diversidad

Se entiende como biodiversidad a la cantidad de poblaciones que forman comunidades y tienen interacción entre sí, se puede considerar como un concepto impreciso y equivoco, para el cual no existe una medida universal.

En el aspecto ecológico, podemos decir que la diversidad biológica de un sitio es importante para mantener un sistema saludable que pueda otorgar servicios ambientales. A mayor diversidad de especies en un ecosistema, hay mayor probabilidad que este sea más resiliente ante cambios ambientales y disminuir la desaparición de las especies en el ecosistema. Teniendo esta definición en mente, al momento de hacer cambios de uso de suelo, es importante saber el estado en que se encuentra el sitio a trabajar, para ello, se realizan análisis de diversidad con los datos obtenidos en los muestreos realizados.

Para analizar la diversidad se utilizan métodos estadísticos que ayudan a saber la riqueza de especies, el estado de una comunidad, diferencias y similitudes entre comunidades y hasta de una región. **Los índices empleados para el análisis de la diversidad son Shannon- Wiener, Berguer- Parker y Pielou.**

Índice de Shannon- Wiener: Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies muestreadas, relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presente en la muestra y mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre especies. Se representa con la siguiente formula:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Donde:

***ln* = Logaritmo natural**

P $_i$ **= Proporción de los individuos hallados de la especie *i*; se calcula mediante la relación (*n*** $_i$ ***/N*)**

Se utilizará para su interpretación la clasificación hecha por Dolven *et al.,* (Dolven, Alve, Rygg, y Magnuson, 2013), que clasifica el índice de Shannon (H') como **malo** si es **<**0.9, **pobre** si va de 0.9-1.9, **moderado** de 1.9-3.0, **bueno** de 3.0-3.8 y alto si es >3.8 para una comunidad de foraminíferos.

Índice de Berguer-Parker: Mide la dominancia de las especies, ayuda a inferir la conservación o degradación del hábitat, ya que, a mayor degradación mayor dominancia de una especie y menor diversidad. Adquiere valores de 0 a 1, donde cuanto más se acerque a 1 significa mayor dominancia y menor diversidad. La fórmula utilizada para este índice es:

$$D = N_{max} / N$$

Dónde: N_{max} **= abundancia de la especie dominante**

Índice de Pielou: El índice de Pielou (J') mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada, se expresa como el grado de uniformidad en la distribución de individuos entre especies. Su valor va de 0 a 1, donde 1 y los valores cercanos a 1 corresponden a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Moreno, 2001). Su formulación es:

$$J' = H'/H'_{max} \qquad J' = H'/\ln(S)$$

Donde

$H'_{max} = \ln(S)$

***H´*= índice de Shannon-Wiener**

***S*= es el número total de especies presentes.**

El análisis de diversidad se realizó con ayuda del programa Microsoft Excel para los diferentes grupos de vertebrados para cada una de las estacionalidades (temporada de secas y lluvias).

Resultados de los análisis de índices de diversidad

Se utilizaron índices de diversidad para evaluar la calidad del sitio y compararla con la del sistema ambiental regional, en cuanto a riqueza y diversidad de fauna se refiere.

Los índices que se utilizaron son:

- **Abundancia relativa**, que muestra el número de individuos registrados por especie entre la totalidad de los individuos registrados
- **Índice de Shannon-Wiener (H')**, que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presente en la muestra y mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre especies. Para interpretar los valores resultantes del índice de Shannon, el valor mínimo se encuentra cercano a cero, pero el valor máximo no tiene un límite fijo, por lo que se utilizará una escala propuesta por Dolven *et al.* (2013).

Tabla IV. 67. Valores de importancia del índice de Shannon-Wiener

Diversidad	Valores
Mala	Menor a 0.9
Pobre	0.9 a 1.9
Moderada	1.9 a 3
Buena	3.0 a 3.8

- **Índice de Pielou (J')**, mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada, se expresa como el grado de uniformidad en la distribución de individuos entre especies, al igual que el de Shannon, es un índice de equidad. Los valores de este índice pueden variar de 0 a 1, los valores cercanos a 1 corresponden a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.
- **Índice de Berger-Parker**, que relaciona la abundancia de la especie con mayor número de registros con la abundancia del resto de las especies del muestreo. Para Berger-Parker un incremento en el valor de este índice se interpreta como un aumento en la equidad y una disminución de la dominancia.

Sistema Ambiental Regional

Temporada seca

Herpetofauna

Tabla IV. 68. Resultado de análisis de diversidad para herpetofauna registrada en SAR temporada seca

Especie	Registros	Abundancia relativa	H'	J'	D
Anolis nebulosus	5	0.417	0.158	0.859	0.417
Aspidoscelis lineattissimus	1	0.083	0.090		
Basiliscus vittatus	1	0.083	0.090		
Ctenosaura pectinata	3	0.25	0.151		
Iguana rhinolopha	1	0.083	0.090		
Sceloporus utiformis	1	0.083	0.090		
Total	12	1	0.669		

Para el grupo de la herpetofauna, se obtuvieron 12 registros de 6 diferentes especies del grupo de los reptiles, ningún registro fue correspondiente a anfibios. Al correr los análisis de diversidad, el resultado para **Shannon-Wiener (H') fue de 0.669**, que, de acuerdo con la tabla de valores presentada en el apartado anterior, indica que la diversidad del sitio es mala. Respecto al índice de **Pielou (J')** se obtuvo un valor **de 0.859**, debido a su cercanía al número 1, se puede determinar que las especies del sitio se distribuyen uniformemente en cuanto a su abundancia. Finalmente, el **índice Berger-Parker** resulto en **0.417**, esto indica que la dominancia existente en el SAR es baja.

Aves

Tabla IV. 69. Resultado de análisis de diversidad para aves registradas en SAR temporada seca

Especie	Registros	Abundancia relativa	H'	J'	D
Amazilia rutila	4	0.018	0.031	0.834	0.167
Ara militaris	16	0.070	0.081		
Buteo albonotatus	1	0.004	0.010		
Calocitta colliei	6	0.026	0.042		
Cardelina pusilla	1	0.004	0.010		
Cassiculus melanicterus	19	0.084	0.090		
Cathartes aura	18	0.079	0.087		
Chondrohierax uncinatus	1	0.004	0.010		
Columba livia	8	0.035	0.051		
Columbina inca	5	0.022	0.036		
Contopus pertinax	1	0.004	0.010		
Coragyps atratus	2	0.009	0.018		

Especie	Registros	Abundancia relativa	H'	J'	D
Cyanocorax sanblasianus	12	0.053	0.067		
Egretta thula	22	0.097	0.098		
Eupsittula canicularis	11	0.048	0.064		
Fregata magnificens	12	0.053	0.067		
Icterus pustulatus	3	0.013	0.025		
Leiothlypis celata	1	0.004	0.010		
Leiothlypis ruficapilla	2	0.009	0.018		
Leptopila verreauxi	1	0.004	0.010		
Melanerpes chrysogenis	3	0.013	0.025		
Myiozetetes similis	6	0.026	0.042		
Nannopterum brasilianum	2	0.009	0.018		
Parkesia noveboracensis	1	0.004	0.010		
Passerina caerulea	2	0.009	0.018		
Passerina versicolor	2	0.009	0.018		
Piranga rubra	1	0.004	0.010		
Pitangus sulphuratus	2	0.009	0.018		
Polioptila caerulea	1	0.004	0.010		
Quiscalus mexicanus	38	0.167	0.130		
Setophaga nigriscens	1	0.004	0.010		
Streptopelia decaocto	2	0.009	0.018		
Tityra semifasciata	4	0.018	0.031		
Trogon elegans	1	0.004	0.010		
Tyrannus crassirostris	3	0.013	0.025		
Tyrannus melancholicus	9	0.040	0.056		
Vireo gilvus	1	0.004	0.010		
Xiphorhynchus flavigaster	2	0.009	0.018		
Total	227	1	1.318		

El grupo de las aves fue el que registro mayor cantidad de individuos con 227 en 38 diferentes especies. Los resultados en el análisis de Shannon-Wiener (H') indica que el SAR cuenta con una diversidad pobre, con un valor de **1.318**. el índice de Pielou (J') indico un valor de **0.834**, lo cual indica que las especies tienen una abundancia distribuida uniformemente en el SAR. El índice de Berger-Parker (D) dio un valor de **0.167**, lo cual sustenta el resultado de Pielou al no haber dominancia por parte de alguna especie en el SAR en temporada de secas.

Mamíferos

Tabla IV. 70. Resultado de análisis de diversidad de los mamíferos registrados en SAR en temporada seca

Especie	Registros	Abundancia relativa	H'	J'	D
Didelphis virginianus	2	0.2	0.140	0.898	0.4
Nasua narica	1	0.1	0.1		
Odocoileus virginianus	1	0.1	0.1		
Procyon lotor	1	0.1	0.1		
Sciurus colliaei	4	0.4	0.159		
Urocyon cinereoargenteus	1	0.1	0.1		
Total	10	1	0.699		

El grupo de los mamíferos fue el que obtuvo menor cantidad de observaciones con 10 registros en tan solo 6 especies, es comprensible ya que suelen ser animales huidizos y que pueden llegar a tener traslados de un sitio a otro muy extensos, los análisis aplicados a los registros indican en el caso de Shannon-Wiener una diversidad mala en SAR en la temporada seca, con un valor de **0.699**, el índice de Pielou resulto en un valor de **0.898**, lo cual demuestra que las especies están igualmente abundantes en el SAR, y finalmente, el índice de Berger-Parker, indica con su valor de **0.4** que no existe dominancia por sobre alguna especie de las registradas en esta temporada.

Temporada de Lluvias

Herpetofauna

Tabla IV. 71. Resultado de los análisis de diversidad para la herpetofauna registrada en SAR en temporada de lluvia

Especie	Registros	Abundancia relativa	H'	J'	D
Trimorphodon biscutatus	1	0.043	0.059	0.938	0.435
Anolis nebulosus	1	0.043	0.059		
Iguana rhinolopha	4	0.174	0.132		
Aspidoscelis lineattissimus	10	0.435	0.157		
Holcosus undulatus	3	0.130	0.115		
Inicilius marmoreus	4	0.174	0.132		
Total	23	1	0.655		

Para la herpetofauna se obtuvieron 23 registros de 6 diferentes especies, en los cuales 5 pertenecen a reptiles y un registro a un anfibio. A implementar los análisis de diversidad, se observó que Shannon-Wiener (H') tiene un valor de **0.655**, que, de acuerdo con la tabla de valores de importancia, se puede catalogar como que el sitio tiene diversidad mala. En el

caso del índice de Pielou se obtuvo un valor de **0.938**, lo cual indica que las especies están igualmente abundantes y con el índice de Berger-Parker, podemos confirmar lo anterior debido a que se obtuvo un valor de **0.435**, lo cual indica baja dominancia por parte de algunas especies.

Aves

Tabla IV. 72. Resultado de los análisis de diversidad de aves para el SAR en temporada de lluvia

Especie	Registros	Abundancia relativa	H'	J'	D
Actitis macularius	1	0.003	0.008	0.767	0.288
Amazilia rutila	1	0.003	0.008		
Ara militaris	18	0.058	0.071		
Basileuterus culicivorus	1	0.003	0.008		
Buteo brachyurus	1	0.003	0.008		
Buteogallus anthracinus	1	0.003	0.008		
Cardinalis cardinalis	1	0.003	0.008		
Cassiculus melanicterus	9	0.029	0.044		
Cathartes aura	1	0.003	0.008		
Chlorophonia elegantissima	1	0.003	0.008		
Columbina inca	10	0.032	0.048		
Contopus pertinax	1	0.003	0.008		
Coragyps atratus	7	0.022	0.037		
Corthylio calendula	1	0.003	0.008		
Crotophaga sulcirostris	2	0.006	0.014		
Cyanocorax sanblasianus	10	0.032	0.048		
Cynanthus auriceps	2	0.006	0.014		
Dryocopus lineatus	2	0.006	0.014		
Empidonax difficilis	1	0.003	0.008		
Eupsittula canicularis	90	0.288	0.156		
Glaucidium brasilianum	6	0.019	0.033		
Icterus pustulatus	24	0.077	0.086		
Ramosomyia violiceps	1	0.003	0.008		
Melanerpes chrysogenys	2	0.006	0.014		
Melanerpes uropygialis	2	0.006	0.014		
Melanotis caerulescens	1	0.003	0.008		
Melozone kieneri	1	0.003	0.008		
Morococcyx erythropygus	2	0.006	0.014		
Myiodynastes luteiventris	2	0.006	0.014		
Nannopterum brasilianum	1	0.003	0.008		
Ortalis polyocephala	7	0.022	0.037		
Ortalis wagleri	4	0.013	0.024		
Pandion haliaetus	1	0.003	0.008		
Passerina versicolor	1	0.003	0.008		

Especie	Registros	Abundancia relativa	H'	J'	D
Phaethornis mexicanus	1	0.003	0.008		
Pheugopedius felix	15	0.048	0.063		
Pitangus sulphuratus	9	0.029	0.044		
Polioptila caerulea	3	0.010	0.019		
Quiscalus mexicanus	3	0.010	0.019		
Riparia riparia	5	0.016	0.029		
Saltator grandis	6	0.019	0.033		
Saucerottia beryllina	2	0.006	0.014		
Setophaga coronata	1	0.003	0.008		
Setophaga aestiva	2	0.006	0.014		
Spinus psaltria	1	0.003	0.008		
Sporophila torqueola	2	0.006	0.014		
Streptopelia decaocto	4	0.013	0.024		
Thryophilus sinaloa	11	0.035	0.051		
Tityra semifasciata	3	0.010	0.019		
Trogon citreolus	13	0.042	0.058		
Trogon elegans	1	0.003	0.008		
Tyrannus melancholicus	6	0.019	0.033		
Vireo atricapilla	1	0.003	0.008		
Xiphorhynchus flavigaster	1	0.003	0.008		
Zenaida asiatica	6	0.019	0.033		
Total	312	1	1.336		

En el caso de las aves, para índice de Shannon se obtuvo un valor de **1.336**, lo cual indica una diversidad pobre en el sitio. Para índice de Pielou se obtuvo un valor de **0.767**, indicando que las especies en el SAR se encuentran con una abundancia uniforme y con el índice de Berger-Parker podemos intuir que existe baja dominancia por parte de las especies registradas.

Mamíferos

Tabla IV. 73. Resultado de los análisis de diversidad de aves para el SAR en temporada de lluvia

Especie	Registros	Abundancia relativa	H'	J'	D
Leopardus pardalis	1	0.071	0.082		
Procyon lotor	1	0.071	0.082		
Dasypus novemcinctus	2	0.143	0.121		
Didelphis virginiana	1	0.071	0.082	0.754	0.571
Sylvilagus spp.	1	0.071	0.082		
Sciurus colliaei	8	0.571	0.139		
Total	14	1	0.587		

Para el caso de los mamíferos en temporada de lluvia, si bien se nota un ligero aumento en la cantidad de especies, al correr los análisis de diversidad, podemos observar que en el caso del índice Shannon- Wiener, el sitio presenta una diversidad mala con un valor de **0.587**, el índice de Pielou arrojo un valor de **0.754** indicando que las especies están moderadamente distribuidas, que con el valor de Berger-Parker podemos confirmar con un valor de **0.571** que existe una ligera dominancia por alguna especie, en este caso se trata de la Ardilla gris del pacifico.

Resultados para el Predio

Temporada de Secas

El área donde se pretende el proyecto Alisia, está dentro de la Marina Puerto Vallarta, es un área altamente urbanizada, por lo que, los parches vegetales que pueden fungir como corredores de fauna están fracturados y no tienen conexiones. En el proyecto, alrededor ya encontramos con diversas edificaciones, por lo que el parche se encuentra aislado, esto puede llegar a reducir la diversidad de especies en el sitio, a menos que estas sean de baja movilidad, como pueden ser algunos reptiles y mamíferos, el resto tiene manera de buscar nuevos hábitats para cumplir sus funciones biológicas. Sin embargo, es adecuado realizar un monitoreo para saber que especies están utilizando el espacio y hacer su debida reubicación en caso de ser necesario de las especies que puedan salir perjudicadas al momento de empezar las actividades en el predio.

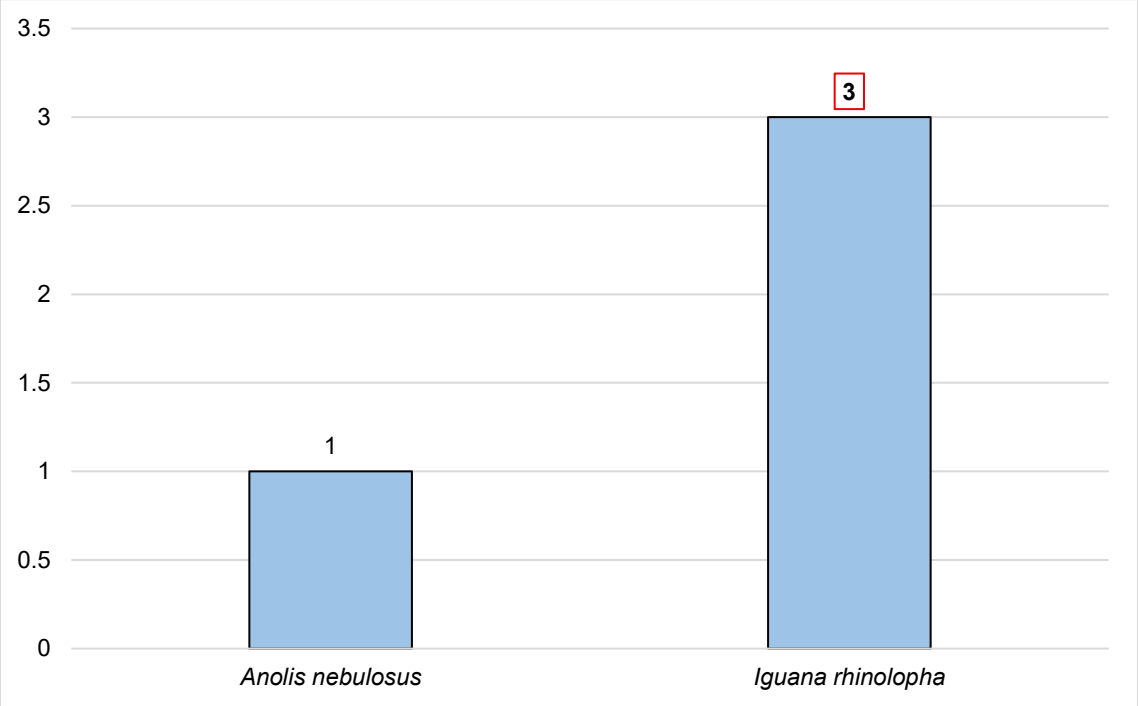
Para los muestreos se implementaron las técnicas aplicadas para el SAR, para los 3 grupos zoológicos, utilizando las mismas herramientas y apoyos para los registros a excepción de las cámaras trampa, ya que el predio no es bastante amplio, sin embargo, se implementó la colocación de trampas Sherman para el monitoreo de fauna, el cual su procedimiento se describe más adelante.

Herpetofauna

Los resultados para el este grupo faunístico fueron de 4 registros en total de solo dos especies diferentes de reptiles pertenecientes al orden Squamata. Se hizo el registro dentro del predio de 3 individuos de Iguana verde, es de gran importancia mencionar que, durante los muestreos, estos 3 individuos fueron los que hacían uso del predio, sin embargo, se debe considerar que la zona de la marina donde se encuentra el área del proyecto cuenta con más individuos de esta especie que durante el día suele estar sobre las calles y

buscando comida generada por la presencia humana en el sitio. El abaniquillo pañuelo del pacifico fue la otra especie detectada dentro del predio, con un solo registro.

Figura IV. 148. Reptiles registrados en predio en temporada seca



Como se mencionó previamente en los resultados para el SAR, la Iguana verde es una especie que está incluida en **la NOM-059-SEMARNAT-2010**. Y en cuanto a endemismos, el abaniquillo pañuelo del pacifico es endémica al país.

Figura IV. 149. Distribución y endemismo de la herpetofauna del predio en temporada seca

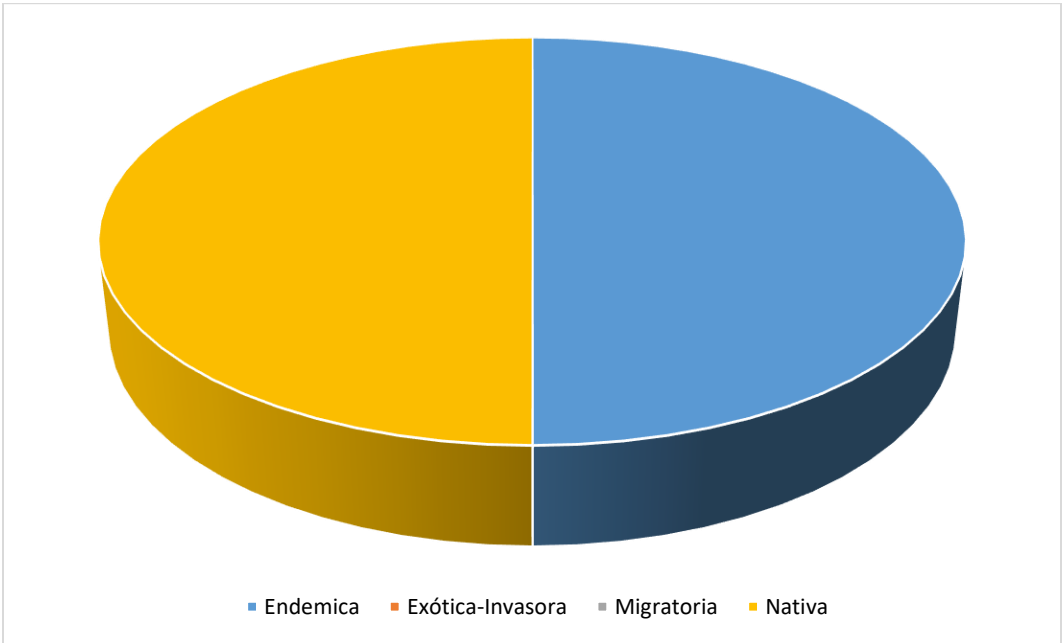


Tabla IV. 74. Registros de la herpetofauna del predio en temporada seca

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Registros	NOM	Distribución
Squamata	Iguanidae	*Iguana rhinolopha*	Iguana verde	3	Pr	Nativa
	Anolidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	1	–	Endémica

Aves

Para el grupo de las aves, se hizo un total de 10 registros pertenecientes a 4 especies distintas, 4 familias y 3 órdenes. La especie con mayores registros fue el cacique mexicano, la cual es una especie endémica al país, proseguido de la gaviota plomiza, especie la cual está dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en categoría de Protección especial (Pr) y se le observo sobrevolando el área del proyecto, así mismo también se realizaron registros del Luis bienteveo y de la garza blanca con un registro para cada especie.

Figura IV. 150. Aves registradas en predio en temporada seca

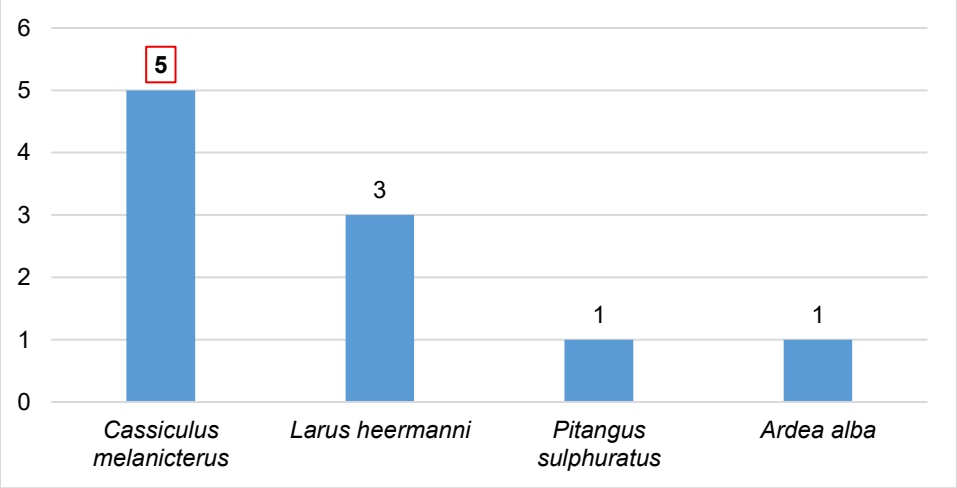


Figura IV. 151. Distribución y endemismo de aves del predio en temporada seca

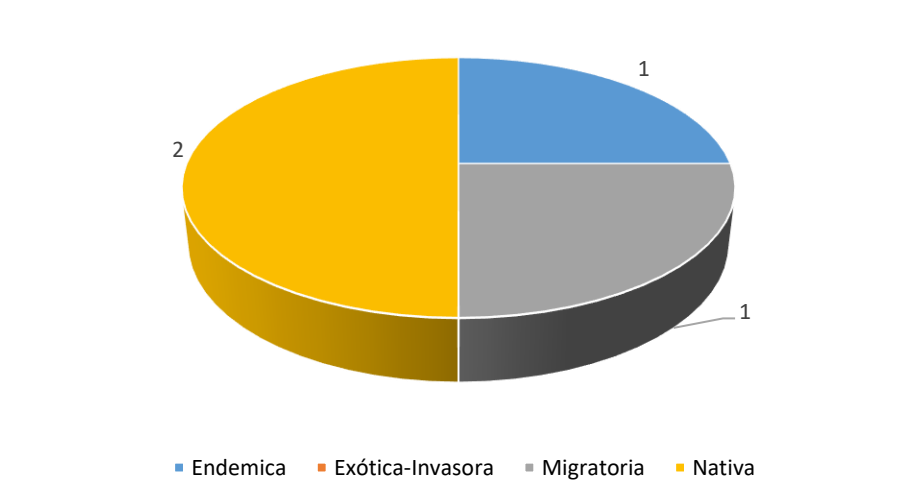


Tabla IV. 75. Registro de las aves en el predio en temporada seca

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Registros	NOM	Distribución
Passeriformes	Tyrannydae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo	1	-	Nativa
	Icteridae	*Cassiculus melanicterus*	Cacique mexicano	5	-	Endémica
Charadriiformes	Laridae	*Larus heermanni*	Gaviota Plomiza	3	Pr	Migratoria
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza Blanca	1		Nativa

Mamíferos

Para los mamíferos del predio, en la visita realizada en temporada de secas, no se hicieron registros de la presencia de fauna nativa, sin embargo, es importante volver a mencionar que el sitio cuenta con presencia de fauna nociva feral, en este caso se observaron varios individuos de gato de carácter domestico dentro del área del proyecto, al ser cazadores natos, esto podría influir en la baja u ausencia de diversidad de especies, no solo del grupo de los mamíferos, si no, afectando inclusive diversos grupos faunísticos.

Temporada de lluvias

Herpetofauna

Se realizó una nueva visita al predio en cuestión en busca de señales de presencia de la herpetofauna en la temporada de lluvia, al examinar los transectos, moviendo troncos, hojarasca y rocas, se observó también troncos de árboles, copas y ramas. Se tomaron fotografías y se llenó el formato una vez identificado la especie, realizando una verificación después junto con la fotografía y el uso de guías de identificación para confirmar la identidad de los individuos.

En total, obtuvimos tres especies registradas, todas reptiles del orden Squamata. La especie con más avistamientos fue la Iguana Verde (*Iguana rhinolopha*), especie que se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT, con categoría de Protección Especial (Pr), además de registrarse dentro del predio, se contabilizo a los individuos en las afueras del predio en esta ocasión, ya que es donde tienen zonas de descanso, alimentación y asoleaderos, lo que sugiere que en su mayoría utilizan los árboles dentro del predio durante las noches como sitio de descanso, le siguió el Abaniquillo Pañuelo del Pacífico (*Anolis nebulosus*) especie endémica al país y la Lagartija Espinosa de Hocico Negro (*Scelosporus melanorhinus*).

Figura IV. 152. Registro de la abundancia de herpetofauna en predio en temporada de lluvia

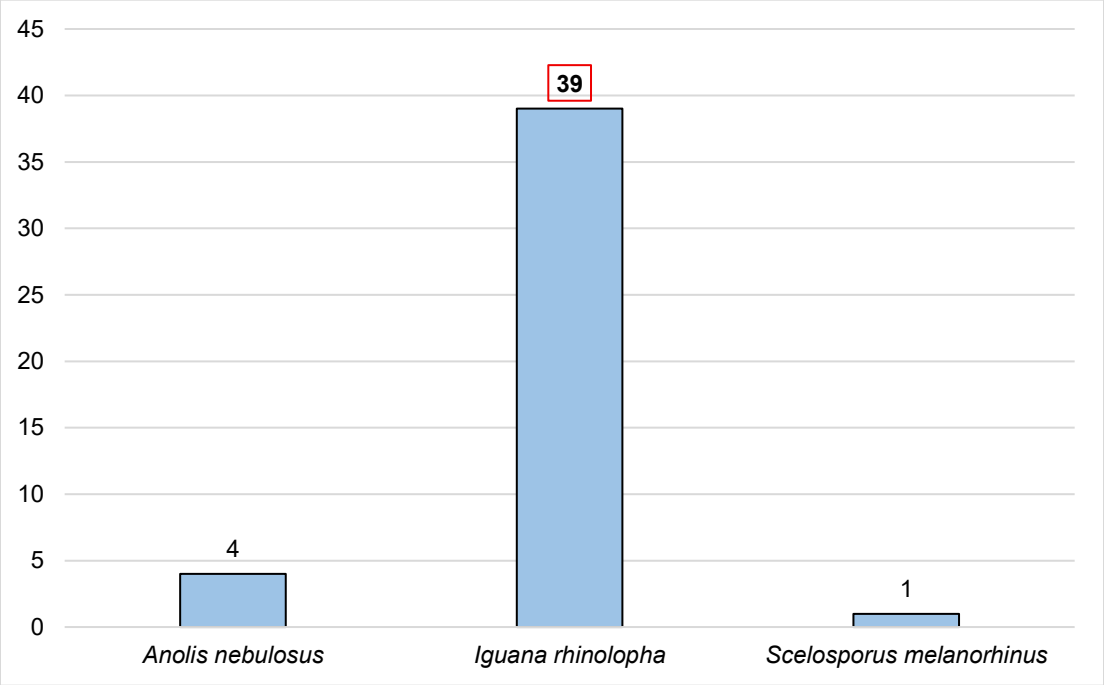


Figura IV. 153. Distribución y endemismo de la herpetofauna en temporada de lluvia

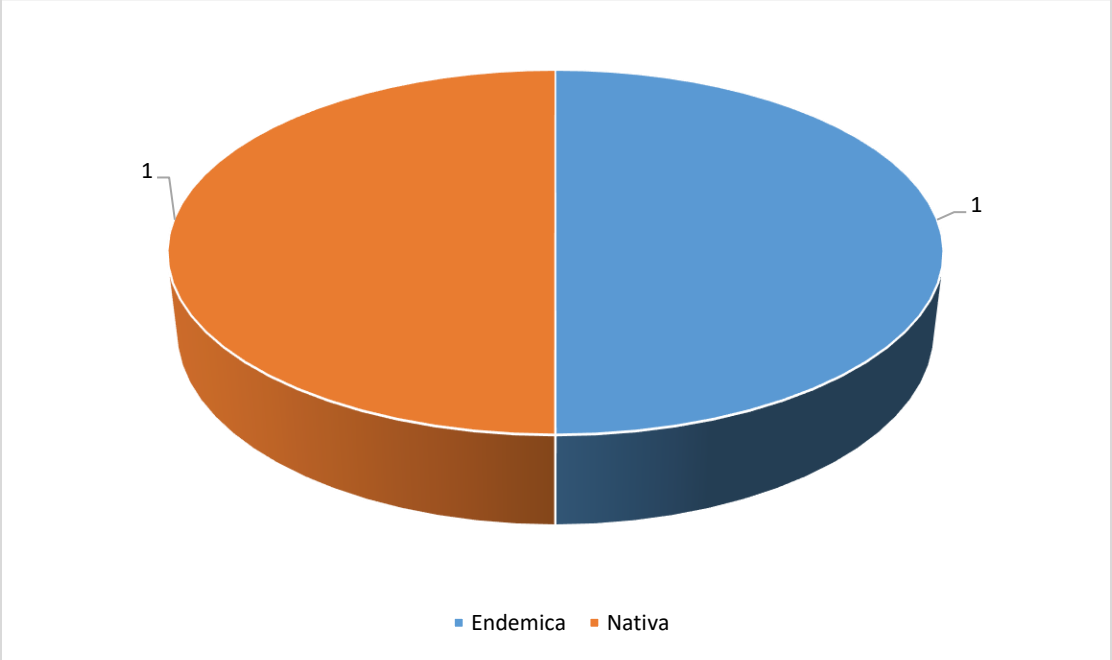


Tabla IV. 76. Herpetofauna registrada en el predio en temporada de lluvia

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Registros	NOM	Distribución
Squamata	Iguanidae	*Iguana rhinolopha*	Iguana Verde	39	Pr	Nativa
	Anolidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo Pañuelo del Pacífico	4	–	Endémica
	Phrynosomatidae	*Scelosporus melanorhinus*	Lagartija Espinosa de Hocico Negro	1	-	

Figura IV. 154. Abaniquillo pañuelo del Pacífico (*A. nebulosus*) en predio



Figura IV. 155. Lagartija espinosa de hocico negro (*S. melanorhinus*)



Figura IV. 156. Iguana verde (*I. rhinolopha*) presente en zona de influencia del proyecto



Aves

Para el grupo de las aves, fue posible realizar el registro de 18 especies de aves de 6 diferentes órdenes y 11 géneros. Ninguna de las especies registradas se encuentra dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, tres son endémicas y dos pasaron sobrevolando el predio, se incluyeron porque son aves que son bastantes comunes en los alrededores del predio y puede que de manera ocasional lleguen a ocupar el espacio, estas especies fueron la Fragata Tijereta (*Fregata magnificscens*) y Pelícano Café (*Pelecanus occidentalis*). Las especies con más registros dentro del sitio fueron el Luis bienteveo, el tirano Pirirí, el zanate mayor y las fregatas tijeretas.

Figura IV. 157. Especies más abundantes registradas en el predio en temporada de lluvias

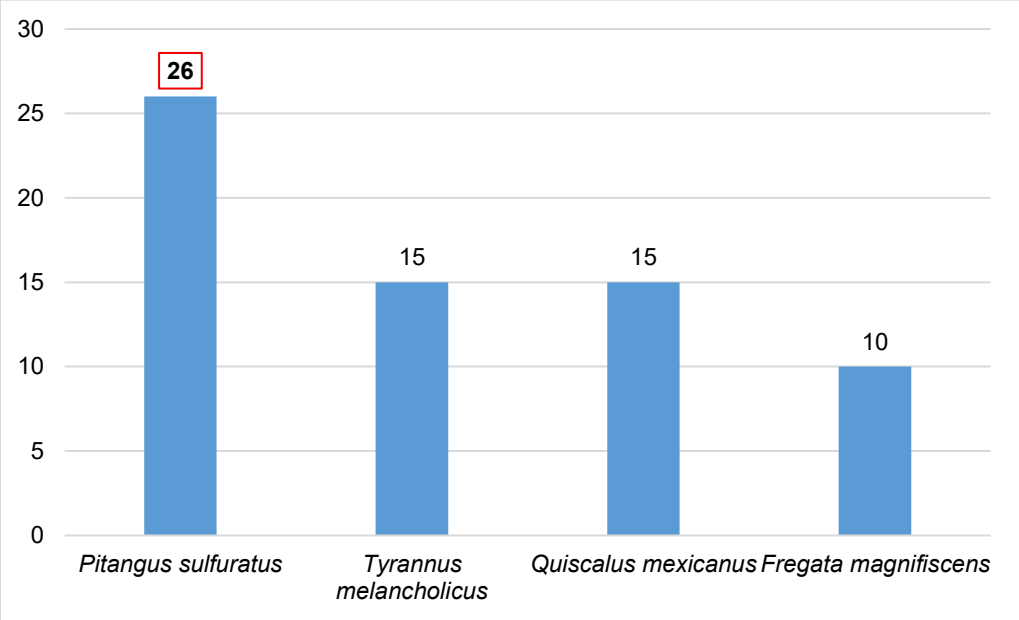


Figura IV. 158. Distribución y endemismo de las aves del predio en temporada de lluvia

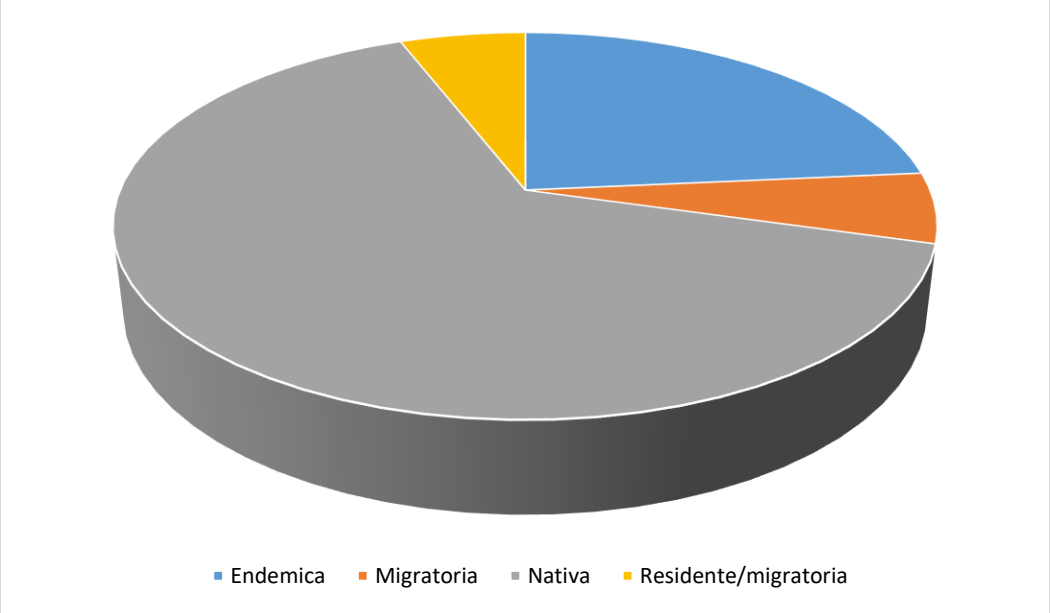


Tabla IV. 77. Aves registradas en el predio en temporada de lluvia

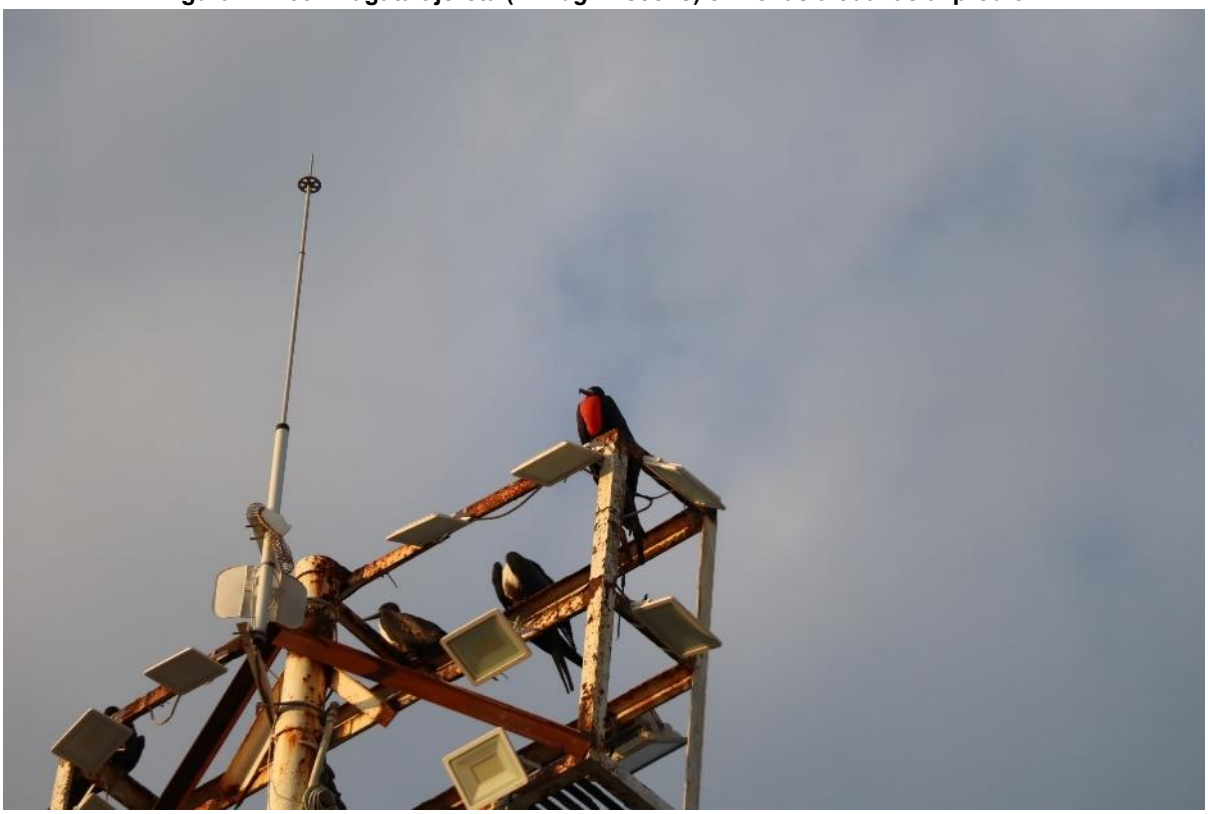
Orden	Familia	Especie	Nombre común	Registros	NOM	Distribución
Galliformes	Cracidae	*Ortalis wagleri*	Chachalaca Vientre Castaño	2	-	Endémica
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	5	-	Nativa
		Columbina inca	Tortolita Cola Larga	4	-	Nativa
Apodiformes	Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí Pico Ancho	2	-	Nativa

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Registros	NOM	Distribución
Galliformes	Cracidae	*Ortalis wagleri*	Chachalaca Vientre Castaño	2	-	Endémica
Suliformes	Fregatidae	*Fregata magnificscens*	Fragata Tijereta	10	-	Nativa
Pelecaniformes	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano Café	7	-	Residente/ migratoria
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon citreolus*	Coa Citrina	2	-	Endémica
Piciformes	Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero Mexicano	1	-	Nativa
		Melanerpes chrysogenys	Carpintero Enmascarado	3	-	Endémica
Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulfuratus*	Luis Benteveo	26	-	Nativa
		Tyrannus melancholicus	Tirano Pirirí	15	-	Nativa
		Myiozetetes similis	Luisito Común	7	-	Nativa
	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina Tijereta	8	-	Migratoria
	Turdidae	*Turdus rufopalliatus*	Mirlo Dorso Canela	6	-	Endémica
	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	15	-	Nativa
		Cassiculus melanicterus	Cacique Mexicano	7	-	Endémica
		Icterus pustulatus	Calandria Dorso Rayado	3	-	Nativa
	Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltador Gris Mesoamericano	2	-	Nativa

Figura IV. 159. Mirlo dorso canela (*T. rufopalliatus*)



Figura IV. 160. Fragata tijereta (*F. magnifiscens*) en zonas aledañas al predio



Mamíferos

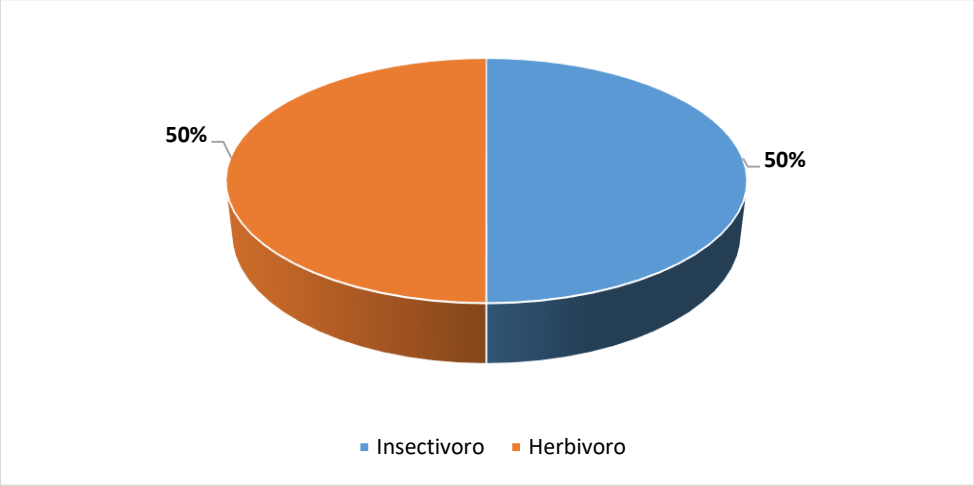
En el caso de los mamíferos, se decidió incrementar el esfuerzo de muestreo instalando trampas Sherman en distintos puntos de los transectos, a los cuales se les coloco un cebo para atraer posibles mamíferos que habitaran en el predio. Las trampas fueron revisadas conforme se iba haciendo el trayecto lineal de los transectos, algunas trampas se activaron mas no tenían captura y otras no se activaron, se volvieron a instalar las trampas y se revisaron al día siguiente, no se obtuvo ninguna captura con trampas. Para los transectos, **no hubo evidencia de presencia de mamíferos** en el predio, a excepción de gatos domésticos ferales (*Felis catus*), de los cuales se encontraron huellas y excretas, así como el avistamiento de estos, confirmando su presencia dentro del predio. El que no se haya obtenido ninguna captura o avistamiento, no significa que no estén presentes, ya que en los alrededores de la Marina de Puerto Vallarta se han hecho registros de mamíferos como mapaches, más durante los muestreos realizados no se registró ningún individuo de este grupo faunístico.

Gremios tróficos en el predio

Temporada seca

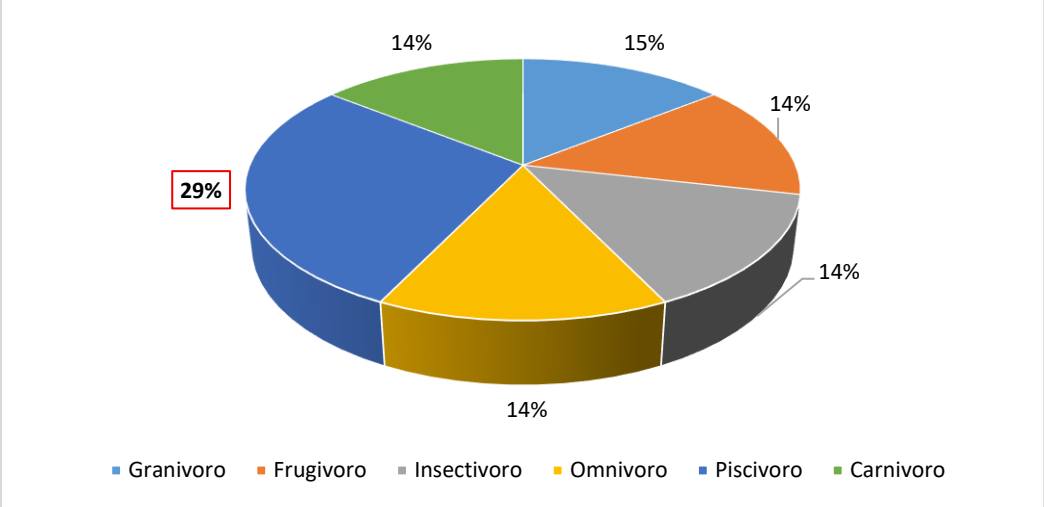
Para las especies registradas en el predio en temporada seca, se observó que, en algunos casos, de igual manera como se mostró en el SAR, las especies consideran más de un gremio trófico en sus dietas, En el grupo de la herpetofauna, debido a que solo se registraron dos especies, se muestra que 50% es insectívora y 50% herbívora.

Figura IV. 161. Gremios tróficos identificados en la herpetofauna del predio en temporada seca



Para el grupo de las aves, se mostró un poco más de diversidad en cuanto a los gremios tróficos, resultando en esta temporada los piscívoros como los mejores representados con 29%, seguidos por los granívoros con 15% y el resto de los gremios con una representación del 14%.

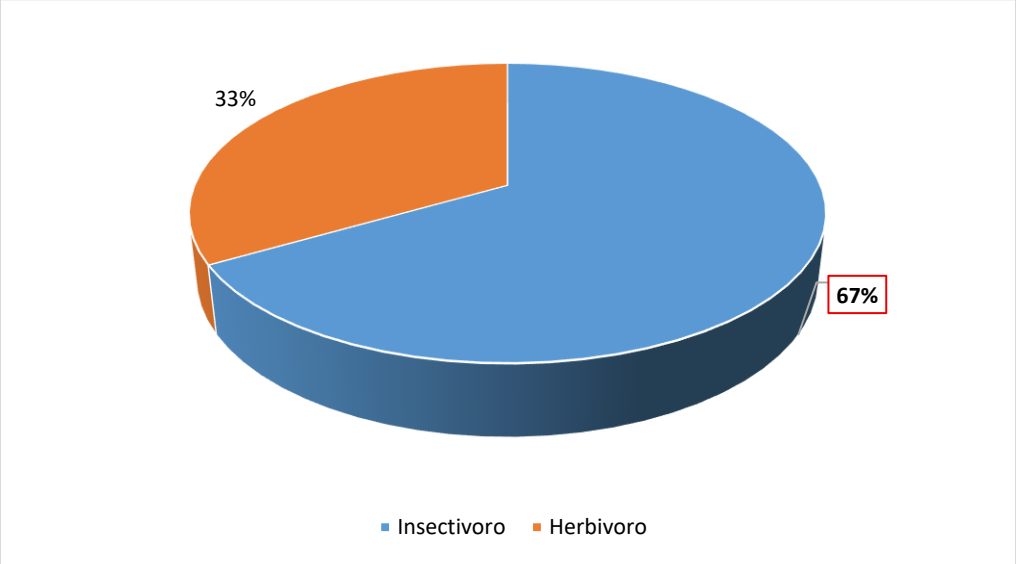
Figura IV. 162. Gremios tróficos identificados en las aves del predio en temporada seca



Temporada de lluvia

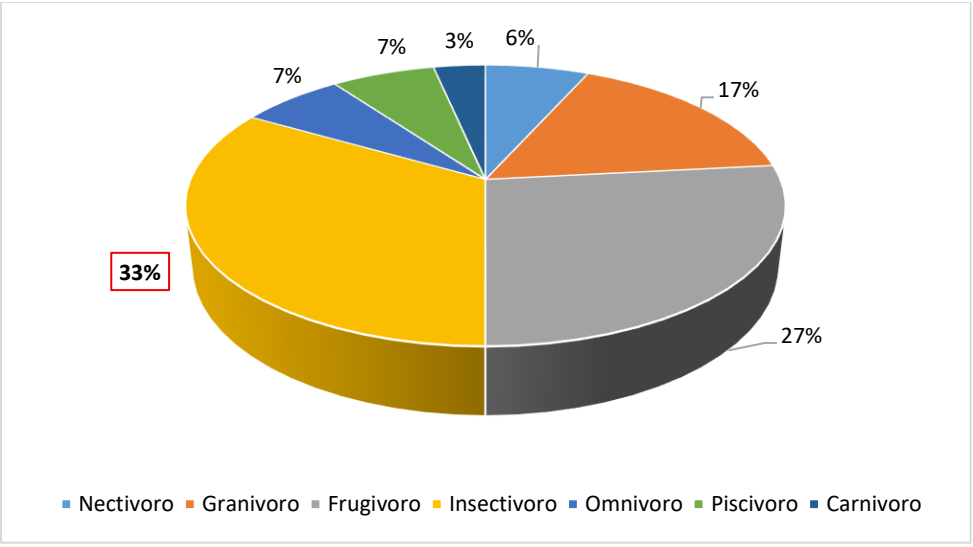
Para la temporada de lluvias, se pudieron identificar nuevos gremios tróficos para los grupos faunísticos muestreados. En el caso de los reptiles, el gremio mejor representado es el de los insectos con 67%, debido al aumento de una especie registrada en comparación a la temporada de secas y el 33% está representado por el herbívorismo.

Figura IV. 163. Gremios tróficos en la herpetofauna del predio en temporada de lluvia



En el caso de las aves, en esta ocasión, el gremio mejor representado fue el insectívoro con 33%, 27% pertenecen al gremio piscívoro y 17% al granívoro, así mismo, se identificó también con menor representación los gremios omnívoros y piscívoros con 7%, nectívoros con 6% y con el 3% a los carnívoros.

Figura IV. 164. Gremios tróficos identificados en las aves del predio en temporada de lluvia



Análisis de Diversidad

Predio temporada seca

Herpetofauna

Tabla IV. 78. Resultado de los análisis de diversidad para la herpetofauna del predio en temporada seca

Especie	Registros	Abundancia relativa	H'	J'	D
Iguana rhinolopha	3	0.75	0.094	0.811	0.75
Anolis nebulosus	1	0.25	0.151		
Total	4	1	0.244		

Para el grupo de la herpetofauna se obtuvieron un total de 4 registros de dos especies diferentes, ambos pertenecientes al grupo de los reptiles. Los análisis de diversidad en el caso del índice de Shannon-Wiener resulto en un valor de **0.244**, lo cual indica mala diversidad del sitio. El índice de Pielou dio un resultado de **0.811** indicando que las especies están distribuidas de manera uniforme, sin embargo, debido al bajo registro de especies y mayor registro de una especie, el índice de Berger-Parker indica que existe dominancia por parte de la iguana verde, ya que se obtuvo un valor de **0.75**.

Aves

Tabla IV. 79. Resultado de los análisis de diversidad para las aves del predio en temporada seca

Especie	Registros	Abundancia relativa	H'	J'	D
Pitangus sulphuratus	1	0.1	0.1	0.843	0.5
Cassiculus melanicterus	5	0.5	0.151		
Larus heermanni	3	0.3	0.152		
Ardea alba	1	0.1	0.1		
Total	10	1	0.507		

En el caso de la avifauna, se lograron 10 registros de 4 especies diferentes, debido a la baja cantidad de registros, el índice de Shannon mostró que el predio cuenta con diversidad mala con un valor de **0.507**. Sin embargo, entre las especies registradas en la temporada seca, el índice de Pielou indica que estas especies están distribuidas de manera uniforme y el índice de Berger-Parker, muestra que a pesar de que están de manera uniforme, existe un índice de dominancia del **0.5** en el predio.

Mamíferos

Para el grupo de los mamíferos no se registraron especies presentes en el predio, por lo que no fue posible implementar análisis de diversidad en este grupo. Sin embargo, cabe

recalcar, que en el predio se registró la presencia de gato domestico en situación feral, por lo que esto podría indicar una razón por la cual existe mala diversidad en el sitio.

Temporada de lluvias

Herpetofauna

Tabla IV. 80. Resultado de los análisis de diversidad para la herpetofauna del predio en temporada de lluvia

Especie	Registros	Abundancia relativa	H'	J'	D
Iguana rhinolopha	39	0.886	0.046	0.374	0.886
Anolis nebulosus	4	0.091	0.095		
Scelosporus melanorhinus	1	0.023	0.037		
Total	44	1	0.178		

Para reptiles obtuvimos un total de 3 especies, 44 individuos diferentes, a las cuales, al aplicar los índices de diversidad obtuvimos un resultado para índice de Shannon (H') de **0.178**; de acuerdo con la escala utilizada, la biodiversidad se cataloga como mala. El índice de Pielou arrojo un resultado de **0.374**, lo cual indica que las especies no están igualmente abundantes, indica que hay dominancia de alguna especie, lo cual podemos confirmar con el índice de Berger-Parker que dio un resultado de **0.886** que indica que entre más cercano el numero sea a 1 hay mayor dominancia y menos diversidad, lo que sugiere una degradación alta del hábitat. La especie con mayor abundancia fue la Iguana Verde, a la cual se le podía encontrar tanto fuera como dentro del predio, tanto juveniles como adultos reproductivos, al ser una especie bajo la categoría de Protección especial en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** y al obtener altos niveles de presencia dentro del predio, se sugiere la implementación de un Programa de Rescate y reubicación para la iguana verde.

Aves

Tabla IV. 81. Resultado de los análisis de diversidad para las aes del predio en temporada de lluvia

Especie	Registros	Abundancia relativa	H'	J'	D
Zenaida asiatica	5	0.039	0.055	0.892	0.205
Columbina inca	4	0.031	0.047		
Cynanthus latirostris	2	0.016	0.028		
Fregata magnifiscens	10	0.079	0.087		
Pelecanus occidentalis	7	0.055	0.069		
Trogon citreolus	2	0.016	0.028		
Dryobates scalaris	1	0.008	0.017		
Melanerpes chrysogenys	5	0.039	0.055		
Pitangus sulfuratus	26	0.205	0.141		

Especie	Registros	Abundancia relativa	H'	J'	D
Tyrannus melancholicus	15	0.118	0.110		
Myiozetetes similis	7	0.055	0.069		
Hirundo rustica	8	0.063	0.076		
Turdus rufopalliatus	6	0.047	0.063		
Quiscalus mexicanus	15	0.118	0.110		
Cassiculus melanicterus	7	0.055	0.069		
Icterus pustulatus	3	0.024	0.038		
Saltator grandis	2	0.016	0.028		
Ortalis wagleri	2	0.016	0.028		
Total	127	1	1.120		

Para las aves se obtuvo un total de 127 individuos en 18 especies diferentes, al hacer los análisis resulto un índice de Shannon de **1.120**, lo cual indica que la biodiversidad en el predio es pobre. El índice de Pielou dio **0.892**, lo que, al contrario de con la herpetofauna, al ser este número más cercano a 1, indica que las especies están más cerca de estar igualmente abundantes y no hay niveles altos de dominancia por alguna especie, lo cual lleva al resultado del índice de Berger-Parker que fue de **0.205**, lo cual indica una diversidad mayor a la dominancia.

Mamíferos

Para la temporada de lluvia se implementó un mayor esfuerzo de muestreo colocando trampas Sherman en diferentes puntos de los transectos del predio. Sin embargo, no hubo registros de mamíferos silvestres, por lo que no fue posible aplicar análisis de diversidad para comparar con el SAR.

Migración de las especies

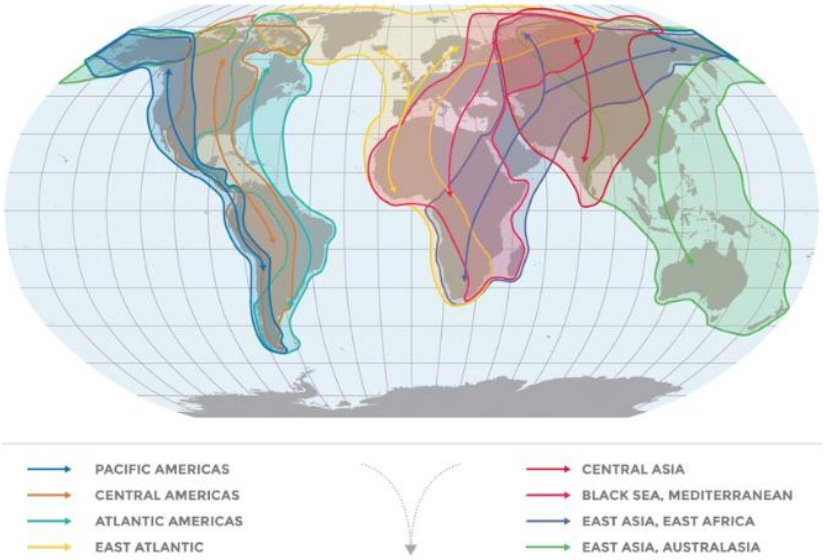
La migración de las especies son los movimientos que realizan de un sitio a otro algunas especies animales como son aves, peces, insectos, mamíferos, entre otros, en los cuales se desplazan kilómetros con la finalidad de sobrevivencia, con consecuencias en la estructura y dinámica de las poblaciones y comunidades dentro de los ecosistemas. Barker (1978) definió la migración como *"el acto de pasar de una unidad espacial a otra"*. En el caso del proyecto "Alisia" se identifica que la migración proviene por parte del grupo de las aves, la cual es definida como los desplazamientos estacionales entre el área de cría e invernada que ocurren de forma regular todos los años (Berthold, 2001). Las alteraciones del ambiente originadas por el humano tienen consecuencias sobre la comprensión de los mecanismos y patrones de movimiento de los animales en el espacio y tiempo, originando

modificaciones y reacondicionamientos debido a las actividades humanas, por lo que comprender y diseñar estrategias eficaces para la conservación de las especies y sus ecosistemas debería ser fundamental conforme al crecimiento de áreas urbanas (SEO birdlife).

Rutas Migratorias

Las aves son el grupo faunístico que presenta mayores rutas migratorias en la superficie terrestres, lo cual les permite colonizar grandes extensiones de hábitat a lo largo del planeta, cada primavera y otoño, gran cantidad de aves emprenden viajes migratorios entre sus áreas de cría y de invernada (Gudmundsson,1992) con la finalidad de completar sus ciclos anuales. Para que la migración tenga éxito, las aves deben cronometrar perfectamente sus vuelos, a fin de que sus paradas de escala y llegadas a las zonas de anidación coincidan con la disponibilidad de alimentos. Debido a la naturaleza extenuante del viaje, cualquier interrupción en el camino puede tener efectos devastadores para las poblaciones de aves que migran. En el mundo se identifican 8 rutas migratorias importantes, los cuales se muestran en la siguiente figura.

Figura IV. 165. Principales rutas migratorias mundiales de aves

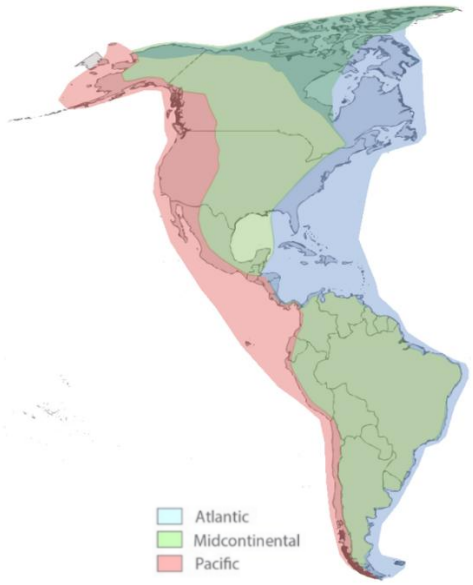


Extraída de BirdLife International, 2018.

México es importante en el curso de las migraciones de aves debido a que es un embudo por donde pasan todas las especies migratorias y dependen de los recursos del país para continuar su viaje. Por México atraviesan tres grandes rutas que las aves siguen para migrar de sus zonas de invernada a las de cría, siendo una gran vía de migración evidente (Rodríguez Contreras, 2017). Estas rutas son conocidas también como vías migratorias o

corredores aéreos, las cuales siguen las aves cada año, descansando en lugares de paradas situados a lo largo de la vía migratoria. La Ruta Migratoria del Pacífico que va por toda la costa occidental de las Américas, Ruta Migratoria del Atlántico en la costa oriental y Ruta Migratoria de la Zona Central del continente es la ruta interior que atraviesa el continente. Estas rutas han sido estudiadas e identificadas gracias a los esfuerzos de estudios de radiotelemetría, anillamiento de aves migratorias y su observación y reporte de estas a lo largo del continente.

Figura IV. 166. Rutas Migratorias en el Continente Americano



En México se pueden observar cuatro tipos de migración en las aves:

- Residentes de invierno: aves que se desplazan desde el norte del continente al norte de México a pasar la temporada invernal en el territorio nacional.
- Residentes de verano: se reproducen en México y pasan los inviernos en zonas más al sur del país y del continente.
- Transeúntes o de paso: son aquellas que se reproducen al norte del territorio mexicano y pasan la temporada invernal en Centro y Sudamérica.
- Poblaciones residentes: las que se reproducen al norte del continente y migran a México a pasar el invierno, aunque tienen poblaciones que están durante todo el año en el país.

Por la ubicación del SAR y las características bióticas que este presenta, la región de Puerto Vallarta es un sitio dentro de la Ruta Migratoria de la Costa del Pacifico que puede albergar

a distintas especies de aves tanto acuáticas como terrestres en sus pasos migratorios al presentar distintos ecosistemas que dan servicios a las aves migratorias. La altura de la torre y el cambio de uso de suelo que requiere para su construcción se considera una perturbación a posibles sitios de descanso, reproducción y de alimentación de estas especies migratorias. Al hacer el análisis de la identificación de las especies migratorias, el tiempo en el que visitan el SAR y las funciones que realizan dentro del SAR, permite evaluar el impacto potencial de las obras a la diversidad de aves que se distribuyen dentro y fuera del SAR, permitiendo conocer mejor sus hábitos para proponer las medidas adecuadas para disminuir el disturbio sobre las especies migratorias.

Se hace una observación a aquellas especies que fueron registradas dentro del SAR y del predio que cuentan con un tipo de migración, derivado del análisis se detectó la presencia de 13 distintas especies de aves consideradas migratorias, lo cual indica que su presencia no es constante en el SAR, si no, temporal y 9 residentes migratorias, lo cual indica que se les puede observar durante todo el año en el SAR, pero existen poblaciones que migran, por lo que la abundancia de las especies es mayor o menor en el SAR de acuerdo a los ciclos migratorios de las especies.

En total se registraron 22 especies migratorias. De estas 22 especies, 19 fueron registradas dentro del SAR y 3 dentro o sobrevolando el predio, lo que indica su presencia así mismo en el área de influencia y el SAR. A continuación, se presenta una tabla indicativa de las especies encontradas con estatus de migratorias o residentes/migratorias y en qué lugar se realizó su registro, si en el SAR o predio.

Tabla IV. 82. Especies con distribución migratorio registradas en SAR y predio

Especie	Nombre común	NOM	Distribución	SAR	Predio
Actitis macularius	Playero Alzacolita	-	Residente/migratoria	X	
Larus heermanni	Gaviota Plomiza	Pr	Migratoria		X
Pelecanus occidentalis	Pelícano Café	-	Residente/migratoria		X
Buteo albonotatus	Aguililla Aura	Pr	Residente/migratoria	X	
Empidonax difficilis	Papamoscas Amarillo Del Pacífico	-	Residente/migratoria	X	
Myiodynastes luteiventris	Papamoscas Rayado Común	-	Migratoria	X	
Vireo atricapilla	Vireo Gorra Negra	P	Migratoria	X	
Vireo gilvus	Vireo Gorjeador	-	Migratoria	X	
Riparia riparia	Golondrina Ribereña	-	Migratoria	X	
Hirundo rustica	Golondrina Tijereta	-	Migratoria		X
Corthylio calendula	Reyezuelo Matraquita	-	Migratoria	X	

Especie	Nombre común	NOM	Distribución	SAR	Predio
Polioptila caerulea	Perlita Azulgris	-	Residente/migratoria	X	
Parkesia noveboracensis	Chipe Charquero	-	Migratoria	X	
Leiothlypis celata	Chipe Oliváceo	-	Migratoria	X	
Leiothlypis ruficapilla	Chipe Cabeza Gris	-	Migratoria	X	
Setophaga aestiva	Chipe Amarillo Norteño	-	Migratoria	X	
Setophaga coronata	Chipe Rabadilla Amarilla	-	Migratoria	X	
Setophaga nigrescens	Chipe Negrogrís	-	Migratoria	X	
Cardellina pusilla	Chipe Corona Negra	-	Migratoria	X	
Piranga rubra	Piranga Roja	-	Migratoria	X	
Passerina caerulea	Picogordo Azul	-	Residente/migratoria	X	
Passerina versicolor	Colorín Morado	-	Residente/migratoria	X	

Para entender mejor los hábitos migratorios de estas especies detectadas, se realizó una investigación bibliográfica de sus migraciones a partir de la información presentada en las páginas de *birdsoftheworld.org* del Laboratorio de Cornell, la cual es una plataforma dedicada a presentar los resultados de los esfuerzos de los estudios sobre las aves del mundo con colaboradores internacionales que mantienen los datos más actualizados, investigaciones recientes y taxonomía actualizada, el uso del recurso *"Bird Migration Explorer" explorer.audubon.org*, el cual es un mapa interactivo de la National Audubon Society en conjunto con el esfuerzo de sus colaboradores, en el cual es posible visualizar los ciclos anuales de 458 especies migratorias, entre otras bibliografías consultadas. Esto permite tener una expectativa de cómo y en qué momento se deben intensificar las medidas propuestas para disminuir impactos sobre la avifauna del sitio.

Para tener una visualización de sus temporadas migratorias y motivos de migración, se realizó una clasificación por colores del tipo de estancia y motivos migratorios que tienen en el SAR. El cual se describe de la siguiente manera:

- ***Presente todo el año:*** se refiere a las especies residentes, las cuales son observables en el SAR durante todo el año. Cumplen sus funciones reproductivas en el sitio.
- ***Reproductiva:*** se refiere a las especies que migran con la finalidad de reproducirse dentro del SAR.
- ***No Reproductiva*****:** especies que migran principalmente para pasar el invierno, posterior a su época reproductiva y previo de iniciar su época reproductiva. Presente dentro del SAR con mayor abundancia.

- ***Pre o post reproductivo*:** marca la temporada en la que comienzan actividades migratorias, previas o posteriores a su época reproductiva. Es posible verlas dentro del SAR, pero en menor abundancia.
- ***Ausente*:** se refiere a la temporada en la que las especies no se encuentran presentes en el SAR debido a que cumplen sus procesos reproductivos en otros sitios.

Tabla IV. 83. Colorimetría usada para identificación de temporadas migratorias

Color	Clasificación
	Presente todo el año
	Reproductiva
	No Reproductiva
	Pre-post reproductiva
	Ausente

En la siguiente tabla se presentan los calendarios migratorios de las 22 distintas especies reportadas para el SAR resultado de la evaluación de la información en las plataformas del Cornell Lab y Audubon Society, existen especies de las cuales, aún se necesitan mayor investigación respecto a sus movimientos migratorios, sin embargo, la información es suficiente para hacer la correcta detección de las temporadas migratorias de las especies en el SAR. Se observa que algunas especies cuentan con dos líneas, la primera línea es el calendario que siguen las poblaciones migratorias y la segunda (en color morado) representa las poblaciones residentes que pueden ser observables durante todo el año en el SAR.

Tabla IV. 84. Migración de las especies registradas en el SAR

Especie	Nombre común	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Actitis macularius	Playero Alzacolita												
Larus heermanni	Gaviota Plomiza												
Pelecanus occidentalis	Pelícano Café												
Buteo albonotatus	Aguililla Aura												
Empidonax difficilis	Papamoscas Amarillo Del Pacífico												
Myiodynastes luteiventris	Papamoscas Rayado Común												
Vireo atricapilla	Vireo Gorra Negra												
Vireo gilvus	Vireo Gorjeador												

Especie	Nombre común	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Riparia riparia	Golondrina Ribereña												
Hirundo rustica	Golondrina Tijereta												
Corthylio calendula	Reyezuelo Matraquita												
Polioptila caerulea	Perlita Azulgris												
Parkesia noveboracensis	Chipe Charquero												
Leiothlypis celata	Chipe Oliváceo												
Leiothlypis ruficapilla	Chipe Cabeza Gris												
Setophaga aestiva	Chipe Amarillo Norteño												
Setophaga coronata	Chipe Rabadilla Amarilla												
Setophaga nigrescens	Chipe Negrogrís												
Cardellina pusilla	Chipe Corona Negra												
Piranga rubra	Piranga Roja												
Passerina caerulea	Picogordo Azul												
Passerina versicolor	Colorín Morado												

Como se puede observar en la tabla anterior, las distintas especies cuentan con calendarios distintos en los cuales inician sus temporadas migratorias, sin embargo, se puede notar que la mayoría de las especies se podrían encontrar en el SAR durante las migraciones de invierno, las cuales pueden abarcar, dependiendo de la especie, desde agosto-septiembre que comienzan a llegar, siendo sus meses de mayor diversidad de diciembre a marzo. Y se observa, que una única especie migratoria llega al SAR con fines reproductivos, se trata del Papamoscas Rayado Común (*Myiodynastes luteiventris)*, el cual migra de Sudamérica hacia México para reproducirse en nuestro país durante los meses de mayo a agosto.

El analizar e implementar estrategias de monitoreo sobre las especies de aves del SAR ayuda a la conservación de las poblaciones de, no solo las aves migratorias, si no, también a las especies residentes que cumplen sus funciones fisiológicas y reproductivas dentro del SAR. El proyecto al ser un predio que requiere del cambio de uso de suelo implica en la pérdida de posibles sitios de descanso y alimentación de estas especies. Por lo que en el capítulo correspondiente se proponen medidas preventivas que ayudaran a conservar las poblaciones de aves e integrar paisajes funcionales para una convivencia antropogénica con la fauna de los ecosistemas.

Conclusiones sobre la fauna

La región de Puerto Vallarta, al pertenecer al occidente de México, con su compleja topografía e influencia climatológica la hace ser una región con alta diversidad biológica, sin embargo, el crecimiento poblacional de este municipio ha causado la fragmentación de espacios naturales que podrían suponer posibles pasos de fauna, por lo que, la diversidad en la región más cercana a la urbanización ha ido en disminución, así como el aumento de dominancia por parte de especies con hábitos y adaptabilidad urbana, como es el caso de mapaches, iguanas y algunas especies de aves.

A partir del presente estudio del SAR y el predio se pudo observar que, si existe una ligera diferencia en los muestreos por temporada, y que hacer el estudio de esta manera contribuyo a poder tener una mejor representatividad del sitio. El estudio permitió observar que existen especies enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** tanto en predio como la iguana verde, así como en el SAR como fueron la guacamaya verde, la iguana de cola espinosa. Así mismo, los registros tanto del SAR como del predio permitieron observar que Puerto Vallarta es un municipio, el cual cumple ecológicamente con espacios aptos para las aves migratorias que vienen en temporada invernal o están de paso a sus sitios de descanso o reproducción. Se registraron 22 especies migratorias, de las cuales algunas son residentes/migratorias, y de estas 22 especies, 3 se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Los sitios de descanso en las aves migratorias son importantes para su conservación, por lo que se evalúa el posible impacto de la presencia de la torre por sobre la avifauna del SAR en el Capítulo correspondiente.

Los análisis de diversidad muestran una variación estacional, demostrando así que el SAR presento mayores niveles de diversidad en los 3 grupos faunísticos estudiados a comparación del predio, aun siendo los valores en cuanto a índice de Shannon-Wiener como pobres o malos. Por ejemplo, se observa que para aves se obtuvo un H’=1.318 en temporada seca y H’=1.336 en lluvias, mientras que, en el predio, los valores fueron aún más bajos, con H’=0.507 en temporada seca y H’=1.120 en lluvias para aves, indicando una diversidad significativamente reducida en comparación con el SAR.

El índice de Pielou mostró que en ambos sitios las especies tienden a distribuirse de manera relativamente uniforme (J’ > 0.75), aunque la dominancia evaluada con Berger-Parker fue mayor en el predio (por ejemplo, D=0.75 en herpetofauna), lo que indica que pocas especies predominan en ese entorno, probablemente como resultado del aislamiento del parche de

vegetación y la intensa urbanización en la que se encuentra rodeada. En cambio, en el SAR los valores de dominancia fueron menores (D=0.16 a 0.43 en distintos grupos), lo cual muestra comunidades más equitativas. Además, el muestreo en dos temporalidades permitió observar una mayor riqueza y variabilidad estacional en el SAR, sobre todo en aves y herpetofauna, lo que refuerza su función como referente ecológico regional.

A pesar del que el predio mostro bajos índices de diversidad, la sola presencia de especies dentro de **la NOM-059-SEMARNAT-2010**, ya hace que se requiera un plan de manejo de estos individuos antes, durante y después de la construcción del proyecto para poder garantizar la sobrevivencia de los individuos presentes. Por lo que se recomienda se siga un protocolo y un programa de manejo de la fauna de manera general del sitio, así como un programa particular para el caso de las especies NOM, como la iguana verde abundante en el predio. Con prácticas éticas y en favor a la conservación de la fauna del sitio, el proyecto Alisia podría ser desarrollado sin tener un impacto negativo observable inclusive sobre el SAR.

IV.2.4. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN

Áreas Naturales Protegidas

Según la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, las Áreas Naturales Protegidas (ANP) se definen como las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la ley.

Las ANP son zonas de un territorio sujetas regímenes especiales de protección, conservación, restauración de los ambientes naturales, salvaguarda de la diversidad genética de especies silvestres, aprovechamiento sustentable de los servicios ecosistémicos y mejora de la calidad de vida en poblaciones a sus alrededores. La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) administra actualmente 182 áreas naturales de carácter federal que en conjunto representan 90’839,521.55 hectáreas.

Parque Pstatal “Estero el Salado”

El área del Proyecto no se encuentra dentro ni colinda con alguna ANP, sin embargo, a una distancia aproximada de 188 metros lineales en dirección noreste se localiza el Parque

Estatal “Estero El Salado”. Esta área fue decretada bajo la categoría de Zona de Conservación Ecológica desde el año 2000 debido a su valor biológico y cultural. Posteriormente, el 12 de marzo de 2020 fue declarada, mediante Decreto del Gobernador Constitucional del Estado de Jalisco, publicado en el Periódico Oficial del Estado, Tomo CCCXCVII, Número 23, Sección III, el 12 de marzo de 2020, Área Natural Protegida bajo la categoría de Parque Estatal con un área protegida que abarca una superficie de 208-80-45 hectáreas.

El **Estero El Salado** es considerado como un estero urbano debido a que se encuentra rodeado por el crecimiento civil de la ciudad de Puerto Vallarta. De su superficie total, aproximadamente 135 ha corresponden a vegetación de manglar y marismas. Esta vegetación de manglar se encuentra a más de 100 metros del área del proyecto.

El objetivo de esta ÁNP es restaurar, rehabilitar, conservar y proteger el estero El Salado, el cual contiene una comunidad importante de aves, mamíferos, reptiles, anfibios, peces, crustáceos e insectos, así como un remanente de manglar, (con tres de seis especies existentes en México: *Avicennia germinans*, *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa*), así como algunos elementos de selva mediana subcaducifolia, bosque espinoso, marismas (pastos halófitos) y vegetación acuática y subacuática.

El manglar es el tipo de vegetación dominante y presenta 3 especies; *Rizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinanrs*. Presenta además vegetación de selva mediana caducifolia, marisma y vegetación acuática y subacuática. Para fauna se han determinado más de 99 especies de aves, 24 de anfibios y reptiles y 17 de mamíferos, de los cuales destacan la presencia del cocodrilo de río, la iguana verde y la iguana negra, entre otros, que son especies vulnerables según la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Problemática de las ANP

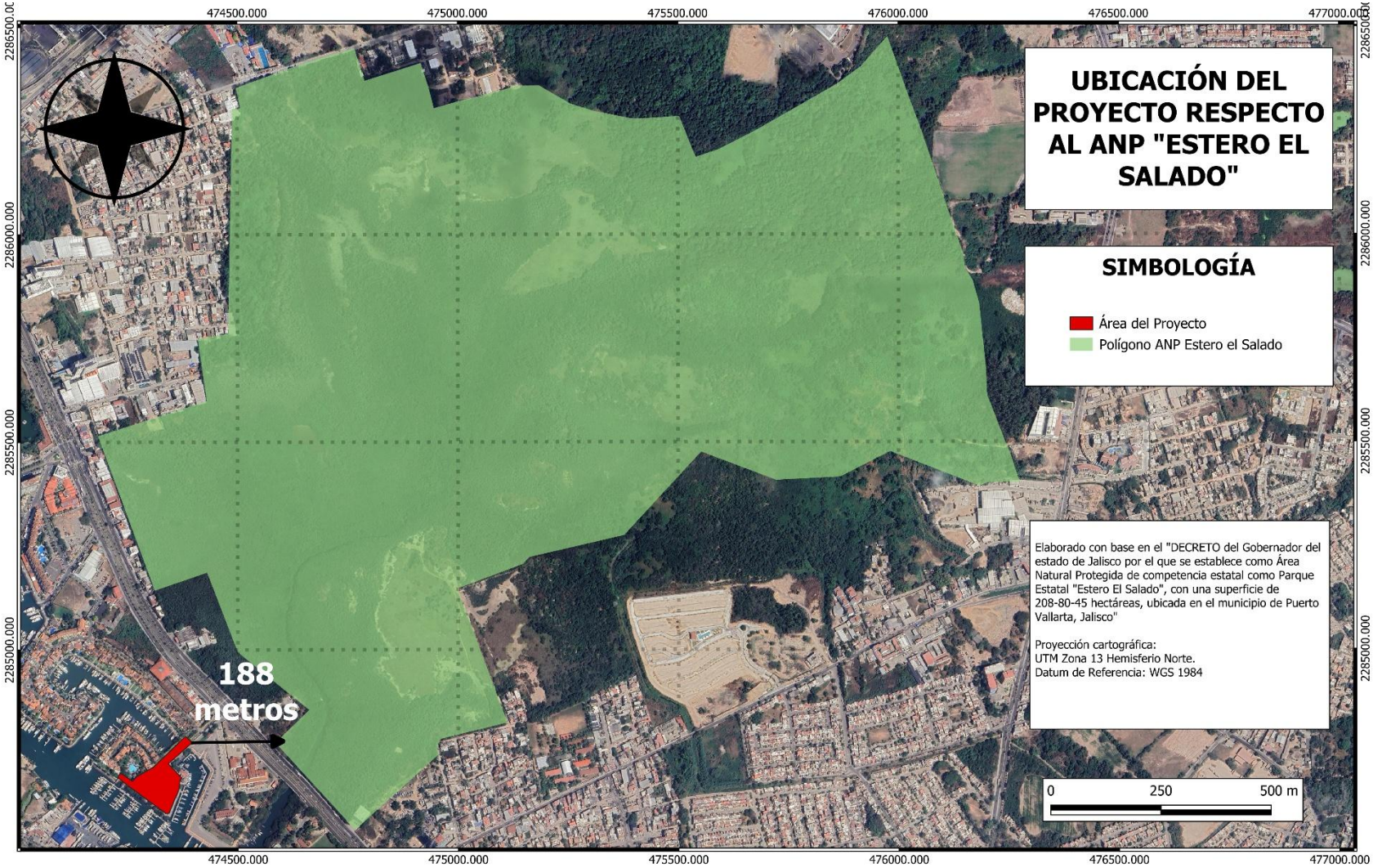
Las ANP, deberían ser consideradas como la herramienta principal para la conservación de la diversidad, tomando en cuenta tanto los aspectos de tipo social y económico. En este sentido, la relevancia de las áreas naturales protegidas (ANP) son precisamente los servicios ambientales que proporcionan. De acuerdo con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) mediante su Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación, manifiesta los problemas relacionados con el cambio de uso de suelo, la infraestructura turística, la contaminación de agua, el suelo y los incendios. Actividades como la cacería, la pesca ilegal o furtiva, la perdida de hectáreas de vegetación

a causa de la expansión de las actividades agropecuarias han propiciado la disminución tanto de especies de vegetación como de fauna. Aunado a esto, la extracción de estos organismos (tráfico de especies) contribuye de manera negativa en la conservación de la diversidad en estos espacios de protección (Lagunas-Vázquez *et al.* 2016; Neger y Crespo Guerrero, 2021).

En la actualidad, las instituciones del Gobierno Federal han puesto en marcha algunas actividades y estrategias para abarcar de una manera más completa los desafíos en el manejo de las ANP. No obstante, otro aspecto importante es la falta de interés de la autoridad para la gestión de estas áreas de protección. La falta de recursos económicos y humanos, instrumentos de planificación como programas de evaluación y monitoreos. La falta de coordinación y cooperación de instituciones gubernamentales que deberían influir en el manejo de las ANP (Lagunas-Vázquez *et al.* 2016; Neger y Crespo Guerrero, 2021).

Como referencia de la ubicación de esta ANP, se presenta el siguiente mapa que incluye la delimitación del proyecto y la delimitación del Parque Estatal “Estero El Salado” de acuerdo con las coordenadas de los vértices incluidos dentro del Decreto.

Plano IV. 27. Área Natural Protegida "Estero el Salado" y su localización con respecto al proyecto



Regiones Prioritarias para la Conservación

Para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido y para la promoción a nivel nacional del conocimiento y conservación de la biodiversidad de México, la CONABIO estableció tres programas: Regiones Hidrológicas Prioritarias, Regiones Marinas Prioritarias y Regiones Terrestres Prioritarias. A través de talleres interdisciplinarios donde participaron expertos del sector académico, gubernamental, privado, o y organizaciones no gubernamentales de conservación. Se elaboraron mapas del territorio nacional (escala 1:1’000,000) de las áreas prioritarias consensadas por su biodiversidad, uso de recursos, carencia de información y potencial para la conservación, así como una ficha técnica de cada área con información de tipo biológico y físico, problemática y sugerencias identificadas para su estudio, conservación y manejo (Arriaga, Aguilar y Alcocer, 2002).

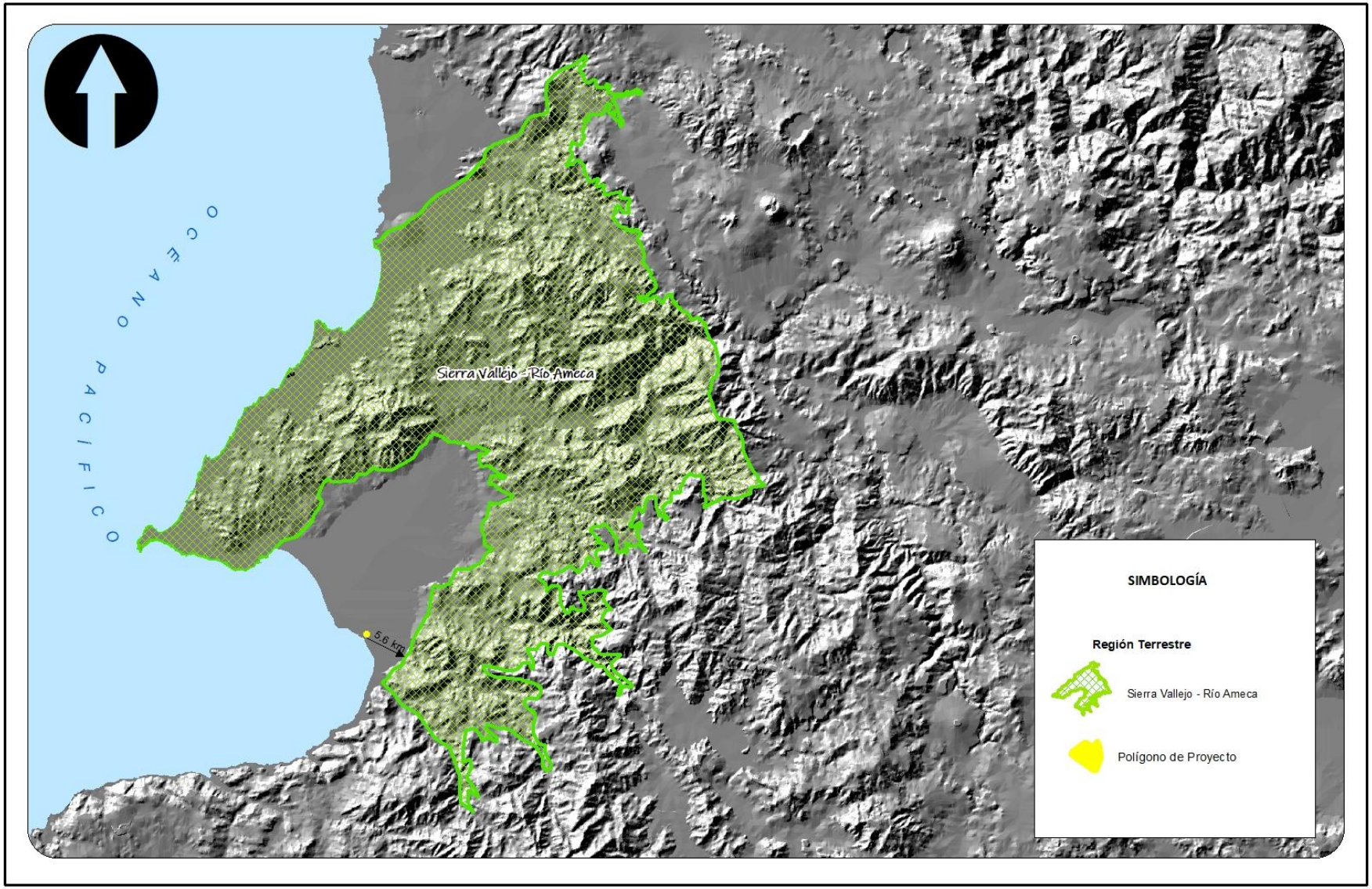
Regiones Terrestres Prioritarias

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. Como producto de este proyecto se obtuvo un mapa en escala 1:1’000,000 con 152 regiones prioritarias terrestres para la conservación de la biodiversidad en México, que cubren una superficie de 515,558 km^2, correspondiente a más de la cuarta parte del territorio (Arriaga *et al*. 2002).

RTP Sierra Vallejo – Río Ameca

Es la RTP más cercana al sitio del proyecto, el sitio del proyecto colinda con el límite de esta región, con 5.6 km de distancia. Se encuentra en los estados de Jalisco y Nayarit, en los municipios de Compostela, Mascota, Puerto Vallarta, San Pedro Lagunillas, San Sebastián del Oeste, Talpa de Allende y Xalisco. Tiene una superficie de 2,813 km2. Esta región incluye vegetación predominante de selvas medianas que son las más extensas de la costa del Pacífico e incluye subcaducifolias y caducifolias.

Plano IV. 28. RTP Sierra Vallejo-Río Ameca y su localización con respecto del sitio del proyecto



Regiones Hidrológicas Prioritarias

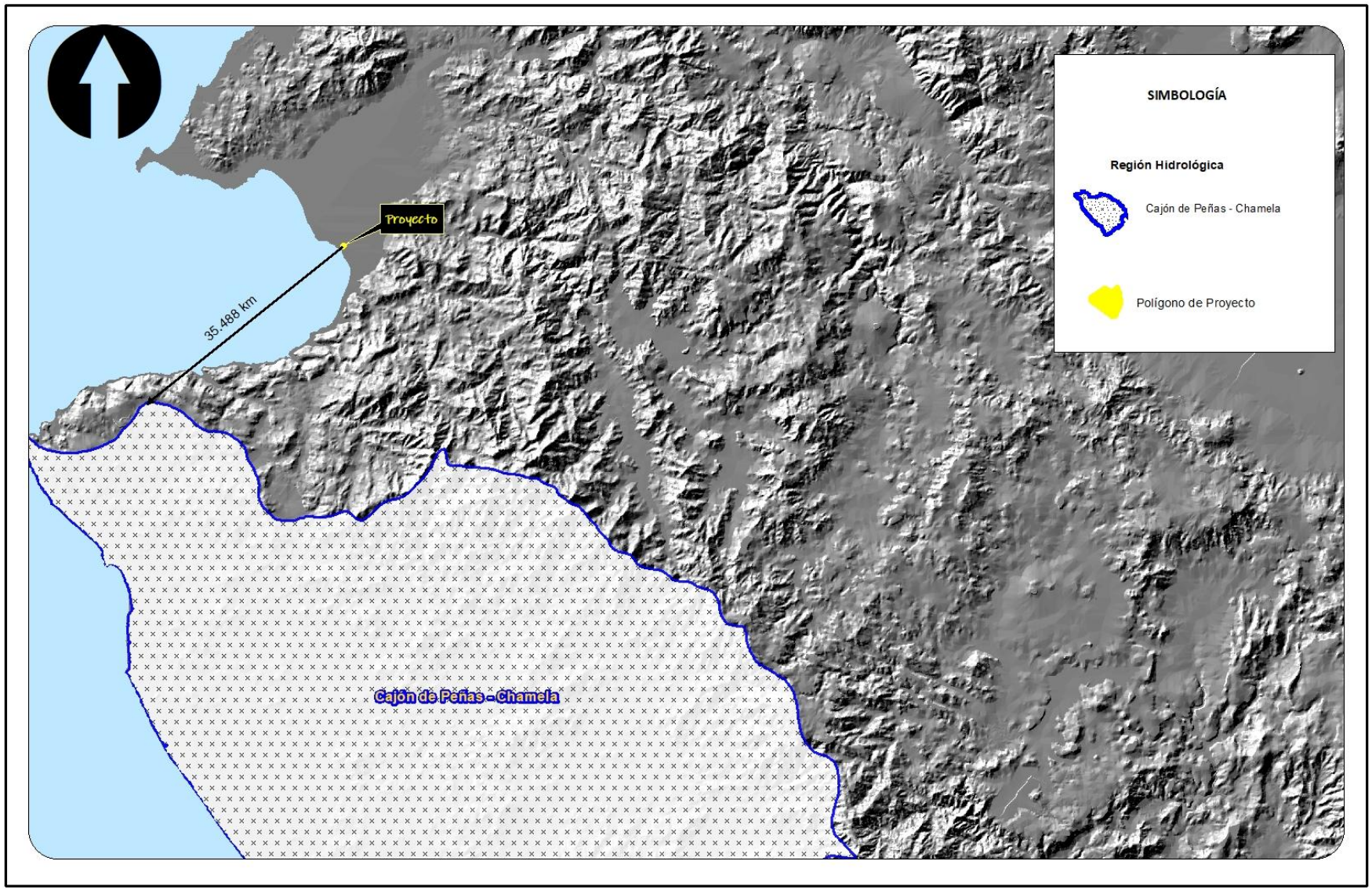
En el año de 1988 la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación y manejo sostenido. En el Programa de RHP se identificaron un total de 110 regiones. (Arriaga *et al*. 2002).

RHP Cajón de Peñas - Chamela

Se encuentra en el estado de Jalisco, a una distancia aproximada de 35.488 km en línea recta del sitio del proyecto. Sus recursos hídricos principales son; presa Cajón de Peñas, Ríos Tomatlán, San Nicolás, Cuitzmala y Horcones. Esta región comprende un área total de 3,006.45 km^2 y presenta una alta diversidad biológica que se encuentra amenazada por el uso de los recursos, cacería ilegal, la deforestación intensiva, alteración y contaminación de acuíferos dada principalmente por el desarrollo turístico desordenado.

Los poblados principales que abarca son Tomatlán, El Tuito, Chamela, Morelos y Careyes. Las actividades económicas principales son la agricultura de temporal y de riego, la pesca, ganadería y turismo. Comprende la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala.

Plano IV. 29. RHP Cajón de Peñas-Chamela y su localización con respecto al sitio del proyecto



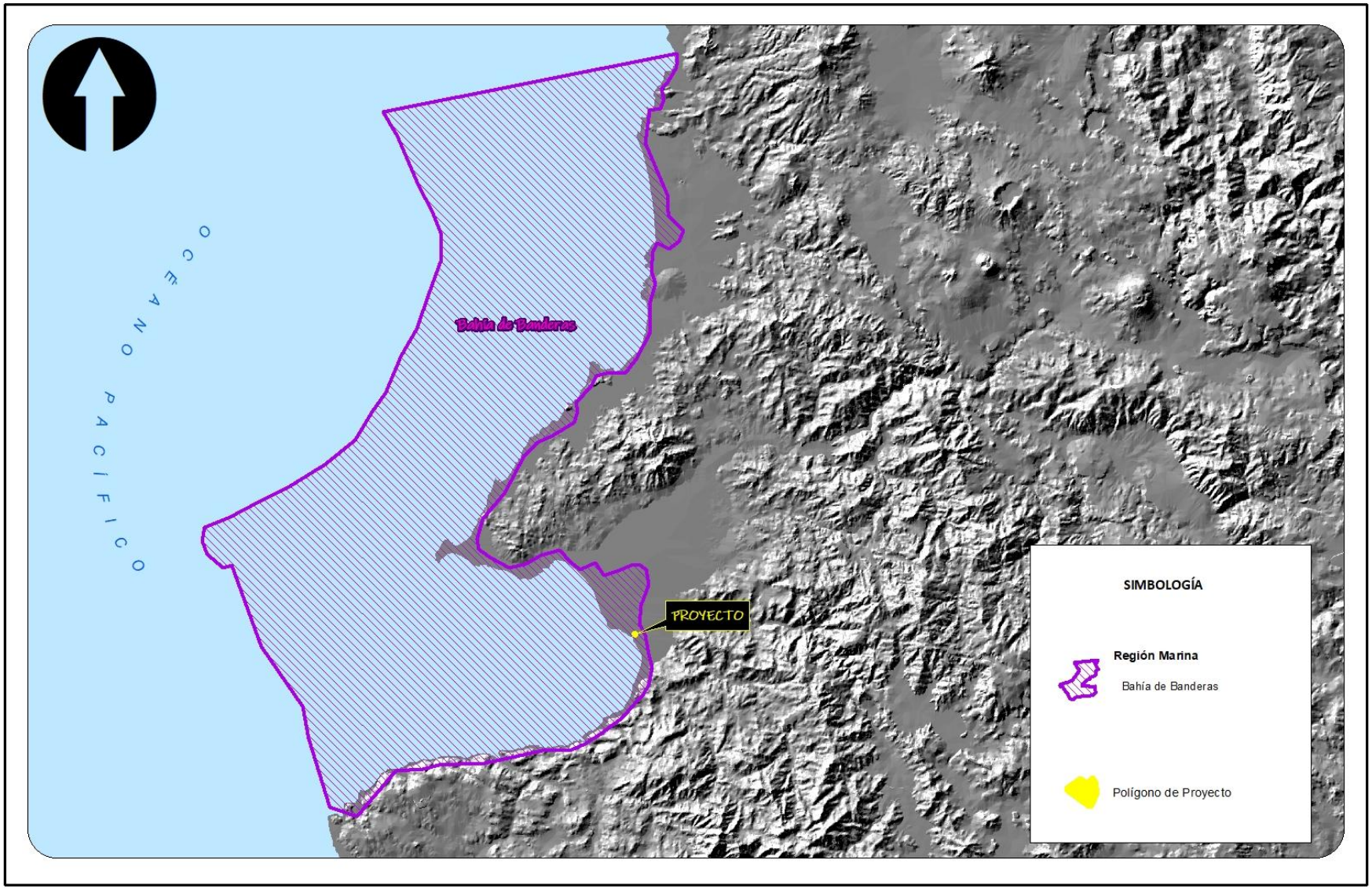
Regiones Marinas Prioritarias

El país cuenta con 70 Regiones Marinas Prioritarias (RMP) conformadas por áreas costeras y oceánicas. A través del estudio de estas regiones se han identificado las amenazas al medio marino de mayor incidencia o con impactos significativos en nuestras costas y mares, de acuerdo con las cuales se hicieron recomendaciones para su prevención, mitigación, control o cancelación.

RMP Bahía de Banderas

Corresponde a los estados de Nayarit y Jalisco. La playa próxima al área del proyecto, así como en los alrededores del sistema ambiental regional y de la bahía del municipio de Puerto Vallarta pertenecen a la RMP Bahía de Banderas. Esta tiene una extensión de 4,289 km^2 y está formada por playas, acantilados, lagunas, litoral, estuarios, humedales, arrecifes, islas y bajos. Presenta una gran diversidad de moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, peces, aves residentes, migratorias, mamíferos marinos, manglares, etc. Sus playas son zonas de anidación de tortugas marinas y también en sus aguas se realiza la reproducción de la ballena jorobada. Respecto a la economía, se realiza pesca poco intensiva y esta RMP presenta problemas que afectan al sitio, como son: la modificación del entorno, la contaminación proveniente de la descarga de aguas residuales, la explotación de los recursos, introducción de especies exóticas y turismo de alto impacto.

Plano IV. 30. RMP Bahía de Banderas y su localización con respecto al sitio del proyecto



Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

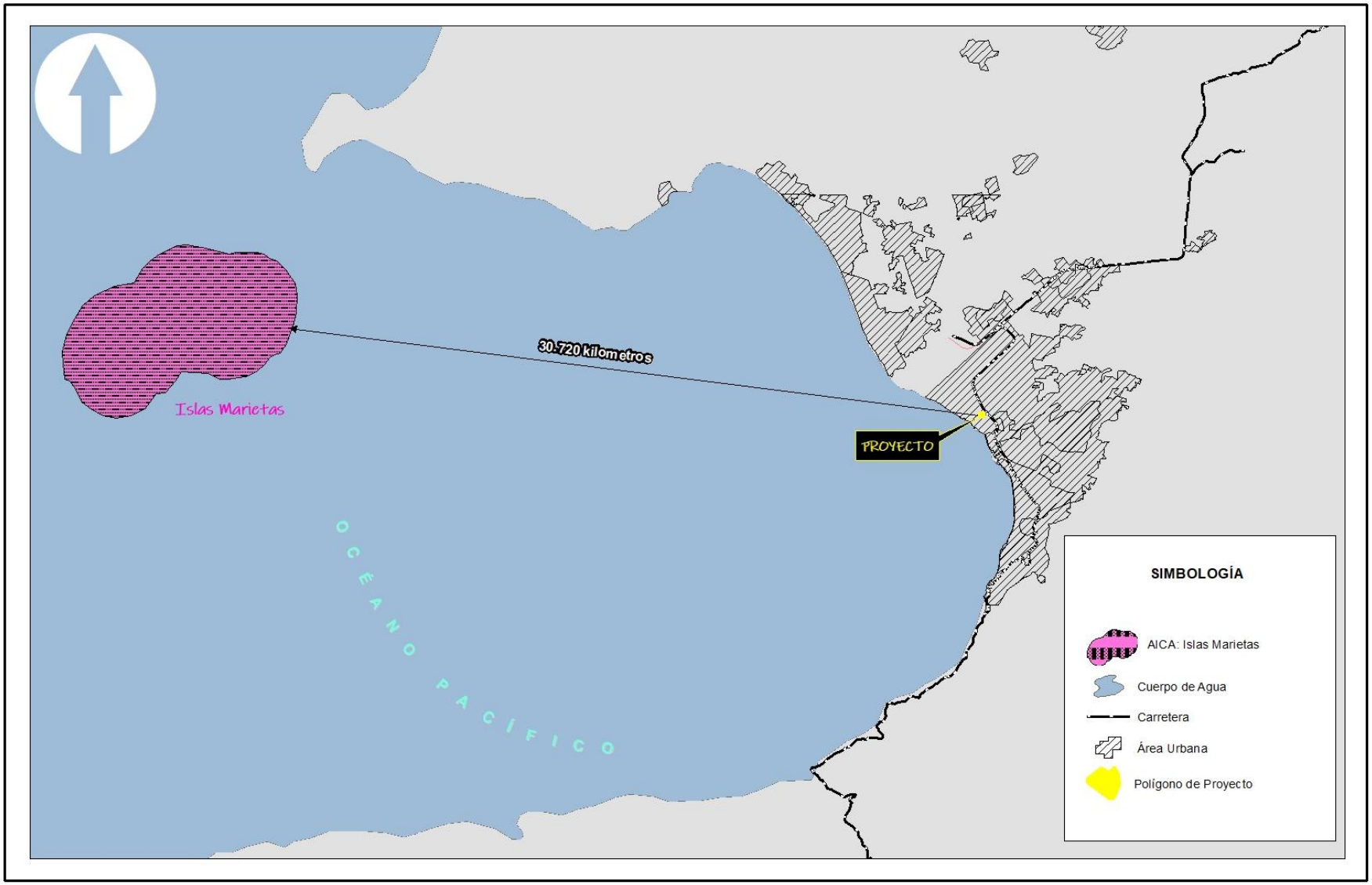
El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

Para México se tienen 230 áreas, que incluyen más de 26,000 registros de 1,038 especies de aves (96.3%) del total de especies para México según el American Ornithologist's Union. Adicionalmente, se incluye en al menos un área, al 90.2% de las especies listadas como amenazadas por la ley mexicana, (306 de 339 especies) (CONABIO, 2004).

Islas Marietas

Es el AICA más cercana al sitio del proyecto, se encuentra a aproximadamente 30.720 km en línea recta. Se decretó el 25 de abril del año 2005 y cuenta con una superficie aproximada de 1,383.01 ha. Los principales usos de la tierra son el turismo y la pesca. El archipiélago está situado en el límite exterior del área que ocupa la Bahía de Banderas, consta de dos islas la isla redonda y la isla larga. Presenta acantilados con alturas de entre tres y 25 metros, en las cuales se han registrado 84 especies de aves y es un sitio importante para la reproducción y anidación de algunas de estas como son el Bobo Patas Azules (*Sula nebouxii*).

Plano IV. 31. AICA Islas Marietas y su localización con respecto al sitio del proyecto



IV.2.5. MEDIO SOCIOECONÓMICO

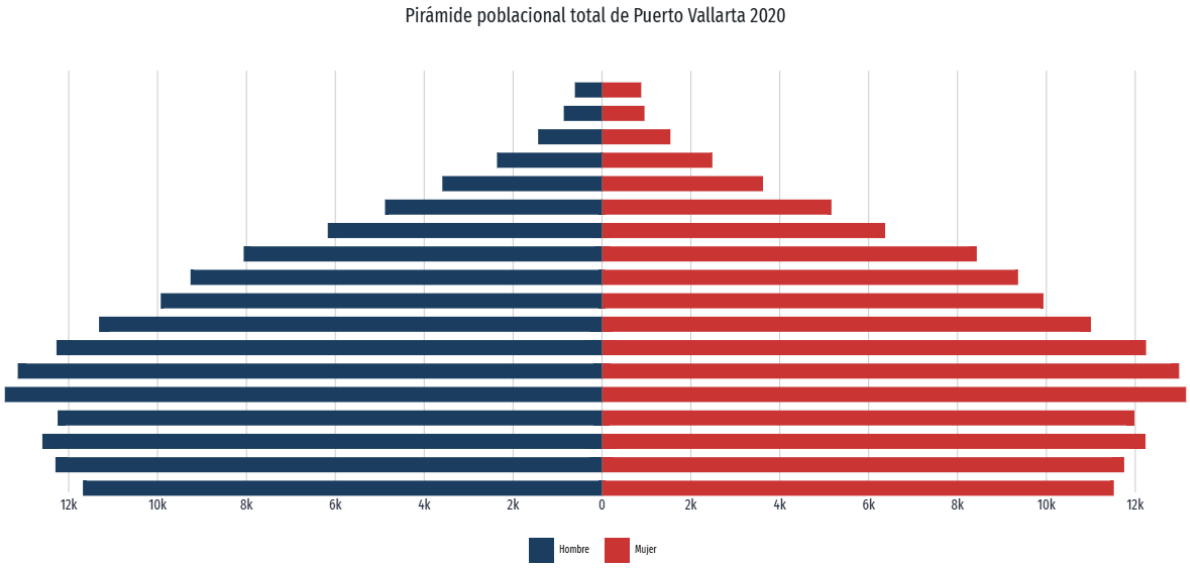
El municipio de Puerto Vallarta tiene una superficie de 1,107 km^2, lo que lo ubica en la posición 19 respecto a la superficie del resto de los municipios de Jalisco (IIEG, 2018). En cuanto a sus límites geográficos, el municipio colinda al norte con Bahía de Banderas (perteneciente al estado de Nayarit), al noroeste con San Sebastián del Oeste, al sur con los municipios de Cabo Corriente y Talpa de Allende, al oriente limita con Mascota, y finalmente, al poniente con el Océano Pacífico. En términos económicos es la segunda zona económica con más importancia del estado y se encuentra en el tercer lugar como el puerto más importante del país (Espiritu, 2016).

Demografía

De acuerdo con el Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco (IIEG), la población al 2020 es de 8´348,151 personas (Censo de población y vivienda 2020) en el estado. De la población total de Jalisco, 4´098,455 son hombres y 4´249,696 son mujeres.

De acuerdo con el Censo de Población y vivienda 2020, el municipio tiene una población de 291,839 habitantes, de los cuales el 50.1% son hombres y el 49.9% mujeres. Comparado con los datos obtenidos en el año 2010, el municipio aumento un 14.1% de su población total. Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron de 20 a 24 años (26,579 habitantes), 25 a 29 años (26,132 habitantes) y 10 a 14 años (24,823 habitantes). Estos rangos en conjunto representan el 26.6% de la población total.

Figura IV. 167. Pirámide poblacional del municipio de Puerto Vallarta



Comparando la demografía del municipio de Puerto Vallarta con la población total del estado de Jalisco, Puerto Vallarta representa una porción relativamente pequeña pero significativa del total estatal. Específicamente, la población total de Puerto Vallarta (291,839 habitantes) constituye el 3.49% de la población total de Jalisco (8,348,151 habitantes, con datos referenciales de 2015/2020). En cuanto a la proporción por sexo, la población masculina del municipio (146,187 hombres) representa el 3.56% del total de hombres en el estado, mientras que la población femenina del municipio (145,652 mujeres) constituye el 3.42% del total de mujeres de Jalisco. Estos porcentajes indican que la representación de la población de Puerto Vallarta en el estado es ligeramente más alta en el grupo de hombres que en el de mujeres.

Tabla IV. 85. Población total en Puerto Vallarta respecto a la población de Jalisco

	Población	Porcentaje
Jalisco	8´348,151	100
Puerto Vallarta	291,839	3.49

Fuente: IIEG, 2020

Tabla IV. 86. Estimación por sexo de Puerto Vallarta respecto a Jalisco

	Sexo	Población	Porcentaje
Jalisco	Hombres	4'098,455	49
	Mujeres	4´249,696	51
Puerto Vallarta	Hombres	146,187	3.56
	Mujeres	145,652	3.42

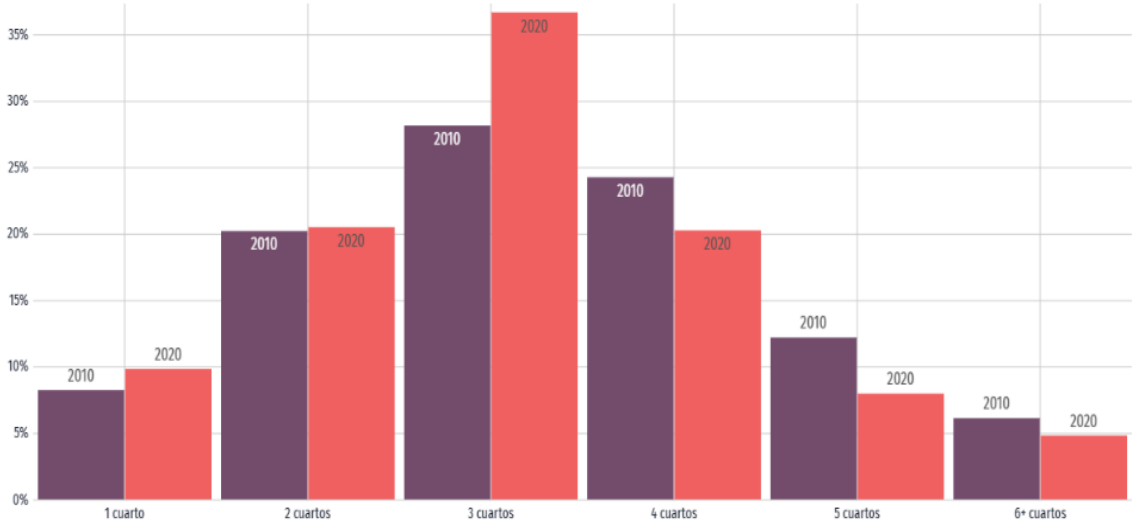
Fuente: INEGI, 2015

Factores Socioculturales

Tipo y Clase de Vivienda

De acuerdo con los datos del Censo de población y vivienda, para 2020 la mayoría de las viviendas particulares habitadas contaban con 3 (36.6%) y dos cuartos (20.5%), mientras que las viviendas con dos y 1 dormitorio representaban el 44.3% y 34.5% respectivamente. Se cuentan en el municipio un total de 85,523 viviendas con los servicios de agua potable, energía eléctrica y drenaje para 2020, el cual ha ido en aumento a través de los últimos años.

Figura IV. 168. Distribución de viviendas según número de cuartos entre 2010 y 2020



Nivel de escolaridad

Para 2020, los principales grados académicos de la población de Puerto Vallarta fueron Secundaria con 29.9%, preparatoria o bachillerato general con 25.5% y primaria con 19%. Del total de la población educativa el 14.5% está representado por mujeres y 15.4% por hombres a nivel secundaria, preparatoria con el 13.2% de mujeres y 12.3% de hombres y nivel primaria con 9.40% de mujeres y 9.65% hombres.

Figura IV. 169. Porcentaje de presencia en los distintos niveles escolares en el municipio de Puerto Vallarta

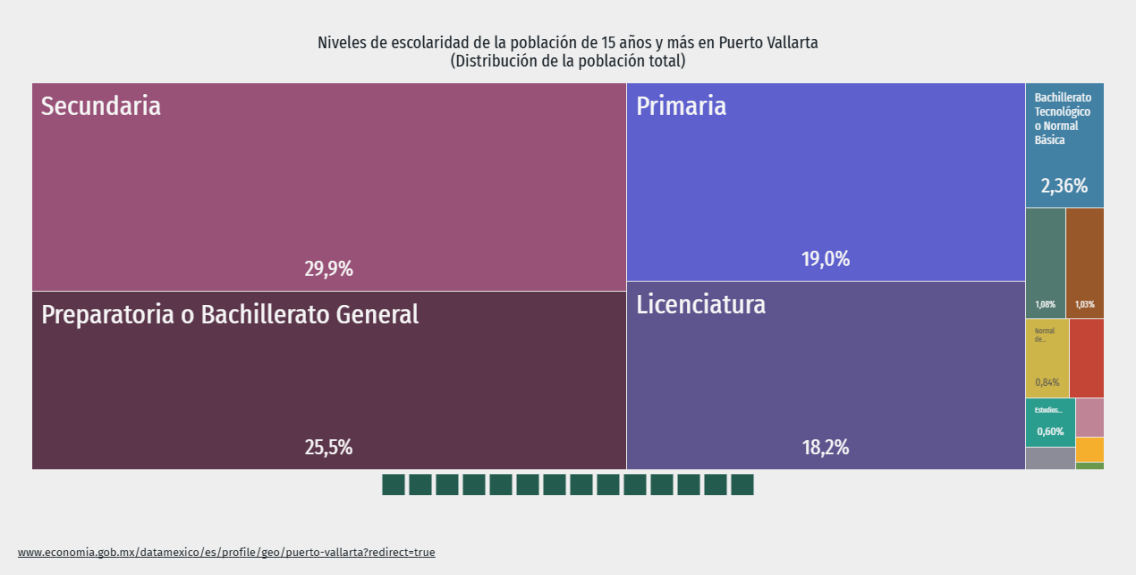
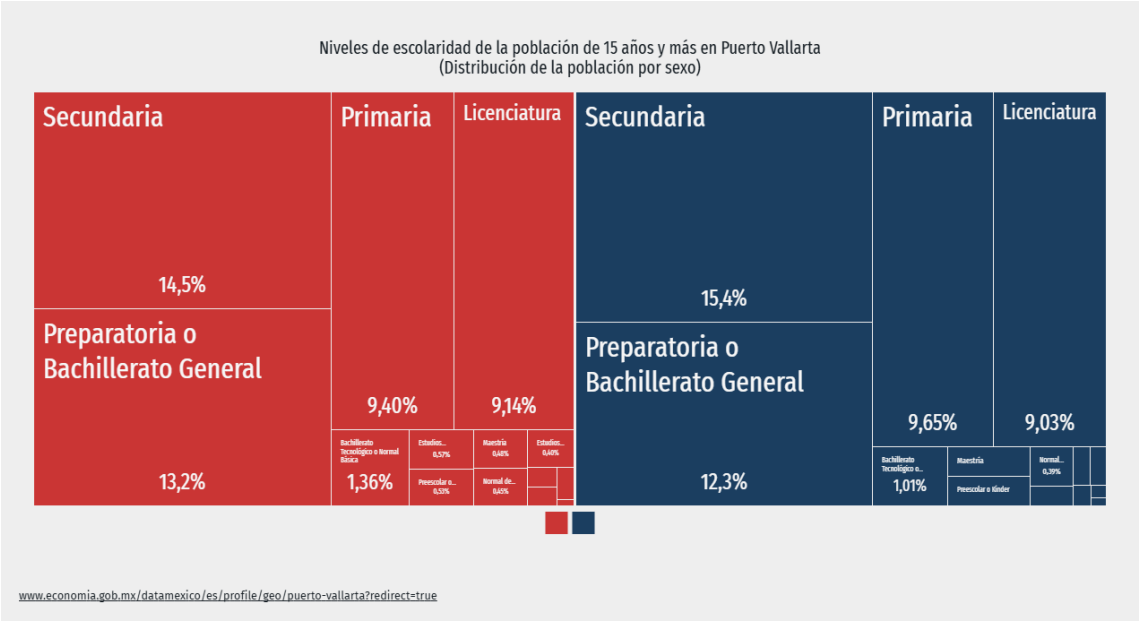


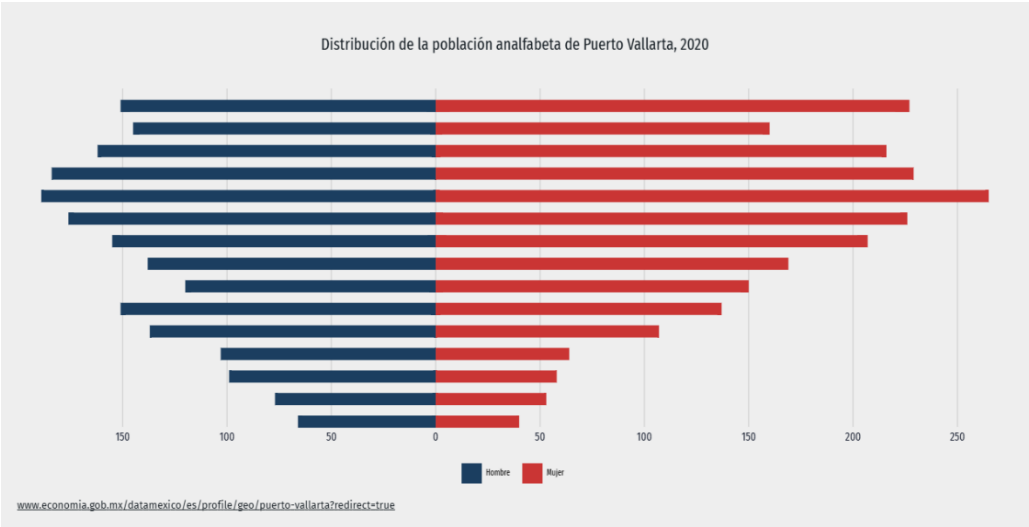
Figura IV. 170. Distribución por sexo de presencia en los distintos niveles educativos del municipio de Puerto Vallarta



Alfabetismo

Para 2020 el 97.6% de la población del área metropolitana mayor a 15 años se encontraba alfabetizada. La tasa de analfabetismo en Puerto Vallarta alcanzo el 1.98% en 2020, en donde el 47.1% corresponde a hombres y 52.9% a mujeres. El rango de edad donde se observa mayor nivel de analfabetismo es de 65 a 69 años, donde los hombres representan el 4.33% y mujeres el 6.08% del total de analfabetismo en el municipio.

Figura IV. 171. Distribución de la población analfabeta por sexo en el municipio de Puerto Vallarta



Rasgos Económicos

En el primer trimestre del 2025 la tasa de participación laboral en el estado de Jalisco fue de 58.2% con una tasa de desocupación de 1.69%, esto de acuerdo con la información más actual presentada por la Secretaría de Economía de México a través de su portal virtual Data México. Para el municipio de Puerto Vallarta, el IIEG reporta que para 2023, el IMSS tenía un total de 79,170 trabajadores asegurados, lo que supone un incremento anual de 4,613 trabajadores respecto al 2022.

Producción Bruta Total (PBT)

Con base en los Censos Económicos, en el Área Metropolitana de Puerto Vallarta, Puerto Vallarta se mantiene como el municipio con la mayor PBT, sin embargo, su participación porcentual respecto al total del área metropolitana mantiene una tendencia a la baja, disminuyendo de 80.8% en 2003 a 62.7% en 2018. A pesos corrientes, en 2018 la PBT de Puerto Vallarta ascendió a 38,379 mdp, un aumento de 115.5% con respecto a 2013, y de 140.5% con respecto a 2008. El crecimiento en términos absolutos en 10 años de Puerto Vallarta es de 22,420 mdp.

Población Económicamente Activa

En el municipio de Puerto Vallarta la población económicamente activa representa el 55.30% del total poblacional (291,839 habitantes), de éstos, la tasa de participación en el PEA, el 79.1% corresponde a los hombres y el 60.3% a las mujeres para 2020.

Tabla IV. 87. Población económicamente activa

Población de 12 años a más años económicamente activa e inactiva			
Jalisco		**Puerto Vallarta**	
Económicamente activa	Porcentaje	Económicamente Activa	Porcentaje
3,740,000	44.80	161,399	55.30%

Fuente: INEGI, 2010

Sectores de Actividad

De acuerdo con el IIEG con base información del IMSS, el sector de mayor actividad económica es el de servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos y bebidas con 29.7% de la producción bruta total, la segunda actividad más importante es el comercio al por menor que representó el 20.1% de la PBT en 2018. Los servicios de alojamiento representan el 20.66% de la población PEA y la preparación de alimentos y bebidas el 8.4% de la población.

Figura IV. 172. Porcentaje de población PEA asegurada para junio 2023

Puerto Vallarta, Jalisco 2017-junio 2023										
Grupo económico	2017	2018	2019	2020	2021	2022	junio 2022	junio 2023	variación absoluta junio 2023 / junio 2022	% part junio 2023
Servicios de alojamiento temporal	13,216	14,022	15,386	12,716	14,101	16,021	14,495	16,356	1,861	20.66%
Preparación y servicio de alimentos y bebidas	5,600	5,527	6,443	5,157	5,652	6,425	5,965	6,647	682	8.4%
Construcción de edificaciones y de obras de ingeniería civil	4,457	4,630	5,370	5,047	5,324	5,712	6,729	6,535	-194	8.25%
Servicios de administración pública y seguridad social	5,958	5,882	5,994	5,866	5,641	5,888	5,922	6,121	199	7.73%
Servicios profesionales y técnicos	7,419	6,026	5,470	4,530	5,111	4,948	5,136	5,085	-51	6.42%
Servicios personales para el hogar y diversos	5,132	5,361	4,760	4,506	4,758	4,526	4,652	4,447	-205	5.62%
Compraventa de alimentos, bebidas y productos del tabaco	3,565	3,559	3,676	3,725	3,815	4,085	3,851	4,293	442	5.42%
Compraventa en tiendas de autoservicio y de departamentos especializados por línea de mercancías	3,734	4,185	4,131	4,376	3,797	4,016	3,750	4,014	264	5.07%
Trabajos realizados por contratistas especializados	1,838	1,350	1,780	1,866	1,828	2,110	2,059	2,359	300	2.98%
Servicios de enseñanza, investigación científica y difusión cultural	1,516	1,648	1,785	1,474	2,024	2,212	2,239	2,351	112	2.97%
Compraventa de prendas de vestir y otros artículos de uso personal	1,939	1,933	1,740	1,592	1,801	2,138	1,956	2,182	226	2.76%
Transporte terrestre	2,225	1,508	1,724	2,098	1,942	2,030	1,938	1,972	34	2.49%
Otros	11,549	12,686	15,876	15,406	14,781	16,603	15,865	16,808	943	21.24%
Total general	**68,148**	**68,317**	**74,135**	**68,359**	**70,575**	**76,714**	**74,557**	**79,170**	**4,613**	**100%**

Fuente: IIEG, con base en información del IMSS.

IV.2.6. PAISAJE

El paisaje puede estar definido con base en dos enfoques: estético y ecológico. El paisaje estético es la combinación armoniosa de las formas y los colores del territorio, es la expresión espacial y visual del medio, que considera la estética y la capacidad de percepción del observador. Mientras que el paisaje ecológico o geográfico es el conjunto de interacciones entre el relieve, el agua, la vegetación, la fauna y las actividades del hombre en un determinado territorio. Es un recurso natural con demanda creciente, pero difícilmente renovable.

El concepto de paisaje puede ser simple y a la vez puede ser confuso, y en ocasiones polémico, este ha sido objeto de estudio de disciplinas diversas como la economía, la geografía, la psicología, la arquitectura, entre otras (Gros, 2002). Su definición responde al significado más intuitivo: lo que se ve, es decir, una porción de la superficie terrestre que el ojo abarca en un golpe de vista (*Brunet, 1993*), y lo que el ojo ve es el resultado de la interacción del hombre con el medio que le rodea a lo largo de la historia, por tanto, supone una estratificación de culturas y de diferentes modos de vida que se han dado sobre un mismo territorio. Además, la mirada es subjetiva y la realidad material que se observa se percibirá de manera muy diferente según el observador.

Cualquier actividad humana repercute inmediatamente en el paisaje, por lo que este se identifica como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas. Por lo tanto, para estudiarlo, se deben investigar sus elementos constituyentes, mediante las diferentes formas de percepción (auditiva, visual, olfativa) (Dunn 1974, MOPT 1993).

Existe una creciente resistencia ciudadana a perder espacios de alto valor paisajístico y recreacional, por el aumento de la "conciencia ambiental" que da mayor valor de los espacios naturales y sus ecosistemas (Muñoz-Pedreros, 2004).

Existen diversas metodologías para el estudio y análisis del paisaje, en las cuales se considera la subjetividad como factor inherente a toda valoración personal del paisaje, donde además se escapa del empleo de técnicas automáticas, y se da especial interés a los mecanismos de consideración de los aspectos plásticos (color, línea, escala, etc.). Otras utilizan técnicas sistemáticas para los procesos de tipificación, valoración y finalmente, las que combinan ambas metodologías (subjetivas y sistemáticas) y de esta manera tratan de lograr un acercamiento más efectivo a la realidad del paisaje.

IV.2.6.1. Evaluación del paisaje del Área de Proyecto

La evaluación del paisaje como parte del ambiente encierra la dificultad de encontrar un método objetivo para medirlo. Los especialistas en la materia coinciden en establecer tres componentes importantes para la evaluación del paisaje: visibilidad, calidad paisajística y fragilidad del paisaje (Martí y Pérez, 2001).

Visibilidad del Paisaje

La visibilidad es el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada, puede estar determinado por el relieve, altitud, orientación pendiente, densidad y altura de vegetación, posición del observador y tipo de terreno.

A continuación, se describe la visibilidad que obtuvo el observador, en un punto central del área del proyecto.

Tabla IV. 88. Condiciones de Visibilidad de un punto dado en la zona del proyecto

Visibilidad	Factor Visual	Proyecto
Altitud	Altura de Vegetación	La altura del estrato arbóreo va desde los 1.5 a los 15 metros de altura. Por su parte, el estrato arbustivo se compone de solo dos individuos y sus alturas se encuentra entre 0.5 y 1.5 m. De igual

Visibilidad	Factor Visual	Proyecto
		forma, las herbáceas no sobrepasan los 1.5 m de altura (los pastos de mayor altura).
	Densidad de Vegetación	El sitio del proyecto presenta una vegetación densa media, dominado principalmente por el estrato arbóreo. El estrato arbustivo está caracterizado en su mayoría por especies de árboles en desarrollo arbustivo. Por su parte, las herbáceas forman zonas densas en sitios puntuales y es más escaza en otras áreas.
Orientación	Posición del Observador	En dirección norte del área del proyecto se observa una zona urbana con áreas verdes, parte del Boulevard Francisco Medina Ascencio, además de ubicarse parte de los embarcaderos de la Marina. En la parte sur se observa el mar que forma parte del ingreso a los embarcaderos de la Marina. En la zona este se observa el boulevard Francisco Medina Ascencio y al fondo parte del Estero El Salado. En la zona oeste se observa la continuación de la zona urbana de la Marina que limita con la costa de la Bahía.
Pendiente	Altitud de observación	El terreno de proyecto presenta un relieve sin pendientes ni cambios abruptos en la topografía.

Calidad Paisajística

La calidad del paisaje se determina por las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico, todo ello en función de la morfología, vegetación, cuerpos de agua, distancia y fondo visual, en este caso, están referidos y evaluados con relación al paisaje natural. La escala de valores de la calidad del paisaje establecida este caso es la siguiente:

Alta Calidad del Paisaje: cuando existen elementos naturales ubicados en zonas abruptas, con cuerpos de agua y vegetación natural, alejados de los centros urbanos y zonas industriales;

Calidad Moderada de Paisaje: cuando se presentan elementos de transición con cultivos tradicionales, pastizales, poblaciones rurales y topografía semiplano.

Baja Calidad el paisaje: cuando existe una gran cantidad de infraestructura, actividades económicas, centros urbanos, zonas industriales, relieve plano y usos de suelo agrícolas intensivos.

Tabla IV. 89. Descripción de la Calidad Paisajística del área del proyecto

Calidad Paisajística	Factor Visual	Proyecto
Características Intrínsecas o Calidad Escénica	Morfología o Topografía	El terreno de proyecto presenta una topografía sin pendientes.
	Vegetación	La calidad paisajística que ofrece la vegetación se considera baja, ya que es evidente que se encuentra bajo perturbación derivada de las actividades humanas y la incidencia de plagas.
	Cuerpos de Agua	El proyecto se encuentra ubicado en la orilla de la Marina de Puerto Vallarta, la cual se comunica con el mar de la Bahía.
	Color	Se pueden observar diferentes combinaciones de color, contrastes entre la vegetación que se localiza dentro del proyecto, el color del mar, los diferentes colores de las construcciones que limitan con el área del proyecto y los embarcaderos de la Marina.
	Fondo escénico	El paisaje de los alrededores potencia la calidad visual, ya que se encuentra frente a una zona con mar.
	Rareza	La ubicación del predio frente al mar de la Marina Vallarta, el cual conecta con la zona de la bahía le otorga cierta rareza, sin embargo, se considera baja, ya que es posible obtener ese mismo paisaje en otros puntos a lo largo del municipio.
	Actividades Humanas	La zona alrededor del área del proyecto presenta una alta actividad humana, debido a las vialidades que lo rodean, la zona urbana, los embarcaderos y la cercanía con una vialidad importante del municipio.
Calidad Visual	Diversidad	El lugar presenta una diversidad visual media a baja, con presencia de vegetación y actividades humanas.
	Naturalidad	La naturalidad del paisaje se considera baja, pues además de estar rodeado por una zona completamente urbana y turística, en el sitio se encuentran residuos dispersos de distintas clases, principalmente Residuos Sólidos Urbanos.
	Singularidad	La ubicación frente a una zona con mar y la conexión a vialidades principales del municipio le otorgan cierta singularidad, sin embargo, no es única en el SAR.
	Complejidad Topográfica	El terreno del proyecto presenta una topografía sin pendientes ni cambios abruptos.
	Agua	El proyecto se localiza frente al mar de la Marina Vallarta.
	Actividades Humanas	Son evidentes las actividades humanas debido a la presencia de residuos en el predio, aunado a esto, el proyecto se localiza en una zona ya urbanizada, por lo que el sitio está completamente dominado por actividades antropogénicas, incluso se detectó la presencia de gato doméstico característico de zonas urbanas.
	Degradación	Se encontró que el predio presenta abundantes residuos de diferentes clases, lo cual hace que el terreno luzca degradado e indica la presencia de actividades humanas en la zona.

Fuente: Elaboración propia, 2025

Fragilidad del Paisaje

La fragilidad del paisaje consiste en la capacidad de respuesta de este para absorber los cambios que se producen en él. Es el grado de deterioro ante cambios en sus propiedades. Los factores que integran la fragilidad paisajística son biofísicos (suelo, vegetación), morfológicos (cuenca visual) y frecuentación humana (Martí-Vargas y Pérez-González, 2001). La evaluación de la fragilidad visual se ha determinado de la siguiente manera:

> Un paisaje tiene mayor fragilidad visual cuando es muy accesible a través de carreteras y caminos, su relieve plano, la superficie de la cuenca visual es grande y por ende presenta un alto número de observadores potenciales, ya que existen grandes núcleos de población compacta, actividades productivas e infraestructura asociada y, por el contrario.
>
> Un paisaje tiene menor fragilidad visual cuando carece o tiene limitadas vías de acceso, relieves pronunciados o abruptos, la superficie de la cuenca visual es pequeña y el número de observadores potenciales es limitado o nulo.

Tabla IV. 90. Descripción de elementos que definen la Fragilidad del Paisaje

Fragilidad del Paisaje	Factor Visual	Proyecto
Biofísicos	Suelo	El suelo no presenta señales de erosión, se encuentra en buenas condiciones.
Morfológicos	Cuenca Visual	La cuenca visual es media, limitada por las construcciones que rodean el área.
Frecuencia de percepción visual	Frecuencia humana	La presencia humana es moderada dentro del área del proyecto, ya que el acceso es restringido. Sin embargo, en la zona alrededor la actividad humana es alta, debido a las vialidades, a la zona urbana y su conexión con los embarcaderos de la Marina Vallarta.

Fuente: Elaboración propia, 2023

IV.2.6.2 Conclusiones del Paisaje

El uso de suelo en el sitio del proyecto corresponde a vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, rodeado por zonas urbanas con áreas verdes. El área de influencia del área de estudio se distribuye en su mayoría un uso de suelo urbano, con una proporción muy pequeña de pastizal halófito, manglar y cuerpo de agua. Debido a la ubicación del predio (zona costera) y los servicios que ofrecen la Marina, los desarrollos turísticos y habitacionales se observan en un aumento constante.

La cubierta vegetal del área del proyecto presenta indicios de perturbación por actividades humanas tanto en su estructura como en su composición. A pesar de esto, se desarrollan y

diferencian tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo. Las dimensiones del arbolado son heterogéneas, la altura de los individuos va desde los 5 hasta los 11 metros en algunos casos. También se encuentran algunas de especies en desarrollo arbustivo. El estrato herbáceo lo dominan en su mayoría los pastos.

En cuanto a la visibilidad del paisaje y cuenca visual, son bajas debido a que la vegetación es densa y colinda con un desarrollo turístico al noreste, al sur y oeste con una vialidad y tras esta el Océano Pacífico.

El Área del proyecto se encuentra dentro de la Marina Vallarta, lo que hace que el acceso al mismo sea restringido en comparación con otros espacios públicos de la región. Sin embargo, al colindar con la marina, la presencia de pescadores es elevada. Aun cuando el acceso es restringido, la frecuencia humana es moderada. Esto se ve reflejado en la presencia de residuos sólidos urbanos dentro del predio.

IV.3. SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO

Los ecosistemas presentan relaciones dinámicas entre los elementos bióticos y abióticos, dichas relaciones generan servicios que parecieran una realidad sostenida, pero a consecuencia del impacto antrópico, se han visto modificados o limitados, generando otras problemáticas o deficiencias.

Los servicios ambientales se pueden definir como el conjunto de las condiciones y procesos naturales que la sociedad puede utilizar de manera directa o indirecta, y que ofrecen las áreas naturales por su simple existencia. Este concepto permite hacer un vínculo explícito entre el estado y funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano (Balvanera y Cotler, 2007; Torres-Rojo y Guevara-Sanginés, 2002).

De acuerdo con el Millennium Ecosystem Assesment (2005) los servicios ambientales se clasifican en cuatro categorías:

- **Soporte**: son la base de la vida, sostienen el desarrollo de los ecosistemas, como los ciclos de los nutrientes (nitrógeno, carbono, etc.), los procesos de formación de suelo, la producción primaria, etc.
- **Aprovisionamiento**: son todos los bienes materiales que proveen los ecosistemas como la comida, el agua, las fibras, la madera, el petróleo y gas natural, etc.

- **Regulación**: son los que se obtienen de procesos ecológicos que regulan o mantienen el estado de la biosfera local y regional, en el caso del agua, su disponibilidad, captación y uso depende en gran proporción del ecosistema sobre el que precipita, se infiltra, se evapotranspiración, desplaza, etc.; la regulación climática, de inundaciones, de enfermedades, entre otras.
- **Culturales**: son todos los bienes intangibles que proveen los ecosistemas y que forman parte del desarrollo cultural como la belleza escénica y paisajística, la importancia espiritual de ciertos ecosistemas, la educación y la recreación.

Por su parte, la CONAFOR (2010) define los servicios ambientales del bosque como los beneficios que la gente recibe de los diferentes ecosistemas forestales, ya sea de manera natural o por medio de su manejo sustentable, ya sea a nivel local, regional o global. La misma Comisión considera que algunos de estos servicios son: la captación e infiltración de agua, la mitigación de efectos del cambio climático, la generación de oxígeno y asimilación de diversos contaminantes, la retención de suelo, el refugio para fauna silvestre y la belleza escénica. Pagiola y Platais (2002) suman a esta lista los servicios que ofrecen los bosques en la prevención de desastres y la conservación de la biodiversidad.

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en el Artículo 7, Fracción **LXI,** se define a los Servicios Ambientales de la siguiente manera:

> *Beneficios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales, y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que proporcionan beneficios al ser humano. Los ecosistemas forestales funcionan como sumideros de carbono prestando servicios ambientales de absorción, secuestro, fijación y almacenamiento del dióxido de carbón.*

A continuación, se presenta el análisis de los servicios ambientales que podrían verse afectados por la implementación del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales para el desarrollo del proyecto **"Alisia"**, incluyendo su importancia en el SAR y/o área de influencia y las medidas de prevención, mitigación y compensación que aseguren que los servicios ambientales se conserven tras la implementación del proyecto.

IV.3.1. PROVISIÓN DE AGUA EN CALIDAD Y CANTIDAD

De acuerdo con Custodio (1983), se denomina Capacidad de infiltración a *"la cantidad máxima de agua que puede absorber un suelo en determinadas condiciones"*. Este puede variar en el tiempo en función de la humedad del suelo, el material que conforma al suelo y

la mayor o menor compactación que tiene el mismo. Los factores específicos que influyen en el proceso de infiltración son: "*entrada superficial, transmisión a través del suelo, capacidad de almacenamiento del suelo, características del medio permeable, y características del fluido"* (Custodio, 1983).

Según la "Actualización de la disponibilidad de agua en el acuífero Puerto Vallarta, estado de Jalisco" de CONAGUA (2024), el acuífero Puerto Vallarta tiene una recarga total media anual de 86.5 hm^3/año, la cual se estima considerando los volúmenes de agua que ingresan al acuífero de forma natural (vertical y horizontal) e inducida. La recarga vertical corresponde a la infiltración de la lluvia que cae en los materiales permeables del acuífero, así como la infiltración derivada del contacto de los escurrimientos con las formaciones permeables e impermeables. En este sentido, la recarga vertical del acuífero es de **67.75 hm^3/año**.

Según el mismo documento, existen diferentes tipos de agua que varían respecto al área en el que se encuentren. Particularmente, en la línea costera, área en la que se encuentra el proyecto, hay predominancia del catión sodio, mientras que el anión varía entre bicarbonato, sulfato y cloruro.

IV.3.1.1. Estimación de la infiltración en el Sistema Ambiental Regional

El servicio de captura de agua en el predio se origina de la presencia de vegetación forestal. Esta cobertura recibe e infiltra el agua de lluvia, mientras que a su vez disminuye la velocidad de escurrimiento y la erosión hídrica. Con el interés de cuantificar los impactos que podrían derivarse del CUSTF, se estimaron los valores de recarga potenciales específicamente para la superficie donde se llevaría a cabo el CUSTF.

Para lo anterior, se utilizó la metodología modificada de Schosinky (2006) propuesta por Matus-Silva (2007), la cual estima la recarga acuífera de una zona determinada con base en la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{R = (BC)(C)}$$

Donde:

R = Recarga acuífera potencial (mm)

BC = Balance climático (mm)

C = Coeficiente de infiltración

Los cálculos para obtener el Balance climático (**BC**) y el Coeficiente de infiltración (**C**) implican el uso de variables climáticas locales que permiten una estimación puntual de la zona donde se busca implementar el proyecto. De igual manera, los coeficientes con los que se evalúa **C** emplean variables que pueden ser físicamente representadas, por lo cual, es posible estimar espacialmente la recarga acuífera potencial en el área donde se busca implementar el CUSTF. A continuación, se describe el cálculo de **BC** y **C**, así como los resultados de la Recarga acuífera del predio en diferentes escenarios.

Cálculo del Balance Climático (BC)

El balance climático (**BC**) se refiere a la cantidad de agua que permanece en el ecosistema tras la precipitación, considerando la Precipitación media anual (**P**) y la Evapotranspiración real (**ETR**). Para calcularla, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{BC = P - ETR}$$

Donde:

P = Precipitación media anual en la zona de estudio (mm)

ETR = Evapotranspiración real (mm)

Para realizar este cálculo, se tomó el valor de Precipitación (P) **1**,**315.9 mm** (según datos promedio de las estaciones climatológicas más cercanas: El Cuale, La Desembocada y San Jose Valle). Para calcular la Evapotranspiración Real (ETR) de la zona, se utilizó el método propuesto por Turc, el cual, para su formulación, se basó en observaciones realizadas en 254 cuencas, distribuidas por todos los climas del mundo (cálido, templado, frío). Turc obtuvo la siguiente expresión para estimar la ETR (Pereyra *et al.*, 2011):

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \left[\frac{P^2}{L^2}\right]}}$$

Donde:

P = Precipitación (mm)

L = Parámetro dependiente de la temperatura media (°C)

De acuerdo con Turc, se utiliza la siguiente fórmula para calcular L, utilizando la temperatura media anual en la zona de estudio, la cual corresponde a 23.2ºC.

$$L = 300 + (25T) + (0.05T^3)$$

Donde:

T = Temperatura media anual (°C)

La temperatura media anual, se estimó haciendo uso de los datos promedio obtenidos de las estaciones meteorológicas **El Cuale** y **La Desembocada**. De esta forma, reemplazando en la ecuación para estimar la evapotranspiración real, tomó la siguiente forma:

$$ETR = \frac{\mathbf{1,315.9}}{\sqrt{0.9 + \left[\frac{\mathbf{1,315.9^2}}{\{(300) + (25 * \mathbf{23.2}) + (0.05 * 2)\}^2}\right]}}$$

Tras realizar las operaciones correspondientes, se obtuvo que el estimado de **evapotranspiración real** para la zona de estudio fue de **1,020 mm**. Así mismo, sustituyendo en la ecuación para estimar el balance climático de la zona de estudio tomó los siguientes valores.

$$BC = \mathbf{1,315.9 - 1,020 = 357.25}$$

El resultado en el balance climático (**BC**) en la zona de estudio fue de **296.14 mm**. Este dato será utilizado para estimar la recarga potencial.

Cálculo del Coeficiente de infiltración (C)

El Coeficiente de infiltración (C) se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{C = Kfc + Kp + Kv}$$

Donde:

Kfc = Coeficiente del tipo del suelo

Kp = Coeficiente de pendiente

Kv = Coeficiente del uso del suelo

Para el cálculo de los coeficientes, se utilizó la metodología modificada de Schosinky (2006) propuesta por Matus-Silva (2007), la cual fue propuesta para el cálculo de la recarga potencial de los acuíferos con base en el balance hídrico de los suelos. Posteriormente, se realizó el cálculo de la recarga acuífera con base en las fórmulas expuestas en el apartado previo. Estos cálculos se aplicaron sobre la superficie propuesta para realizar el CUSTF.

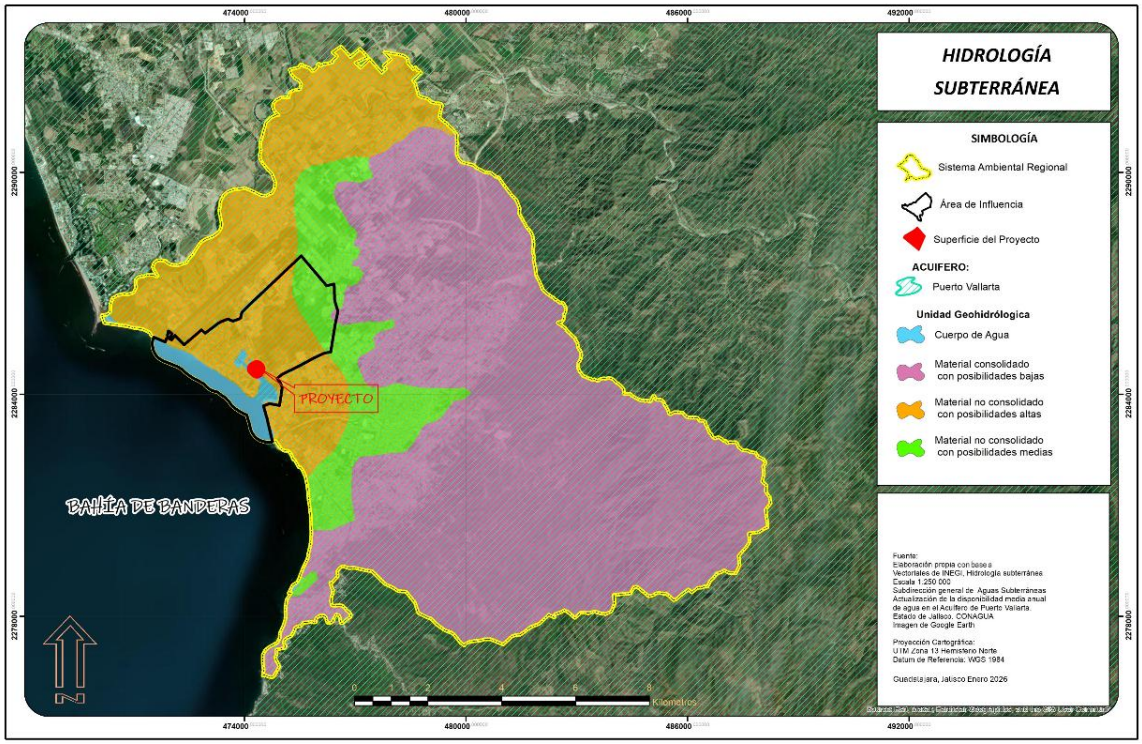
Cálculo del KFC

El coeficiente del tipo de suelo (KFC) refleja la permeabilidad de este. Por ejemplo, las rocas impermeables o suelos arcillosos impiden la recarga; por otro lado, los suelos recientes, no compactados y arenosos, facilitan la infiltración. Es necesario considerar también la situación geológica, tal como fallas tectónicas, dado que son componentes que facilitan o inhiben la infiltración. Para la evaluación de este coeficiente se utilizó la cartografía de Geología, Escala 1:250 000 del Servicio Geológico Mexicano (2004), en la que se clasifica el terreno de acuerdo con los tipos de roca que influyen en el rendimiento de la infiltración. Con base en la siguiente tabla, se definió, que el Sistema Ambiental Regional presenta diferentes materiales consolidados y no consolidados. Se utilizaron tres valores de KFC, "Material no consolidado con posibilidades medias" se utilizó el valor correspondiente a **0.15**, "Material consolidado con posibilidades bajas" se utilizó el valor correspondiente a **0.1**, y "Material no consolidado con posibilidades altas", se utilizó el valor correspondiente a **0.2**

Tabla IV. 91. Coeficiente por tipos de suelo

Tipo de suelo	KFC
Material consolidado con posibilidades bajas	0.1
Material no consolidado con posibilidades bajas	
Material no consolidado con posibilidades medias	0.15
Material consolidado con posibilidades medias	
Material no consolidado con rendimiento alto	0.2

Figura IV. 173. Hidrología subterránea Sistema Ambiental Regional



Cálculo de KP

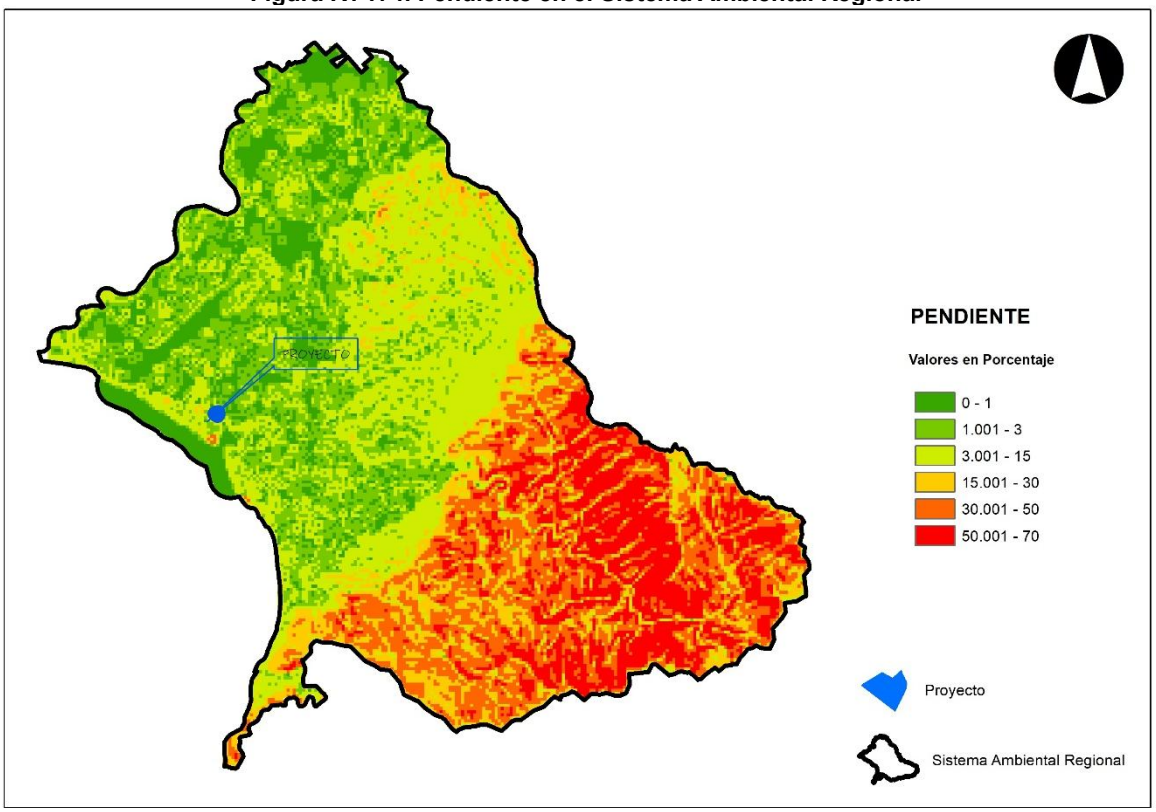
El coeficiente de pendiente (KP) está íntimamente relacionado con la escorrentía de agua superficial que no llega al acuífero. A través de un mapa topográfico es posible asignar a cada zona del sitio de estudio un coeficiente KP, el cual varía en función del porcentaje de pendiente que se presente de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla IV. 92. Estimaciones de Coeficiente de Pendiente

Pendiente	KP
Muy plano	0.4
1-15%	0.15
15-30%	0.1
30-50%	0.07
50-70%	0.05

De esta manera, es posible asignar diferentes valores del coeficiente KP al área de CUSTF de acuerdo con las pendientes que presente el terreno

Figura IV. 174. Pendiente en el Sistema Ambiental Regional



Cálculo de KV

El coeficiente de uso de suelo (KV) es el elemento más variable en el cálculo de la recarga acuífera. En la obtención del coeficiente se inicia con la determinación de la

evapotranspiración sobre los suelos con diferentes usos. Un uso inadecuado del suelo puede reducir la recarga acuífera hasta un 50%. A continuación, se presentan algunos coeficientes en función del uso de suelo:

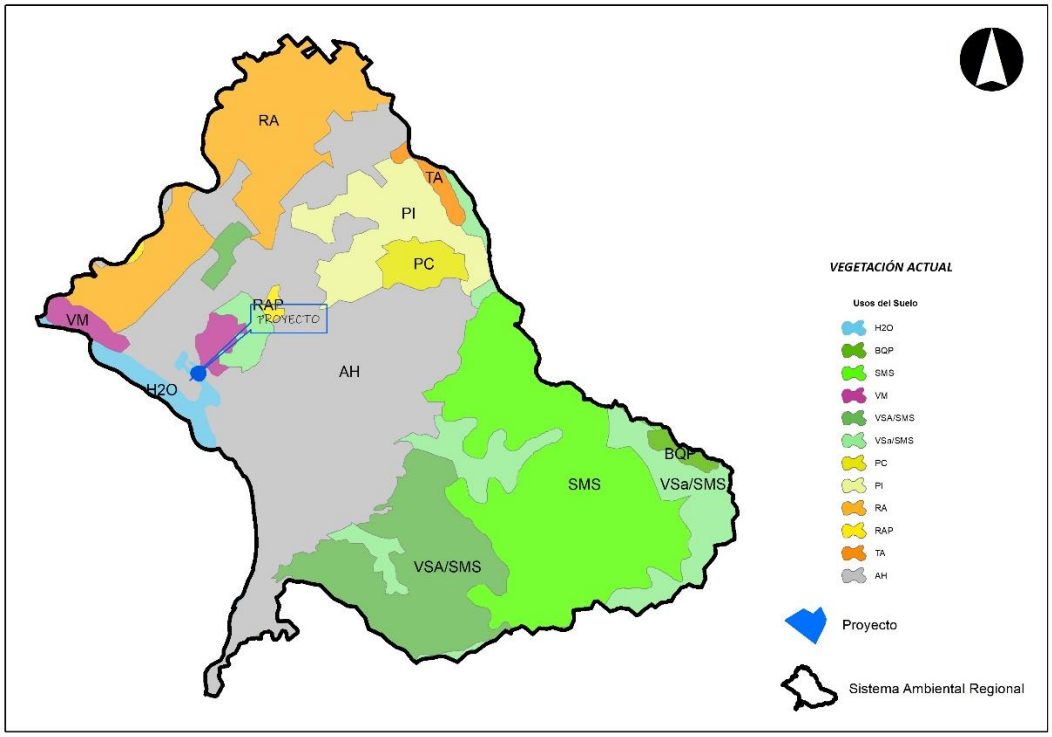
Tabla IV. 93. Valores de coeficiente de uso de suelo KV en diferentes escenarios

Uso del suelo	Kv	Uso del suelo	Kv
Vegetación espinosa	0.3	Hortalizas	0.15
Tejido urbano, zonas comerciales	0.05	Cultivos anuales	0.12
Cultivo de piña	0.3	Bosque de coníferas	0.15
Árboles frutales	0.2	Tierras sin bosque	0.1
Bosque de galería	0.2	Zonas verdes urbanas	0.15
Bosque de latifoliadas	0.2	Pastos cultivados	0.1
Plantaciones monoespecíficas	0.2	Caña de azúcar	0.1
Sistemas agroforestales	0.2	Lagos, lagunas	0
vegetación arbustiva baja	0.15	Praderas pantanosas	0.05

Fuente: Matus-Silva, 2007

Debido a que en el Sistema Ambiental Regional se distribuyen diferentes tipos de vegetación se utilizaron varios valores propuestos para **"Bosque de latifoliadas"** (**KV = 0.20**), Tejido urbano, zonas comerciales (**KV = 0.05**), Pastos cultivados (**KV = 0.05**), Cultivos anuales (**KV = 0.12**).

Figura IV. 175. Uso de suelo y vegetación del área del proyecto



Cálculo de Recarga acuífera potencial (R)

Con los cálculos del Balance climático (BC) y del Coeficiente de infiltración (C), es posible estimar la Recarga acuífera potencial (R) de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{R = (BC)(C)}$$

Resultados de la infiltración de agua en el Sistema Ambiental Regional

Derivado del cálculo de la infiltración, se determinó que la combinación de los elementos presentes en sistema Ambiental Regional (vegetación, pendiente, el tipo de material), permite que este sitio tenga una recarga neta de **18'776,926.6 m^3/año**. Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto Alisia, se generará un déficit de infiltración derivado del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), conforme a los cálculos detallados en la sección subsecuente. No obstante, mediante la implementación de las medidas de mitigación, se estima recuperar la tasa de infiltración a niveles equivalentes a las condiciones previas al proyecto, manteniendo así el equilibrio en la recarga anual del Sistema Ambiental Regional.

Tabla IV. 94. Condiciones actuales de infiltración en el Sistema Ambiental Regional

Unidades Geohidrológicas	Pendiente	Superficie m^2	Bc	Kv	KFC	KP	Recarga potencial (mm)	Recarga neta (m^3)
Material consolidado con posibilidades bajas	0 -1	7327250	296.14	0.05	0.1	0.4	162.8782611	1193449.739
	0 -1	5160	296.14	0.2	0.1	0.4	207.299605	1069.665962
	0 -1	54340	296.14	0.1	0.1	0.4	177.6853757	9655.423317
	0 -1	96790	296.14	0.1	0.1	0.4	177.6853757	17198.16752
	0 -1	107400	296.14	0.12	0.1	0.4	183.6082216	19719.523
	0 -1	24820	296.14	0.12	0.1	0.4	183.6082216	4557.15606
	0 -1	10270	296.14	0.12	0.1	0.4	183.6082216	1885.656436
	0 -1	12300	296.14	0.2	0.1	0.4	207.299605	2549.785142
Material no consolidado con posibilidades altas	0 -1	5360080	296.14	0.05	0.2	0.4	192.4924904	1031775.148
	0 -1	12030	296.14	0	0.2	0.4	177.6853757	2137.55507
	0 -1	5045940	296.14	0.12	0.2	0.4	213.2224509	1075907.694
	0 -1	17470	296.14	0.12	0.2	0.4	213.2224509	3724.996217
	0 -1	590210	296.14	0.2	0.2	0.4	236.9138343	139828.9142
	0 -1	59870	296.14	0.2	0.2	0.4	236.9138343	14184.03126
	0 -1	288770	296.14	0.2	0.2	0.4	236.9138343	68413.60793
Material no consolidado con posibilidades medias	0 -1	2127250	296.14	0.05	0.15	0.4	177.6853757	377981.2155
	0 -1	22940	296.14	0.1	0.15	0.4	192.4924904	4415.777729
	0 -1	979320	296.14	0.12	0.15	0.4	198.4153362	194312.1071
	0 -1	2842470	296.14	0.12	0.15	0.4	198.4153362	563989.6408

Unidades Geohidrológicas	Pendiente	Superficie m^2	Bc	Kv	KFC	KP	Recarga potencial (mm)	Recarga neta (m^3)
	0 -1	750	296.14	0.2	0.15	0.4	222.1067197	166.5800398
	0 -1	52560	296.14	0.2	0.15	0.4	222.1067197	11673.92919
Material consolidado con posibilidades bajas	3	5260870	296.14	0.05	0.1	0.15	88.84268787	467389.8313
	3	9730	296.14	0.2	0.1	0.15	133.2640318	1296.659029
	3	393830	296.14	0.1	0.1	0.15	103.6498025	40820.40172
	3	588540	296.14	0.1	0.1	0.15	103.6498025	61002.05477
	3	142950	296.14	0.12	0.1	0.15	109.5726484	15663.41008
	3	2580	296.14	0.12	0.1	0.15	109.5726484	282.6974328
	3	23585460	296.14	0.2	0.1	0.15	133.2640318	3143093.491
	3	113280	296.14	0.12	0.1	0.15	109.5726484	12412.38961
	3	2270	296.14	0.2	0.1	0.15	133.2640318	302.5093522
	3	72050	296.14	0.2	0.1	0.15	133.2640318	9601.673491
Material no consolidado con posibilidades altas	3	5140100	296.14	0.05	0.2	0.15	118.4569172	608880.3999
	3	41930	296.14	0	0.2	0.15	103.6498025	4346.036219
	3	6992190	296.14	0.12	0.2	0.15	139.1868777	973221.0941
	3	64600	296.14	0.12	0.2	0.15	139.1868777	8991.472297
	3	1139960	296.14	0.2	0.2	0.15	162.8782611	185674.7025
	3	381320	296.14	0.2	0.2	0.15	162.8782611	62108.73852
	3	537900	296.14	0.2	0.2	0.15	162.8782611	87612.21664
Material no consolidado con posibilidades medias	3	5260870	296.14	0.05	0.15	0.15	103.6498025	545288.1365
	3	6420	296.14	0.1	0.15	0.15	118.4569172	760.4934081
	3	925400	296.14	0.12	0.15	0.15	124.379763	115101.0327
	3	128640	296.14	0.12	0.15	0.15	124.379763	16000.21271
	3	21400	296.14	0.2	0.15	0.15	148.0711464	3168.722534
	3	277110	296.14	0.2	0.15	0.15	148.0711464	41031.99539
	3	216250	296.14	0	0.15	0.15	88.84268787	19212.23125
Material consolidado con posibilidades bajas	15	2406000	296.14	0.05	0.1	0.1	74.03557322	178129.5892
	15	186060	296.14	0.2	0.1	0.1	118.4569172	22040.09401
	15	56430	296.14	0.1	0.1	0.1	88.84268787	5013.392876
	15	1084730	296.14	0.1	0.1	0.1	88.84268787	96370.32881
	15	9717200	296.14	0.2	0.1	0.1	118.4569172	1151069.555
	15	263650	296.14	0.12	0.1	0.1	94.76553373	24984.93297
	15	3084500	296.14	0.2	0.1	0.1	118.4569172	365380.361
	15	3707540	296.14	0.2	0.1	0.1	118.4569172	439183.7586
Material no consolidado con posibilidades altas	15	75220	296.14	0.05	0.2	0.1	103.6498025	7796.538145
	15	1750	296.14	0	0.2	0.1	88.84268787	155.4747038
Material no consolidado con posibilidades medias	15	238530	296.14	0.05	0.15	0.1	88.84268787	21191.64634
Material consolidado con posibilidades bajas	30	621500	296.14	0.05	0.1	0.1	74.03557322	46013.10876
	30	265670	296.14	0.2	0.1	0.1	118.4569172	31470.44918
	30	19800	296.14	0.1	0.1	0.1	88.84268787	1759.08522

Unidades Geohidrológicas	Pendiente	Superficie m^2	Bc	Kv	KFC	KP	Recarga potencial (mm)	Recarga neta (m^3)
	30	20382840	296.14	0.2	0.1	0.1	118.4569172	2414488.389
	30	26150	296.14	0.12	0.1	0.1	94.76553373	2478.118707
	30	4083410	296.14	0.2	0.1	0.1	118.4569172	483708.1601
	30	8111450	296.14	0.2	0.1	0.1	118.4569172	960857.3607
Material no consolidado con posibilidades altas	30	96000	296.14	0.05	0.2	0.1	103.6498025	9950.381041
Material no consolidado con posibilidades medias	50	3210	296.14	0.05	0.15	0.07	79.95841908	256.6665252
Material consolidado con posibilidades bajas	70	58860	296.14	0.05	0.1	0.05	59.22845858	3486.187072
	70	194870	296.14	0.2	0.1	0.05	103.6498025	20198.23702
	70	8467000	296.14	0.2	0.1	0.05	103.6498025	877602.8779
	70	2639520	296.14	0.2	0.1	0.05	103.6498025	273585.7267
	70	1716330	296.14	0.2	0.1	0.05	103.6498025	177897.2655
		143'851,860						**18'776,926.6**

IV.3.1.2. Estimación de la infiltración en el predio

El servicio de captura de agua en el predio se origina de la presencia de vegetación forestal. Esta cobertura recibe e infiltra el agua de lluvia, mientras que a su vez disminuye la velocidad de escurrimiento y la erosión hídrica. Con el interés de cuantificar los impactos que podrían derivarse del CUSTF, se estimaron los valores de recarga potenciales específicamente para la superficie donde se llevaría a cabo el CUSTF.

Para lo anterior, se utilizó la metodología modificada de Schosinky (2006) propuesta por Matus-Silva (2007), la cual estima la recarga acuífera de una zona determinada con base en la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{R = (BC)(C)}$$

Donde:

R = Recarga acuífera potencial (mm)

BC = Balance climático (mm)

C = Coeficiente de infiltración

Los cálculos para obtener el Balance climático (**BC**) y el Coeficiente de infiltración (**C**) implican el uso de variables climáticas locales que permiten una estimación puntual de la zona donde se busca implementar el proyecto. De igual manera, los coeficientes con los que se evalúa **C** emplean variables que pueden ser físicamente representadas, por lo cual, es posible estimar espacialmente la recarga acuífera potencial en el área donde se busca

implementar el CUSTF. A continuación, se describe el cálculo de **BC** y **C**, así como los resultados de la Recarga acuífera del predio en diferentes escenarios.

Cálculo del Balance Climático (BC)

El balance climático (**BC**) se refiere a la cantidad de agua que permanece en el ecosistema tras la precipitación, considerando la Precipitación media anual (**P**) y la Evapotranspiración real (**ETR**). Para calcularla, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{BC = P - ETR}$$

Donde:

P = Precipitación media anual en la zona de estudio (mm)

ETR = Evapotranspiración real (mm)

Para realizar este cálculo, se tomó el valor de Precipitación (P) **1**,**423.25 mm** (según datos promedio de las estaciones climatológicas más cercanas: El Cuale y La Desembocada). Para calcular la Evapotranspiración Real (ETR) de la zona, se utilizó el método propuesto por Turc, el cual, para su formulación, se basó en observaciones realizadas en 254 cuencas, distribuidas por todos los climas del mundo (cálido, templado, frío). Turc obtuvo la siguiente expresión para estimar la ETR (Pereyra *et al.*, 2011):

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \left[\frac{P^2}{L^2}\right]}}$$

Donde:

P = Precipitación (mm)

L = Parámetro dependiente de la temperatura media (°C)

De acuerdo con Turc, se utiliza la siguiente fórmula para calcular L, utilizando la temperatura media anual en la zona de estudio, la cual corresponde a 23.3ºC.

$$L = 300 + (25T) + (0.05T^3)$$

Donde:

T = Temperatura media anual (°C)

La temperatura media anual, se estimó haciendo uso de los datos promedio obtenidos de las estaciones meteorológicas **El Cuale** y **La Desembocada**. De esta forma, reemplazando en la ecuación para estimar la evapotranspiración real, tomó la siguiente forma:

$$ETR = \frac{\mathbf{1,423.25}}{\sqrt{0.9 + \left[\frac{\mathbf{1,423.25^2}}{\{(300) + (25 * \mathbf{23.3}) + (0.05 * \mathbf{23.3^3})\}^2}\right]}}$$

Tras realizar las operaciones correspondientes, se obtuvo que el estimado de **evapotranspiración real** para la zona de estudio fue de **1,066 mm**. Así mismo, sustituyendo en la ecuación para estimar el balance climático de la zona de estudio tomó los siguientes valores.

$$BC = \mathbf{1,423.25} - \mathbf{1,066} = \mathbf{357.25}$$

El resultado en el balance climático (**BC**) en la zona de estudio fue de **357.25 mm**. Este dato será utilizado para estimar la recarga potencial.

Cálculo del Coeficiente de infiltración (C)

El Coeficiente de infiltración (C) se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{C = Kfc + Kp + Kv}$$

Donde:

Kfc = Coeficiente del tipo del suelo

Kp = Coeficiente de pendiente

Kv = Coeficiente del uso del suelo

Para el cálculo de los coeficientes, se utilizó la metodología modificada de Schosinky (2006) propuesta por Matus-Silva (2007), la cual fue propuesta para el cálculo de la recarga potencial de los acuíferos con base en el balance hídrico de los suelos. Posteriormente, se realizó el cálculo de la recarga acuífera con base en las fórmulas expuestas en el apartado previo. Estos cálculos se aplicaron sobre la superficie propuesta para realizar el CUSTF.

Cálculo del KFC

El coeficiente del tipo de suelo (KFC) refleja la permeabilidad de este. Por ejemplo, las rocas impermeables o suelos arcillosos impiden la recarga; por otro lado, los suelos recientes, no compactados y arenosos, facilitan la infiltración. Es necesario considerar también la situación geológica, tal como fallas tectónicas, dado que son componentes que facilitan o inhiben la infiltración. Para la evaluación de este coeficiente se utilizó la cartografía de Geología, Escala 1:250 000 del Servicio Geológico Mexicano (2004), en la que se clasifica el terreno de acuerdo con los tipos de roca que influyen en el rendimiento de la infiltración. Con base en la siguiente tabla, se definió el tipo de suelo como “Material no consolidado con posibilidades medias” y se utilizó el valor correspondiente a **0.15**.

Tabla IV. 95. Coeficiente por tipos de suelo

Tipo de suelo	KFC
Material consolidado con posibilidades bajas	0.1
Material no consolidado con posibilidades bajas	
Material no consolidado con posibilidades medias	0.15
Material consolidado con posibilidades medias	
Material no consolidado con rendimiento alto	0.2

Figura IV. 176. Hidrología subterránea del predio



Cálculo de KP

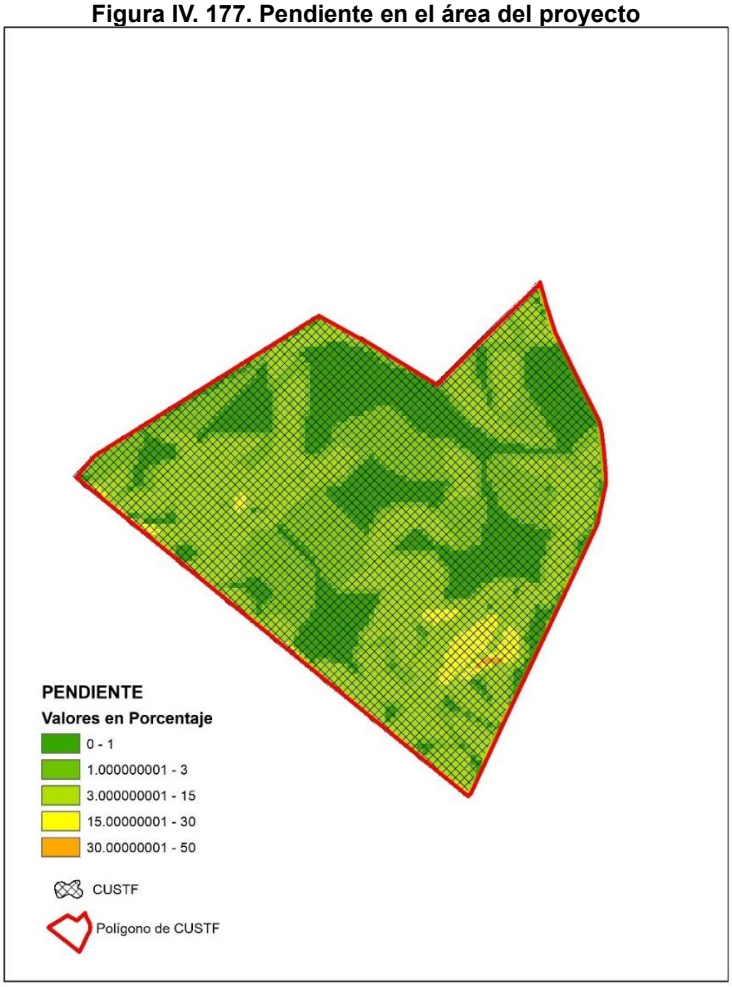
El coeficiente de pendiente (KP) está íntimamente relacionado con la escorrentía de agua superficial que no llega al acuífero. A través de un mapa topográfico es posible asignar a cada zona del sitio de estudio un coeficiente KP, el cual varía en función del porcentaje de pendiente que se presente de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla IV. 96. Estimaciones de Coeficiente de Pendiente

Pendiente	KP
Muy plano	0.4
1-15%	0.15
15-30%	0.1
30-50%	0.07
50-70%	0.05

De esta manera, es posible asignar diferentes valores del coeficiente KP al área de CUSTF de acuerdo con las pendientes que presente el terreno

Figura IV. 177. Pendiente en el área del proyecto



Cálculo de KV

El coeficiente de uso de suelo (KV) es el elemento más variable en el cálculo de la recarga acuífera. En la obtención del coeficiente se inicia con la determinación de la evapotranspiración sobre los suelos con diferentes usos. Un uso inadecuado del suelo puede reducir la recarga acuífera hasta un 50%. A continuación, se presentan algunos coeficientes en función del uso de suelo:

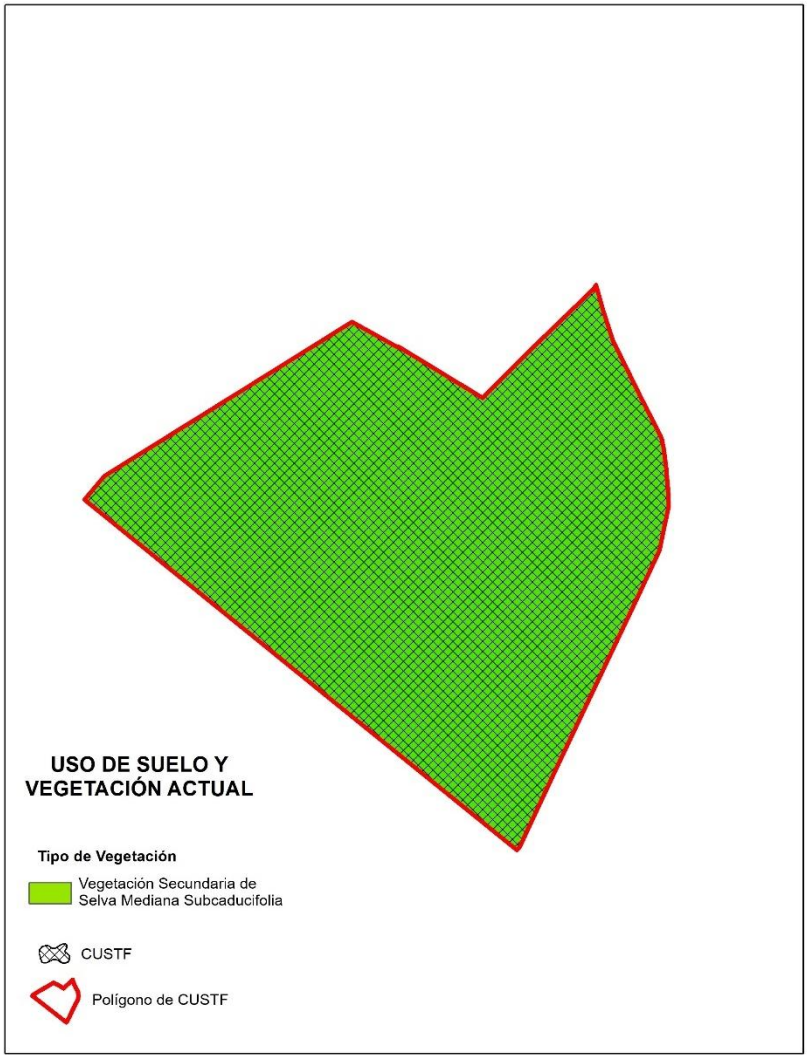
Tabla IV. 97. Valores de coeficiente de uso de suelo KV en diferentes escenarios

Uso del suelo	Kv	Uso del suelo	Kv
Vegetación espinosa	0.3	Hortalizas	0.15
Tejido urbano, zonas comerciales	0.05	Cultivos anuales	0.12
Cultivo de piña	0.3	Bosque de coníferas	0.15
Árboles frutales	0.2	Tierras sin bosque	0.1
Bosque de galería	0.2	Zonas verdes urbanas	0.15
Bosque de latifoliadas	0.2	Pastos cultivados	0.1
Plantaciones monoespecíficas	0.2	Caña de azúcar	0.1
Sistemas agroforestales	0.2	Lagos, lagunas	0
vegetación arbustiva baja	0.15	Praderas pantanosas	0.05

Fuente: Matus-Silva, 2007

Para el cálculo de la recarga potencial actual, se utilizó el valor propuesto para **"Bosque de latifoliadas"** (**KV = 0.20**), por los elementos vegetales mayormente encontrados en el predio.

Figura IV. 178. Uso de suelo y vegetación del área del proyecto



Cálculo de Recarga acuífera potencial (R) en diferentes escenarios

Con los cálculos del Balance climático (BC) y del Coeficiente de infiltración (C), es posible estimar la Recarga acuífera potencial (R) de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{R = (BC)(C)}$$

Este cálculo fue realizado contemplando los escenarios sin la implementación del proyecto y con la implementación del proyecto, de tal manera que permita evaluar cuantitativamente la pérdida de este servicio ambiental y obtener información precisa que justifique la implementación de medidas de compensación, de tal manera que asegure que, incluso con la implementación del proyecto, este servicio ecosistémico se vea mantenido en el AI.

Escenario sin proyecto. En el primer escenario, planteado para determinar la infiltración actual del predio, se toman en consideración las condiciones de este.

Este cálculo se basa solamente en la superficie cubierta por vegetación forestal, ya que de los usos de suelo presentes en el predio es la única que permite la infiltración hídrica.

Escenario con proyecto. En este segundo escenario, la estimación de la infiltración toma en consideración cómo sería la recarga hidrológica de la superficie del proyecto una vez que se emplace el desarrollo de la infraestructura y las áreas construidas, pero sin considerar el establecimiento de medidas de mitigación como serían las zanjas de infiltración u otras medidas de compensación.

Resultados y afectación a la infiltración de agua por el desarrollo del proyecto

Escenario sin proyecto

Derivado del cálculo de la infiltración, se determinó que la combinación de los elementos presentes en proyecto (vegetación, pendiente, el tipo de material donde se ubica el predio), permite que este sitio tenga una recarga neta de **822.33 m^3/año**. Un factor que favorece la infiltración en el sitio es la topografía plana del suelo. En el sitio del predio se puede considerar prácticamente plana con una variación de un metro entre la cota 2.60 y la cota 3.60 dentro del mismo predio, lo cual facilita la infiltración en la actualidad.

Tabla IV. 98. Condiciones de infiltración en el área del proyecto antes del CUSTF

Unidades geohidrológicas	Condiciones antes del CUSTF			KV	KP	KFC	Recarga potencial (mm)	Recarga neta (m^3)
	Pendiente %	Superficie m^2	BC					
Material no consolidado con posibilidades medias	0-1	1,317.909	357.25	0.2	0.15	0.15	178.625	235.41
	1.001-3	1,411.155	357.25	0.2	0.15	0.15	178.625	252.07
	3.01-15	1,764.478	357.25	0.2	0.15	0.15	178.625	315.18
	15.01-30	126.279	357.25	0.2	0.07	0.15	150.045	18.95
	30.01-50	5.069	357.25	0.2	0.05	0.15	142.900	0.72
		4,624.890						822.33

Escenario con proyecto

Posteriormente, se realizó la estimación de la recarga hídrica, tomando en cuenta el cambio del uso de suelo del terreno forestal y la implementación de las obras.

Como se mencionó en el Capítulo II, el desplante de nivel Sótano abarcará una superficie de 5,192.527 m^2, lo cual impactará directamente en la capacidad de infiltración del suelo. Considerando que la construcción de la estructura disminuirá completamente la capacidad

de infiltración del suelo, ya que prácticamente toda la superficie del predio será impermeabilizada, se asume que la infiltración tras la implementación del proyecto es despreciable (recarga neta ≈ **0 m^3/año**), por lo que será necesaria la implementación de medidas que compensen el déficit de infiltración que se genere.

Déficit de la infiltración

El déficit de la infiltración es la cantidad de agua que deja de infiltrarse por el desarrollo del proyecto. Se calcula a partir de la resta entre la infiltración actual y la infiltración después del CUSTF.

$$Déficit\ de\ infiltración = Infiltración\ actual - infiltración\ después\ del\ CUSTF$$

$$\boldsymbol{Déficit\ de\ infiltración = 822.33\ m^3 - 0\ m^3 = 822.33\ m^3}$$

Partiendo de esa operación, se obtuvo que lo que en el predio se tendrá un déficit de **822.33 m^3** anuales, lo que representa el 100% de disminución respecto a la infiltración actual del área sujeta al CUSTF.

En contraste, en el acuífero Puerto Vallarta se infiltra, de manera vertical, 67.75 hm^3/año de agua. La pérdida de infiltración en el acuífero generada por la implementación del proyecto representa un 0.0012%. A pesar de que esta fracción de infiltración podría ser despreciable a nivel regional, el acuífero donde se encuentra el proyecto tiene una disponibilidad media anual en déficit, por lo tanto, para disminuir los efectos de los impactos regionales y recuperar las zonas impermeabilizadas derivado de la implementación del proyecto, será necesario implementar medidas como zanjas que permitan la infiltración al acuífero del volumen de agua que se perderá.

IV.3.1.2.1. Diseño de obras de infiltración

Con la finalidad de mitigar el impacto generado por la pérdida de recarga neta anual, se propone la implementación de un mecanismo de infiltración artificial, el cual contribuirá en la continuidad de las recargas y así mantener la capacidad de infiltración en el predio. Los mecanismos de infiltración pueden ser de tres tipos, los superficiales como inundación del terreno, lagunas de regulación, piletas de infiltración; los subsuperficiales como pozos secos y zanjas; o los directos como pozos profundos.

Para fines prácticos, se eligió al método por diseño de **zanjas de infiltración**, dado que se integra con facilidad a la estructura, no irrumpe con el paisaje, son poco visibles y ocupan

sólo una franja delgada del suelo que puede ser rellenada y utilizada como área verde, además de que tienen un bajo costo de construcción. En su operación, será necesario realizar mantenimiento aproximadamente cada cinco años, debido al posible taponamiento del espacio poroso por sedimentos acarreados con el agua de entrada.

Para el diseño de obras de infiltración se deben considerar cuatro elementos hidrológicos: periodo de retorno, curvas de intensidad-duración-frecuencia, coeficiente de escorrentía y la velocidad de infiltración. La factibilidad de la construcción de zanjas como método artificial de infiltración depende de que la pendiente sea menor al 20%, que la tasa de infiltración sea mayor a 7 mm/hr, que el contenido de arcilla sea menor al 30% y que la superficie del área a drenar sea menor a 5 hectáreas (Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile, 1996). El suelo presenta principalmente clase textural gruesa, lo que indica una elevada proporción de arena.

Tabla IV. 99. Valores típicos de Tasas de infiltración para diferentes texturas de suelos

Textura del suelo	Tasa de infiltración
Arenosa	50 mm/h
Franco-Arenosa	25 mm/h
Franca	12 mm/h
Franco-Arcillosa	7 mm/h

Fuente: Navarro Hevia, *et al*., 2009

Es importante considerar el principio fundamental del diseño de las zanjas de infiltración (Pizarro, 2004) que implica que la zanja debe tener la capacidad suficiente de almacenaje del agua de lluvia que cae en la zona de impluvio, es decir, que no se debe sobrepasar la capacidad de la zanja con las aportaciones de agua pluvial que reciba. La precipitación media anual se estimó a partir de promediar los datos de las estaciones climatológicas más cercanas “La Desembocada” y “El Cuale. Se obtuvo que la precipitación media anual es de **1,423.25 mm al año**, valores que se utilizaron para el diseño de las zanjas para una captación de este caudal.

Para el diseño de la zanja se debe utilizar la tasa de infiltración mínima, para que se construyan con cierto rango de seguridad y con ello se evite que las zanjas sean sobrepasadas por la intensidad de las lluvias en cantidad y/o periodicidad. Es por ello por lo que, aunque la tasa de infiltración pueda ser mayor, se tomó en cuenta un valor de **25 mm/h**.

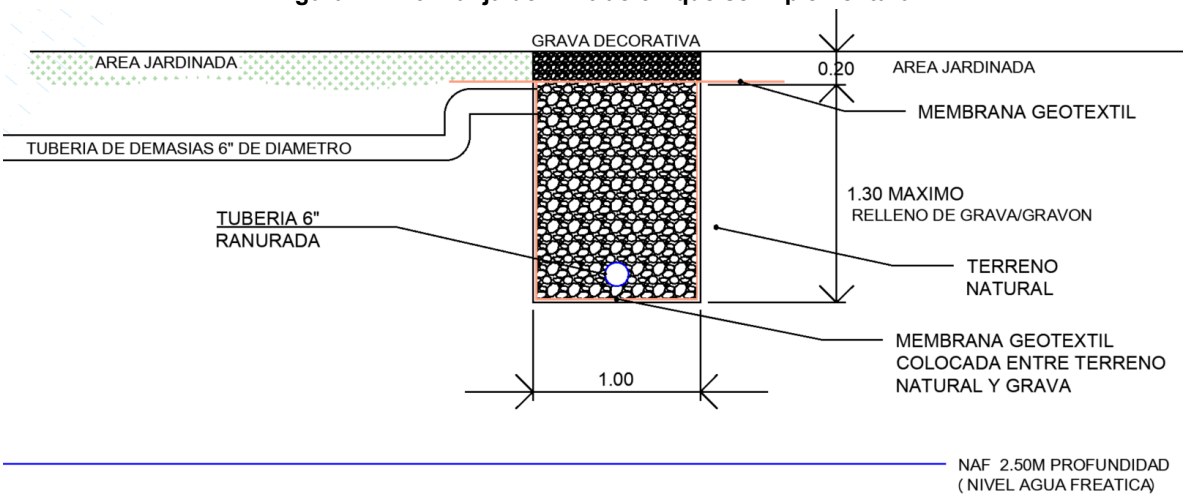
Considerando que el promedio de la máxima lluvia en 24 horas (según el promedio de las estaciones meteorológicas El Cuale y La Desembocada) es de 62.75 mm, lo cual,

considerando la superficie de infiltración perdida (6424.89 m^2), la zanja deberá de tener la capacidad de infiltrar, por lo menos, 290.21 m^3 de agua de lluvia al día. Por lo que, la superficie mínima de infiltración que deberá de tener la zanja se establece en 48 m^2.

Considerando que las zanjas tendrán una profundidad máxima de **1.5 m** y una base menor de **1 m**, se establece que cada metro lineal de zanja tendrá un área de infiltración efectiva de **4 m^2** (proveniente de la multiplicación de la profundidad por la base). Para asegurar la recuperación de la infiltración del volumen obtenido del déficit de infiltración por el desarrollo del proyecto, se proyecta la construcción de **15 m lineales de zanjas de infiltración**.

La zanja de 15 metros tendrá una superficie efectiva de infiltración de 60 m^2. Esto representa 1.25 veces la superficie mínima de infiltración que sería requerida para infiltrar el volumen de agua que cae en promedio sobre la superficie del predio, de tal manera que se considera suficiente para compensar el impacto provocado por la impermeabilización del área. Se estima que el diseño de la zanja permita la infiltración de 362.88 m^3 de agua cada 24 horas.

Figura IV. 179. Zanja de infiltración que se implementará



Características de las zanjas de infiltración.

La ubicación de las zanjas se determinó con base en el análisis de relieve, seleccionando sitios con una pendiente inferior al 20%. De esta manera, las zanjas de infiltración se dispondrán de forma colindante al Océano Pacífico. Para el sistema de filtrado, se seleccionó una combinación de áridos compuesta por grava de 7.5 cm y gravón de 3.5 cm de diámetro promedio; esta granulometría permite alcanzar una porosidad estimada del

30%, garantizando el flujo constante y la capacidad de almacenamiento durante la temporada de lluvias.

Conforme al detalle lateral que se aprecia en la figura anterior, la sección transversal de la zanja (1.00 m de base por 1.50 m de profundidad de relleno) contempla el uso de una membrana geotextil dispuesta perimetralmente entre el terreno natural y el material pétreo para evitar la migración de finos. El sistema incluye una tubería ranurada de 6" de diámetro en la base para facilitar la distribución del agua, así como una tubería de demasías de 6" para el control de excedentes. Finalmente, la estructura se remata superficialmente con una capa de grava decorativa de 0.20 m del espesor de la zanja, integrada estéticamente con las áreas ajardinadas circundantes.

Conclusiones

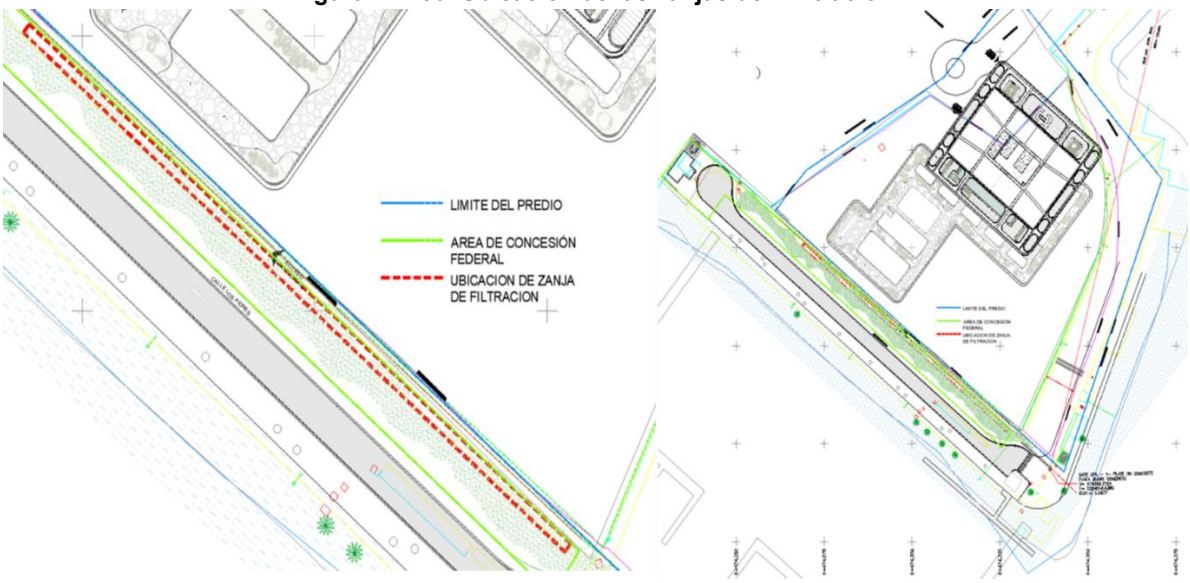
Con el interés de cuantificar los impactos sobre la capacidad de captación de agua (R) que podrían derivarse como consecuencia del CUSTF propuesto, se estimaron los valores de recarga potenciales y anuales para el predio y específicamente para la superficie donde se llevará a cabo el cambio de uso de terreno forestal. Para lo anterior, se utilizó la metodología elaborada por Matus-Silva (2007).

Para estimar la capacidad de infiltración de agua de la zona de estudio, fue necesario determinar el balance climático (determinado por la precipitación y la evapotranspiración real en la zona de estudio), así como el coeficiente de infiltración (determinado por la permeabilidad del suelo, el coeficiente de pendiente y la evapotranspiración asociada a la cobertura de suelo) en la zona de estudio. Una vez obtenidos estos valores, se determinó que en el área propuesta para el CUSTF existe una recarga neta de **822.33 m^3/año**, la cual se verá afectada por la impermeabilización del área.

Con la finalidad de mitigar el impacto generado por la posible pérdida de recarga neta anual, se propone la implementación de zanjas de infiltración, las cuales contribuirán en que se sigan produciendo las recargas y se mantenga la capacidad de infiltración en el predio. Para los cálculos de la infiltración, así como de los metros lineales de zanja necesarios para mitigación de este impacto, se utilizaron variables como la precipitación media anual, la textura del suelo, las unidades Geohidrológicas, la superficie del predio, la pendiente, entre otras. Con la finalidad de mitigar el impacto generado por la posible pérdida de recarga neta anual, se propone la implementación de zanjas de infiltración, las cuales contribuirán en que se sigan produciendo las recargas y se mantenga la capacidad de infiltración en el

predio. Para los cálculos de la infiltración, así como de los metros lineales de zanja necesarios para mitigación de este impacto, se utilizaron variables como la precipitación media anual, la textura del suelo, las unidades Geohidrológicas, la superficie del predio, la pendiente, entre otras.

Figura IV. 180. Ubicación de las zanjas de infiltración



IV.3.1.2.2. Calidad de agua prevista con el desarrollo del proyecto

Teniendo en cuenta que la cobertura del área donde se realizará el CUSTF corresponde a Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia y al hecho de que actualmente no se generan residuos asociados con desarrollo urbano, puede concluirse que actualmente, **el área del proyecto infiltra una calidad del agua aceptable**. Sin embargo, esta podría verse modificada como consecuencia de un mal manejo de residuos sólidos, cambios en la cobertura vegetal, descarga de aguas negras u otros contaminantes, entre otras actividades.

Según la “Actualización de la disponibilidad de agua en el acuífero Puerto Vallarta, estado de Jalisco” de CONAGUA (2024), el agua de la línea costera del acuífero Puerto Vallarta presenta una predominancia del catión sodio, mientras que el anión varía entre bicarbonato, sulfato y cloruro.

Tomando en cuenta las actividades que se llevarán a cabo en las distintas etapas del proyecto, se prevé que durante la etapa de construcción exista el riesgo de generación de residuos que puedan infiltrarse al manto acuífero, alterando la calidad del agua. Por ello, a continuación, se presentan algunas medidas que serán implementadas durante el

desarrollo del proyecto que buscan que la calidad de agua que se infiltre se mantenga mediante la prevención de la contaminación.

Instalación de sanitarios portátiles

Con el fin de prevenir la contaminación directa del suelo y agua con materia fecal, así como del aire por los gases de descomposición de materia orgánica, se propone la instalación de sanitarios portátiles durante las etapas de preparación del sitio y construcción. La colocación de los baños portátiles se deberá llevar a cabo previo al inicio de actividades de preparación y construcción y deberán estar disponibles durante todo el proceso de ambas etapas para tener un mejor control de las aguas residuales generadas por el uso de sanitarios. Los sanitarios se ubicarán en sitios estratégicos a razón de 1 baño cada 15 trabajadores. La recolección de los residuos generados estará a cargo de una empresa que brinde el servicio de renta de dichos sanitarios y el cual cuente con las autorizaciones vigentes para el manejo de residuos sanitarios.

La limpieza de los sanitarios se deberá realizar por lo menos cada tercer día con la finalidad de evitar malos olores. El gerente ambiental deberá confirmar que la empresa se encuentra debidamente autorizada para la recolección, transporte y disposición final de residuos sanitarios. Asimismo, deberá verificar que el equipo de recolección de residuos sanitarios por medio de succión (manguera y tanque) se encuentre en óptimas condiciones y no presente ningún tipo de fuga, para evitar la contaminación del suelo.

Con esta medida se evitará la infiltración al acuífero de materia fecal que pudiera ser generada por los trabajadores de obra que se encuentren laborando durante la preparación del sitio y construcción. De igual manera, durante la etapa de operación, el proyecto se encontrará conectado con la red sanitaria municipal, de tal manera que las aguas residuales que sean generadas por los usuarios del desarrollo sean tratadas fuera del área del proyecto, evitando la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.

Manejo de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

La presencia de personal en el área del proyecto y sus actividades, generarán residuos como el resto de los alimentos, envolturas de plásticos, envases, entre otros. La fracción orgánica de los RSU puede provocar la generación de lixiviados que tienen la posibilidad de impregnarse en el suelo e infiltrarse hacia las aguas subterráneas, comprometiendo su calidad.

Por ello, esta medida aplica durante todo el tiempo de vida del proyecto. Durante las etapas de Preparación y Construcción se realizará, por lo menos, una separación primaria (orgánicos, inorgánicos y sanitarios). Una vez iniciada la etapa de Operación, se propone continuar con el manejo de los RSU producidos por los usuarios del proyecto, realizando una separación secundaria en las áreas comunes del proyecto. Dado que la generación de residuos dentro de las unidades habitacionales estará a cargo de los usuarios de estos, se propone, como mínimo, una separación primaria.

Para el manejo de estos residuos se establecerán contenedores para su separación y almacenamiento temporal. Con el fin de facilitar el correcto uso de los contenedores se propone rotularlos, identificarlos con colores y colocar letreros con ejemplos de los residuos que se deben de colocar en cada uno de ellos.

Para el correcto manejo de los RSU deberán seguirse los siguientes pasos:

1. Adquirir contenedores para la separación primaria de los residuos que se generarán.
2. Identificar puntos estratégicos para la localización de los contenedores, en congruencia con el cronograma de trabajo y, si fuera necesario, por etapas.
3. Acordar o firmar contratos de servicio con las autoridades o empresas privadas autorizadas para la recolección periódica de los residuos y su disposición final en sitios autorizados.
4. Capacitar al personal que laborará durante el transcurso de la obra (obreros, maquinistas, transportistas, oficinistas, personal de limpieza y seguridad, etc.) para el correcto funcionamiento del sistema de separación de residuos.
5. Implementar calendarios de trabajo y rutas de recolección de los residuos para su traslado al centro de acopio temporal (este se define durante el transcurso de la obra, de acuerdo con el tiempo en que tardan en llenarse los contenedores).

Para facilitar el correcto uso de los contenedores de residuos se propone, de manera ilustrativa, la colocación de grabados con ejemplos de los residuos que se deben de colocar en cada uno de los contenedores además de que, en la parte superior se les colocarán letreros donde se enlisten los residuos correspondientes.

Se recomienda que los contenedores de basura tengan en su interior bolsas plásticas para el fácil manejo de los residuos, así como contar con tapas, las cuales deben estar bien colocadas al finalizar la jornada de trabajo, esto con el fin de evitar atraer fauna silvestre.

Durante la etapa de operación, se procurará una separación secundaria de los residuos sólidos urbanos en las áreas comunes del Proyecto. Para que esta separación suceda, deberá establecerse en el reglamento de los habitantes del proyecto, con el fin de que los residuos sean valorizados y reincorporados a un proceso o tratamiento.

Mediante la implementación de estas estrategias, se espera que los residuos que sean generados en el área del proyecto sean separados, almacenados y recolectados por empresas autorizadas para su transporte a rellenos sanitarios locales, evitando así la generación de gases y lixiviado que pudieran ser un foco de contaminación del suelo y el agua.

Manejo de Residuos Peligrosos (RP) y Residuos de Manejo Especial

El desarrollo de la obra generará diversos residuos, tanto peligrosos como de manejo especial, entre los que se incluyen escombros, restos de madera, aceites usados, envases contaminados, metales, solventes, pinturas, textiles impregnados, entre otros. Particularmente, los residuos peligrosos tienen un alto potencial contaminante si estos no son manejados adecuadamente. La presencia de estos contaminantes en el suelo, por capilaridad, puede derivar en la contaminación del agua subterránea, lo cual afectaría a su calidad, por lo que será indispensable implementar estrategias para evitar derrames e infiltraciones.

Para el manejo adecuado de estos residuos se implementará una estrategia integral que contemple lo siguiente:

- **Contenedores diferenciados:** Se instalarán contenedores claramente rotulados y de distintos colores para facilitar la separación y disposición adecuada de los residuos. Estos incluirán recipientes específicos para materiales inorgánicos reciclables (metal, plástico, cartón), residuos orgánicos, residuos de construcción y demolición (escombro), así como un almacén de residuos peligrosos.
- **Sitios de acopio temporal:** Se habilitarán zonas específicas dentro del área de obra para el acopio temporal de residuos de manejo especial. Estas áreas deberán estar delimitadas, con señalización visible, piso impermeable y techado para evitar escurrimientos o dispersión por lluvia y viento. Su diseño deberá facilitar la recolección periódica por parte de transportistas autorizados.

- **Almacén de residuos peligrosos:** Se establecerá un almacén exclusivo para residuos peligrosos, el cual cumplirá con las especificaciones establecidas en el Artículo 82 del Reglamento de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos y demás normativas aplicables. Este almacén contará con ventilación adecuada, sistema contra incendios, contención secundaria (diques o charolas antiderrames), acceso controlado y bitácora de entradas y salidas.
- **Prevención de riesgos:** Se contará con equipo de protección personal, kits de emergencia (absorbentes, neutralizantes, extintores) y protocolos de actuación en caso de derrames o accidentes para garantizar la seguridad de los trabajadores y evitar impactos ambientales.
- **Capacitación del personal:** Todos los trabajadores involucrados en la gestión de residuos recibirán capacitación en el manejo adecuado de cada tipo de residuo, identificación de residuos peligrosos, uso correcto del equipo de protección y procedimientos ante contingencias.

Manejo de Residuos de Manejo Especial

Los RME son aquellos generados en los procesos productivos que no reúnen las características para ser considerados como Peligrosos o como Residuos Sólidos Urbanos. En el presente proyecto, estos residuos estarán representados por restos de material de construcción y demolición, escombro, madera, PVC, etc. Estos deberán ser almacenados temporalmente en sitios específicos del proyecto para posteriormente llevarse a un centro de acopio autorizado. Otro RME que se generará en el proyecto es el material producto del desmonte y despalme, conformado por troncos, ramas, restos de herbáceas, arbustos y material edáfico. Estos residuos serán almacenados temporalmente en montículos cubiertos con lona para evitar que se generen polvos y sólidos suspendidos en el aire, debe ser un sitio plano y alejado de cuerpos de agua. El material de despalme será reutilizado en actividades de conformación de áreas verdes o actividades de restauración de suelo o relleno, lo que permitirá que se reincorpore la materia orgánica al suelo.

Manejo de Residuos Peligrosos

Los RP son aquellos que poseen alguna de las características de peligrosidad, como lo son corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, como pueden ser envases o embalajes de material peligroso y suelos que hayan sido contaminados. Se incluyen también estopas o

trapos impregnados con estas sustancias. Otros ejemplos son grasas, aceites, solventes, pinturas, combustibles, etc. Durante las actividades de detallado y durante la operación y mantenimiento del proyecto se generarán envases de pinturas y solventes utilizados para el mantenimiento y aplicación de cavados.

Para gestionar estos residuos se propone lo siguiente:

- Contratar a una empresa autorizada por la SEMARNAT para la recolección, transporte y disposición final de los RP. Esto implica solicitar Manifiestos de entrega, transporte y recepción de los Residuos Peligrosos con el volumen recolectado, fecha, sello y firma cada que sea necesario.
- Construir un almacén temporal de residuos peligrosos, donde se podrán resguardar por un periodo máximo de seis meses. Debe ser un área cerrada (paredes y techo) con plancha de concreto impermeable con pendiente y canaletas que transfieran los posibles líquidos derivados de derrames a un recipiente de contención, para evitar transferencia del residuo al suelo.
- Todos los contenedores con residuos almacenados deben estar etiquetados y tener tapa, para evitar incompatibilidad entre distintos productos.
- Colocar señalamientos de identificación del almacén y control d acceso.
- Contar con materiales absorbentes en caso de la ocurrencia de derrames, como arena y materiales absorbentes como *Sphagnum moss*.
- Contar con sistemas de seguridad en caso de accidentes como extintores.

Con esta estrategia de manejo se espera tener un sistema controlado donde se prevenga la incidencia de cualquier tipo de residuo sobre el suelo que pueda infiltrarse y contaminar el agua subterránea. De igual manera, se contará con equipo contra derrames, que será utilizado en caso de que se identifiquen derrames de estas sustancias. El suelo que resulte contaminado deberá ser retirado antes de la difusión del contaminante y deberá ser manejado como un residuo peligroso.

Mantenimiento de vehículos y maquinaria

Un posible foco de contaminación del agua son los derrames de los vehículos y maquinaria que pudieran generarse en el predio sobre suelo desnudo. En este sentido, se implementará como medida el mantenimiento de los vehículos y maquinaria que opere en el área del proyecto durante las etapas de preparación y construcción. El objetivo es mantener en óptimas condiciones la maquinaria y equipo, con el fin de reducir la emisión

de gases de combustible, disminuir las posibilidades de derrames de diésel, aceites, entre otras sustancias y, finalmente, disminuir la generación de ruido durante la operación de la maquinaria por efecto de descompostura, lo que pudiera rebasar los límites máximos establecidos en la normatividad.

Para prevenir derrames de aceite o hidrocarburos, se deberán llevar a cabo las siguientes actividades:

- **Verificación vehicular:** Toda la maquinaria que se utilice en el predio deberá estar en buenas condiciones y contar con la verificación vehicular en curso.
- **Mantenimiento preventivo:** Antes de iniciar con la etapa de preparación y construcción de la obra, debe verificarse si el equipo, la maquinaria y los vehículos a utilizar se encuentran en condiciones óptimas para trabajar, incluyendo la revisión de mangueras e identificación de goteos de aceite. Además, cada 200 horas de labor, deberán recibir mantenimiento preventivo, el cual deberá ser realizado en un lugar autorizado para dichas actividades evitando en medida de lo posible realizarlo en el área de proyecto o directamente sobre el suelo desnudo.

El mantenimiento continuo y la supervisión del estado de la maquinaria permitirá la prevención fallos y la identificación temprana de averías que pudieran generar un derrame puntual o continuo sobre el suelo. De esta manera, se evitará que se contamine el agua que se infiltre.

Conclusión

En conjunto, estas medidas buscan evitar que agentes contaminantes entren en contacto con el suelo y, por difusión, llegue a contaminar el agua subterránea, de tal manera que se asegure que la calidad del agua que se infiltre se mantenga. Por otro lado, durante la operación, el agua de lluvia que incida en el área del proyecto será llevada mediante un sistema de captación de agua hacia la zanja de infiltración sin pasar por algún proceso adicional, por lo tanto, la calidad de agua que se infiltre mediante dicho sistema tendrá la misma calidad que la que se infiltre sin la implementación del proyecto.

Adicionalmente, se implementarán Pláticas de concientización ambiental en las cuales se impartirán temas a todos los trabajadores de obra como el correcto manejo de residuos, la supervisión y mantenimiento para mantener en buen estado la maquinaria y la capacitación de los responsables del manejo del almacén de residuos peligrosos. El encargado del

seguimiento en obra de estas medidas será el Gerente ambiental contratado por la Promovente con el objetivo de asegurar el cumplimiento de cada una de las medidas de prevención, mitigación y compensación, incluyendo aquellas que buscan prevenir la contaminación del suelo y agua. De igual manera, las medidas propuestas en este apartado se desarrollan puntualmente en el Capítulo VII de este DTU-BR.

IV.3.2. CAPTURA DE CARBONO, CONTAMINANTES Y COMPONENTES NATURALES

Los bosques y selvas capturan carbono atmosférico y lo almacenan en diferentes reservorios (biomasa, suelo, materia orgánica, madera, entre otros). Este servicio ambiental ha ido adquiriendo cada vez mayor relevancia a nivel global. El interés en la captura de carbono surge de los avances en la investigación científica y por consecuencia un mejor entendimiento del proceso de cambio climático. Los resultados de la investigación en torno al tema han hecho cada vez más evidente la relación causa y efecto que existe entre el cambio climático y la emisión de gases de efecto invernadero por actividades humanas (IPCC, 2001 citado en Vargas-Mena y Yáñez, 2000).

La vegetación, a través de la fotosíntesis, tiene la capacidad de asimilar el carbono atmosférico e incorporarlo a su estructura, almacenándolo por largos periodos de tiempo. Debido a lo anterior es que se considera a como sumideros de carbono.

La investigación en esquemas de captura de carbono (CC) por sistemas naturales se encuentra relacionada con el estudio del valor de las funciones ecológicas de los ecosistemas naturales. Aunque el concepto de ciclo de carbono en la naturaleza y la capacidad de absorción del suelo y los océanos ha sido conocido durante largo tiempo, no fue sino hasta 1976 que la idea de los bosques como “sumideros de carbono” fue propuesto por primera vez (WRI, 2001). El renovado interés en esta función ecológica de los ecosistemas terrestres aparece cuando los investigadores y administradores públicos empiezan a entender el valor total de la naturaleza.

IV.3.2.1. Estimación de la captura de carbono para el Sistema Ambiental Regional

Para calcular cuánto carbono puede capturar un área, primero se necesita saber qué tipo de uso de suelo y vegetación se distribuyen en el sitio de interés. El primer paso es consultar la última propuesta de clasificación del INEGI respecto al uso de suelo y vegetación. Posteriormente, estos datos se corroboran con la fotointerpretación del área y la visita del predio. La clasificación de uso de suelo se llevó a cabo mediante fotointerpretación y la validación mediante visita a campo.

Estimación de la biomasa

El INECC propuso la Metodología para calcular la captura de carbono en Áreas Naturales Protegidas (INECC 2022). Este análisis toma como base los sistemas de información geográfica para realizar las estimaciones de captura de carbono. Los cálculos toman como base, los tipos de vegetación por superficie y la biomasa aérea y subterránea a partir de factores de absorción.

Estos datos se obtienen de las capas del INEGI de la Serie VII de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI (2018) y de los datos de Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, 1990-2019. El Cálculo de la captura de carbono asociada al polígono se realiza con la siguiente formula:

$$\Delta \boldsymbol{C} = \sum(\boldsymbol{BA} + \boldsymbol{BS}) * \frac{\mathbf{44}}{\mathbf{12}}$$

Donde:

ΔC = Captura de Carbono (tCo_2e)

BA= Biomasa aérea ($\frac{t}{ha}$)

BS= Biomasa subterránea ($\frac{t}{ha}$)

Cada tipo de vegetación tiene una capacidad diferente para absorber carbono, lo que se refleja en distintas tasas de absorción de biomasa aérea y subterránea. Los cuerpos de agua y áreas sin vegetación arbórea contribuyen mínimamente o nada a la captura de carbono. Por lo que se descartan al identificar las superficies dentro del sitio en cuestión. De manera similar, los asentamientos humanos no se consideran debido a su heterogeneidad y la baja densidad de especies vegetales. Por esta razón, se asignan constantes de 0 en la biomasa aérea y subterránea para el cálculo de la captura de carbono.

Tipos de vegetación en el Sistema Ambiental Regional

Clave	Uso de suelo / Tipo de vegetación
RA	Agricultura de riego anual
RAP	Agricultura de riego anual y permanente
Atp	Agricultura de temporal anual
AH	Asentamientos humanos
BQ-P	Bosque de encino-pino
VM	Manglar
PC	Pastizal cultivado
PI	Pastizal inducido

Clave	Uso de suelo / Tipo de vegetación
SMS	Selva mediana subcaducifolia
VSA/SMS	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia
VSa/SMS	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia
H_2O	Cuerpo de agua

Por consiguiente, en este caso, se utilizaron todos los tipos de vegetación que aportan para la captura de carbono. Utilizando las constantes de biomasa aérea y subterránea correspondientes, se realizan los cálculos anuales de la captura de carbono, se calcularon los parámetros de absorción de carbono, los cuales se presentan a continuación.

Constantes de absorción de carbono por uso de suelo y tipo de vegetación presentes en el Sistema Ambiental Regional

Vegetación	Suma de sup ha	FE biomasa aérea (ton C/ha/año)	FE biomasa subterránea (ton C/ha/año)
H_2O	128.168	0	0
PC	229.020	0.041	0.012
PI	848.286	0.041	0.012
RAP	46.894	0	0
RA	1812.046	0	0
Atp	101.060	0	0
BQ-P	75.921	0.3255	0.0775
SBC	33.88	264	0.069
SMS	2925.645	0.872	0.216
VM	251.186	1.146	0.285
VSa/SMS	1366.943	0.316	0.081
VSA/SMS	1591.399	0.316	0.081
AH	5,008.62	0	0
TA	129.76	0	0
VT	117.535	0.82	0.199

IV.3.2.1.1. Estimación de la captura anual de carbono sin CUSTF (Escenario 1)

Para realizar el cálculo de la captura anual de carbono cada uno de los tipos de vegetación que contribuyen en la captura de carbono se debe multiplicar FE biomasa aérea (ton C/ha/año) y la de FE biomasa subterránea (ton C/ha/año), por la superficie que cubre dentro del predio.

Ejemplo del cálculo de BA y BS, usando la vegetación de selva mediana subcaducifolia:

$$\boldsymbol{BA} = 0.573 * 0.3422645$$

$$\boldsymbol{BS} = 0.150 * 0.3422645$$

El cálculo para el tipo de vegetación se muestra en la siguiente tabla

Cálculos de captura de carbono para el Sistema Ambiental Regional

Vegetación	Suma de sup ha	FE biomasa aérea (ton C/ha/año)	FE biomasa subterránea (ton C/ha/año)	BA	BS
H_2O	128.168	0	0	0	0
PC	229.020	0.041	0.012	9.390	2.748
PI	848.286	0.041	0.012	34.780	10.179
RAP	46.894	0	0	0	0
RA	1812.046	0	0	0	0
Atp	101.060	0	0	0	0
BQ-P	75.921	0.3255	0.0775	24.712	5.884
SBC	33.88	264	0.069	8944.32	2.33772
SMS	2925.645	0.872	0.216	2551.162	631.939
VM	251.186	1.146	0.285	287.859	71.588
VSa/SMS	1366.943	0.316	0.081	431.954	110.722
VSA/SMS	1591.399	0.316	0.081	502.882	128.903
AH	5,008.62	0	0	0	0
TA	129.76	0	0	0	0
VT	117.535	0.82	0.199	96.379	23.389

La superficie total del Sistema ambiental Regional es de 14385.186 hectáreas, repartidos en 6 tipos de vegetación y tres usos de suelo. Con base a la siguiente formula se determinó que la vegetación del Sistema Ambiental Regional, captura **50,859.58 toneladas de carbono anuales**.

$$\Delta C = \sum(12883.438 + 987.692) * \frac{44}{12} = \mathbf{50,859.58}$$

IV.3.2.2. Estimación de la captura de carbono para el Proyecto Alisia

IV.3.2.2.1 Estimación de los valores de biomasa y biomasa anual producida

Se llevaron a cabo los análisis de captura de carbono para los tres escenarios.

- **Escenario 1**: Condiciones actuales
- **Escenario 2**: Condiciones durante el CUSTF
- **Escenario 3**: Condiciones después de aplicar medidas de compensación

Para calcular cuánto carbono puede capturar un área, primero se necesita saber qué tipo de uso de suelo y vegetación se distribuyen en el sitio de interés. El primer paso es consultar la última propuesta de clasificación del INEGI respecto al uso de suelo y vegetación. Posteriormente, estos datos se corroboran con la fotointerpretación del área y la visita del predio. La clasificación de uso de suelo se llevó a cabo mediante fotointerpretación y la validación mediante visita a campo.

Estimación de la biomasa

El INECC propuso la Metodología para calcular la captura de carbono en Áreas Naturales Protegidas (INECC 2022). Este análisis toma como base los sistemas de información geográfica para realizar las estimaciones de captura de carbono. Los cálculos toman como base, los tipos de vegetación por superficie y la biomasa aérea y subterránea a partir de factores de absorción.

Estos datos se obtienen de las capas del INEGI de la Serie VII de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI (2018) y de los datos de Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, 1990-2019. El Cálculo de la captura de carbono asociada al polígono se realiza con la siguiente formula:

$$\Delta \boldsymbol{C} = \sum(\boldsymbol{BA} + \boldsymbol{BS}) * \frac{\boldsymbol{44}}{\boldsymbol{12}}$$

Donde:

ΔC = Captura de Carbono (tCo_2e)

BA= Biomasa aérea ($\frac{t}{ha}$)

BS= Biomasa subterránea ($\frac{t}{ha}$)

Cada tipo de vegetación tiene una capacidad diferente para absorber carbono, lo que se refleja en distintas tasas de absorción de biomasa aérea y subterránea. Los cuerpos de agua y áreas sin vegetación arbórea contribuyen mínimamente o nada a la captura de carbono. Por lo que se descartan al identificar las superficies dentro del sitio en cuestión. De manera similar, los asentamientos humanos no se consideran debido a su heterogeneidad y la baja densidad de especies vegetales. Por esta razón, se asignan constantes de 0 en la biomasa aérea y subterránea para el cálculo de la captura de carbono.

Por consiguiente, en este caso, el tipo de vegetación usado para realizar la estimación es la fracción con "**Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia**". Utilizando las constantes de biomasa aérea y subterránea correspondientes, se realizan los cálculos anuales de la captura de carbono, se calcularon los parámetros de absorción de carbono.

Tabla IV. 100. Constantes de absorción de carbono por uso de suelo y tipo de vegetación presentes en el predio

Vegetación	Suma de sup. ha	FE biomasa aérea (ton C/ha/año)	FE biomasa subterránea (ton C/ha/año)
VSaSMS	0.3422645	0.573	0.150
VSaSMS: Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia			

IV.3.2.2.1. Estimación de la captura anual de carbono sin CUSTF (Escenario 1)

Para realizar el cálculo de la captura anual de carbono cada uno de los tipos de vegetación que contribuyen en la captura de carbono se debe multiplicar FE biomasa aérea (ton C/ha/año) y la de FE biomasa subterránea (ton C/ha/año), por la superficie que cubre dentro del predio.

Para la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia:

$$\boldsymbol{BA} = 0.573 * 0.3422645$$

$$\boldsymbol{BS} = 0.150 * 0.3422645$$

El cálculo para el tipo de vegetación se muestra en la siguiente tabla

Tabla IV. 101. Cálculos de captura de carbono

Vegetación	Suma de sup ha	FE biomasa aérea (ton C/ha/año)	FE biomasa subterránea (ton C/ha/año)	BA	BS
VSaSMS	0.3422645	0.573	0.150	0.196	0.051

El área total del proyecto tiene una superficie de 0.3422645 ha con Vegetación Secundaria Arborea de Selva Mediana Subcaducifolia. Con base a la siguiente formula se determinó que la vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia en el área del proyecto, captura **0.9073 toneladas de carbono anuales**.

$$\Delta C = \sum(0.196 + 0.051) * \frac{44}{12} = \mathbf{0.9073}$$

IV.3.2.2.2. Estimación de la captura anual de carbono con CUSTF sin medidas (Escenario 2)

El cambio de uso de suelo en terrenos forestales afectará a la totalidad del terreno forestal del área del proyecto. El CUSTF impactará 0.4639203 hectáreas de la vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, lo que implica la remoción de la totalidad de vegetación forestal.

Dado que ya, tras el desmonte, ya no habrá vegetación que realice la función de capturar carbono atmosférico y sin la implementación de medidas de rescate y reubicación del arbolado u otras medidas de compensación, la capacidad de captura de carbono en el predio se perdería. En este escenario, se dejarían de absorber 0.9073 toneladas de carbono anuales por acción de la vegetación.

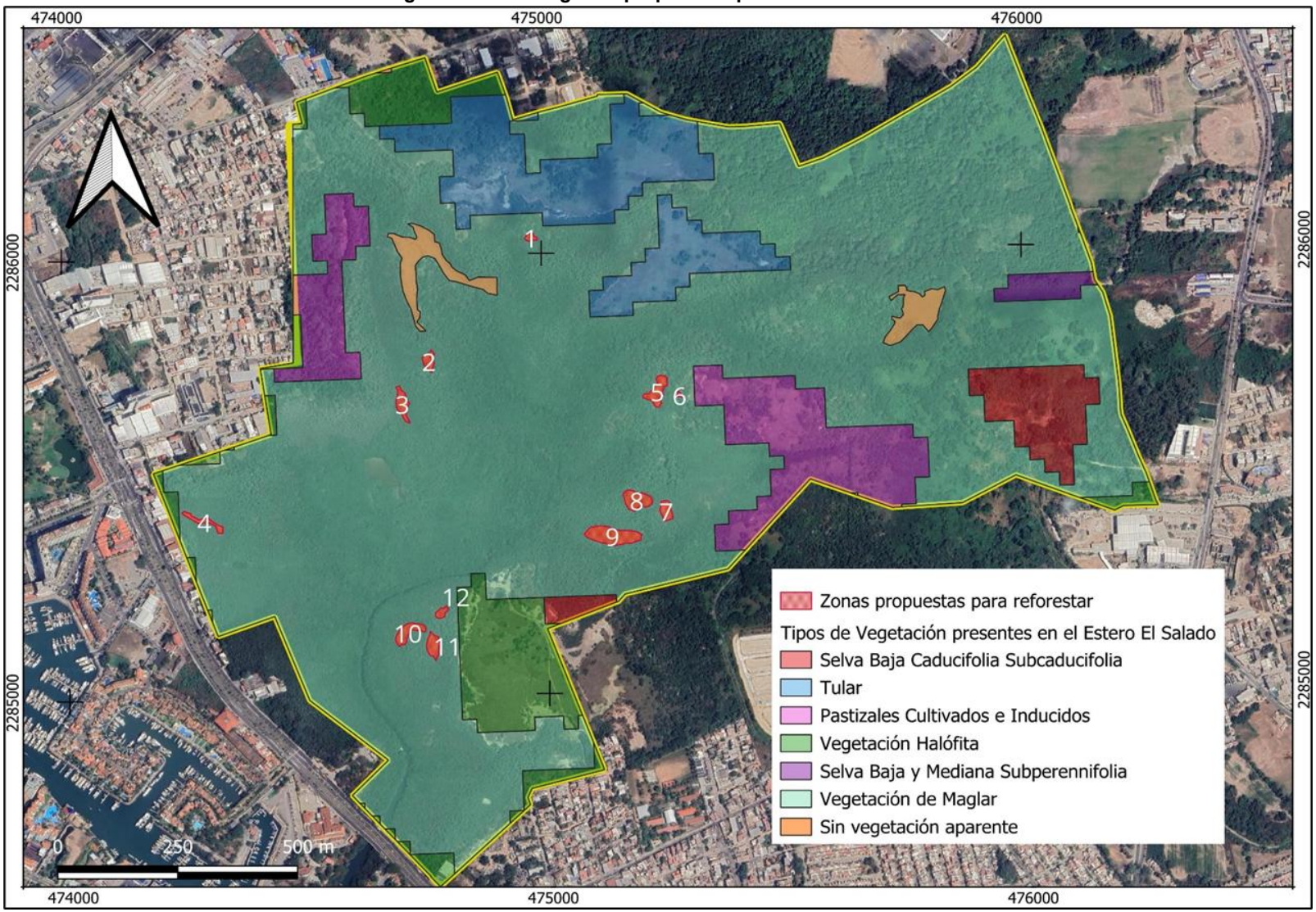
IV.3.2.2.3. Estimación de la captura anual de carbono con CUSTF con medidas (Escenario 3)

La pérdida de la vegetación por el CUSTF implicaría la pérdida del servicio ambiental de captura de carbono, por lo cual, resulta indispensable la implementación de medidas de compensación que busquen que la capacidad de captura de carbono se mantenga, al menos, en el área de influencia del proyecto. Por ello, se propone realizar la reforestación de 1.4175 hectáreas de manglar dentro de la ANP Parque Estatal “Estero El Salado”, así como un rescate y reubicación de flora dentro del predio. A continuación, se presenta la estimación de captura anual de carbono que será generada por la implementación de estas medidas, contemplando que se busca mitigar, por lo menos, los 0.9073 ton/C anuales que serán perdidos tras el CUSTF.

IV.3.2.2.3.1. Reforestación en el Parque Estatal “Estero el Salado”

Usos de suelo y tipos de vegetación. En la superficie del Estero El Salado, se identifican dos usos de suelo que no contribuyen a la captura de carbono: Urbano y Construido y Zonas sin Vegetación Aparente. Por el contrario, los tipos de vegetación que desempeñan un papel activo en el secuestro y almacenamiento de carbono son: la Selva Baja y Mediana Subcaducifolia, la Vegetación de Manglar, la Selva Baja Caducifolia, la Vegetación de Tular, así como los Pastizales Cultivados e Inducidos. Estos tipos de vegetación fueron determinados mediante fotointerpretación e información documental.

Figura IV. 181. Polígonos propuestos para la reforestación



Estimación de la biomasa

El INECC propuso la Metodología para calcular la captura de carbono en Áreas Naturales Protegidas (INECC 2022). Este análisis toma como base los sistemas de información geográfica para realizar las estimaciones de captura de carbono. Los cálculos toman como base, los tipos de vegetación por superficie y la biomasa aérea y subterránea a partir de factores de absorción.

Estos datos se obtienen de las capas del INEGI de la Serie VII de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI (2018) y de los datos de Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, 1990-2019. El Cálculo de la captura de carbono asociada al polígono se realiza con la siguiente formula:

$$\Delta \boldsymbol{C} = \sum(\boldsymbol{BA} + \boldsymbol{BS}) * \frac{\boldsymbol{44}}{\boldsymbol{12}}$$

Donde:

ΔC = Captura de Carbono (tCo_2e)

BA= Biomasa aérea ($\frac{t}{ha}$)

BS= Biomasa subterránea ($\frac{t}{ha}$)

Cada tipo de vegetación tiene una capacidad diferente para absorber carbono, lo que se refleja en distintas tasas de absorción de biomasa aérea y subterránea. Los cuerpos de agua y áreas sin vegetación arbórea por lo general contribuyen mínimamente o nada a la captura de carbono. Por lo que se descartan al identificar las superficies dentro del sitio en cuestión. De manera similar, los asentamientos humanos no se consideran debido a su heterogeneidad y la baja densidad de especies vegetales. Por esta razón, se asignan constantes de 0 en la biomasa aérea y subterránea para el cálculo de la captura de carbono.

Tabla IV. 102. Constantes de absorción de carbono por uso de suelo y tipo de vegetación

Vegetación	Suma de sup ha	FE biomasa aérea (ton C/ha/año)	FE biomasa subterránea (ton C/ha/año)
SMS	1.089	0.872	0.216
VM	159.3145	1.146	0.285
SBC	5.005	0.264	0.069
VT	15.296	0.82	0.199
PC y PI	13.174	0.041	0.012
SMS: selva mediana subcaducifolia; VM: Vegetación de Manglar; SBC: Selva Baja Caducifolia; VT: Vegetación de Tular; PC y PI: Pastizales Cultivados e Inducidos			

Estimación de los valores de biomasa y biomasa anual producida

Para realizar el cálculo de la captura anual de carbono cada uno de los tipos de vegetación que contribuyen en la captura de carbono se debe multiplicar su de FE biomasa aérea (ton C/ha/año) y la de FE biomasa subterránea (ton C/ha/año), por la superficie que cubre en el Estero el Salado. Los cálculos para los tipos de vegetación se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV. 103. Cálculos de captura de carbono

Vegetación	Suma de sup ha	FE biomasa aérea (ton C/ha/año)	FE biomasa subterránea (ton C/ha/año)	BA	BS
SMS	1.089	0.872	0.216	0.949608	0.235224
VM	157.897	1.146	0.285	180.95	45.00065
SBC	5.005	0.264	0.069	1.32132	0.345345
VT	15.296	0.82	0.199	12.54272	3.043904
PC y PI	13.174	0.041	0.012	0.540134	0.158088

El área total del Estero el Salado tiene una superficie de 208.8339 ha, considerando los 5 tipos de vegetación y los dos usos de suelo. La superficie del Estero que tiene vegetación forestal es de 192.461 ha. Con base a la siguiente formula se determinó que la vegetación del Estero el Salado, captura **898.65 toneladas de carbono anuales**.

$$\Delta C = \sum(196.304 + 48.783) * 3.6666667 = \mathbf{898.65}\ \boldsymbol{toneladas\ de\ carbono\ anual}$$

Estimación de los valores de biomasa y biomasa anual producida después de la reforestación

Se proponen 12 sitios para realizar la reforestación dentro del “Estero El Salado”, sumando una superficie de 1.4175 hectáreas de vegetación de manglar que podrán almacenar el carbono proveniente de la ciudad de Puerto Vallarta.

Tabla IV. 104. Cálculos de captura de carbono por reforestación de manglar

Vegetación	Suma de sup ha	FE biomasa aérea (ton C/ha/año)	FE biomasa subterránea (ton C/ha/año)	BA	BS
VM	1.4175	1.146	0.285	1.624455	0.4039875

Realizando la restauración reforestación, se incrementará la superficie de captura de carbono, obteniendo una mayor captación de carbono del que actualmente almacena esta ANP. Bajo este escenario, se podrá capturar un total de **7.44** toneladas de carbono anuales, adicionales.

$$\Delta C = \sum(1.624455 + 0.4039875) * 3.6666667 = \mathbf{7.44\ toneladas\ de\ carbono\ anual}$$

Posterior de la reforestación la vegetación, en conjunto con el resto de vegetación, el "Estero El Salado" tendrá una captura anual de 906.09 toneladas anuales de carbono.

$$\mathbf{7.44\ Ton/C/año + 898.65\ Ton/C/año = 906.09\ Ton/C/año}$$

IV.3.2.2.3.2. Estimación de biomasa de los individuos reubicados en las jardineras

Se contempla realizar el rescate y reubicación de 14 individuos de *Bursera simaruba* encontrados en el predio del proyecto, de tal manera que se conserven algunas de sus características de naturalidad y servicios ambientales proveídos por la vegetación, tal como lo es la captura de carbono. Estos árboles serán reubicados en las jardineras del proyecto.

La biomasa de los árboles se estimó utilizando ecuaciones alométricas tanto para la biomasa aérea (tronco, ramas y hojas), como para la biomasa subterránea (raíces). El desarrollo y aplicación de este tipo de ecuaciones representa una metodología estándar para estimar la biomasa tanto aérea como subterránea de los individuos arbóreos con base en variables medibles y de las cuales existen modelos tanto teóricos como empíricos (Navar, 2014).

Para los individuos de *Bursera simaruba* que se van a reubicar se decidió utilizar una de las fórmulas evaluadas por Navar (2014) para calcular la biomasa aérea (BA) y con aplicación en los árboles del Bosque Tropical Caducifolio. La fórmula utilizada se presenta a continuación.

$$BA = 0.1874 * pw^{0.35}(DAP^{3.2})$$

Donde:

pw = Gravedad específica de las especies arbóreas (Miles y Smith, 2009; Barajas-Morales, 1987)

DAP = Diámetro a la altura del pecho (cm).

Para el cálculo de la biomasa subterránea (BS) se utilizó la fórmula propuesta por (Navar, 2011) utilizada en un matorral espinoso de Tamaulipas. La fórmula se presenta a continuación.

$$Bs = 1.9524 * pw^{0.35}(DAP)^{0.71}$$

Una vez obtenidos los dos tipos de biomasa (aérea y subterránea) se procedió a calcular la biomasa total de los individuos sumando ambas.

Estimación de la captura anual de CO_2

Para realizar el cálculo de la captura anual de CO_2, se procedió bajo el supuesto de que un 50% de la biomasa vegetal (BPA) consiste en contenido de carbono, por lo que:

$$CPA = BPA * 0.5$$

Donde:

CPA = Carbono producido anualmente por individuo arbóreo.

BPA = Biomasa vegetal

Dicho supuesto sobre el contenido de carbono ha sido ampliamente utilizado en grandes sistemas tropicales, templados y escalas menores (Thomas y Martin, 2012), por lo que se considera que se ajusta adecuadamente para los fines de este trabajo.

Una vez obtenido el carbono producido anualmente, se procedió a realizar el cálculo del carbono secuestrado por los individuos arbóreos. Para ello, se tomaron como referencia los pesos atómicos del dióxido de carbono y el carbono para realizar la relación entre ellos tal como se muestra a continuación.

$$Peso\ atómico\ del\ carbono\ (C) = 12.0111$$

$$Peso\ atómico\ del\ oxígeno(O) = 15.9994$$

$$Peso\ atómico\ del\ dióxido\ de\ carbono\ (Co2) = (12.0111) * 2(15.9994) = 43.9999$$

$$Proporción\ de\ CO2\ en\ C = \frac{Peso\ atómico\ del\ CO2}{Peso\ atómico\ del\ C} = \frac{43.9999}{12.0111} = 3.66$$

$$Cantidad\ total\ de\ carbono\ secuestrado\ anualmente\ por\ invididuo = 3.66 * CPA$$

El cálculo del carbono secuestrado anualmente se realizó en relación con la cantidad potencial de árboles presentes en el predio, utilizando los valores de biomasa obtenidos a la superficie de muestreo y realizando una extrapolación a la superficie total en la que se pretende realizar el CUSTF, como se muestra en las siguientes tablas.

Tabla IV. 105. Cantidad de carbono producido y capturado de los individuos que se reubicaran

Especie	Carbono producido en un año (kg)	Carbono capturado (kg)
Bursera simaruba	31.905	116.972

Resumen de los escenarios. Actualmente, la vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia presente en el predio captura aproximadamente **0.9073 toneladas de carbono al año (Escenario 1)**. Debido al Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), la superficie del predio transitará de una cobertura forestal a un uso de suelo urbano. En consecuencia, durante el periodo de desarrollo del proyecto, la tasa de fijación de carbono decrecerá en el área intervenida, cesando la función de captura que el ecosistema realiza actualmente **(Escenario 2)**.

En consecuencia y con el objetivo de mitigar la reducción en la tasa de fijación de carbono, se propone el establecimiento y mantenimiento de 967.886 m² de áreas verdes en la Planta Baja del proyecto. En este primer nivel, se reubicarán 14 individuos de *Bursera simaruba*, cuya reubicación permitirá una captura estimada de **0.116972 toneladas de carbono anual**. Complementariamente, se ha previsto la reforestación de 1.4175 hectáreas de manglar en el Estero El Salado. Derivado de esta acción de restauración, se estima una captura aproximada de **7.44 toneladas de carbono al año (Escenario 3)**.

En este sentido, la implementación del proyecto con las medidas de compensación asegura que el servicio ambiental de captura de carbono se mantenga incluso tras la remoción de vegetación en el predio. Incluso, la reforestación de mangle y el rescate de flora implicará un aumento significativo de este servicio ambiental en el área de influencia, llegando a generarse una captura total de 7.556972 toneladas anuales contra las 0.9073 toneladas anuales actuales.

Tabla IV. 106. Captura de carbono en distintos escenarios

Escenarios	Captura de carbono
Escenario 1	0.9073 toneladas de carbono anual
Escenario 2	0 toneladas de carbono anual
Escenario 3	7.44 toneladas de carbono anual
	0.116972 toneladas de carbono anual

IV.3.3. AMORTIGUAMIENTO DEL IMPACTO DE FENÓMENOS NATURALES

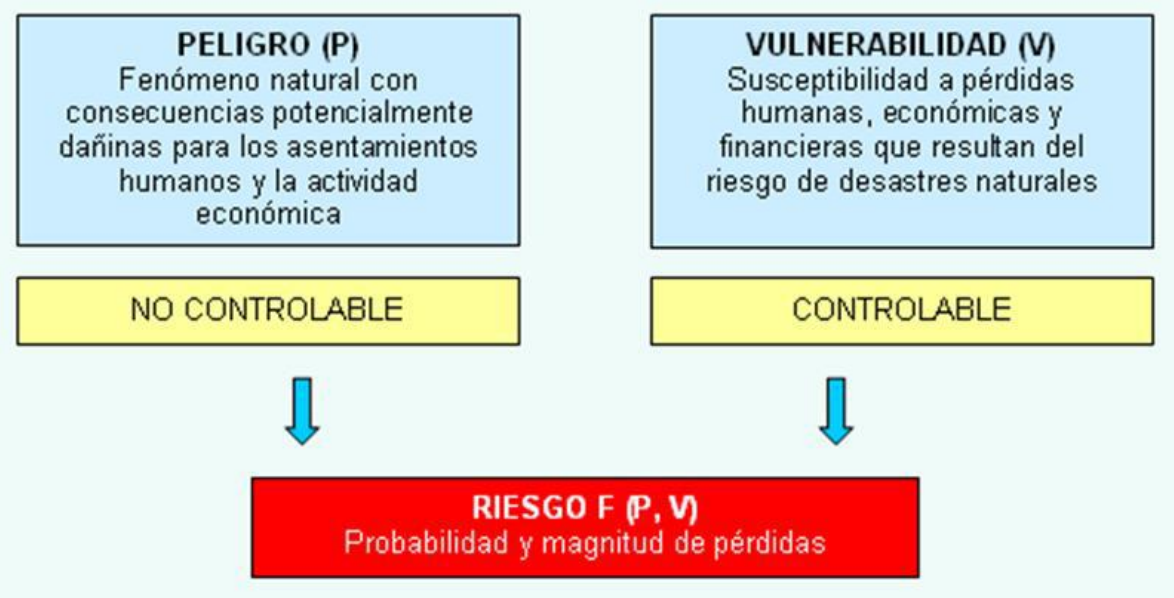
Los fenómenos naturales se consideran eventos extraordinarios que ocurren en nuestro planeta. Estos son de importancia social y económica cuando ponen en peligro el bienestar del ser humano y el medio ambiente. Se denomina fenómenos naturales a todos aquellos

que son provocados por la misma naturaleza englobando factores climáticos o geológicos, excluyendo los riesgos sanitarios que representan los agentes patógenos. La Ley General de Protección Civil no presenta una definición para “Fenómenos Naturales”, sin embargo, en su Artículo IV, define distintos fenómenos que podrían considerarse dentro de Fenómenos Naturales:

> **Fenómeno Geológico**: Calamidad que tiene como causa las acciones y movimientos violentos de la corteza terrestre. A esta categoría pertenecen los sismos o terremotos, las erupciones volcánicas, los tsunamis o maremotos y la inestabilidad de suelos, también conocida como movimientos de tierra, los que pueden adoptar diferentes formas: arrastre lento o reptación, deslizamiento, flujo o corriente, avalancha o alud, derrumbe y hundimiento.

Se tienen registrados las principales causas de los desastres provienen de la forma en que los países, regiones o comunidades se han desarrollado a lo largo de su historia, incluyendo no sólo los aspectos materiales sino también la forma en que la sociedad se ha relacionado con su ambiente, y la utilización que ha hecho de sus recursos naturales (Mansilla *et al*., 1996). Por esto, es importante estudiar la probabilidad de que el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales que se pretende llevar a cabo en el proyecto tenga alguna afectación en el amortiguamiento de los fenómenos climatológicos.

Figura IV. 182. Desastres naturales: Peligros y riesgos asociados



Para poder estimar el amortiguamiento de los impactos de los fenómenos naturales (Geológico, Hidrometeorológico y Químico-Tecnológico) que ofrecen los recursos forestales, es necesario llevar a cabo una revisión bibliográfica para la zona sobre cada uno de los fenómenos antes definidos.

Actualmente, la vegetación del sitio de estudio no presenta amortiguamiento a fenómenos geológicos o químico-tecnológicos, debido a que no se han registrado afectaciones en la zona por este tipo de agentes. Los únicos fenómenos reconocidos en esta zona son los hidrometeorológicos, particularmente, por la presencia de huracanes y tormentas tropicales.

IV.3.3.1. Amortiguamiento de los fenómenos hidrometeorológicos

Un aspecto relevante de la vegetación costera es el servicio ecosistémico que presta como barrera de protección ante la acción nociva de vientos y mareas. Si no se destruye, esta comunidad vegetal permite que la línea de costa tenga una menor dinámica, brindando protección a las construcciones en caso de tormentas tropicales y huracanes.

La prestación de estos servicios depende de la integridad ecológica de la cobertura vegetal. La evidencia científica indica que la fragmentación del hábitat conlleva una reducción considerable de los servicios ecosistémicos, debido a que la fragmentación de parches restringe la diversidad de funciones del ecosistema. En un contexto de urbanización acelerada y aumento de actividades humanas, parches previamente contiguos y homogéneos tienden a transformarse en mosaicos complejos, heterogéneos y aislados (Li *et al*. 2024). Esta condición es consistente con lo observado en el predio del proyecto, donde la vegetación se presenta fragmentada; como resultado, se espera una disminución significativa en la capacidad del sistema para mantener procesos ecológicos que sostienen los servicios ecosistémicos de regulación y protección. La eficacia de la vegetación como elemento de amortiguamiento ante vientos extremos (potenciales efectos de huracanes) varía de acuerdo con la composición de especies y la estructura de la selva (Schwartz, 2017). Para el caso específico del arbolado presente en el predio, se ha observado que una proporción importante de los individuos más desarrollados se encuentra afectada por termitas, condición que puede reducir su resiliencia ante eventos de viento intenso y, con el tiempo, comprometer su capacidad de brindar servicios ecosistémicos de protección frente a fenómenos meteorológicos extremos.

En contraste con el predio, donde los servicios ecosistémicos están comprometidos por la fragmentación, a nivel de Área de Influencia se registra la presencia de tres especies de manglar, particularmente dentro del Área Natural Protegida Parque Estatal “Estero El Salado”. Los manglares son reconocidos por su función como franja protectora: poseen la capacidad de absorber y disipar la fuerza de las olas y corrientes, disminuyendo la erosión (Cruz-Portorreal *et al*. 2013). Además, constituyen ecosistemas de alta relevancia por la gran cantidad de servicios ambientales que proporcionan, tales como control de erosión, provisión de hábitat para especies de importancia pesquera, purificación del agua, fuentes renovables de madera y valor estético-recreativo que favorece actividades como el ecoturismo (CONANP, 2020). A estos se suman servicios de regulación hidrológica altamente importantes: contribuyen a la infiltración y recarga al favorecer la retención de agua y la reducción de escorrentía, apoyan procesos de filtración y limpieza mediante la retención de sedimentos y el atrapamiento de contaminantes y funcionan como reservorios de biodiversidad al mantener condiciones críticas para especies residentes y migratorias. En conjunto, la presencia del manglar en el área de influencia refuerza la importancia regional de los servicios ecosistémicos asociados a ecosistemas costeros, particularmente en términos de protección, regulación hidrológica y conservación de biodiversidad.

Considerando lo anterior, el proyecto plantea la implementación de medidas de compensación orientadas a contrarrestar la pérdida de servicios ambientales derivada de la ejecución de las obras de cambio de uso de suelo. Entre las medidas propuestas destaca el Programa de reforestación del Estero El Salado, el cual identifica 12 polígonos aptos para reforestar, con una superficie total de 1.4175 ha. Esta reforestación de manglar favorece funciones de protección al actuar como franja amortiguadora capaz de absorber y disipar energía de oleaje y corrientes, reduciendo procesos de erosión (Cruz-Portorreal *et al*. 2013).

La reforestación fortalecerá al ecosistema de manglar, el cual presenta la vegetación mejor conservada en el área de influencia. El área del proyecto, por su limitada extensión territorial, el estado de la vegetación y la fragmentación a la que ha sido expuesta por el desarrollo urbano, presenta una baja capacidad de amortiguar los efectos de los fenómenos hidrometeorológicos, sin embargo, la vegetación presente en el Estero El Salado tiene la capacidad de proporcionar el servicio de protección de manera regional, por lo que favorecer su conservación con el tiempo por medio de la compensación propuesta representa una mejora en este servicio incluso tras la implementación del proyecto.

IV.3.4. MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA

Uno de los factores de mayor impacto en los ecosistemas vegetales ha sido la deforestación que sucede de las actividades productivas del desarrollo socioeconómico sin la aplicación de compensaciones ambientales. La remoción de la vegetación natural en grandes cantidades tiene un impacto sobre la proporción de calor latente y sensible de la radiación solar incidente en una determinada zona (Goel y Norman, 1992). Esta modificación del equilibrio energético propicia cambios en el microclima local y regional los cuales, a su vez, impactan procesos a nivel de superficie, generando problemas de desertificación, perdida de nutrientes en el suelo, alteraciones a los ciclos de producción biológica y cambios en los procesos hidrológicos a nivel cuenca. Goel y Norman (1992) sugiere que la conversión de grandes extensiones de vegetación nativa tiene necesariamente un efecto sobre las tasas de evapotranspiración y la temperatura del suelo, ya que reducen la superficie de sombras.

Por otro lado, está comprobado que los bosques juegan un papel fundamental en el ciclo global del agua. Durante el día, los árboles evaporan grandes cantidades de agua proveniente del suelo a la atmosfera, promoviendo un clima más fresco y húmedo. La pérdida de la vegetación contribuye a la perdida de equilibrio de este proceso que puede llevar a cambios en los patrones de lluvia en la zona y al aumento de temperatura (Postnote, 2009). Un ejemplo de esto es la Región de La Plata en Argentina, en donde su producción agrícola depende de la lluvia que es acarreada desde el Amazonas (Postnote, 2009).

Para poder estimar los cambios en el régimen de lluvia o la diferencia en la temperatura media que se ocasionará por la pérdida de la vegetación sería necesario llevar a cabo un estudio puntual, con datos mensuales, durante un periodo de tiempo largo. Sin embargo, considerando que el uso de suelo corresponde a vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia y se encuentra rodeada por la ciudad de Puerto Vallarta, no se espera que el desarrollo pueda tener repercusiones evidentes en materia de regulación climática.

IV.3.5. PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

La biodiversidad, en un sentido amplio, es un término compuesto por múltiples variables, que incluye el número, abundancia, composición y distribución espacial de las especies, entre otros elementos (Díaz *et al*., 2006). Por esta razón, la metodología para lograr identificar el servicio que presta un sistema dado como protección a la biodiversidad, demanda que los datos obtenidos sean recopilados de forma eficiente y que la metodología de su análisis refleje de la forma más precisa posible el comportamiento del sistema.

Para lograr este objetivo, con base en las descripciones del medio biótico del área del proyecto y el sistema ambiental regional, se realizaron comparaciones entre los valores de diversidad de las especies de ambos sitios. Se utilizó como modelo la prueba t de Hutchenson, la cual es una modificación a la prueba “t” convencional que sirve para valorar la significancia entre dos valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener (Magurran, 2004). Además, se realizó un análisis comparativo de especies entre el área del proyecto y el SAR, así como sus índices de valor de importancia, con la finalidad de establecer las diferencias y similitudes en la composición de especies y su representatividad para ambos sitios.

IV.3.5.1. Diversidad de especies en el área del proyecto y el Sistema Ambiental Regional

Como se menciona en el apartado de la caracterización de la vegetación del predio, en este se distribuye “vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia”. En contraste, en el Sistema Ambiental Regional se distribuyen 3 tipos de vegetación: la selva baja caducifolia, la selva mediana subcaducifolia y la vegetación de manglar. De estos, dos se presentan como vegetación secundaria (vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia y vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia).

Se infiere que muestrear todos los tipos de vegetación del Sistema Ambiental Regional resultaría en que el Sistema Ambiental Regional sea mucho más diverso que el predio; por ejemplo, las especies de mangle presentes en el SAR están ausentes en el predio. Por esa razón, los muestreos que se realizaron en el Sistema Ambiental Regional se enfocaron en la misma vegetación que se distribuye en el predio, para permitir una comparación más directa sobre el estado de conservación.

IV.3.5.2 Comparación de los resultados entre el predio y el Sistema Ambiental Regional

IV.3.5.2.1. Vegetación

El objetivo de la comparación entre los muestreos del predio (proyecto) y los realizados en el Sistema Ambiental Regional (SAR) es determinar las diferencias o similitudes entre ambos sitios. Este análisis comparativo busca sustentar que el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) en el predio no comprometerá la diversidad y riqueza del SAR. Para mayor claridad y para facilitar la interpretación de los resultados, las comparaciones se estructuran y se presentan por estrato:

- **Arbóreo** (censo para el predio, muestreo para el SAR)
- **Arbustivo** (muestreo para ambos sitios)
- **Herbáceo** (muestreo para ambos sitios)

Para explicar la presencia, ausencia o especies compartidas entre sitios, la información se presenta a manera de tabla. En esta tabla se incluyen las especies junto con su Índice de Valor de Importancia (IVI), pero solamente para los estratos arbóreo y herbáceo. Para el estrato arbustivo se utilizaron conteo de individuos en lugar del cálculo completo del IVI, ya que en el predio solo se registraron dos individuos de este estrato. Esta metodología se utilizó con el propósito de destacar la representatividad de las especies en cada ubicación comparada (el predio y el Sistema Ambiental Regional). Se tienen tres escenarios que se explican a continuación:

- **Aquellas registradas exclusivamente en el Sistema Ambiental Regional**
- **Aquellas registradas exclusivamente en el predio**
- **Aquellas registradas en ambos sitios**

Se ha utilizado un esquema de colores para diferenciar claramente entre los grupos exclusivos y compartidos, de la siguiente manera:

Tabla IV. 107. Colores para identificar especies exclusivas o compartidas

	Sólo en sistema ambiental regional
	Sólo en predio
	Ambos sitios

Para respaldar este objetivo, se aplicó adicionalmente la prueba t de Hutcheson (Magurran 1988; Babini 2015). Este análisis realiza comparaciones pareadas para confirmar la existencia de diferencias significativas, utilizando la diversidad de Shannon como parámetro de evaluación. Si no se encuentran diferencias significativas, se puede inferir que la diversidad entre los sitios comparados es semejante. Por último, complementando el análisis comparativo, se incorpora la distribución de las especies registradas solamente en el predio, con el propósito de demostrar que estas especies presentan rangos geográficos amplios y no están restringidas únicamente al predio.

Para respaldar este objetivo, se aplicó adicionalmente la prueba t de Hutcheson (Magurran 1988; Babini 2015. Este análisis realiza comparaciones pareadas para confirmar la existencia de diferencias significativas, utilizando la diversidad de Shannon como parámetro

de evaluación. Si no se encuentran diferencias significativas, se puede inferir que la diversidad entre los sitios comparados es semejante.

Por último, complementando el análisis comparativo, se incorpora la distribución de las especies registradas solamente en el predio, con el propósito de demostrar que estas especies presentan rangos geográficos amplios y no están restringidas únicamente a este sitio.

Comparación del Estrato arbóreo

Diferencia en la composición de especies. En total se registraron ***55 especies***, tomando como referencia las especies registradas tanto los muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional (SAR) como el censo en el terreno del proyecto "***Alisia***".

Para el área del proyecto, se identificaron 8 especies que solo se encontraron en este censo, las cuales son: *Pithecellobium lanceolatum*, *Pithecellobium dulce*, *Ficus crocata*, *Gliricidia sepium*, *Simarouba amara*, además de especies con contexto particular como *Psidium guajava* (especie más común en cultivo), *Cassia fistula* (especie exótica) y *Citrus* x *latifolia* (híbrido, sin registro en la naturaleza), estas 4 ultimas especies pueden encontrarse alrededor de la zona urbana de Puerto Vallarta según lo reportado en el libro de "***Árboles de Puerto Vallarta***" de la Universidad de Guadalajara.

Por otro lado, se registraron **6 especies** reportadas tanto en el censo del predio como en los muestreos del SAR; *Bursera simaruba*, *Ficus pertusa*, *Guazuma ulmifolia*, *Leucaena leucocephala, Tabebuia rosea* y *Vachellia macracantha*. Finalmente, durante los muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional, se identificaron una mayor cantidad de especies, con un total de **41 especies** arbóreas.

Tabla IV. 108. Estrato arbóreo. Comparación de IVI

Especie	Predio	SAR
Apoplanesia paniculata		0.298
Attalea cohune		19.315
Bauhinia divaricata		1.480
Bixa orellana		0.623
Brosimum alicastrum		5.993
Bursera excelsa		0.836
Bursera instabilis		0.355
Bursera simaruba	22.228	15.245
Byrsonima crassifolia		0.404
Calophyllum brasiliense		2.466

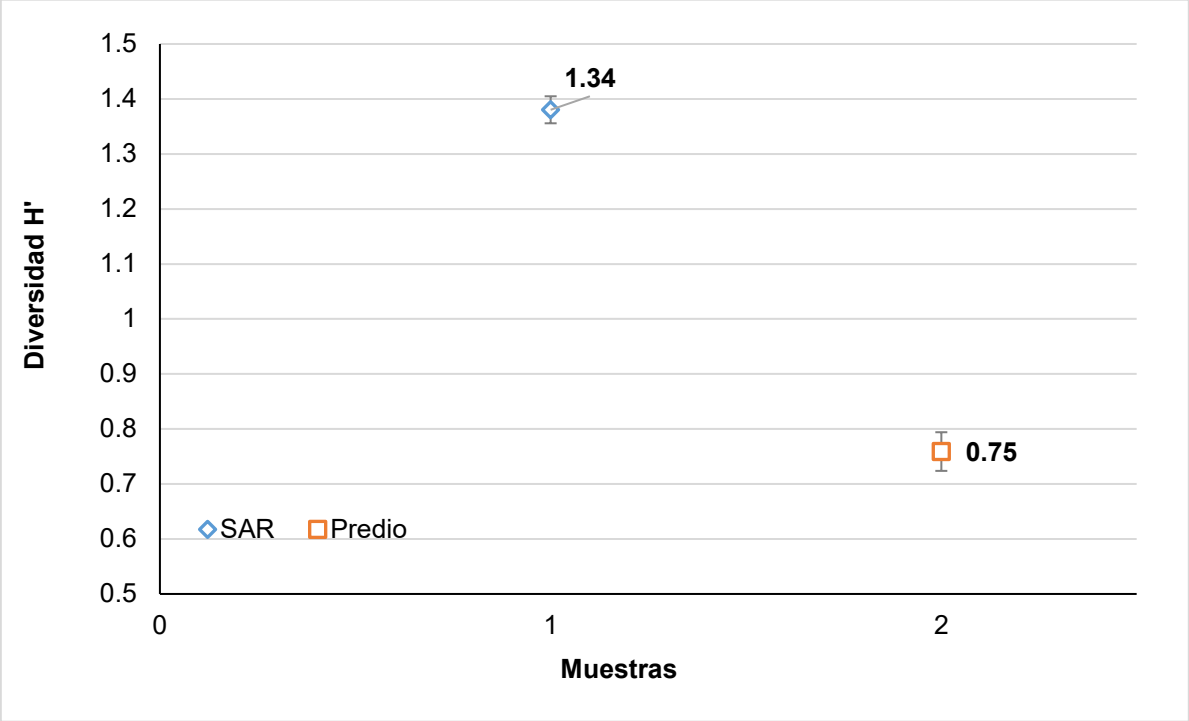
Especie	Predio	SAR
Cascabela ovata		0.388
Casearia corymbosa		4.018
Cassia fistula	0.886	
Cecropia obtusifolia		1.452
Ceiba aesculifolia		1.057
Cenostigma eriostachys		0.729
Citrus x *latifolia*	0.477	
Cnidoscolus tepiquensis		4.104
Cochlospermum vitifolium		1.313
Cupania dentata		1.329

Especie	Predio	SAR
Cymbopetalum hintonii		1.048
Enterolobium cyclocarpum		0.316
Ficus aurea		1.168
Ficus cotinifolia		4.132
Ficus crocata	6.751	
Ficus insipida		3.577
Ficus obtusifolia		1.620
Ficus pertusa	4.278	0.814
Gliricidia sepium	0.583	
Guazuma ulmifolia	5.133	2.114
Gyrocarpus jatrophifolius		0.352
Hamelia xorullensis		0.306
Handroanthus chrysanthus		1.054
Heliocarpus terebinthinaceus		0.941
Hymenaea courbaril		3.560
Inga vera		0.433
Leucaena leucocephala	16.967	0.419
Lysiloma divaricatum		0.318

Especie	Predio	SAR
Miconia xalapensis		1.910
Morus celtidifolia		0.347
Myrcianthes fragrans		0.593
Nectandra hihua		0.337
Pithecellobium dulce	37.081	
Pithecellobium lanceolatum	0.458	
Pseudobombax ellipticum		4.011
Psidium guajava	0.500	
Psidium oligospermum		0.535
Randia aculeata		1.129
Senna atomaria		1.540
Simarouba amara	1.320	
Spondias mombin		0.296
Tabebuia rosea	0.440	0.424
Tilia americana		1.382
Vachellia hindsii		3.429
Vachellia macracantha	2.896	0.488

Diferencia en la diversidad de Shannon. Los resultados de la prueba t de Hutcheson permitieron determinar que existe una diferencia significativa en el estrato arbóreo entre los dos sitios de muestreo (el área del proyecto y el Sistema Ambiental Regional), los resultados del estadístico t se sustentan con un valor de $p < 0.05$. Esta diferencia se atribuye a que en el área del proyecto se registró un número menor de especies arbóreas, con un total de 15, de las cuales solo 6 fueron compartidas con el Sistema Ambiental Regional. Adicionalmente, esta diferencia también se debe a que la vegetación presente en el terreno del proyecto no tiene una conexión continua con la vegetación que se encuentra en el Sistema Ambiental Regional. Otro factor que contribuye a esta diferencia es que la superficie del terreno del proyecto es menor en comparación con el SAR.

Figura IV. 183. Estrato arbóreo. Comparación de diversidad (H') con t de Hutcheson



Especies en riesgo. En el censo del predio no se registraron especies bajo alguna categoría de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Especies en riesgo del Sistema Ambiental Regional. En el listado potencial del Sistema Ambiental Regional (SAR) se identificaron 7 especies (pertenecientes al estrato arbóreo) bajo alguna categoría de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. Mientras que, en los muestreos del SAR, para este estrato específico se identificaron 2 especies: la primera es *Attalea cohune*, la cual se encuentra en la categoría de "sujeta a protección especial (Pr)", y la segunda especie reportada es *Calophyllum brasiliense*, clasificada en la categoría de "Amenazada (A)".

Tabla IV. 109. Estrato arbóreo. Especies en la NOM-059SEMARNAT-2010

Familia	Especie	FB	NOM-059	
Acanthaceae	*Avicennia germinans*	A/AR	A	Listado potencial
Actinidaceae	*Saurauia serrata*	A	Pr	Listado potencial
Arecaceae	*Attalea cohune*	A	Pr	Listado potencial/SAR
Burseraceae	*Bursera arborea*	A	A	Listado potencial
Calophyllaceae	*Calophyllum brasiliense*	A	A	SAR
Combretaceae	*Conocarpus erectus*	A/AR	A	Listado potencial
	Laguncularia racemosa	A/AR	A	Listado potencial
Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	A/AR	A	Listado potencial

Comparación del Estrato arbustivo

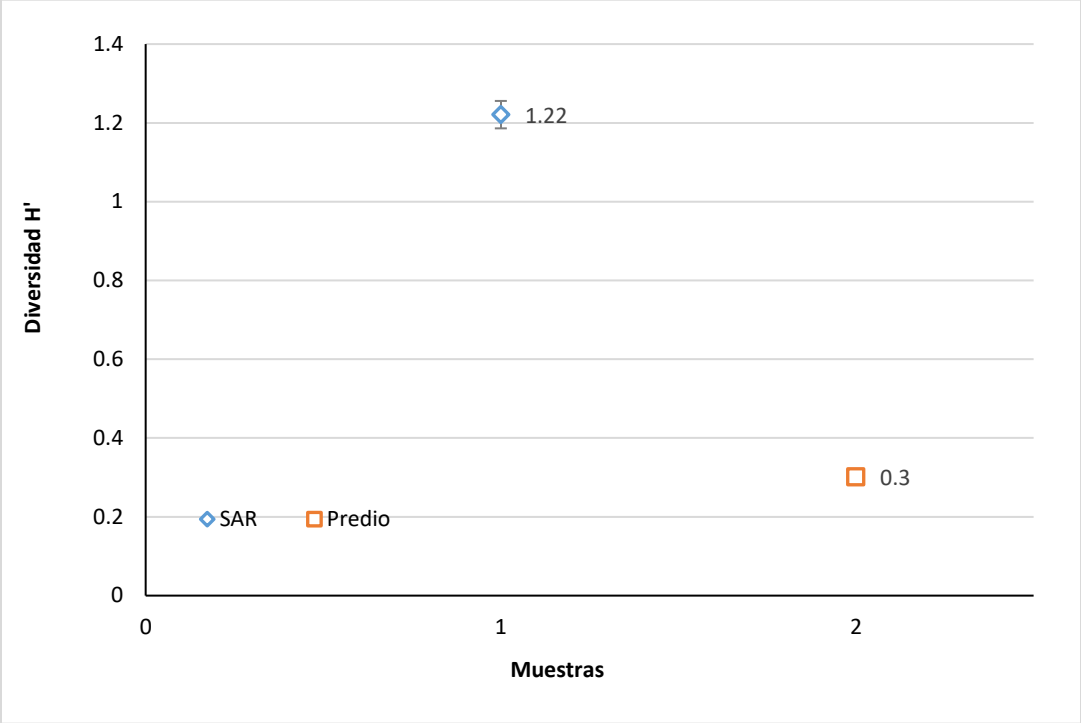
Diferencia en la composición de especies. En total se registraron ***23 especies***, tomando como referencia las especies registradas tanto los muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional (SAR) como en los muestreos en el terreno del proyecto "***Alisia***". Para el área del proyecto, se identificaron 2 especies que solo se encontraron en estos muestreos, las cuales son: *Morisonia flexuosa* y *Chrysalidocarpus lutescens*. Por otro lado, no se registraron especies compartidas. Finalmente, el grupo más numeroso se registró solo para los muestreos del SAR, con un total de 21 especies

Tabla IV. 110. Estrato arbustivo

Especie	Predio	SAR
Aphelandra madrensis		1
Ayenia aculeata		4
Bixa orellana		1
Bromelia karatas		2
Bromelia pinguin		4
Caesalpinia pulcherrima		1
Calliandra houstoniana var. *anomala*		4
Chamaedorea pochutlensis		1
Chrysalidocarpus lutescens	1	
Comocladia engleriana		4
Croton suberosus		6
Cryosophila nana		2
Hamelia xorullensis		1
Inga laurina		1
Lysiloma divaricatum		1
Miconia chamissois		4
Miconia crenata		6
Morisonia flexuosa	1	
Piper aduncum		9
Piper michelianum		3
Randia malacocarpa		1
Rhipidocladum racemiflorum		4
Trema micranthum		3

Diferencia en la diversidad de Shannon. Para este estrato el presente análisis fue solo exploratorio, ya que no se tienen los suficientes individuos (muestreos en el predio), para realizar el análisis de Shannon o la comparativa de la t de Hutcheson. A partir de la prueba t de Hutcheson, se obtuvo que, si existen diferencias estadísticamente significativas en el estrato arbóreo entre el predio y el sistema ambiental regional, la prueba estadística está respaldada con una p menor que 0.05. Este resultado se atribuye a que el área del predio se registraron solamente dos especies. Por otro lado, en el sistema ambiental regional presenta una mayor heterogeneidad en la dominancia de las especies arbóreas como se observa en la tabla anterior.

Figura IV. 184. Estrato arbustivo. Comparación de diversidad (H') con t de Hutcheson



Especies en riesgo. En los muestreos del predio no se registraron especies dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Especies en riesgo del Sistema Ambiental Regional. En el listado potencial del Sistema Ambiental Regional (SAR) se identificaron 5 especies (pertenecientes al estrato arbóreo) bajo alguna categoría de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. Mientras que, en los muestreos del SAR, para este estrato específico se identificaron 2 especies: la primera es *Chamaedorea pochutlensis*, y la segunda especie reportada es *Cryosophila nana*, ambas clasificadas en la categoría de "Amenazada (A)".

Tabla IV. 111. Estrato arbustivo. Especies en la NOM-059SEMARNAT-2010

Familia	Especie	FB	NOM-059	
Arecaceae	*Cryosophila nana*	Ar	A	Listado potencial/SAR
	Chamaedorea pochutlensis	Ar	A	Listado potencial/SAR
Zamiaceae	*Dioon tomasellii*	Ar	P	Listado potencial
	Zamia furfuracea	Ar	P	Listado potencial
	Zamia paucijuga	Ar	Pr	Listado potencial

Comparación del Estrato herbáceo

Diferencia en la composición de especies. En total se registraron **37 especies**, tomando como referencia las especies registradas tanto los muestreos realizados en el Sistema

Ambiental Regional (SAR) como de los muestreos realizados el terreno del proyecto "**Alisia**".

Para el área del proyecto, se identificaron 8 especies que solo se encontraron en este censo, las cuales son: *Anoda cristata*, *Cymbopogon citratus* (especie exótica), *Euphorbia dioeca, Euploca procumbens, Paspalum paniculatum, Rivina humilis, Ruellia blechum* y *Serjania trifoliolata.*

Por otro lado, se registra solo 1 especie tanto en los muestreos del predio como en los muestreos del SAR; *Lasiacis divaricata*. Finalmente, el grupo más numeroso se registró solo para los muestreos del SAR, con un total de 28 especies.

Tabla IV. 112. Estrato herbáceo. Comparación de IVI

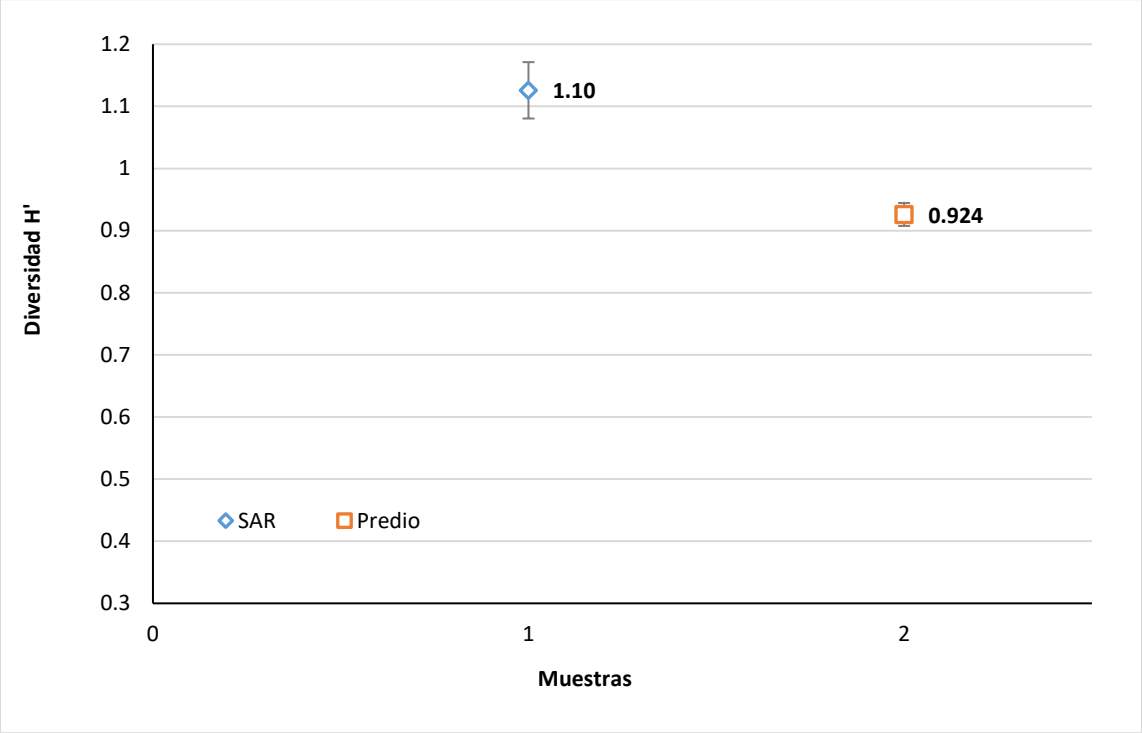
Especie	Predio	SAR
Achimenes longiflora		1.279
Adiantum amplum		3.458
Adiantum concinnum		12.630
Anoda cristata	8.966	
Antigonon leptopus		1.203
Aristolochia carterae		1.517
Aristolochia taliscana		1.485
Begonia plebeja		2.168
Bouvardia ternifolia		1.128
Cnidoscolus spinosus		2.374
Commelina erecta		2.027
Commelina obliqua		1.084
Cosmos sulphureus		1.593
Cymbopogon citratus	22.135	
Drymonia serrulata		0.889
Dyschoriste hirsutissima		1.712
Elytraria imbricata		0.889
Entada polystachya		1.203
Euphorbia dioeca	4.918	

Especie	Predio	SAR
Euploca procumbens	5.493	
Grona adscendens		2.353
Henrya insularis		4.248
Ipomoea bracteata		2.840
Lasiacis divaricata	12.693	26.383
Mimosa diplotricha		2.591
Olyra latifolia		0.889
Oplismenus burmanni		3.317
Paspalum paniculatum	11.067	
Rivina humilis	8.013	
Ruellia blechum	9.261	
Ruellia simplex		2.526
Salpianthus arenarius		1.875
Selaginella pallescens		4.055
Serjania emarginata		5.107
Serjania trifoliolata	17.455	
Spermacoce verticillata		2.460
Xanthosoma robustum		4.717

Diferencia en la diversidad de Shannon. A partir de la prueba t de Hutcheson, se obtuvo que, si existen diferencias estadísticamente significativas en el estrato arbóreo entre el predio y el sistema ambiental regional, la prueba estadística está respaldada con una p menor que 0.05. Este resultado se atribuye a que el área del predio se registraron un menor número de especies. Por otro lado, en el sistema ambiental regional presenta una mayor

heterogeneidad en la dominancia de las especies arbóreas como se observa en la tabla anterior.

Figura IV. 185. Estrato herbáceo. Comparación de diversidad (H') con t de Hutcheson



Especies en riesgo. En ese estrato no se registraron especies dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, ni para el predio y tampoco para el Sistema Ambiental Regional.

Distribución de las especies reportadas solo para el predio. En el desarrollo de este apartado, se señala la presencia de especies que solo se registraron en el predio. Sin embargo, es importante destacar que la distribución de estas especies no se restringe al área del proyecto, ya que no son endémicas de esta región específica. Existen registros de su presencia en otras áreas del Sistema Ambiental Regional e incluso en otros estados de México y/o países.

Adicionalmente, estas especies que solo se identificaron en los muestreos del predio y censo no se encuentran bajo ninguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y varias de ellas son consideradas exóticas para el Municipio de Puerto Vallarta.

Se puede concluir que su ausencia en los muestreos del Sistema Ambiental Regional (SAR) se debe probablemente a que no fueron detectadas durante el proceso de muestreo, y no necesariamente a problemas de conservación o a que sean especies que solo viven en áreas muy pequeñas.

En los tres estratos muestreados (***censo en el estrato arbóreo***) en la vegetación secundaria arbórea de la selva mediana subcaducifolia, se han identificado un total de 18 especies que solo se identificaron en los muestreos y censo del predio. Estas especies están distribuidas de la siguiente manera:

- Ocho pertenecen al estrato arbóreo
- Dos al estrato arbustivo
- Ocho al estrato herbáceo

Tabla IV. 113. Distribución de las especies registradas solamente en los muestreos y el censo en predio

Especie	Distribución en México	Distribución en otros países
Estrato arbóreo		
Ficus crocata	AGS, BC, BCS, CAM., CHIS, CHIH, CDMX, COAH, COL, DGO, GTO, GRO, HGO, JAL, MÉX, MICH, MOR, NAY, NL, OAX, PUE, QRO, Q. ROO, SLP, SIN, SON, TAB, TAMPS, TLAX, VER, YUC, ZAC.	Belice, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guayana Francesa, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Nicaragua, Panamá, Perú, Surinam, Trinidad y Tobago y Venezuela.
Gliricidia sepium	AGS, BC, BCS, CAMP, COAH, COL, CHIH, DGO, GTO, GRO, HGO, SIN, SON, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, NL, OAX, PUE, QRO, Q.ROO, SLP, TAB, TAMPS, TLAX, VER, YUC Y ZAC	Belice, Brasil, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá.
Pithecellobium dulce	AGS, BC, BCS, CAM., CHIS, CHIH, CDMX, COAH, COL, DGO, GTO, GRO, HGO, JAL, MÉX, MICH, MOR, NAY, NL, OAX, PUE, QRO, Q. ROO, SLP, SIN, SON, TAB, TAMPS, TLAX, VER, YUC, ZAC.	Belice, Colombia, El Salvador, Guatemala, Guyana, Honduras, Nicaragua, Panamá, Perú y Venezuela.
Pithecellobium lanceolatum	AGS, CAMP, COAH, COL, CHIH, DGO, GTO, GRO, HGO, JAL, MICH, MOR, NAY, NL, OAX, Q.ROO, SLP, TAB, TAMPS, VER, YUC Y ZAC.	Belice, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala y Honduras
Psidium guajava	Naturalizada	Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú y Venezuela.
Simarouba amara	CAMP, COL, GRO, HGO, JAL, MICH, MOR, NAY, OAX, PUE, QRO, Q.ROO, TAB, VER y YUC.	Belice, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guyana francesa, Guatemala, Guyana, Honduras, Nicaragua, Panamá, Perú, Surinam, Trinidad-Tobago y Venezuela.
Cassia fistula	Introducida	India, Sri Lanka.
Citrus x latifolia	Hibrido	Hibrido
Estrato arbustivo		
Chrysalidocarpus lutescens	Introducida	Madagascar
Morisonia flexuosa	AGS, CAMP, COAH, COL, DGO, GTO, GRO, HGO, SIN, SON, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, OAX, PUE, QRO, Q.ROO, SLP, TAMPS, TLAX, VER, YUC y ZAC.	Argentina, Aruba, Bahamas, Belice, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Republica Dominicana, Ecuador, El Salvador, Estados unidos, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica,

Especie	Distribución en México	Distribución en otros países
		Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Puerto Rico, Trinidad-Tobago y Venezuela.
Estrato herbáceo		
Cymbopogon citratus	Introducida	India
Euphorbia dioeca	AGS, BC, BCS, CAMP, COL, GRO, HGO, SIN, SON, JAL, MEX, MICH, NAY, OAX, QRO, Q.ROO, TAB, VER y YUC.	Aruba, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Republica Dominicana, Ecuador, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Nicaragua, Panamá, Trinidad-Tobago y Venezuela.
Euploca procumbens	AGS, BC, BCS, CAMP, COAH, COL, CHIH, DGO, GTO, GRO, HGO, SIN, SON, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, NL, OAX, PUE, QRO, Q.ROO, SLP, TAB, TAMPS, TLAX, VER, YUC y ZAC.	Argentina, Estados Unidos, Bahamas, Belice, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Republica Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Puerto Rico, Trinidad-Tobago, Uruguay y Venezuela.
Anoda cristata	AGS, BC, BCS, CAM., CHIS, CHIH, CDMX, COAH, COL, DGO, GTO, GRO, HGO, JAL, MÉX, MICH, MOR, NAY, NL, OAX, PUE, QRO, Q. ROO, SLP, SIN, SON, TAB, TAMPS, TLAX, VER, YUC, ZAC.	Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos de América, Guatemala, Honduras, Jamaica, Nicaragua, Panamá, Perú, Puerto Rico, Uruguay y Venezuela.
Rivina humilis	AGS, BC, BCS, CAM., CHIS, CHIH, CDMX, COAH, COL, DGO, GTO, GRO, HGO, JAL, MÉX, MICH, MOR, NAY, NL, OAX, PUE, QRO, Q. ROO, SLP, SIN, SON, TAB, TAMPS, TLAX, VER, YUC, ZAC.	Argentina, Aruba, Bahamas, Belice, Bolivia, Brasil Norte, Brasil, Estados Unidos de América, Islas Caimán, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, El Salvador, Guayana Francesa, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, Islas de Sotavento, Antillas Neerlandesas, Nicaragua, Oklahoma, Panamá, Paraguay, Perú, Puerto Rico, Suroeste del Caribe, Surinam, Trinidad y Tobago, Islas Turcas y Caicos, Uruguay y Venezuela.
Ruellia blechum	AGS, BC, BCS, CAM., CHIS, CHIH, CDMX, COAH, COL, DGO, GTO, GRO, HGO, JAL, MÉX, MICH, MOR, NAY, NL, OAX, PUE, QRO, Q. ROO, SLP, SIN, SON, TAB, TAMPS, TLAX, VER, YUC, ZAC.	Bahamas, Belice, Bolivia, Islas Caimán, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guayana Francesa, Galápagos, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, Islas Sotavento, Nicaragua, Panamá, Perú, Puerto Rico, Surinam, Trinidad-Tobago y Venezuela.

Especie	Distribución en México	Distribución en otros países
Paspalum paniculatum	AGS, BC, BCS, CAMP, COAH, COL, CHIH, DGO, GTO, GRO, HGO, SIN, SON, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, NL, OAX, PUE, QRO, Q.ROO, SLP, TAB, TAMPS, TLAX, VER, YUC y ZAC	Argentina, Bahamas, Belice, Bermudas, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guayana Francesa, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Puerto Rico, Surinam, Trinidad-Tobago, Uruguay y Venezuela.
Serjania trifoliolata	AGS, CAMP, COL, DGO, GTO, GRO, HGO, SIN, SON, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, OAX, PUE, QRO, Q.ROO, SLP, TAMPS, TLAX, VER, YUC y ZAC	El Salvador, Honduras y Panamá

Distribución especies. Se incorpora un plano de la distribución de las especies arbóreas obtenidas de la plataforma Plants Of the World Offline (POWO). Esto proporciona una apreciación visual de la disposición espacial de estas plantas.

Las especies herbáceas muestran un dinamismo en el recambio de los nichos ocupados y tienen ciclos biológicos más rápidos que las especies de los estratos arbóreos y arbustivos. Esto les permite adaptarse a los cambios bruscos, como el cambio de uso del suelo. Por lo tanto, no se incluye un plano con su distribución geográfica específica, ya que no representan una preocupación crítica para los aspectos del estudio técnico justificativo. Por consiguiente, su mención se limitará a lo ya mencionado en la tabla anterior.

Distribución especies del estrato arbóreo

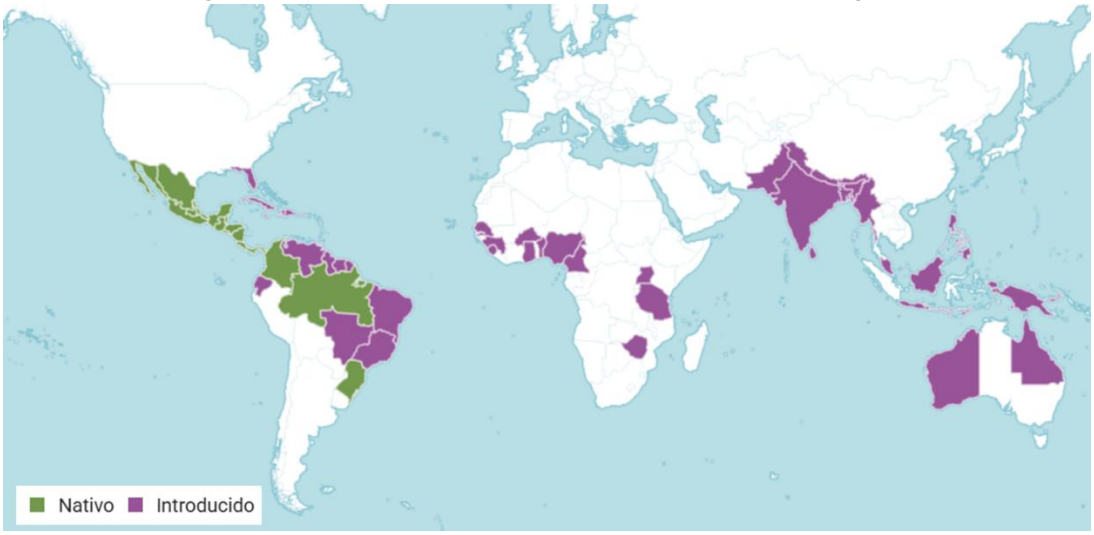
Figura IV. 186. Estrato arbóreo. Distribución de *Ficus crocata*



Ficus crocata. Árbol hemiepifítico o estrangulador, de (3-) 10-40 m. Corteza pardo-verdosa a pardo oscura, con exudado pardo pálido que al secarse se torna oscuro, escaso, denso. Yema foliar terminal de 7-25 mm de largo × 2-6.3 mm de ancho en la base, pardo oscura o negra, blanco pubescente al menos hacia la base o glabra. Lámina foliar de 4.5-24 (-30) × 3- 10.7 (-13) cm, 1.7-2.6 veces más larga que ancha, elíptica, estrecha a ampliamente elíptica y raramente estrechamente lanceolada, coriácea, base atenuada, cuneada, obtusa o truncada, ápice obtuso, redondeado, agudo o cortamente apiculado, haz glabro, envés glabro a ligeramente pubescente, con pelos blanquecinos. Siconos con pedúnculo de 2-27

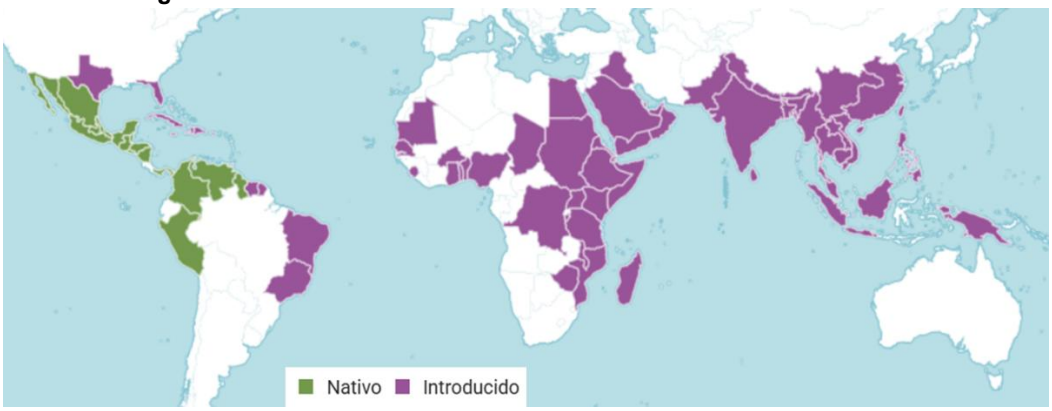
× 1-3 mm, rollizo a sulcado, pardo o negro al secar, glabro; brácteas basales conspicuas, de 2-4 × 3.3-6 mm, pardo oscuras o negras.

Figura IV. 187. Estrato arbóreo. Distribución de *Gliricidia sepium*



Gliricidia sepium. Árbol/Arbusto caducifolio, de 2 a 15 m (hasta 20) m de altura. Copa Copa irregular. Hojas compuestas, alternas, e imparipinnadas. La forma del árbol es variable, desde erecta y recta en algunas procedencias, hasta retorcida y muy ramificada, con tallos múltiples originados cerca de la base. Corteza escamosa a ligeramente fisurada, pardo amarillento a pardo grisácea. Las flores son rosadas y se agrupan en racimos densos de 10 a 20 cm de largo, situados en las axilas de las hojas caídas. Cada racimo tiene de 15 a 50 flores zigomorfas, de 2 a 3 cm de largo, dulcemente perfumadas. Corola en forma de mariposa. Fruto. Vainas lineares y dehiscentes a lo largo de 2 suturas, aplanadas, de 10 a 20 cm de largo y 1 a 3 cm de ancho, agudas, péndulas, con nervadura fina, verde limón o pardo claras cuando nuevas y oscuras al madurar.

Figura IV. 188. Estrato arbóreo. Distribución de *Pithecellobium dulce*



Pithecellobium dulce. Árbol o arbusto, espinoso, perennifolio, de 15 a 20 m de altura, con ramas provistas de espinas. Copa piramidal o alargada, ancha y extendida (diámetro de 30 m), muy frondosa. Hojas en espiral, aglomeradas, bipinnadas, de 2 a 7 cm de largo, con un par de folíolos primarios, cada uno con un par de folíolos secundarios sésiles. Tronco derecho. Corteza lisa o ligeramente fisurada, gris plomiza a gris morena con bandas horizontales protuberantes y lenticelas pálidas en líneas longitudinales. Inflorescencias axilares de 5 a 30 cm de largo, panículas péndulas de cabezuelas tomentosas, cada cabezuela sobre una rama de 2 a 5 mm; cabezuelas de 1 a 1.5 cm de diámetro; flores pequeñas ligeramente perfumadas, actinomórficas, blanco-cremosas o verdes. Fruto. Vainas delgadas de hasta 20 cm largo por 10 a 15 mm de ancho, enroscadas, tomentosas, péndulas, rojizas o rosadas, constreñidas entre las semillas y dehiscentes. Se abren por ambos lados para liberar numerosas semillas.

Figura IV. 189. Estrato arbóreo. Distribución de *Pithecellobium lanceolatum*



Pithecellobium lanceolatum. Árbol o arbusto, espinoso, perennifolio, de 15 a 25 m de altura, con ramas provistas de espinas. Hojas coriáceas, alternas, pinnadas, de entre 5 a 10 cm de largo y 2.0 a 3.5 cm de ancho. Tronco derecho. Corteza lisa o ligeramente fisurada, gris plomiza a gris morena con bandas horizontales protuberantes y lenticelas pálidas en líneas longitudinales. Presenta inflorescencias axilares, de 3 a 8 cm, hermafroditas, pequeñas, de color blanco con amarillo, se agrupan en espigas; cada flor o cabezuela midede0.6a1.0cmde largo y 1.0 mm de diámetro. Fruto. Vainas de color verde cuando jóvenes, miden entre 5 a20cmdelargoy1.5cm de ancho, en promedio; cuando

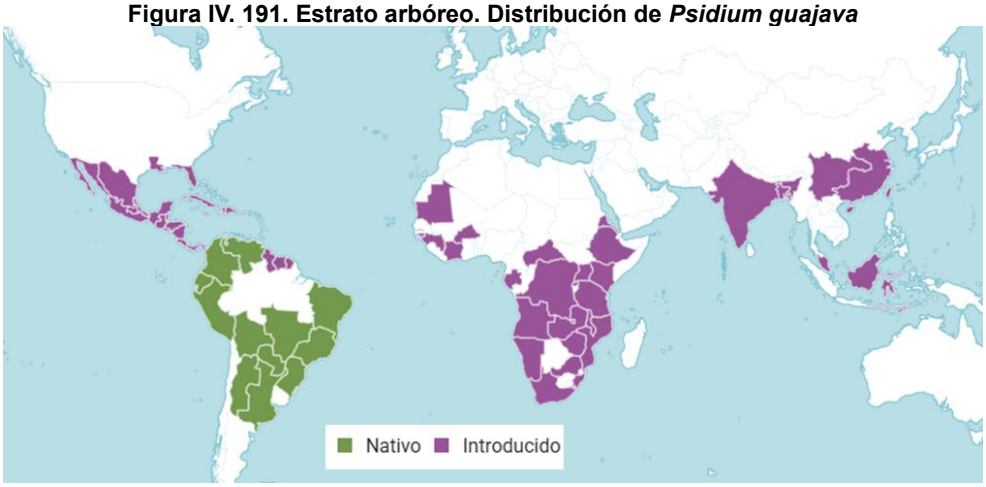
maduran se enrollan, se tornan un color verde a café, dehiscentes, dejando al descubierto las semillas.

Figura IV. 190. Estrato arbóreo. Distribución de *Simarouba amara*



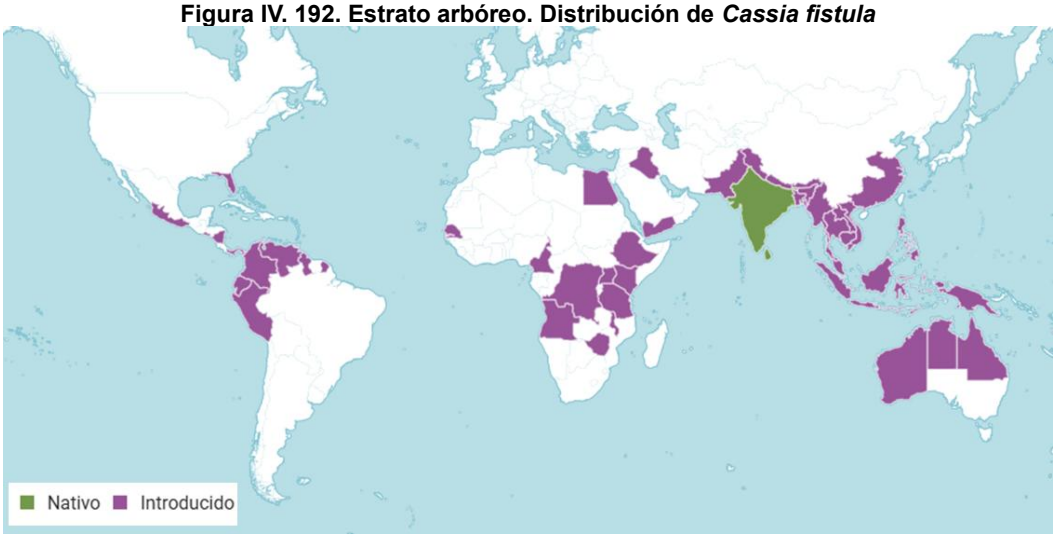
Simarouba amara. Árbol caducifolio, de 15 a 20 m (hasta 30 m) de altura. Copa irregular. Hojas alternas, pinnadas, de 10 a 40 cm de largo, incluyendo el pecíolo, compuestas por 8 a 16 folíolos de forma irregular, oblongos u oblanceolados. Corteza fisurada, pardo/amarillenta a moreno grisácea. Flores en panículas axilares y terminales laxas y amplias, de 20 a 30 cm de largo, glabras; flores actinomórficas, 8 a 9 mm de diámetro; cáliz verde, cupular; pétalos de color crema verdoso o crema amarillenta. Fruto. crema amarillenta, ligeramente angulosas, amarillo rojizas a rojas, muy astringentes cuando inmaduras, contienen una semilla.

Figura IV. 191. Estrato arbóreo. Distribución de *Psidium guajava*



Psidium guajava. Árbol o arbusto perennifolio o caducifolio, de 3 a 10 m (hasta 20 m) de altura. Copa irregular. Hojas decusadas simples; láminas de 3 a 13.5 cm de largo por 1.5 a 6 cm de ancho, oblanceoladas, oblongas o elípticas, margen entero; verde brillantes a verde parduscas. Tronco generalmente torcido y muy ramificado. Ramas gruesas, ascendentes y retorcidas. Corteza escamosa en piezas lisas, delgadas e irregulares, pardo rojizo, las escamas grisáceas. Flores solitarias o en cimas hasta de 8 cm, axilares; flores dulcemente perfumadas, actinomórficas; sépalos 4 a 5, verdes en el exterior y blancos en el interior; pétalos 4 a 5, blancos. Fruto. Bayas hasta de 8 cm de diámetro, globosas a ovoides, con el cáliz persistente en el ápice, carnosas, de color crema amarillento a rosado, de olor fragante y sabor agridulce.

Figura IV. 192. Estrato arbóreo. Distribución de *Cassia fistula*



Cassia fistula. Árbol de entre 10 a 15 m de altura y hasta 45 cm de diámetro, caducifolio, corteza lisa, gris o castaño rojiza, escamosa. Ramillas color verde oscuro, cubiertas de pelillos. Hojas grandes paripinadas, de 15 a 30 cm de largo. Flores color amarillo dorado, que forman racimos largos y colgantes. Vainas de 37.5 a 60 cm de longitud y 1.0 a 2.5 cm de diámetro, cilíndricas, negruzcas.

Citrus* x *latifolia. Al ser un hibrido no tiene distribución natural. Árbol frutal híbrido, de porte bajo (hasta 5 m), perenne, con hojas ovaladas de color verde brillante y flores blancas fragantes. Su fruto, conocido como lima persa o de Tahití, es una lima grande, sin semillas, con piel lisa y fina, que madura de verde a amarillo. Es más resistente al frío que otros limones, pero es sensible a las heladas y prefiere climas cálidos y subtropicales.

De las especies que solo se identificaron en el censo del arbolado, solamente *Pithecellobium lanceolatum* contribuyen de manera significativa a la estructura de la

vegetación secundaria arbórea de la selva mediana subcaducifolia en el predio. Es importante destacar que todas estas especies son especies muy comunes en México, como se puede observar en las figuras y tablas anteriores. Por lo tanto, el impacto negativo causado por el desarrollo del proyecto no afectará significativamente su distribución. Esta conclusión está respaldada por la distribución real de estas especies tanto dentro del Sistema Ambiental Regional como en el país en general.

Estrato arbustivo. La baja diversidad en este estrato se explica por el hecho de que el área del proyecto está cubierta principalmente por el estrato arbóreo, solo se observaron dos especies pertenecientes a este estrato, siendo una de ellas una especie exótica.

Figura IV. 193. Distribución de *Chrysalidocarpus lutescens*



Chrysalidocarpus lutescens. Es una palmera de crecimiento agrupado con múltiples troncos anillados, similares al bambú, que pueden alcanzar de 6 a 9 metros de altura. Sus hojas son pinnadas, arqueadas y de color verde amarillento, compuestas por 40 a 60 pares de foliolos lanceolados. Produce racimos de flores amarillas, seguidas de frutos ovoides que maduran de amarillo a negro.

Figura IV. 194. Distribución de *Morisonia flexuosa*



Morisonia flexuosa. Arbusto de 2-9 m de alto, completamente glabro. Ramas en sarmientos colgantes. Hojas esparcidas regularmente a lo largo de la rama, en apariencia dísticas, con una glándula axilar en forma de botón; estípulas nulas; pecíolo de 5-10 mm de largo, acanalado; lámina obovada, estrechamente oval o linear-lanceolada, de 3-9(-10) x 2-4(-5) cm, coriácea. Inflorescencias en racimos breves, subsésiles, terminales (3-7-floros) o subterminales axilares y 1-3-floros. Fruto cilíndrico, de 7-15(-26) x 1-2 cm, dehiscente; pulpa roja.

IV.3.5.2.2. Fauna

Con la finalidad de garantizar que los impactos ambientales que surjan como consecuencia del cambio de uso de suelo de terreno forestal no tendrán repercusiones significativas sobre la fauna que habita en el sitio del proyecto, se realizó una comparación de la fauna registrada en ambos sitios (SAR y predio), así como para los índices de diversidad de Shannon (H'). Dado que se tienen datos de ambas áreas en dos temporalidades diferentes (lluvia y secas/estiaje), las comparaciones se realizarán de la siguiente manera:

- Comparación 1: Datos de la Temporada de Seca/Estiaje entre el SAR y el Predio.
- Comparación 2: Datos de la Temporada de Lluvia entre el SAR y el Predio.

Para explicar la presencia, ausencia o especies compartidas entre sitios, la información se presenta a manera de tabla. En esta tabla se incluyen las especies junto con el número de

individuos observados. Esta metodología se utilizó con el propósito de destacar la representatividad de las especies en cada ubicación comparada (el predio y el Sistema Ambiental Regional). Se tienen tres escenarios que se explican a continuación:

- **Aquellas registradas exclusivamente en el Sistema Ambiental Regional**
- **Aquellas registradas exclusivamente en el predio**
- **Aquellas registradas en ambos sitios**

Se ha utilizado un esquema de colores para diferenciar claramente entre los grupos exclusivos y compartidos, de la siguiente manera:

Tabla IV. 114. Patrón de colores que indican la presencia de las especies en SAR y área del proyecto

	Sólo en sistema ambiental regional
	Sólo en predio
	Ambos sitios

Temporada de seca. Para el proyecto **"Alisia",** se registraron **6 especies** distribuidas entre los 3 grupos faunísticos (*Mastofauna*, *Avifauna* y *Herpetofauna*). En contraste, en el Sistema Ambiental Regional (SAR) se registraron **50 especies** para esos mismos tres grupos. El grupo con mayor número de especies registradas fue el de las aves **38 especies** observadas en el SAR, mientras que solo se identificaron **4 especies** de aves en el predio. Por otra parte, para este grupo faunístico (avifauna) se registraron un total de **227 individuos** para el SAR y **10 individuos** para el predio del proyecto **"Alisia"**. Por otro lado, el grupo con menor número de registros fue el de los mamíferos, con **6 especies** y 10 individuos en total. Es importante notar que estos últimos datos (6 especies y 10 individuos de mamíferos) son solo para el SAR.

Avifauna/Aves

En total se registraron **40 especies**, tomando como referencia las especies registradas tanto los muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional (SAR) como en los muestreos en el terreno del proyecto "**Alisia**".

Para el área del proyecto, se identificaron **2 especies** que solo se registraron en los muestreos para el predio, las cuales son: *Ardea alba* y *Larus heermanni*. Sin embargo, basándose en los registros históricos de la zona, (como se registra en el listado potencial del SAR) se estima que estas especies también se distribuyen en el SAR y no nativas del predio. Su presencia en el predio se explica por los siguientes factores:

- Afinidad a cuerpos de agua: Ambas especies son comúnmente avistadas en costas, playas y zonas de manglar (principalmente *Ardea alba*).
- Proximidad al Estero El Salado: Este cuerpo de agua se sitúa aproximadamente a 250 metros del proyecto.
- Adaptabilidad urbana: Debido a la cercanía con su hábitat natural, estas aves aumentan sus posibilidades de avistamiento y abundancia incluso en zonas urbanas.

Por otro lado, se registraron **2 especies** presentes tanto en el predio como en el Sistema Ambiental Regional (SAR): el Cacique mexicano (*Cassiculus melanicterus*) y el Luis bien-te-veo (*Pitangus sulphuratus*). Finalmente, durante los muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional, se identificaron una mayor cantidad de especies, con un total de **36 especies** de avifauna que no tuvieron presencia dentro del área del proyecto. Esta diferencia resalta la mayor riqueza biológica de las zonas menos urbanizadas del Sistema Ambiental en comparación con el predio.

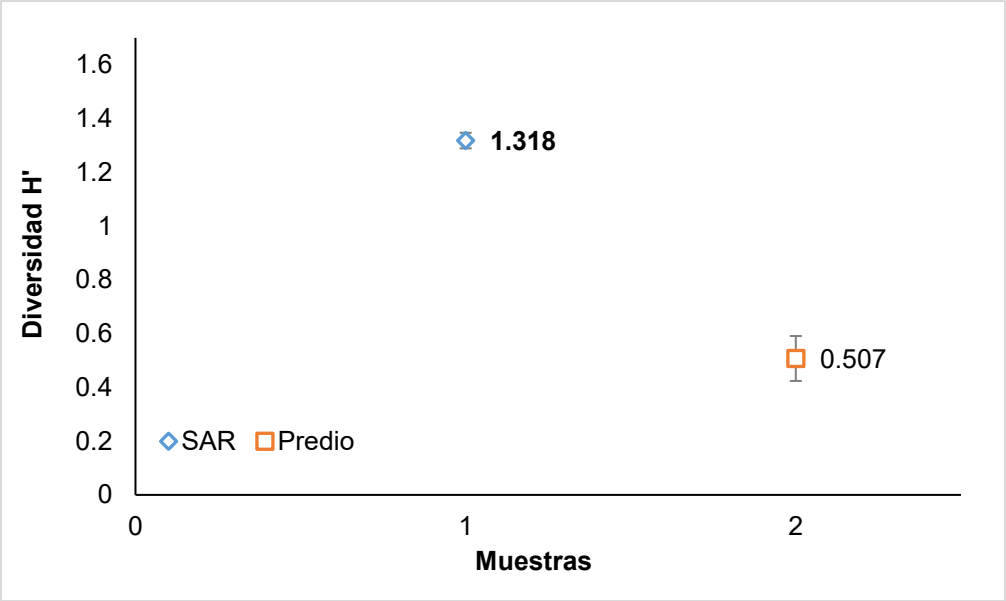
Tabla IV. 115. Temporada seca. Comparación de las especies de aves entre el SAR y el área de proyecto

Especie	Predio	SAR
Amazilia rutila		4
Ara militaris		16
Ardea alba	1	
Buteo albonotatus		1
Calocitta colliei		6
Cardelina pusilla		1
Cassiculus melanicterus	5	19
Cathartes aura		18
Chondrohierax uncinatus		1
Columba livia		8
Columbina inca		5
Contopus pertinax		1
Coragyps atratus		2
Cyanocorax sanblasianus		12
Egretta thula		22
Eupsittula canicularis		11
Fregata magnificens		12
Icterus pustulatus		3
Larus heermanni	3	
Leiothlypis celata		1
Leiothlypis ruficapilla		2
Leptopila verreauxi		1
Melanerpes chrysogenis		3
Myiozetetes similis		6
Nannopterum brasilianum		2
Parkesia noveboracensis		1
Passerina caerulea		2
Passerina versicolor		2
Piranga rubra		1
Pitangus sulphuratus	1	2
Polioptila caerulea		1
Quiscalus mexicanus		38
Setophaga nigriscens		1
Streptopelia decaocto		2
Tityra semifasciata		4
Trogon elegans		1
Tyrannus crassirostris		3
Tyrannus melancholicus		9
Vireo gilvus		1

Especie	Predio	SAR
Xiphorhynchus flavigaster		2

Diferencia en la diversidad de Shannon. Se registran diferencias significativas para la diversidad de Shannon según el valor de P para este grupo, pues este fue menor a 0.05, lo cual podría indicar que el SAR es ampliamente más diverso que el predio, lo cual indica que el estado de conservación del SAR es mejor a comparación del predio, esto tiene sentido, pues el área del proyecto, es un parche de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia que ya no está conectada con el sistema ambiental, por lo que su degradación a través del tiempo ha influido también en la diversidad del área del proyecto, siendo esta muy baja.

Figura IV. 195. Temporada seca. Comparación de las aves del SAR y el área de proyecto



Especies en riesgo. En los muestreos del predio se registró una sola especie bajo alguna categoría de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. *Larus heermanni*, se encuentra en **sujeta a protección especial** (**Pr**). Es una especie migratoria, por lo que, no se va a observar durante todo el año en este sitio.

Especies en riesgo del Sistema Ambiental Regional. En el listado potencial del Sistema Ambiental Regional (SAR) se identificaron 38 especies (pertenecientes a la avifauna) bajo alguna categoría de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. Mientras que, en los muestreos del SAR, para este grupo zoológico específico se identificaron **4 especies**: las primeras 3 son *Chondrohierax uncinatus*, *Buteo albonotatus* y *Eupsittula canicularis*, las cuales se

encuentran en la categoría de "**sujeta a protección especial** (**Pr**)" y la cuarta especie reportada es *Ara militaris*, clasificada en la categoría de "**En peligro de extinción** (**P**)".

Tabla IV. 116. Temporada seca. Especies de avifauna en la NOM-059SEMARNAT-2010

Especie	NOM-059	Identificación	Distribución
Cairina moschata	P	Listado potencial	Nativa
Penelope purpurascens	A	Listado potencial	Nativa
Aramides axillaris	A	Listado potencial	Nativa
Aramus guarauna	A	Listado potencial	Nativa
Anarhynchus nivosus	A	Listado potencial	Residente/migratoria
Limosa fedoa	A	Listado potencial	Migratoria
Calidris mauri	A	Listado potencial	Migratoria
Larus heermanni	Pr	Listado potencial/Predio	Migratoria
Sternula antillarum	Pr	Listado potencial	Migratoria
Thalasseus elegans	Pr	Listado potencial	Migratoria
Tachybaptus dominicus	Pr	Listado potencial	Nativa
Mycteria americana	Pr	Listado potencial	Migratoria
Sula nebouxii	Pr	Listado potencial	Nativa
Tigrisoma mexicanum	Pr	Listado potencial	Nativa
Botaurus exilis	Pr	Listado potencial	Residente/migratoria
Egretta rufescens	P	Listado potencial	Nativa
Chondrohierax uncinatus	Pr	Listado potencial/SAR	Nativa
Accipiter striatus	Pr	Listado potencial	Residente/migratoria
Astur cooperii	Pr	Listado potencial	Residente/migratoria
Geranospiza caerulescens	A	Listado potencial	Nativa
Rostrhamus sociabilis	Pr	Listado potencial	Nativa
Buteogallus anthracinus	Pr	Listado potencial	Nativa
Buteogallus urubitinga	Pr	Listado potencial	Nativa
Parabuteo unicinctus	Pr	Listado potencial	Nativa
Buteo albonotatus	Pr	Listado potencial/SAR	Residente/migratoria
Buteo swainsoni	Pr	Listado potencial	Migratoria
Glaucidium palmarum	A	Listado potencial	Endémica
Campephilus guatemalensis	Pr	Listado potencial	Nativa
Micrastur semitorquatus	Pr	Listado potencial	Nativa
Falco peregrinus	Pr	Listado potencial	Residente/migratoria
Amazona finschi	P	Listado potencial	Endémica
Forpus cyanopygius	Pr	Listado potencial	Endémica
Eupsittula canicularis	Pr	Listado potencial/SAR	Nativa
Ara militaris	P	Listado potencial/SAR	Nativa
Ramphotrigon flammulatum	Pr	Listado potencial	Endémica
Vireo atricapilla	P	Listado potencial	Migratoria
Geothlypis tolmiei	A	Listado potencial	Migratoria

Especie	NOM-059	Identificación	Distribución
Passerina ciris	Pr	Listado potencial	Residente/migratoria

Herpetofauna

En total se registraron ***7 especies***, tomando como referencia las especies registradas tanto los muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional (SAR) como en los muestreos en el terreno del proyecto "***Alisia***".

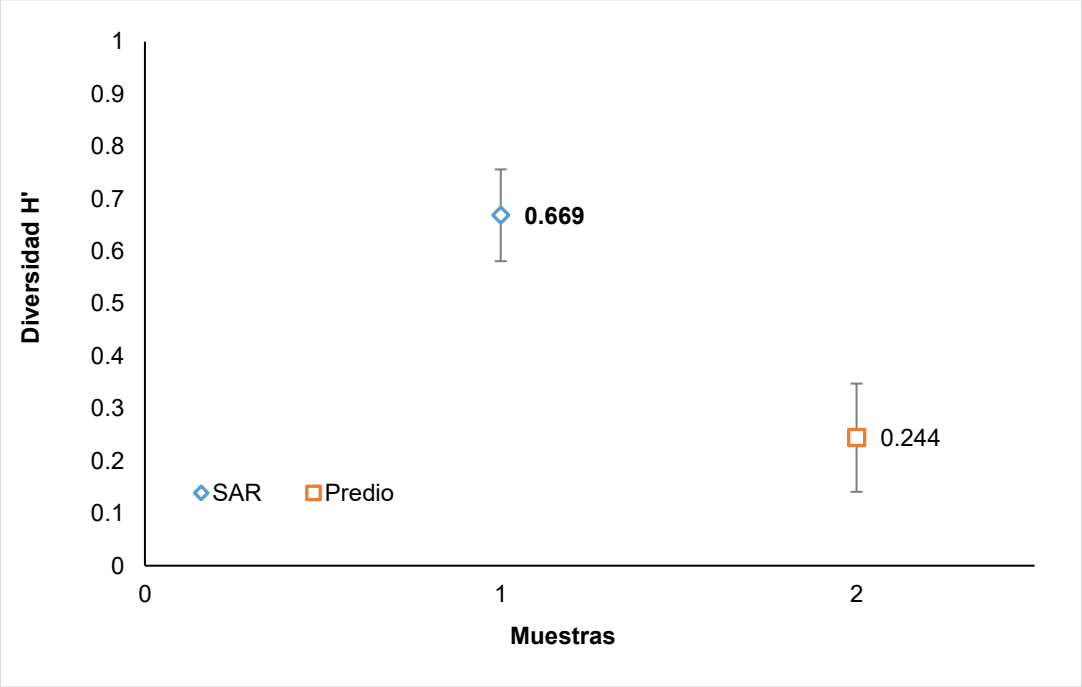
Se registraron **2 especies** presentes tanto en el predio como en el Sistema Ambiental Regional (SAR): *Anolis nebulosus* e *Iguana rhinolopha*. Finalmente, durante los muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional, se identificaron una mayor cantidad de especies, con un total de **3 especies** de herpetofauna que no tuvieron presencia dentro del área del proyecto. Esta diferencia resalta la mayor riqueza biológica de las zonas menos urbanizadas del Sistema Ambiental Regional en comparación con el predio.

Tabla IV. 117. Temporada seca. Comparación de las especies de herpetofauna entre el SAR y área del proyecto

Especie	Predio	SAR
Anolis nebulosus	1	5
Aspidoscelis lineattissimus		1
Ctenosaura pectinata		3
Iguana rhinolopha	3	1
Sceloporus utiformis		1

Diferencia en la diversidad de Shannon. De acuerdo a los resultados del índice de Shannon la diversidad es mala para ambos sitios y el valor de p (menor a 0.05), indica que hay diferencia significativa entre el SAR y el predio , siendo el SAR el que mostró ser más diverso, esto supone que el SAR sigue siendo un lugar con mejor grado de conservación en comparación al predio, donde de las tres especies registradas, existe una clara dominancia por la Iguana verde, se puede suponer que, esto es a causa de que el parche quedo aislado dentro de una zona urbana que limito el traslado natural de esta especie a espacios más adecuados para su sobrevivencia.

Figura IV. 196. Temporada seca. Comparación de diversidad de la herpetofauna a través de la prueba T de Hutchenson



Especies en riesgo. En los muestreos del predio se registró una sola especie bajo alguna categoría de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. *Iguana rhinolopha* (sinónimo *Iguana iguana*), se encuentra en sujeta a protección especial (Pr). Es una especie nativa de México.

Especies en riesgo del Sistema Ambiental Regional. En el listado potencial del Sistema Ambiental Regional (SAR) se identificaron 17 especies (pertenecientes a la avifauna) bajo alguna categoría de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. Mientras que, en los muestreos del SAR, para este grupo zoológico específico se identificaron **3 especies**: las primeras 2 son *Aspidoscelis lineattissimus* e *Iguana rhinolopha*, las cuales se encuentran en la categoría de "**sujeta a protección especial** (**Pr**)", y la tercera especie reportada es *Ctenosaura pectinata*, clasificada en la categoría de "**Amenazada** (**A**)".

Tabla IV. 118. Temporada seca. Especies de herpetofauna en la NOM-059SEMARNAT-2010

Especie	NOM-059	Distribución	Identificación
Crocodylus acutus	Pr	Nativa	Listado potencial
Hypsiglena torquata	Pr	Endémica	Listado potencial
Imantodes gemmistratus	Pr	Nativa	Listado potencial
Lampropeltis polyzona	A	Nativa	Listado potencial
Leptodeira maculata	Pr	Endémica	Listado potencial
Leptophis diplotropis	A	Endémica	Listado potencial
Rhadinaea hesperia	Pr	Endémica	Listado potencial
Salvadora mexicana	Pr	Endémica	Listado potencial

Especie	NOM-059	Distribución	Identificación
Tantilla calamarina	Pr	Endémica	Listado potencial
Heloderma horridum	A	Endémica	Listado potencial
Ctenosaura pectinata	A	Endémica	Listado potencial/SAR
Iguana rhinolopha (sinónimo *Iguana iguana*)	Pr	Nativa	Listado potencial/SAR/Predio
Sceloporus asper	Pr	Endémica	Listado potencial
Aspidoscelis communis	Pr	Endémica	Listado potencial
Aspidoscelis costatus	Pr	Endémica	Listado potencial
Aspidoscelis lineattissimus	Pr	Endémica	Listado potencial/SAR
Crotalus basiliscus	Pr	Endémica	Listado potencial

Mamíferos

En este grupo se registró un total de seis especies mediante la observación de huellas, restos y excretas en el SAR, sin embargo, de estas especies ninguna fue registrada para el predio, ya que este se encuentra en un área urbanizada y aislada, por lo que, al no contar con una unión al SAR, la diversidad de mamíferos es nula, sin embargo, en la visita de campo, se notó la presencia de gato domestico feral, lo cual indica la alta perturbación del sitio debido a la urbanización de sus alrededores y la perdida de naturalidad de este mismo.

Tabla IV. 119. Temporada seca. Comparación de las especies entre el SAR y el predio

Especie	SAR	Predio
Didelphis virginianus	2	
Nasua narica	1	
Odocoileus virginianus	1	
Procyon lotor	1	
Sciurus colliaei	4	
Urocyon cinereoargenteus	1	

Temporada de lluvia. Para el proyecto **"Alisia"**, se registraron **21 especies** distribuidas entre los 3 grupos faunísticos (*Mastofauna*, *Avifauna* y *Herpetofauna*). En contraste, en el Sistema Ambiental Regional (SAR) se registraron **50 especies** para esos mismos tres grupos. El grupo con mayor número de especies registradas fue el de las aves **38 especies** observadas en el SAR, mientras que solo se identificaron **18 especies** de aves en el predio. Por otra parte, para este grupo faunístico (avifauna) se registraron un total de **227 individuos** para el SAR y **127 individuos** para el predio (Proyecto "Alisia"). Por otro lado, el grupo con menor número de registros fue el de los mamíferos, con **6 especies** y 14 individuos en total. Es importante notar que estos últimos datos (6 especies y 14 individuos de mamíferos) son solo para el SAR.

Avifauna/Aves

En total se registraron ***63 especies***, tomando como referencia las especies registradas tanto los muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional (SAR) como en los muestreos en el terreno del proyecto **"Alisia"**.

Para el área del proyecto, se identificaron **8 especies** que solo se encontró en los muestreos para el predio, las cuales son: *Cynanthus latirostris, Dryobates scalaris, Fregata magnificens, Hirundo rustica*, *Myiozetetes similis*, *Pelecanus occidentalis, Pitangus sulphuratus* y *Turdus rufopalliatus*. Durante la temporada de seca en los muestreos del SAR, se encontraron 3 de estas especies: *Fregata magnificens*, *Myiozetetes similis* y *Pitangus sulphuratus.* Aunque, basándose en los registros históricos de la zona, (como se registra en el listado potencial del SAR) se estima que estas especies también se distribuyen en el SAR y no nativas del predio.

Por otro lado, se registraron **10 especies** presentes tanto en el predio como en el Sistema Ambiental Regional (SAR): *Cassiculus melanicterus*, *Columbina inca*, *Icterus pustulatus*, *Melanerpes chrysogenys*, *Ortalis wagleri*, *Quiscalus mexicanus*, *Saltator grandis*, *Trogon citreolus*, *Tyrannus melancholicus* y *Zenaida asiatica*. Finalmente, durante los muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional, se identificaron una mayor cantidad de especies, con un total de **45 especies** de avifauna que no tuvieron presencia dentro del área del proyecto. Esta diferencia resalta la mayor riqueza biológica de las zonas menos urbanizadas del Sistema Ambiental en comparación con el predio.

Tabla IV. 120. Temporada de lluvia. Comparación de las especies de aves entre el SAR y el área de proyecto

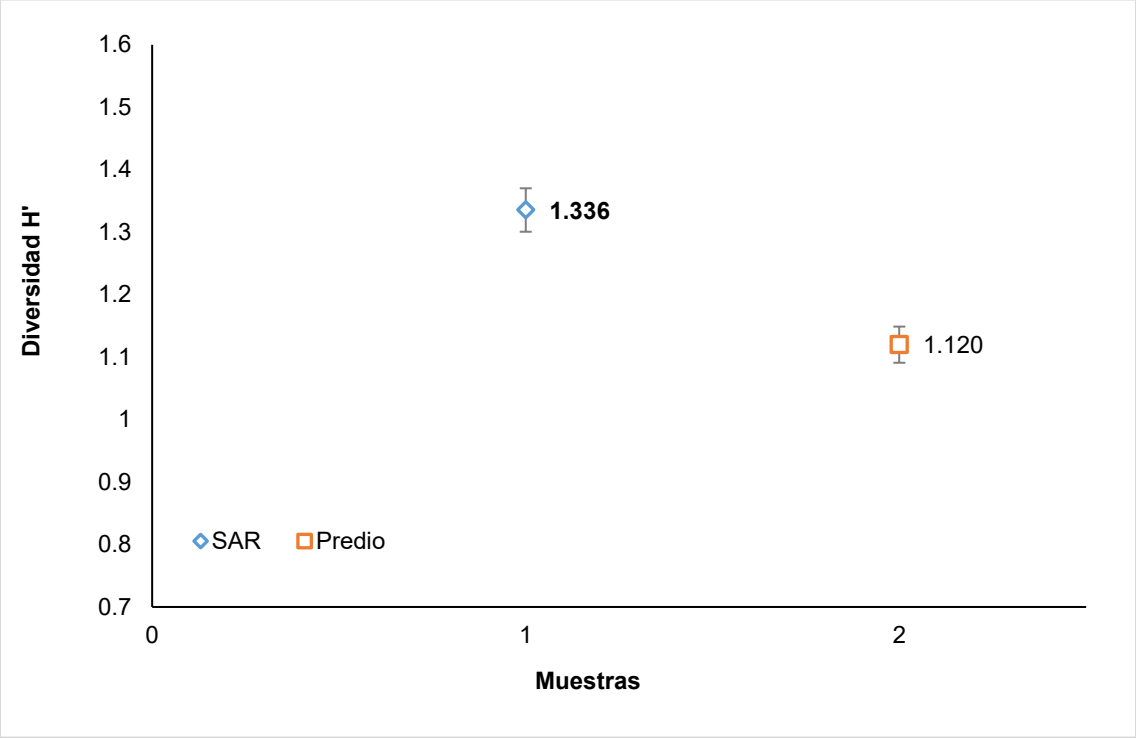
Especie	Predio	SAR
Actitis macularius		1
Amazilia rutila		1
Ara militaris		18
Basileuterus culicivorus		1
Buteo brachyurus		1
Buteogallus anthracinus		1
Cardinalis cardinalis		1
Cassiculus melanicterus	7	9
Cathartes aura		1
Chlorophonia elegantissima		1
Columbina inca	4	10
Contopus pertinax		1
Coragyps atratus		7
Corthylio calendula		1
Crotophaga sulcirostris		2
Cyanocorax sanblasianus		10
Cynanthus auriceps		2
Cynanthus latirostris	2	
Dryobates scalaris	1	
Dryocopus lineatus		2
Empidonax difficilis		1
Eupsittula canicularis		90
Fregata magnifiscens	10	
Glaucidium brasilianum		6

Especie	Predio	SAR
Hirundo rustica	8	
Icterus pustulatus	3	24
Melanerpes chrysogenys	5	2
Melanerpes uropygialis		2
Melanotis caerulescens		1
Melozone kieneri		1
Morococcyx erythropygus		2
Myiodynastes luteiventris		2
Myiozetetes similis	7	
Nannopterum brasilianum		1
Ortalis polyocephala		7
Ortalis wagleri	2	4
Pandion haliaetus		1
Passerina versicolor		1
Pelecanus occidentalis	7	
Phaethornis mexicanus		1
Pheugopedius felix		15
Pitangus sulfuratus	26	
Pitangus sulphuratus		9

Especie	Predio	SAR
Polioptila caerulea		3
Quiscalus mexicanus	15	3
Ramosomyia violiceps		1
Riparia riparia		5
Saltator grandis	2	6
Saucerottia beryllina		2
Setophaga coronata		1
Setophaga aestiva		2
Spinus psaltria		1
Sporophila torqueola		2
Streptopelia decaocto		4
Thryophilus sinaloa		11
Tityra semifasciata		3
Trogon citreolus	2	13
Trogon elegans		1
Turdus rufopalliatus	6	
Tyrannus melancholicus	15	6
Vireo atricapilla		1
Xiphorhynchus flavigaster		1
Zenaida asiatica	5	6

Diferencia en la diversidad de Shannon. Se registran diferencias significativas para la diversidad de Shannon según el valor de P para este grupo, pues este fue menor a 0.05, lo cual podría indicar que el SAR es ampliamente más diverso que el predio, lo cual indica que el estado de conservación del SAR es mejor a comparación del predio, esto tiene sentido, pues el área del proyecto, es un parche de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia que ya no está conectada con el sistema ambiental, por lo que su degradación a través del tiempo ha influido también en la diversidad del área del proyecto, siendo esta muy baja.

Figura IV. 197. Temporada de lluvia. Comparación de las aves del SAR y el área de proyecto



Especies en riesgo. En los muestreos del predio no se registraron especies bajo alguna categoría de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Especies en riesgo del Sistema Ambiental Regional. En el listado potencial del Sistema Ambiental Regional (SAR) se identificaron 38 especies (pertenecientes a la avifauna) bajo alguna categoría de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. Mientras que, en los muestreos del SAR, para este grupo zoológico específico se identificaron **4 especies**: las primeras 2 son *Buteogallus anthracinus* y *Eupsittula canicularis*, las cuales se encuentran en la categoría de "**sujeta a protección especial** (**Pr**)", y las últimas dos especies reportadas son *Ara militaris* y *Vireo atricapilla* clasificadas en la categoría de "**En peligro de extinción** (**P**)".

Herpetofauna

En total se registraron ***7 especies***, tomando como referencia las especies registradas tanto los muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional (SAR) como en los muestreos en el terreno del proyecto "***Alisia***".

Para el área del proyecto, se identificó **1 especie** que solo se encontró en los muestreos para el predio, la cual es: *Sceloporus melanorhinus*. Sin embargo, basándose en los registros históricos de la zona, se estima que estas especies también se distribuyen en el SAR y no nativas del predio.

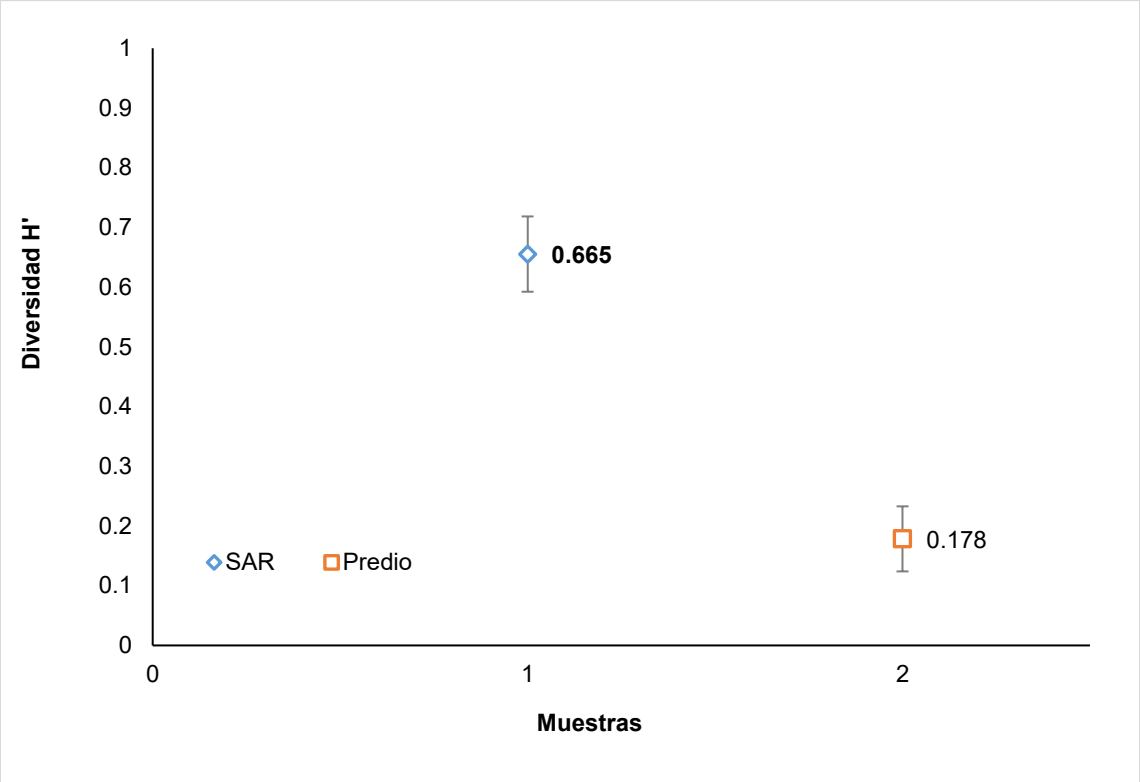
Se registraron **2 especies** presentes tanto en el predio como en el Sistema Ambiental Regional (SAR): *Anolis nebulosus* e *Iguana rhinolopha*. Finalmente, durante los muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional, se identificaron una mayor cantidad de especies, con un total de **4 especies** de herpetofauna que no tuvieron presencia dentro del área del proyecto. Esta diferencia resalta la mayor riqueza biológica de las zonas menos urbanizadas del Sistema Ambiental en comparación con el predio.

Tabla IV. 121. Temporada de lluvia. Comparación de las especies de herpetofauna entre el SAR y área del proyecto

Especie	Predio	SAR
Anolis nebulosus	4	1
Aspidoscelis lineattissimus		10
Holcosus undulatus		3
Iguana rhinolopha	39	4
Inicilius marmoreus		4
Scelosporus melanorhinus	1	
Trimorphodon biscutatus		1

Diferencia en la diversidad de Shannon. De acuerdo a los resultados del índice de Shannon la diversidad es mala para ambos sitios y el valor de p (menor a 0.05), indica que hay diferencia significativa entre el SAR y el predio , siendo el SAR el que mostró ser más diverso, esto supone que el SAR sigue siendo un lugar con mejor grado de conservación en comparación al predio, donde de las tres especies registradas, existe una clara dominancia por la Iguana verde, se puede suponer que, esto es a causa de que el parche quedo aislado dentro de una zona urbana que limito el traslado natural de esta especie a espacios más adecuados para su sobrevivencia.

Figura IV. 198. Temporada seca. Comparación de diversidad de la herpetofauna a través de la prueba T de Hutchenson



Especies en riesgo. En los muestreos del predio se registró una sola especie bajo alguna categoría de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. *Iguana rhinolopha* (sinónimo *Iguana iguana*), se encuentra en sujeta a protección especial (Pr). Es una especie nativa de México.

Especies en riesgo del Sistema Ambiental Regional. En el listado potencial del Sistema Ambiental Regional (SAR) se identificaron 17 especies (pertenecientes a la avifauna) bajo alguna categoría de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. Mientras que, en los muestreos del SAR, para este grupo zoológico específico se identificaron **2 especies**: ambas especies *Aspidoscelis lineattissimus* e *Iguana rhinolopha*, se encuentran en la categoría de "**sujeta a protección especial** (**Pr**)".

Fichas de las especies de Avifauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010

LARIDAE FAMILIA	*Larus heermanni* Nombre común: Gaviota de Heermann	**Sujeta a protección especial (Pr)**

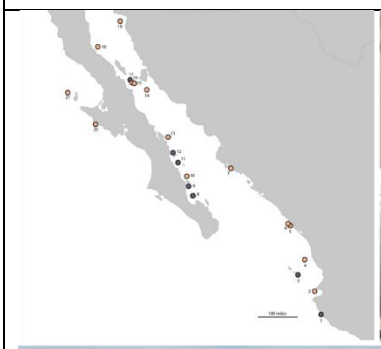
Descripción: Gaviota de tamaño medio; sexos similares (longitud total 46-53 cm; masa corporal 371-643 g). Adultos en plumaje reproductor (alterno definitivo) distintivo con la cabeza y la parte superior del cuello blancos, y la parte inferior del cuello. Cola negra con clara punta blanca. Iris marrón oscuro a tostado, y patas y pies negros a gris oscuro. El Pico de loa individuos adultos es claramente bicolor con rojo en la base y negro en la punta. Adultos de invierno (plumaje básico definitivo) similar, pero con la cabeza muy moteada de gris, marrón y blanco.

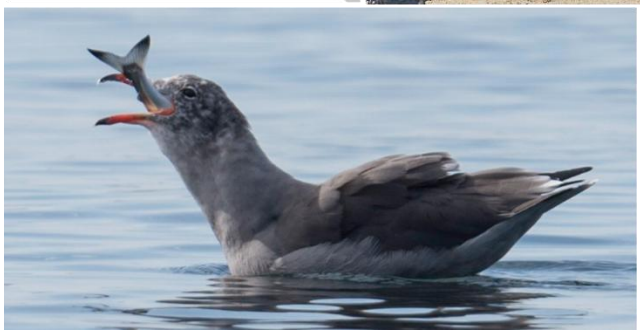
Dieta: Depredador generalista que se alimenta de una gran variedad de peces pequeños como la sardina del Pacífico (*Sardinops sagax*), la anchoa del norte (*Engraulis mordax*) y la caballa del Pacífico (*Scomber japonicus*), el eperlano (Osmeridae)

Distribución: Se encuentra a lo largo de las costas del Pacífico de México y raramente de Estados Unidos. La gran mayoría (90-95%) de la población global se reproduce en Isla Rasa, Golfo de California, México.

Hábitat: Se le encuentra mar adentro persiguiendo bancos de arenques. También frecuenta costas y playas marinas rocosas, fangales costeros, estuarios, puertos, lagunas, bahías y lechos de algas mar adentro. Rara vez se encuentra tierra adentro y lejos del medio marino.

Estado de Conservación: La especie se considera, Sujeta a protección especial ya que el 90-95% de la población reproductora mundial está restringida a Isla Rasa, Golfo de California, México, lo que hace a esta especie especialmente vulnerable a las perturbaciones provocadas por el hombre y por otros factores.




ACCIPITRIDAE FAMILIA	*Chondrohierax uncinatus* Nombre común: Gavilán Pico de Gancho	**Sujeta a protección especial (Pr)**

Descripción: Tiene un pico muy grande y fuertemente decurvado, una cola alargada y tarsos relativamente cortos. En vuelo, las alas tienen forma de pala, con las bases estrechadas. Mantiene las alas ligeramente arqueadas durante el vuelo. Los machos, en su plumaje más común, tienen la cabeza y el dorso totalmente gris oscuro, y las partes inferiores barradas uniformemente de gris y blanquecino. Las alas son gris oscuro con las primarias barradas, mientras que la cola, larga y oscura, tiene dos bandas anchas blancas y la punta gris. Las hembras son similares a una versión pardusca de los machos, oscuras en el dorso, más rojizas en el cuello y las partes inferiores, pero tienen barrados similares por debajo.

Dieta: En toda su área de distribución, se alimenta de numerosas especies de caracoles, aunque normalmente sólo se reporta que se alimente de 1 a 3 especies en un lugar determinado, presumiblemente debido a la disponibilidad local.

Distribución: Tiene un área de distribución muy extensa. Se reproduce desde el norte de México y el extremo sur de Estados Unidos, hacia el sur a través de Centroamérica y Sudamérica hasta Paraguay, Bolivia y el norte de Argentina. También se encuentra en Granada y en Trinidad y Tobago

Hábitat: Se ha encontrado en casi todos los tipos de vegetación. Se ha registrado desde el nivel del mar hasta los 3.100 m en toda su considerable área de distribución, pero suele ser más común por debajo de los 1.500 m.

Estado de Conservación: Extendida pero discreta, y en general parece ser poco común, con evidencias de disminuciones locales.



ACCIPITRIDAE FAMILIA	*Buteo albonotatus* Nombre común: Gavilán Pico de Gancho	**Sujeta a protección especial (Pr)**

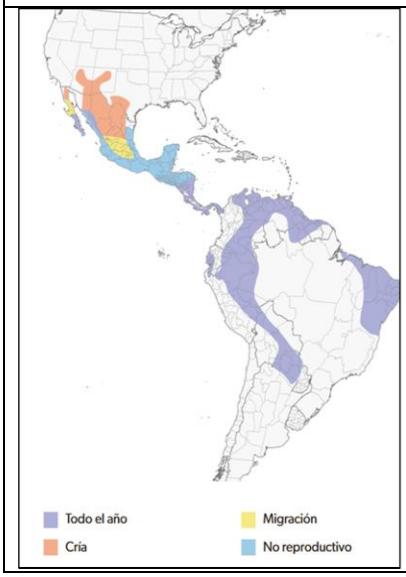
Descripción: De tamaño mediano (45-56 cm de longitud, 119-140 cm de envergadura alar, 610-940 g de peso). Es negro pizarroso con un tenue tinte parduzco, excepto la cola con 2 ó 3 bandas claras (que parecen blancas desde abajo y grises desde arriba) y las partes inferiores del ala son de dos tonos, con los bordes de las alas negras y las plumas de vuelo (rémiges) pálidas, de color gris claro con bandas finas y oscuras y un borde de fuga ancho y oscuro. Patas amarillo brillante.

Dieta: Mayoritariamente vertebrados, por ejemplo, aves, especialmente paseriformes; mamíferos, especialmente ardillas de tierra.

Distribución: Desde estados Unidos de América, hasta el norte de Argentina.

Hábitat: Más común cerca de arroyos, ya sea en árboles ribereños o en acantilados, pero a menudo cazando sobre bosques de coníferas de alta elevación o tierras bajas desérticas.

Estado de Conservación: Tiene una tasa reproductiva muy baja. Son muy recurrentes de la vegetación ribereña, vegetación que usualmente es aprovechada por las personas. Además, es un ave rapaz que usualmente cazan.







PSITTACIDAE FAMILIA	*Ara militaris* Nombre común: Papagayo verde	**En peligro de extinción (P)**

Descripción: Guacamayo, de 70-71 cm; 972-1134 g. Principalmente verde, tiene la frente roja y la zona facial blanca y desnuda, bordeada de líneas negras, y un tinte azul en el cuello posterior. Las plumas de vuelo son azules por encima y oliváceas por debajo, y la cola es azul y roja. Su pico es negro mate y el iris es de color amarillo. Sus patas y dedos de color gris oscuro.

Dieta: Su dieta incluye palma *Oenocarpus bataua*, frutos de *Melia azedarach* e higos. Tiene una dieta estrecha pero variable durante el año que consiste principalmente en semillas (39% de las observaciones de forrajeo) pero que incluye también frutos (*Bunchosia montana*, *Cephalocereus tetetzo*), hojas (*Cyrtocarpa procera*) e incluso látex (de los tallos de *Plumeria rubra)*

Distribución: La Guacamaya Militar tiene un área de distribución amplia pero claramente irregular, que se extiende desde México hasta el norte de los Andes y las cordilleras adyacentes, hasta Bolivia y el noroeste de Argentina.

Hábitat: Se encuentra en una gama comparativamente amplia de tipos de bosque, tanto húmedos como secos, pero siempre requiere zonas razonablemente grandes de hábitat relativamente inalteradas.

Estado de Conservación: Área de distribución muy extensa, pero fragmentada. En México, de poco común a frecuente en la parte norte del área de distribución, pero posiblemente extinta en el sur, en gran parte debido al comercio.







PSITTACIDAE FAMILIA	*Eupsittula canicularis* Nombre común: Perico atolero	**Sujeta a protección especial (Pr)**

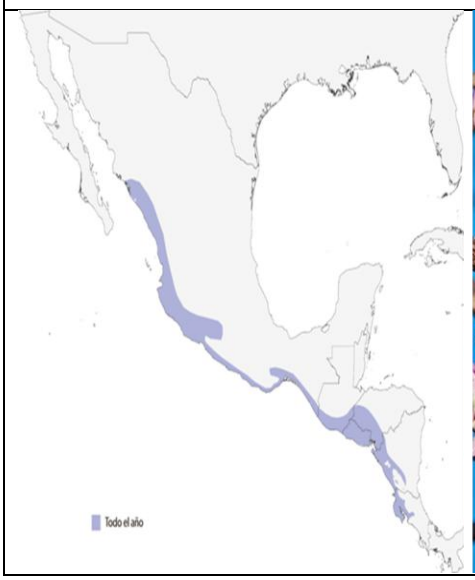
Descripción: Principalmente de color verde apagado, tiene la frente y los lores de color melocotón anaranjado, la parte media de la corona azul apagado, la garganta y el pecho marrón oliva, el vientre verde amarillento y las plumas de vuelo azules. Mide de 23-25 cm; y pesa 68-80 g.

Dieta: Se alimenta principalmente de frutas y flores, pero fuera de la temporada reproductiva, se sabe que grandes bandadas causan daños al maíz y los plátanos en maduración

Distribución: El loro más numeroso de la vertiente del Pacífico de Centroamérica, la Cotorra Frente Naranja se encuentra desde el oeste de México al sur de Costa Rica.

Hábitat: Habita en una gran variedad de hábitats, como el borde de los bosques, los bosques caducifolios, los bosques pantanosos del Pacífico, la sabana, los matorrales áridos espinosos e incluso los pastos para vacas y las zonas urbanas.

Estado de Conservación: Sus poblaciones han disminuido por la captura ilegal para el tráfico de mascotas y la pérdida/degradación de su hábitat (deforestación, agricultura) en México y Centroamérica







ACCIPITRIDAE FAMILIA	*Buteogallus anthracinus* Nombre común: Gavilán cangrejero negro	**Sujeta a protección especial (Pr)**

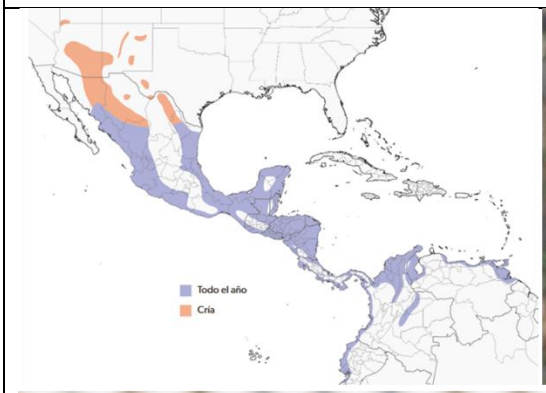
Descripción: En vuelo, los adultos lucen básicamente negros, con la excepción de una banda ancha blanca en la parte media y una fina banda terminal blanca en la cola. Los ejemplares pueden presentar sutiles marcas pálidas en el plumaje en diversas zonas, como la nuca, el pecho, las muñecas o las plumas tarsales. Es un ave rapaz de tamaño mediano a grande, con una longitud de entre 43 y 53 centímetros y una envergadura de 115 a 143 cm (con un promedio aproximado de 127 cm).

Dieta: El tipo de alimento es variado; se alimenta de aves juveniles, reptiles, crustáceos, insecto, peces, y lo que puedan cazar.

Distribución: Se reproduce desde el suroeste de EE. UU. hacia el sur, a través de las vertientes del Pacífico y del Golfo de México, así como por Centroamérica. Se tienen registros de su presencia en el norte de Sudamérica hasta Perú en el oeste, además de las islas de Trinidad, Tobago y San Vicente.

Hábitat: Recurrente de bosques ribereños, así como pantanos de agua dulce, estuarios, marismas, bosques inundados, ríos que atraviesan llanuras costeras y, especialmente, manglares costeros. Pero solo anidar en zonas ribereñas de EE.UU. y el noroeste de México.

Estado de Conservación: Sus poblaciones están amenazadas por la pérdida y fragmentación de su hábitat (bosques, manglares), además tienen una baja tasa reproductiva y localizada. También es un ave rapaz que se suele cazar.













VIREONIDAE FAMILIA	*Vireo atricapilla* Nombre común: Vireo cabecinegro	**Sujeta a protección especial (Pr)**

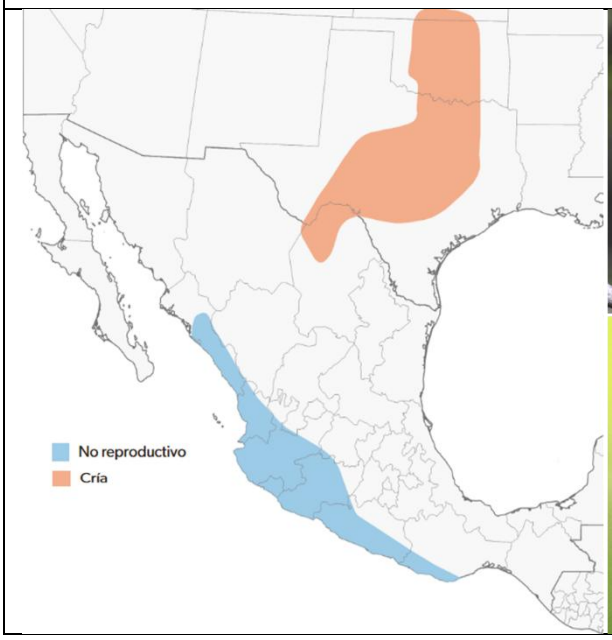
Descripción: Es un pájaro cantor activo, pequeño. Esta especie muestra claras diferencias en el color del frente del plumaje entre los sexos. Reconocible por su cabeza negra distintiva (en machos), un anillo blanco alrededor del ojo rojo, cuerpo verdoso arriba y blanco abajo con tonos amarillentos en los lados, y dos barras alares amarillas.

Dieta: Se alimenta de insectos y bayas en hábitats de roble y enebro, migra a México en invierno

Distribución: El área de reproducción actual incluye porciones del oeste de Oklahoma, el centro de Texas y Coahuila, México. Durante el invierno migra a la Vertiente del Pacifico.

Hábitat: Matorrales bajos, en su mayoría caducifolios y de altura y distribución irregulares, pero con espacios entre pequeños matorrales y matas y con cobertura vegetal hasta el nivel del suelo. También se encuentra en las selvas caducifolias y subcaducifolias.

Estado de Conservación: Sus poblaciones han disminuido considerablemente debido a la pérdida y degradación de su hábitat (incendios, expansión urbana, agricultura). Además, su área de distribución es restringida, el Tordo de Cabeza Marrón parasita sus nidos.





Fichas de las especies de Herpetofauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010

IGUANIDAE FAMILIA	*Iguana rhinolopha* Nombre común: Iguana verde	**Sujeta a protección especial (Pr)**

Descripción: Es un lagarto arbóreo que puede alcanzar hasta 2 metros de longitud total (hocico-cola) y un peso superior a los 15 kg. Presenta una cabeza angosta, hocico redondeado y ojos grandes con pupilas verticales. Sus extremidades son robustas, provistas de garras fuertes y alargadas que facilitan el desplazamiento en el estrato arbóreo. Morfológicamente, se distingue por poseer un número reducido y un tamaño pequeño de tubérculos nucales, una placa subtimpánica pequeña, ausencia de hinchazón en la zona subtimpánica e iris de color marrón con la esclerótica (el blanco del ojo) visible.

Dieta: Las iguanas son herbívoras.

Distribución: México y Centroamérica

Hábitat: Se les suele observar en zonas de vegetación espesa y en alturas (manglares, selvas, pastizales, riberas de ríos, acahuales) donde las temperaturas varían de los 27-28 °C y con humedad por encima del 70%. Se encuentra en zonas que van de los 0 a los 1000 msnm.

Estado de Conservación: Debido a la caza ilegal especialmente hembras preñadas.





TEIIDAE FAMILIA	*Aspidoscelis lineattissimus* Nombre común: Huico de líneas de Jalisco	**Sujeta a protección especial (Pr)**

Descripción: Lagartija diurna y terrestre de la costa del Pacífico mexicano (Nayarit a Colima), caracterizada por sus líneas dorsales claras y cola azul

Dieta: Es principalmente insectívora, se alimenta de una variedad de artrópodos como escarabajos (coleópteros), moscas, hormigas grandes, arañas y termitas, con posibles variaciones estacionales (consume más termitas en lluvias) y diferencias sutiles entre machos y hembras en cuanto a la variedad de presas.

Distribución: Costa del Pacífico desde Nayarit hasta Colima

Hábitat: Selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia, bosque de encino, campos de cultivo y terrenos baldíos. Desde el nivel del mar hasta los 1,700 m.

Estado de Conservación: Debido a que sus poblaciones podrían enfrentar problemas por actividades humanas o factores naturales







Distribución de las especies reportadas solo para el predio. En el desarrollo de este apartado, se señala la presencia de especies que solo se registraron en el predio. Sin embargo, es importante destacar que la distribución de estas especies no se restringe al área del proyecto, ya que no son endémicas de esta región específica. Existen registros de su presencia en otras áreas del Sistema Ambiental Regional e incluso en otros estados de México y/o países.

Adicionalmente, estas especies que solo se identificaron en los muestreos del predio y censo no se encuentran bajo ninguna categoría de riesgo de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Se puede concluir que su ausencia en los muestreos del Sistema Ambiental Regional (SAR) se debe probablemente a que no fueron detectadas durante el proceso de muestreo, y no necesariamente a problemas de conservación o a que sean especies que solo viven en áreas muy pequeñas.

En los tres grupos zoológicos muestreados en la vegetación secundaria arbórea de la selva mediana subcaducifolia, se han identificado un total de 8 especies (considerando las dos temporadas; seca y de lluvia) que solo se identificaron en los muestreos. Estas especies están distribuidas de la siguiente manera:

- 7 pertenecen a la avifauna
- 1 perteneciente a la herpetofauna

Tabla IV. 122. Distribución de las especies registradas solamente en los muestreos en predio

Especie	Distribución en México	Distribución en otros países
Avifauna		
Ardea alba	AGS., BC., BCS, CAMP., CHIS., CHIH., CDMX, COAH., COL., DGO., GTO., GRO., HGO., JAL., EDOMÉX, MICH., MOR., NAY., NL, OAX., PUE., QRO., Q. ROO., SLP, SIN., SON., TAB., TAMPS., TLAX., VER., YUC. Y ZAC.	Presente en todo tipo de humedales de regiones templadas y tropicales, de los continentes Asia, América, África, Europa y Oceanía.
Larus heermanni	BC., BCS, JAL., NAY., SIN. Y SON.	Canadá y Estados Unidos de América
Cynanthus latirostris	AGS., CHIH., CDMX, COAH., COL., DGO., GTO., GRO., HGO., JAL., EDOMÉX, MICH., MOR., NAY., NL, OAX., PUE., QRO., Q. ROO., SLP, SIN., SON., TAMPS., TLAX., VER. Y ZAC.	Estados Unidos de América

Especie	Distribución en México	Distribución en otros países
Dryobates scalaris	AGS., BC., BCS, CAMP., CHIS., CHIH., CDMX, COAH., COL., DGO., GTO., GRO., HGO., JAL., EDOMÉX, MICH., MOR., NAY., NL, OAX., PUE., QRO., Q. ROO., SLP, SIN., SON., TAB., TAMPS., TLAX., VER., YUC. Y ZAC.	Belice, Guatemala, El Salvador, Estados Unidos de América y Nicaragua
Hirundo rustica	AGS., BC., BCS, CAMP., CHIS., CHIH., CDMX, COAH., COL., DGO., GTO., GRO., HGO., JAL., EDOMÉX, MICH., MOR., NAY., NL, OAX., PUE., QRO., Q. ROO., SLP, SIN., SON., TAB., TAMPS., TLAX., VER., YUC. Y ZAC.	Presente en todo tipo de humedales de regiones templadas y tropicales, de los continentes Asia, América, África, Europa y Oceanía.
Pelecanus occidentalis	BC., BCS, CAMP., CHIS., COL., GRO., JAL., MICH., NAY., OAX., Q. ROO., SIN., SON., TAB., TAMPS., VER., YUC. Y ZAC.	Belice, Canadá, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos de América, Guyana, Guyana Francesa, Haití, Honduras, Nicaragua, Panamá, Perú, Puerto Rico, República Dominicana, Surinam, Trinidad y Tobago y Venezuela.
Turdus rufopalliatus	AGS., CAMP., CHIH., CDMX, COAH., COL., DGO., GTO., GRO., HGO., JAL., EDOMÉX, MICH., MOR., NAY., NL, OAX., PUE., QRO., Q. ROO., SLP, SIN., SON., TLAX., VER., Y ZAC.	-
HERPETOFAUNA		
Sceloporus melanorhinus	COAH., COL., GTO., GRO., JAL., EDOMÉX, MICH., MOR., NAY., OAX., PUE. Y VER.	Guatemala

Figura IV. 199. Distribución de *Ardea alba*

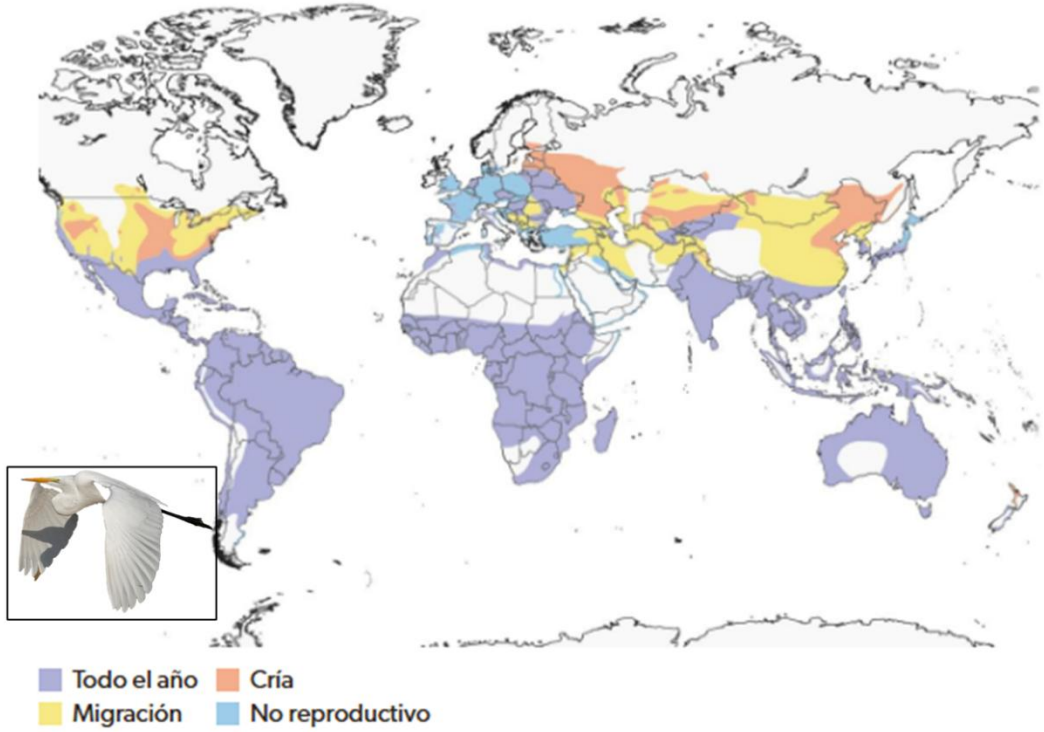


Figura IV. 200. Distribución de *Larus heermanni*



Figura IV. 201. Distribución de *Cynanthus latirostris*

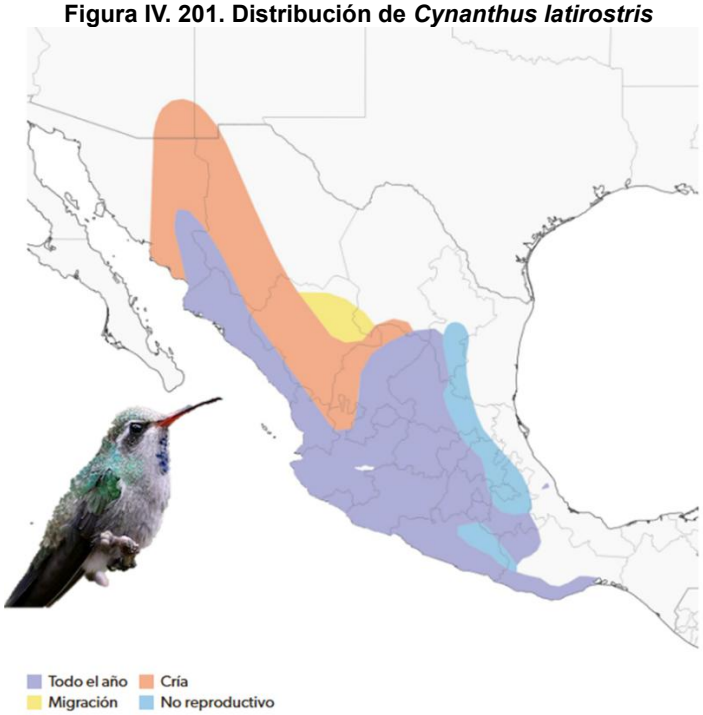


Figura IV. 202. Distribución de *Dryobates scalaris*

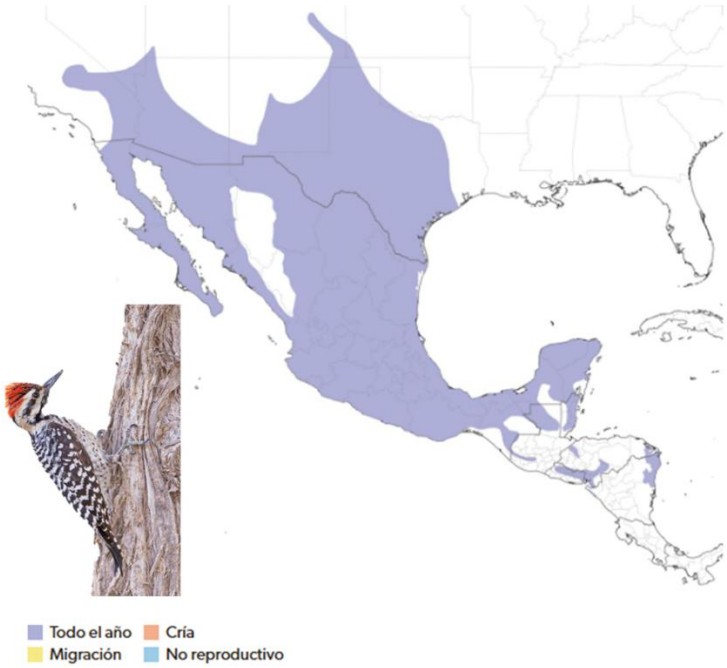


Figura IV. 203. Distribución de *Pelecanus occidentalis*

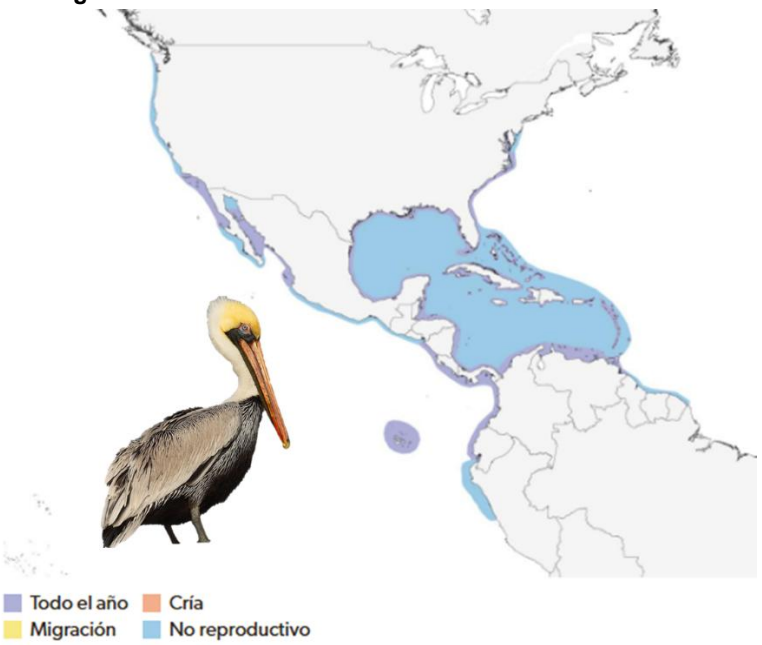


Figura IV. 204. Distribución de *Hirundo rustica*

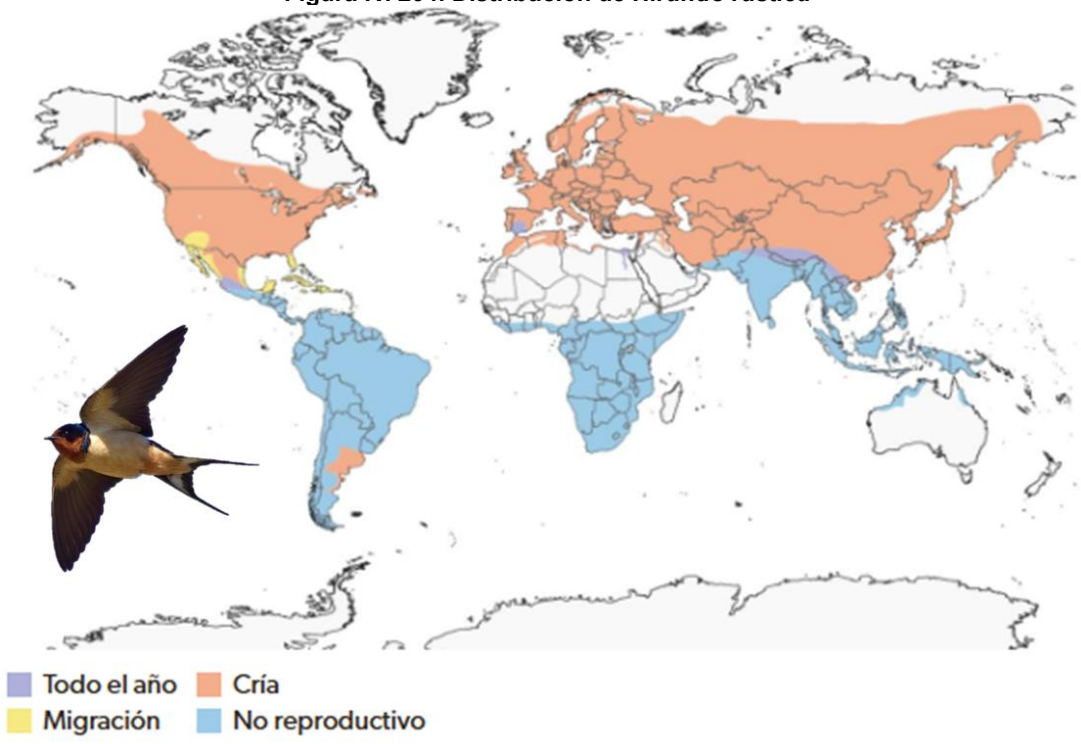


Figura IV. 205. Distribución de *Turdus rufopalliatus*

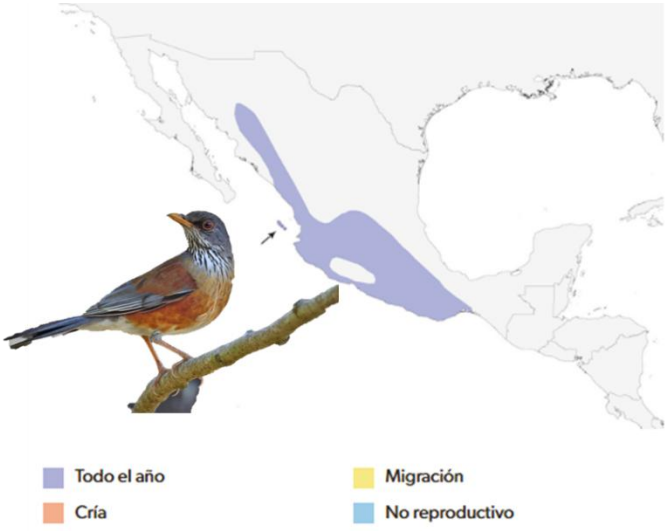
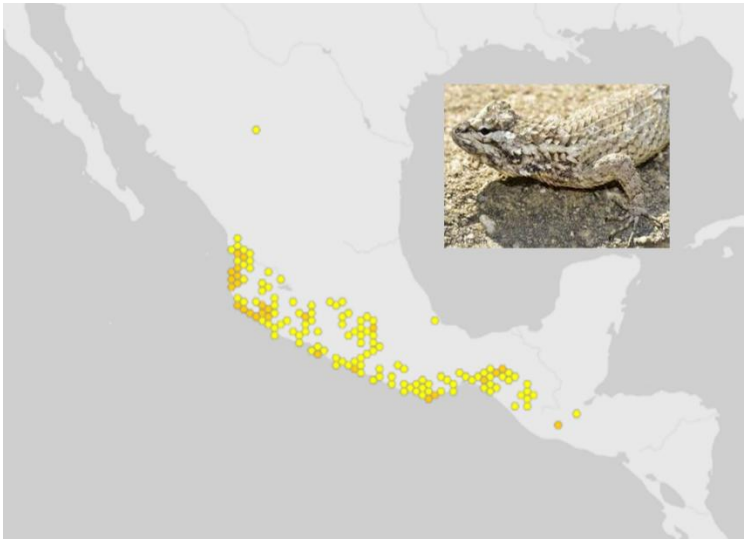


Figura IV. 206. Distribución de *Sceloporus melanorhinus*



IV.3.6. PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE LOS SUELOS

La erosión del suelo es un proceso natural que forma parte del reciclaje constante de los materiales de la tierra. Una vez formado el suelo, el agua y el viento mueven los componentes del suelo de un lugar a otro, dando lugar al proceso erosivo.

Si bien, la erosión ocurre de forma natural, la remoción de capa vegetal expone la capa superficial del suelo, acelerando el proceso erosivo. Es por ello por lo que a continuación se presenta el análisis para determinar la cantidad de suelo que podría perderse a partir del desarrollo del proyecto, detallando la erosión actual, erosión potencial (posterior a las actividades de desmonte y despalme) y con proyecto.

IV.3.6.1. Metodología para estimación de la erosión

Estimación de la erosión actual

Para llevar a cabo las estimaciones de erosión, primero se realizó un análisis de los elementos o parámetros que la componen. Se utilizó como referencia la metodología de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2005), la cual es una adaptación para México de la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo (USLE) propuesta por Wischmeier y Smith en 1978. Esta metodología se ajustó con el fin de realizar las estimaciones utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Para estimar la erosión del suelo, se ha empleado la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), la cual permite calcular tanto la erosión actual como la potencia. Esta ecuación constituye un instrumento de planeación para establecer las prácticas y obras de

conservación del suelo, garantizando así que la erosión actual se mantenga por debajo de la tasa máxima permisible de erosión.

La tasa máxima permisible de pérdidas de suelo según la SAGARPA (2005) es de **10 t/ha**. Las pérdidas mayores se consideran degradación de suelo.

Para estimar la erosión del suelo se utilizó la siguiente ecuación:

$$E = R\ K\ LS\ C\ P$$

Donde:

E = Erosión del suelo t/ha año.

R = Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm/hr

K = Erosionabilidad del suelo

LS = Longitud y Grado de pendiente

C = Factor de vegetación

P = Factor de prácticas mecánicas

Donde el factor **C** y **P** pueden ser modificados para reducir las pérdidas

Estimación de la erosión potencial. La erosión potencial se estima con la siguiente ecuación:

$$Ep = R\ K\ LS$$

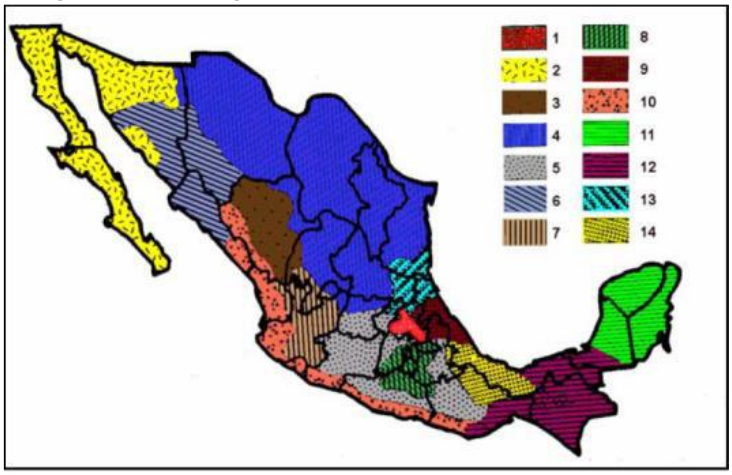
De acuerdo con lo observado anteriormente las estimaciones para la **erosión actual** y **la erosión potencial** parten de la utilización de factores en sus ecuaciones, entre los cuales se consideran como inmodificables para ambas **R**, **K** y **LS**.

IV.3.6.2. Metodología para estimación de los factores en el Sistema Ambiental Regional

Factor R

La erosividad está en función de la intensidad de la lluvia, es decir, la energía cinética que tiene la caída de las gotas de lluvia. Debido a la dificultad para conocer la intensidad de la lluvia para cada evento, se decidió utilizar la metodología de Cortés y Figueroa (1991) donde se correlacionan los datos de precipitación anual, con los valores de R. Para ello se clasificó el territorio del país en 14 regiones como se muestra en la siguiente figura, de forma que cada una tiene un modelo de regresión distinta.

Figura IV. 207. Regiones de México para la estimación de R



Regiones de México donde aplican las ecuaciones de erosividad
Fuente: www.sagarpa.gob.mx/sdr/apoyos/publicaciones/dctos_excell/01estim-erosion.xls

Figura IV. 208. Ecuación por región para la estimación de R

Región	Ecuación	R^2
I	$R = 1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	$R = 3.4555P + 0.006470P^2$	0.93
III	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	0.94
IV	$R = 2.8559P + 0.002983P^2$	0.92
V	$R = 3.4880P - 0.00088P^2$	0.94
VI	$R = 6.6847P + 0.001680P^2$	0.90
VII	$R = -0.0334P + 0.006661P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967P + 0.003270P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458P - 0.002096P^2$	0.97
X	$R = 6.8938P + 0.000442P^2$	0.95
XI	$R = 3.7745P + 0.004540P^2$	0.98
XII	$R = 2.4619P + 0.006067P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427P - 0.00108P^2$	0.97
XIV	$R = 1.5005P + 0.002640P^2$	0.95

El proyecto se ubica en la región X por lo tanto la ecuación asignada es:

Región	Ecuación	R^2
X	$R = 6.8938P + 0.000442P^2$	0.95

Cálculo del factor R

Para realizar la estimación del Factor R, se tomó en cuenta la información de las dos estaciones climatológicas en operación más cercanas. De acuerdo con la revisión en el Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2021), estas estaciones son: **El Cuale** con código

14339, se ubica en una altitud de 53 msnm en las coordenadas **UTMX 477074.72** y **UTMY 2277495.43** y **La Desembocada** con código **14081**, se ubica en una altitud de 19 msnm en las coordenadas **UTMX 478482.76** y **UTMY 2292126.5** dentro del municipio de Puerto Vallarta y por último San José Valle con código **18030**, se ubica en una altitud de 20 msnm en las coordenadas **UTMX 476113.63** y **UTMY 2293820.48** dentro del municipio de Bahia de Banderas.

Datos de precipitación y clima de las estaciones

Estación climatológica	Precipitación
La Desembocada	1,068.6 mm
El Cuale	1,777.9 mm
San José Valle	1,101.4 mm

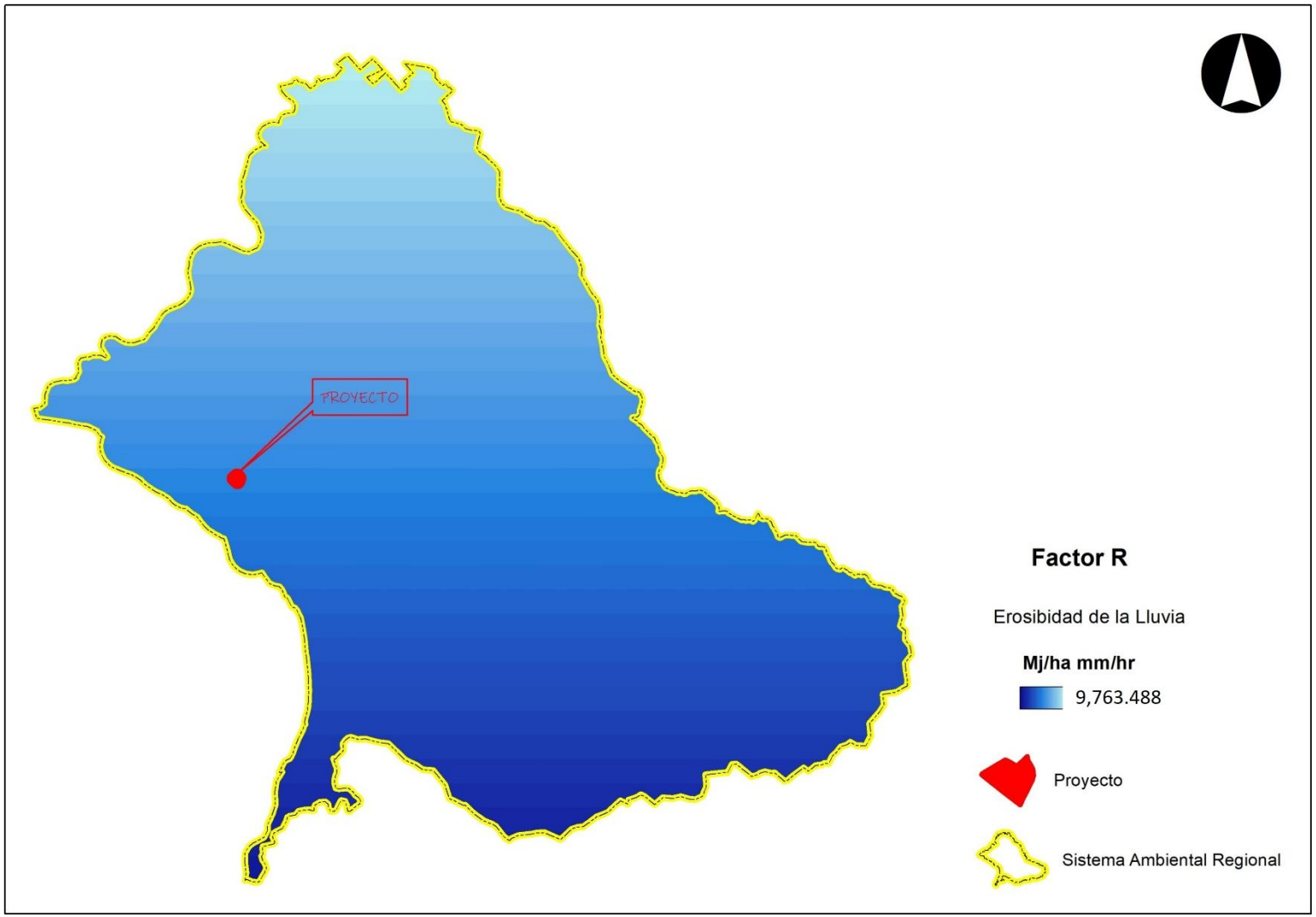
Para el Factor R se tomo en consideración el promedio en los datos de precipitación de estas tres estaciones climáticas, como se muestra a continuación:

$$Promedio\ de\ precipitación = \frac{1{,}068.6\ mm + \ 1{,}777.9\ \text{mm} + \ 1{,}101.4\ \text{mm}}{3} = \mathbf{1{,}315.97\ mm}$$

$$Factor\ R = ((6.8938)(\mathbf{1{,}315.97\ mm}) + ((0.000442)(1{,}315.97\ mm)^2) = \mathbf{9{,}763.488}$$

Derivado del cálculo, donde se tomó la ecuación asignada a la región la que pertenece el Sistema Ambiental regional, el Factor R para el SAR es de **9,763.488 Mj/ha mm/hr**.

Figura IV. 209 Factor R Para el Sistema Ambiental Regional



Erosionabilidad (Factor K)

Es la susceptibilidad del suelo a erosionarse; a mayor erosionabilidad, menor resistencia a la acción de los agentes erosivos. Las propiedades del suelo que afectan la erosionabilidad pueden agruparse en dos categorías (Loredo, 2007): las que afectan la capacidad de infiltración y almacenamiento, así como las que influyen en la resistencia a la dispersión y al transporte durante la lluvia y el escurrimiento.

Figueroa *et al.,* (1991) señalan que la erosionabilidad varía en función de la textura del suelo, el contenido de materia orgánica, la estructura del suelo, presencia de óxidos de fierro y aluminio, uniones electroquímicas, contenido inicial de humedad y procesos de humedecimiento y secado. Estas propiedades se relacionan entre sí, observando que el contenido de materia orgánica afecta directamente la estabilidad estructural (Loredo et al. 2007; Loredo, 1986) y esta a su vez, influye en la porosidad, así como en la retención de humedad y conductividad hidráulica del suelo.

En la siguiente tabla se muestran los datos propuestos por la FAO para estimar el Factor K, donde se utiliza la unidad de clasificación del suelo FAO/UNESCO y la textura como parámetros para determinar K, debiendo realizar un ajuste para las fases gravosa o pedregosa (Loredo et al., 2007). La ventaja de este método radica en su sencillez y en la disponibilidad de la información, considerando que los mapas de edafología escala 1: 50,000 publicados por la Dirección de Estudios del Territorio Nacional (DETENAL) (INEGI), contienen esta información (unidad de suelo, grupo textural y fase gravosa o pedregosa).

Tabla IV. 123. Valores del Factor K por unidades, Subunidades y Textura del suelo

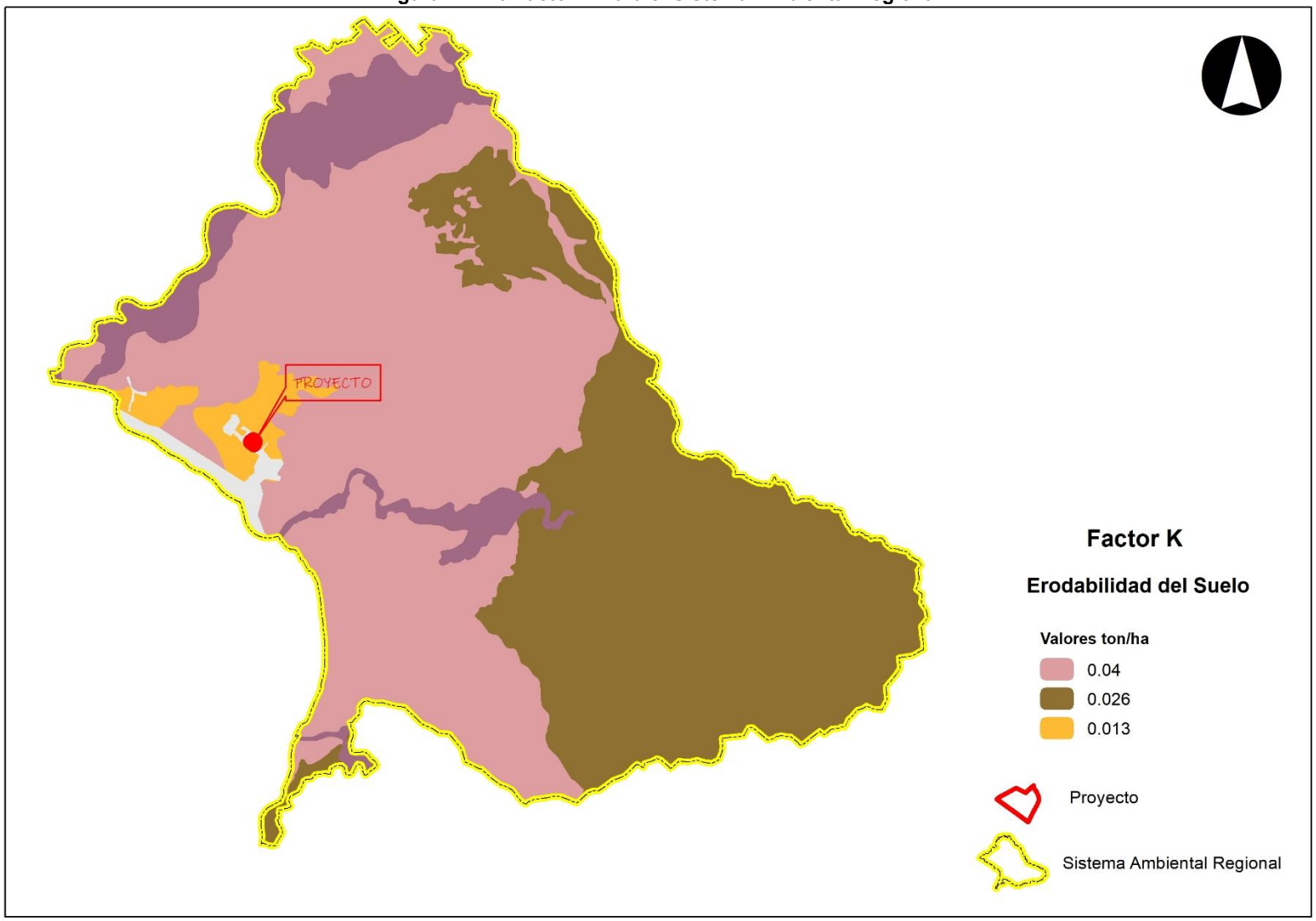
Unidades y subunidades de suelo		Textura		
Símbolo	**Nombre**	**Gruesa**	**Media**	**Fina**
A	Acrisol	0.026	0.040	0.013
Af	Acrisol férrico	0.013	0.020	0.007
Ag	Acrisol gléyico	0.026	0.030	0.013
Ah	Acrisol húmico	0.013	0.020	0.007
Ao	Acrisol órtico	0.026	0.040	0.013
Ap	Acrisol plíntico	0.053	0.079	0.026
B	Cambisol	0.026	0.040	0.013
B (c,d,e,k)	Cambisol crómico, dístrico, éutrico, cálcico	0.026	0.040	0.013
Bf	Cambisol férrico	0.013	0.020	0.007
Bg	Cambisol gléyico	0.026	0.040	0.013
Bh	Cambisol húmico	0.013	0.020	0.007
Bk	Cambisol cálcico	0.026	0.040	0.013
B (v,x)	Cambisol vértico, xérico)	0.053	0.079	0.026

Unidades y subunidades de suelo		Textura		
C (h,k,l)	Chernozem (háplico, cálcico y lúvico)	0.013	0.020	0.007
D (d,g,e)	Podzoluvisol (dístrico,gléyico, éutrico)	0.053	0.079	0.026
E	Rendzina	0.013	0.020	0.007
F(a,h,p,o)	Ferrasol (ácrico, húmico, plíntico, ócrico)	0.013	0.020	0.007
G	Gleysol	0.026	0.040	0.013
Gc	Gleysol calcárico	0.013	0.020	0.007
G (d,e)	Gleysol dístrico éutrico	0.026	0.040	0.013
G(h,m)	Gleysol húmico, mólico	0.013	0.020	0.007
G(p,x)	Gleysol plíntico, gélico)	0.053	0.079	0.026
Gv	Gleysol vértico	0.053	0.079	0.026
H(c,g,h,l)	Feozem calcárico, gléyico, háplico, lúvico)	0.013	0.020	0.007
I	Litosol	0.013	0.020	0.007
J	Fluvisol	0.026	0.040	0.013
Jc	Fluvisol calcárico	0.013	0.020	0.007
Jd	Fluvisol dístrico	0.026	0.040	0.013
Je	Fluvisol eútrico	0.026	0.040	0.013
Jt	Fluvisol tiónico	0.053	0.079	0.026
Jp	Fluvisol plíntico	0.053	0.079	0.026
K (h,k,l)	Kastañosem (húmico, cálcico y lúvico)	0.026	0.040	0.013
L	Luvisol	0.026	0.040	0.013
La	Luvisol álbico	0.053	0.079	0.026
Lc	Luvisol crómico	0.026	0.040	0.013
Lf	Luvisol férrico	0.013	0.020	0.007
Lg	Luvisol gléyico	0.026	0.040	0.013
Lk	Luvisol cálcico	0.026	0.040	0.013
Lo	Luvisol órtico	0.026	0.040	0.013
Lp	Luvisol plíntico	0.053	0.079	0.026
Lv	Luvisol vértico	0.053	0.079	0.026
M (a,g)	Greysem (ácrico, gléyico)	0.026	0.040	0.013
N (d,e,h)	Nitosol (dístrico, éutrico, húmico)	0.013	0.020	0.007
O (d,e,x)	Histosol (dístrico, éutrico, gélico)	0.013	0.020	0.007
P	Podzol	0.053	0.079	0.026
Pf	Podzol férrico	0.053	0.079	0.026
Pg	Podzol gléyico	0.053	0.079	0.026
Ph	Podzol húmico	0.026	0.040	0.013
Po	Podzol órtico	0.053	0.079	0.026
Pp	Podzol plácico	0.053	0.079	0.026
Q (a,c,f,l)	Arenosol (álbico, cámbico, ferrálico, lúvico)	0.013	0.020	0.007
R	Regosol	0.026	0.040	0.013
Re	Regosol éutrico	0.026	0.040	0.013
Rc	Regosol calcárico	0.013	0.020	0.007
Rd	Regosol dístrico	0.026	0.040	0.013

Unidades y subunidades de suelo		Textura		
Rx	Regosol gélico	0.053	0.079	0.026
S	Solonetz	0.053	0.079	0.026
Sg	Solonetz gléyico	0.053	0.079	0.026
Sm	Solonetz mólico	0.026	0.040	0.013
So	Solonetz órtico	0.053	0.079	0.026
T	Andosol	0.026	0.040	0.013
Th	Andosol húmico	0.013	0.020	0.007
Tm	Andosol mólico	0.013	0.020	0.007
To	Andosol ócrico	0.026	0.040	0.013
Tv	Andosol vítrico	0.026	0.040	0.013
U	Ranker	0.013	0.020	0.007
V(c,p)	Vertisol (crómico, pélico)	0.053	0.079	0.026
W	Planosol	0.053	0.079	0.026
Wd	Planosol dístrico	0.053	0.079	0.026
We	Planosol éutrico	0.053	0.079	0.026
Wh	Planosol húmico	0.026	0.040	0.013
Wm	Planosol mólico	0.026	0.040	0.013
Wx	Planosol gélico	0.053	0.079	0.026
X(k,h,l,g)	Xerosol (cálcico, háplico, lúvico, gypsico)	0.053	0.079	0.026
Y(h,k,l,g,t)	Yermosol (háplico, cálcico, lúvico,	0.053	0.079	0.026
Z	Solonchak	0.053	0.040	0.013
Zg	Solonchak gléyico	0.026	0.040	0.013
Zm	Solonchak mólico	0.013	0.020	0.007
Zo	Solonchak órtico	0.026	0.040	0.013
Zt	Solonchak takírico	0.053	0.079	0.026

La mayor parte del Sistema Ambiental Regional predomina un **Factor K de 0.04 ton.hMJ.mm**. Asimismo, se identifican valores de **0.026 ton.hMJ.mm,** en las zonas montañosas del Sistema Ambiental Regional y en menor proporción **Factor K de 0.013 ton.hMJ.mm**. Esto se puede visualizar en la siguiente figura.

Figura IV. 210 Factor K Para el Sistema Ambiental Regional

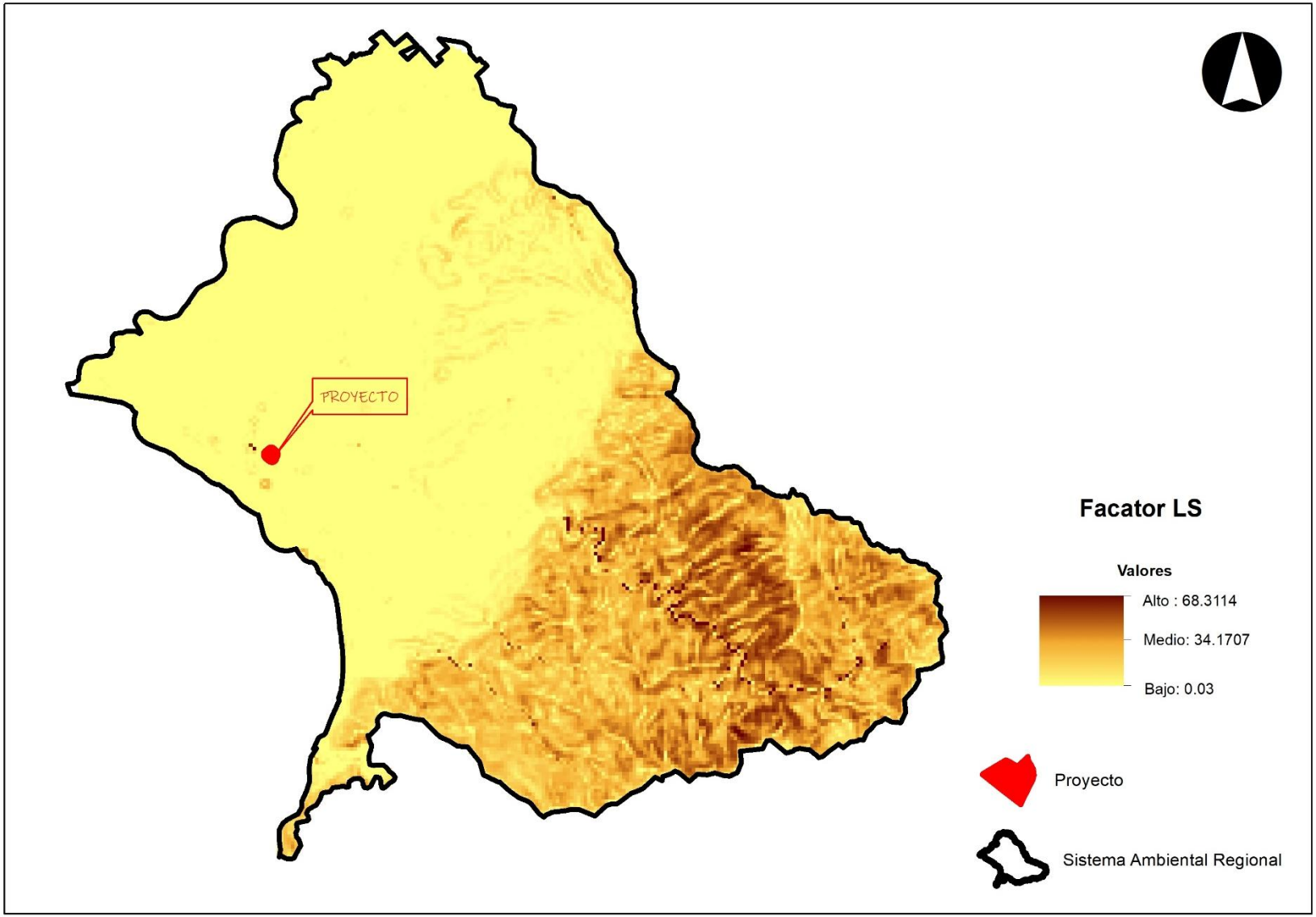


Longitud y grado de pendiente (Factor LS)

El efecto de la topografía en la erosión de suelos tiene dos componentes: el factor de longitud de la pendiente (L) y el factor de inclinación de la pendiente (S). La pendiente del terreno afecta los escurrimientos superficiales imprimiéndoles velocidad. El tamaño de las partículas, así como la cantidad de material que el escurrimiento puede desprender o llevar en suspensión, son una función de la velocidad con la que el agua fluye sobre la superficie. A su vez, la velocidad depende del grado y longitud de la pendiente. En igualdad de condiciones, conforme se incrementa el grado de la pendiente, el agua fluye más rápido y en consecuencia el tiempo para la infiltración del agua al suelo es menor. La longitud de la pendiente está definida por la distancia del punto de origen del escurrimiento superficial al punto donde cambia el grado de pendiente Loredo *et al.* (2007).

De acuerdo con la metodología que propone el CATIE para estimar la erosión en cuencas con ayuda del Sistema de Información Geográfica **ArcGis,** a fin de generar el plano representativo de este factor, primero se procedió a generar una red irregular de triángulos (TIN), el cual parte de un plano altitudinal (de curvas de nivel), posteriormente a partir de este se creó un modelo de elevación el cual, no es más que la conversión del TIN a ráster, el ráster obtenido de esta conversión se conoce como MDE. Posteriormente se calculó la acumulación de flujo con ayuda de las herramientas hidrológicas de ArcGis, esta herramienta crea un grid de acumulación de flujo. A partir del modelo de acumulación de flujo se generan los factores L y S, nuevamente con ayuda del álgebra de mapas.

Figura IV. 211 Factor Ls Para el Sistema Ambiental Regional



Cubierta de la superficie (Factor C)

De acuerdo con Loredo *et al.,* (2007) la cobertura del suelo es el factor más importante en el control de la erosión hídrica. La cubierta vegetal, comprende a la vegetación (natural o cultivada) y los residuos de cosecha. Tiene efectos benéficos en la reducción de las pérdidas de suelo ya que le brinda protección contra la acción de los agentes erosivos.

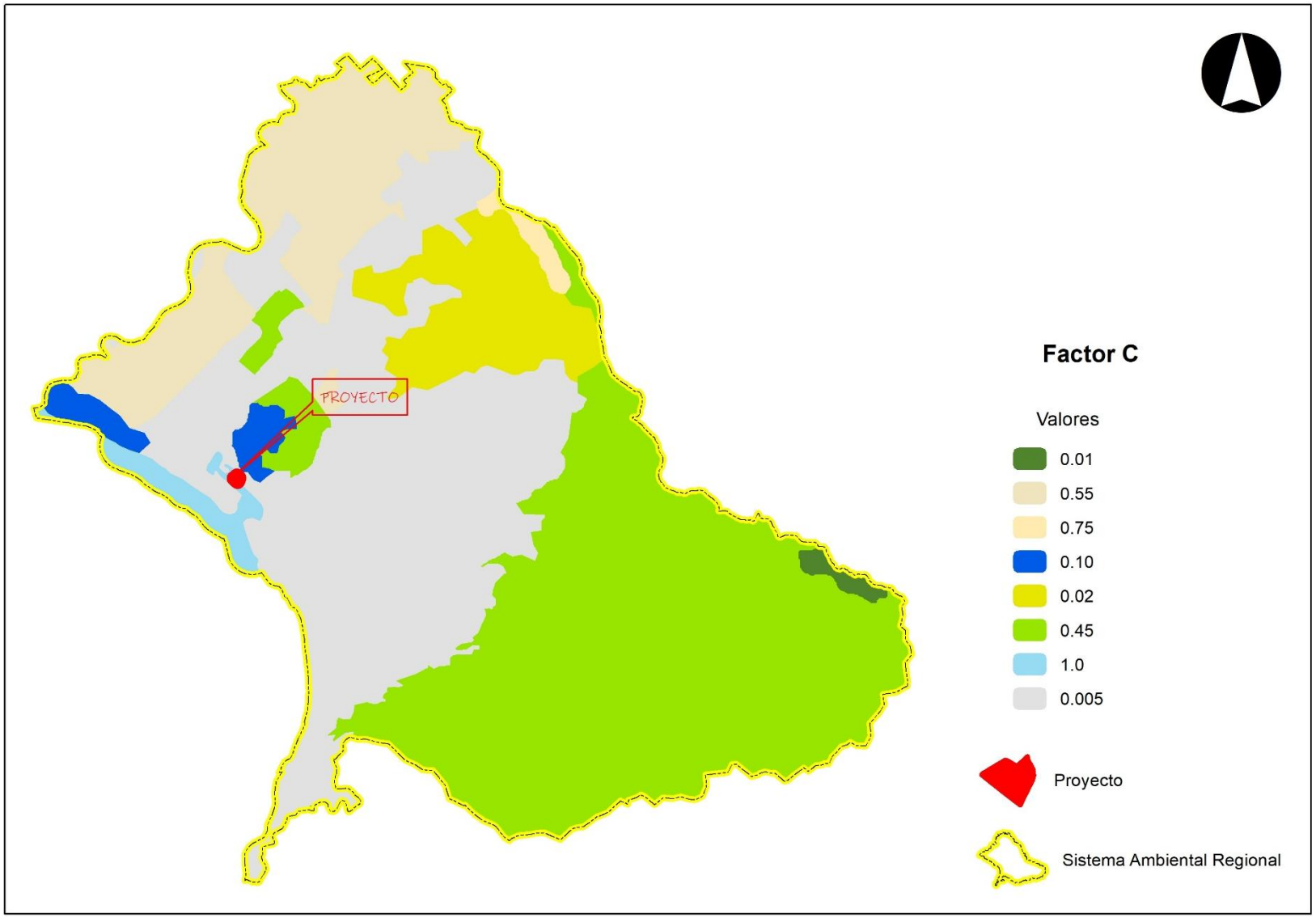
En la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), este factor se ha definido como la relación entre las pérdidas de suelo que se producen bajo un determinado uso (cultivo o vegetación perenne) bajo determinadas condiciones de manejo y las pérdidas correspondientes en ese mismo suelo bajo barbecho continuo. El factor C es considerado factor atenuante y toma valores de 0 a 1, correspondiendo el valor de la unidad al suelo que está desnudo, sin cobertura vegetal y en barbecho. El valor de C en la Ecuación es multiplicativo y a medida que aumenta la cobertura vegetal en densidad y frecuencia, el valor de C tiende a disminuir. Se utilizan los valores de C obtenidos de Montes-León *et al.* (2011) para los tipos de vegetación de México.

Figura IV. 212. Valores de C para los distintos tipos de cobertura que se pueden encontrar en el Sistema Ambiental Regional

Vegetación y/o uso de suelo	C
Bosque de ayarin	0.01
Bosque de cedro	0.01
Bosque de encino	0.10
Bosque de encino-pino	0.01
Bosque de galería	0.10
Bosque de oyamel	0.01
Bosque de pino	0.01
Bosque de pino-encino	0.01
Bosque de tascate	0.01
Bosque de mesofilo de montaña	0.01
Chaparral	0.65
Manglar	0.10
Matorral crasicaule	0.65
Matorral de coníferas	0.20
Matorral desértico microfilo	0.25
Matorral desértico roetofilo	0.25
Matorral espinoso tamaulipeco	0.45
Matorral rosetofilo costero	0.25
Matorral sarcocaule	0.25
Matorral sarco-crasicaule	0.25
Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.25
Matorral submontano	0.35
Matorral subtropical	0.12
Mezquital	0.65
Palmar inducido	0.75
Palmar natural	0.75

Vegetación y/o uso de suelo	C
Pastizal gipsofilo	0.25
Pastizal halofilo	0.25
Pastizal inducido	0.02
Pastizal natural	0.07
Popal	0.85
Pradera de alta montaña	0.05
Sabana	0.54
Sabanoide	0.54
Selva alta perennifolia	0.45
Selva alta subperennifolia	0.45
Selva baja caducifolia	0.50
Selva baja espinosa caducifolia	0.50
Selva baja espinosa subperennifolia	0.50
Selva mediana caducifolia	0.45
Selva mediana perennifolia	0.45
Selva mediana subcaducifolia	0.45
Tular	0.10
Vegetación de desiertos arenosos	0.85
Vegetación de dunas costeras	0.85
Vegetación de galería	0.85
Vegetación halófila	0.85
Zona urbana	0.005
Cuerpos de agua	1.0
Agricultura en riego	0.55
Agricultura de temporal	0.75
Agricultura de humedad	0.25

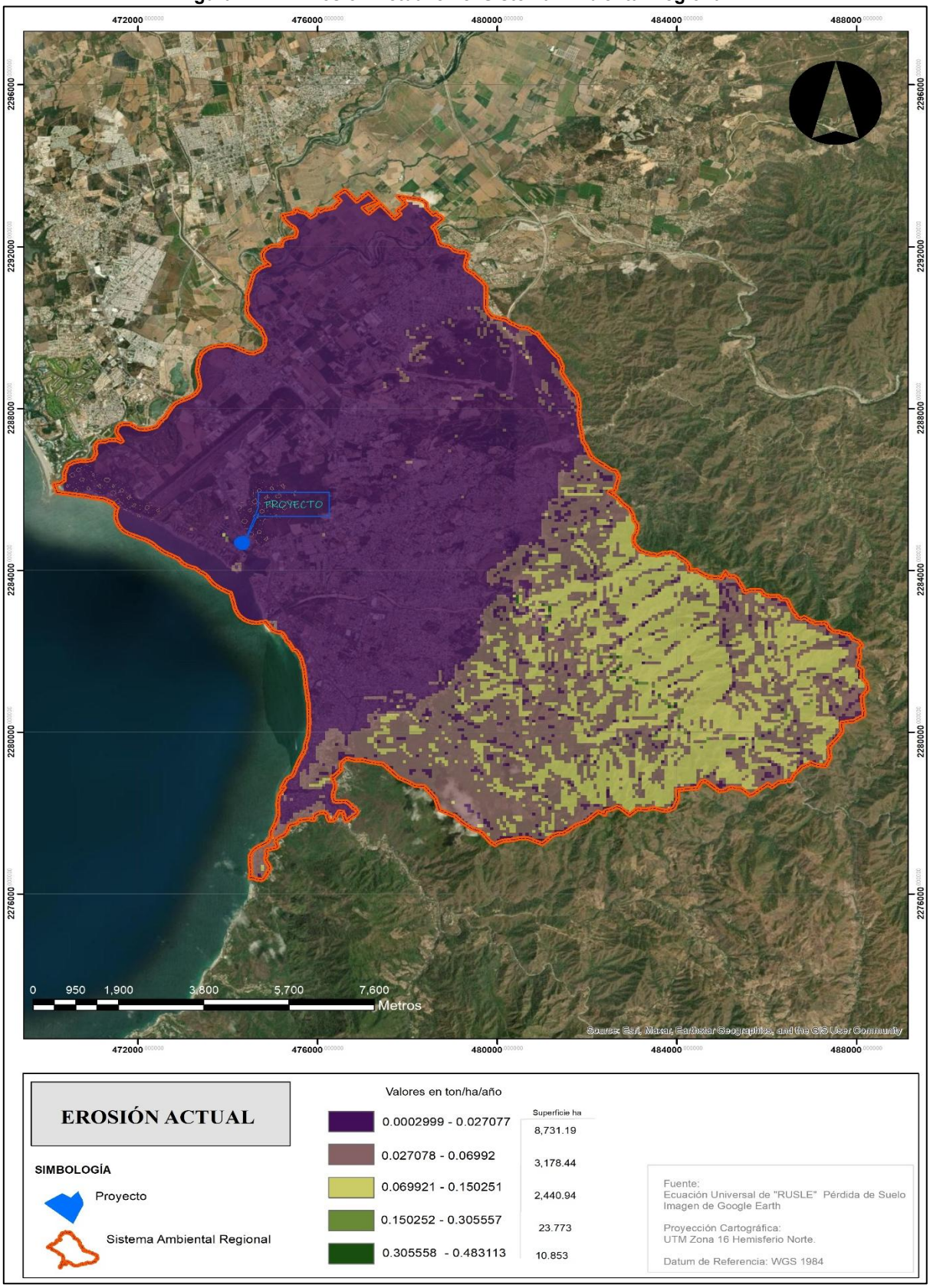
Figura IV. 213 Factor C para el Sistema Ambiental Regional



Resultados en los cálculos de Erosión en el Sistema Ambiental

La tasa de erosión actual en el Sistema Ambiental Regional es de **0.0384 t/ha/año**, valor que se encuentra significativamente por debajo del límite máximo de **10 t/ha/año** establecido por la SAGARPA (actual SADER). Si bien se prevé un incremento puntual de la erosión durante las actividades del CUSTF, este efecto será temporal; una vez concluida la construcción, la infraestructura y el desplante de las obras funcionarán como una cobertura física permanente, mitigando la exposición directa del suelo a los agentes erosivos y estabilizando la tasa de pérdida de sedimentos.

Figura IV. 214 Erosión Actual en el Sistema Ambiental Regional

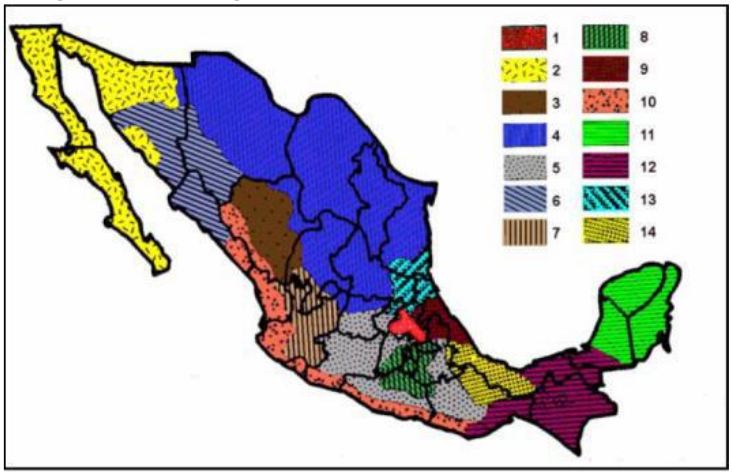


IV.3.6.3. Metodología para estimación de los factores en el proyecto

Factor R

La erosividad está en función de la intensidad de la lluvia, es decir, la energía cinética que tiene la caída de las gotas de lluvia. Debido a la dificultad para conocer la intensidad de la lluvia para cada evento, se decidió utilizar la metodología de Cortés y Figueroa (1991) donde se correlacionan los datos de precipitación anual, con los valores de R. Para ello se clasificó el territorio del país en 14 regiones como se muestra en la siguiente figura, de forma que cada una tiene un modelo de regresión distinta.

Figura IV. 215. Regiones de México para la estimación de R



Regiones de México donde aplican las ecuaciones de erosividad
Fuente: www.sagarpa.gob.mx/sdr/apoyos/publicaciones/dctos_excell/01estim-erosion.xls

Figura IV. 216. Ecuación por región para la estimación de R

Región	Ecuación	R^2
I	$R = 1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	$R = 3.4555P + 0.006470P^2$	0.93
III	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	0.94
IV	$R = 2.8559P + 0.002983P^2$	0.92
V	$R = 3.4880P - 0.00088P^2$	0.94
VI	$R = 6.6847P + 0.001680P^2$	0.90
VII	$R = -0.0334P + 0.006661P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967P + 0.003270P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458P - 0.002096P^2$	0.97
X	$R = 6.8938P + 0.000442P^2$	0.95
XI	$R = 3.7745P + 0.004540P^2$	0.98
XII	$R = 2.4619P + 0.006067P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427P - 0.00108P^2$	0.97
XIV	$R = 1.5005P + 0.002640P^2$	0.95

El proyecto se ubica en la región X por lo tanto la ecuación asignada es:

Región	Ecuación	R^2
X	$R = 6.8938P + 0.000442P^2$	0.95

Cálculo del factor R

Para realizar la estimación del Factor R, se tomó en cuenta la información de las dos estaciones climatológicas en operación más cercanas. De acuerdo con la revisión en el Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2021), estas estaciones son: **El Cuale** con código **14339**, se ubica en una altitud de 53 msnm en las coordenadas **UTMX 477074.72** y **UTMY 2277495.43** y **La Desembocada** con código **14081**, se ubica en una altitud de 19 msnm en las coordenadas **UTMX 478482.76** y **UTMY 2292126.5** dentro del municipio de Puerto Vallarta.

Datos de precipitación y clima de las estaciones

Estación climatológica	Precipitación
La Desembocada	1,068.6 mm
El Cuale	1,777.9 mm

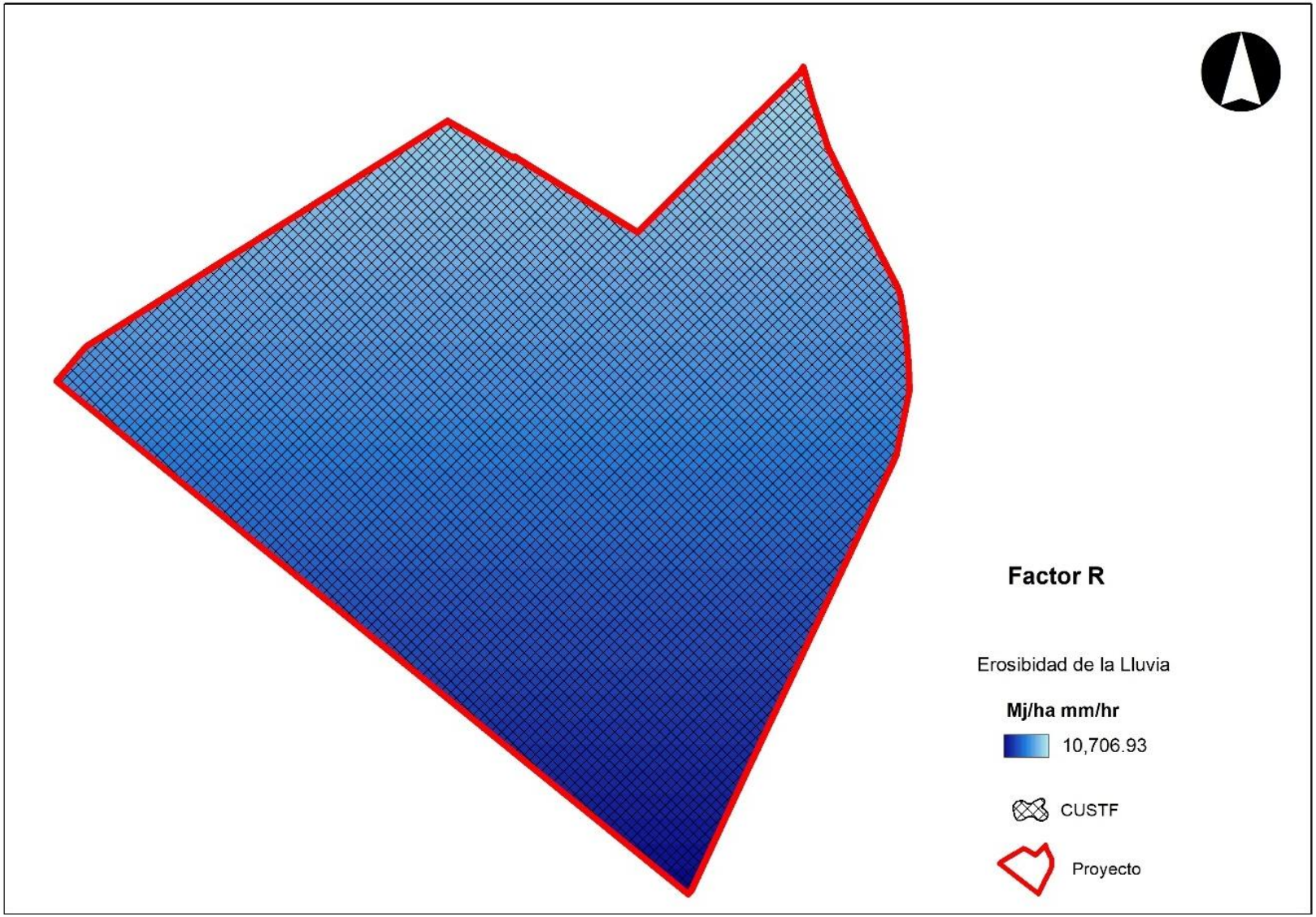
Para el Factor R se tomó en consideración el promedio en los datos de precipitación de estas tres estaciones climáticas, como se muestra a continuación:

$$Promedio\ de\ precipitación = \frac{1{,}068.6\ mm + \ 1{,}777.9\ \text{mm}}{2} = \mathbf{1{,}423.250\ mm}$$

$$Factor\ R = ((6.8938)(\mathbf{1{,}423.250\ mm}) + ((0.000442)(\mathbf{1{,}423.250}\ mm)^2) = \mathbf{10{,}706.93}$$

Derivado del cálculo, donde se tomó la ecuación asignada a la región la que pertenece el proyecto Alisia, el Factor R para el SAR es de **10,706.93 Mj/ha mm/hr**.

Figura IV. 217 Factor R



Erosionabilidad (Factor K)

Es la susceptibilidad del suelo a erosionarse; a mayor erosionabilidad, menor resistencia a la acción de los agentes erosivos. Las propiedades del suelo que afectan la erosionabilidad pueden agruparse en dos categorías (Loredo, 2007): las que afectan la capacidad de infiltración y almacenamiento, así como las que influyen en la resistencia a la dispersión y al transporte durante la lluvia y el escurrimiento.

Figueroa *et al.,* (1991) señalan que la erosionabilidad varía en función de la textura del suelo, el contenido de materia orgánica, la estructura del suelo, presencia de óxidos de fierro y aluminio, uniones electroquímicas, contenido inicial de humedad y procesos de humedecimiento y secado. Estas propiedades se relacionan entre sí, observando que el contenido de materia orgánica afecta directamente la estabilidad estructural (Loredo et al. 2007; Loredo, 1986) y esta a su vez, influye en la porosidad, así como en la retención de humedad y conductividad hidráulica del suelo.

En la siguiente tabla se muestran los datos propuestos por la FAO para estimar el Factor K, donde se utiliza la unidad de clasificación del suelo FAO/UNESCO y la textura como parámetros para determinar K, debiendo realizar un ajuste para las fases gravosa o pedregosa (Loredo et al., 2007). La ventaja de este método radica en su sencillez y en la disponibilidad de la información, considerando que los mapas de edafología escala 1: 50,000 publicados por la Dirección de Estudios del Territorio Nacional (DETENAL) (INEGI), contienen esta información (unidad de suelo, grupo textural y fase gravosa o pedregosa).

Tabla IV. 124. Valores del Factor K por unidades, Subunidades y Textura del suelo

Unidades y subunidades de suelo		Textura		
Símbolo	**Nombre**	**Gruesa**	**Media**	**Fina**
A	Acrisol	0.026	0.040	0.013
Af	Acrisol férrico	0.013	0.020	0.007
Ag	Acrisol gléyico	0.026	0.030	0.013
Ah	Acrisol húmico	0.013	0.020	0.007
Ao	Acrisol órtico	0.026	0.040	0.013
Ap	Acrisol plíntico	0.053	0.079	0.026
B	Cambisol	0.026	0.040	0.013
B (c,d,e,k)	Cambisol crómico, dístrico, éutrico, cálcico	0.026	0.040	0.013
Bf	Cambisol férrico	0.013	0.020	0.007
Bg	Cambisol gléyico	0.026	0.040	0.013
Bh	Cambisol húmico	0.013	0.020	0.007
Bk	Cambisol cálcico	0.026	0.040	0.013
B (v,x)	Cambisol vértico, xérico)	0.053	0.079	0.026

Unidades y subunidades de suelo		Textura		
C (h,k,l)	Chernozem (háplico, cálcico y lúvico)	0.013	0.020	0.007
D (d,g,e)	Podzoluvisol (dístrico,gléyico, éutrico)	0.053	0.079	0.026
E	Rendzina	0.013	0.020	0.007
F(a,h,p,o)	Ferrasol (ácrico, húmico, plíntico, ócrico)	0.013	0.020	0.007
G	Gleysol	0.026	0.040	0.013
Gc	Gleysol calcárico	0.013	0.020	0.007
G (d,e)	Gleysol dístrico éutrico	0.026	0.040	0.013
G(h,m)	Gleysol húmico, mólico	0.013	0.020	0.007
G(p,x)	Gleysol plíntico, gélico)	0.053	0.079	0.026
Gv	Gleysol vértico	0.053	0.079	0.026
H(c,g,h,l)	Feozem calcárico, gléyico, háplico, lúvico)	0.013	0.020	0.007
I	Litosol	0.013	0.020	0.007
J	Fluvisol	0.026	0.040	0.013
Jc	Fluvisol calcárico	0.013	0.020	0.007
Jd	Fluvisol dístrico	0.026	0.040	0.013
Je	Fluvisol eútrico	0.026	0.040	0.013
Jt	Fluvisol tiónico	0.053	0.079	0.026
Jp	Fluvisol plíntico	0.053	0.079	0.026
K (h,k,l)	Kastañosem (húmico, cálcico y lúvico)	0.026	0.040	0.013
L	Luvisol	0.026	0.040	0.013
La	Luvisol álbico	0.053	0.079	0.026
Lc	Luvisol crómico	0.026	0.040	0.013
Lf	Luvisol férrico	0.013	0.020	0.007
Lg	Luvisol gléyico	0.026	0.040	0.013
Lk	Luvisol cálcico	0.026	0.040	0.013
Lo	Luvisol órtico	0.026	0.040	0.013
Lp	Luvisol plíntico	0.053	0.079	0.026
Lv	Luvisol vértico	0.053	0.079	0.026
M (a,g)	Greysem (ácrico, gléyico)	0.026	0.040	0.013
N (d,e,h)	Nitosol (dístrico, éutrico, húmico)	0.013	0.020	0.007
O (d,e,x)	Histosol (dístrico, éutrico, gélico)	0.013	0.020	0.007
P	Podzol	0.053	0.079	0.026
Pf	Podzol férrico	0.053	0.079	0.026
Pg	Podzol gléyico	0.053	0.079	0.026
Ph	Podzol húmico	0.026	0.040	0.013
Po	Podzol órtico	0.053	0.079	0.026
Pp	Podzol plácico	0.053	0.079	0.026
Q (a,c,f,l)	Arenosol (álbico, cámbico, ferrálico, lúvico)	0.013	0.020	0.007
R	Regosol	0.026	0.040	0.013
Re	Regosol éutrico	0.026	0.040	0.013
Rc	Regosol calcárico	0.013	0.020	0.007
Rd	Regosol dístrico	0.026	0.040	0.013

Unidades y subunidades de suelo		Textura		
Rx	Regosol gélico	0.053	0.079	0.026
S	Solonetz	0.053	0.079	0.026
Sg	Solonetz gléyico	0.053	0.079	0.026
Sm	Solonetz mólico	0.026	0.040	0.013
So	Solonetz órtico	0.053	0.079	0.026
T	Andosol	0.026	0.040	0.013
Th	Andosol húmico	0.013	0.020	0.007
Tm	Andosol mólico	0.013	0.020	0.007
To	Andosol ócrico	0.026	0.040	0.013
Tv	Andosol vítrico	0.026	0.040	0.013
U	Ranker	0.013	0.020	0.007
V(c,p)	Vertisol (crómico, pélico)	0.053	0.079	0.026
W	Planosol	0.053	0.079	0.026
Wd	Planosol dístrico	0.053	0.079	0.026
We	Planosol éutrico	0.053	0.079	0.026
Wh	Planosol húmico	0.026	0.040	0.013
Wm	Planosol mólico	0.026	0.040	0.013
Wx	Planosol gélico	0.053	0.079	0.026
X(k,h,l,g)	Xerosol (cálcico, háplico, lúvico, gypsico)	0.053	0.079	0.026
Y(h,k,l,g,t)	Yermosol (háplico, cálcico, lúvico,	0.053	0.079	0.026
Z	Solonchak	0.053	0.040	0.013
Zg	Solonchak gléyico	0.026	0.040	0.013
Zm	Solonchak mólico	0.013	0.020	0.007
Zo	Solonchak órtico	0.026	0.040	0.013
Zt	Solonchak takírico	0.053	0.079	0.026

La mayor parte del área del proyecto se presenta un **Factor K de 0.013 ton.hMJ.mm**. Esto se puede visualizar en la siguiente figura.

Figura IV. 218 Factor k

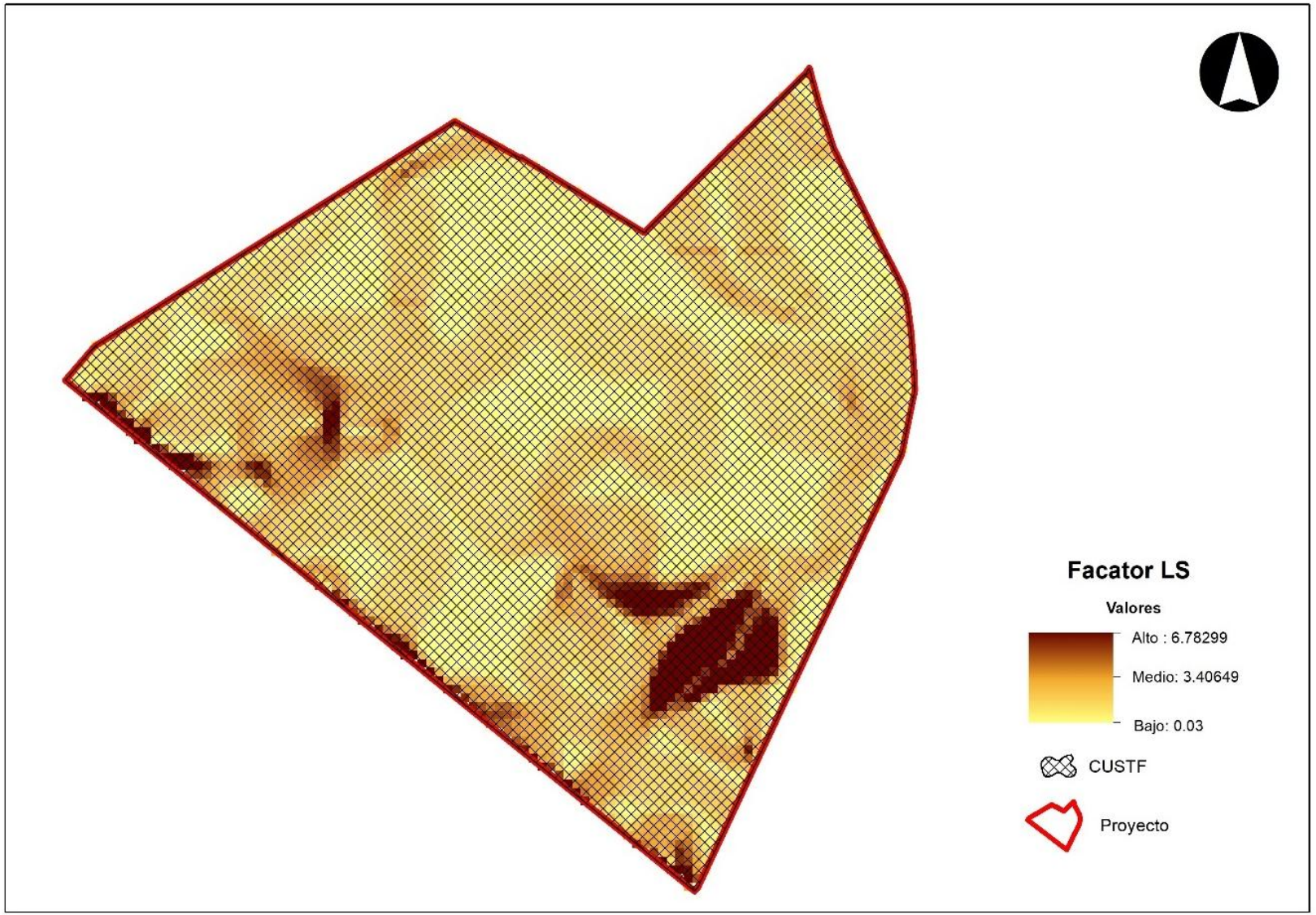


Longitud y grado de pendiente (Factor LS)

El efecto de la topografía en la erosión de suelos tiene dos componentes: el factor de longitud de la pendiente (L) y el factor de inclinación de la pendiente (S). La pendiente del terreno afecta los escurrimientos superficiales imprimiéndoles velocidad. El tamaño de las partículas, así como la cantidad de material que el escurrimiento puede desprender o llevar en suspensión, son una función de la velocidad con la que el agua fluye sobre la superficie. A su vez, la velocidad depende del grado y longitud de la pendiente. En igualdad de condiciones, conforme se incrementa el grado de la pendiente, el agua fluye más rápido y en consecuencia el tiempo para la infiltración del agua al suelo es menor. La longitud de la pendiente está definida por la distancia del punto de origen del escurrimiento superficial al punto donde cambia el grado de pendiente Loredo *et al.* (2007).

De acuerdo con la metodología que propone el CATIE para estimar la erosión en cuencas con ayuda del Sistema de Información Geográfica **ArcGis,** a fin de generar el plano representativo de este factor, primero se procedió a generar una red irregular de triángulos (TIN), el cual parte de un plano altitudinal (de curvas de nivel), posteriormente a partir de este se creó un modelo de elevación el cual, no es más que la conversión del TIN a ráster, el ráster obtenido de esta conversión se conoce como MDE. Posteriormente se calculó la acumulación de flujo con ayuda de las herramientas hidrológicas de ArcGis, esta herramienta crea un grid de acumulación de flujo. A partir del modelo de acumulación de flujo se generan los factores L y S, nuevamente con ayuda del álgebra de mapas.

Figura IV. 219. Factor LS



Cubierta de la superficie (Factor C)

De acuerdo con Loredo *et al.,* (2007) la cobertura del suelo es el factor más importante en el control de la erosión hídrica. La cubierta vegetal, comprende a la vegetación (natural o cultivada) y los residuos de cosecha. Tiene efectos benéficos en la reducción de las pérdidas de suelo ya que le brinda protección contra la acción de los agentes erosivos.

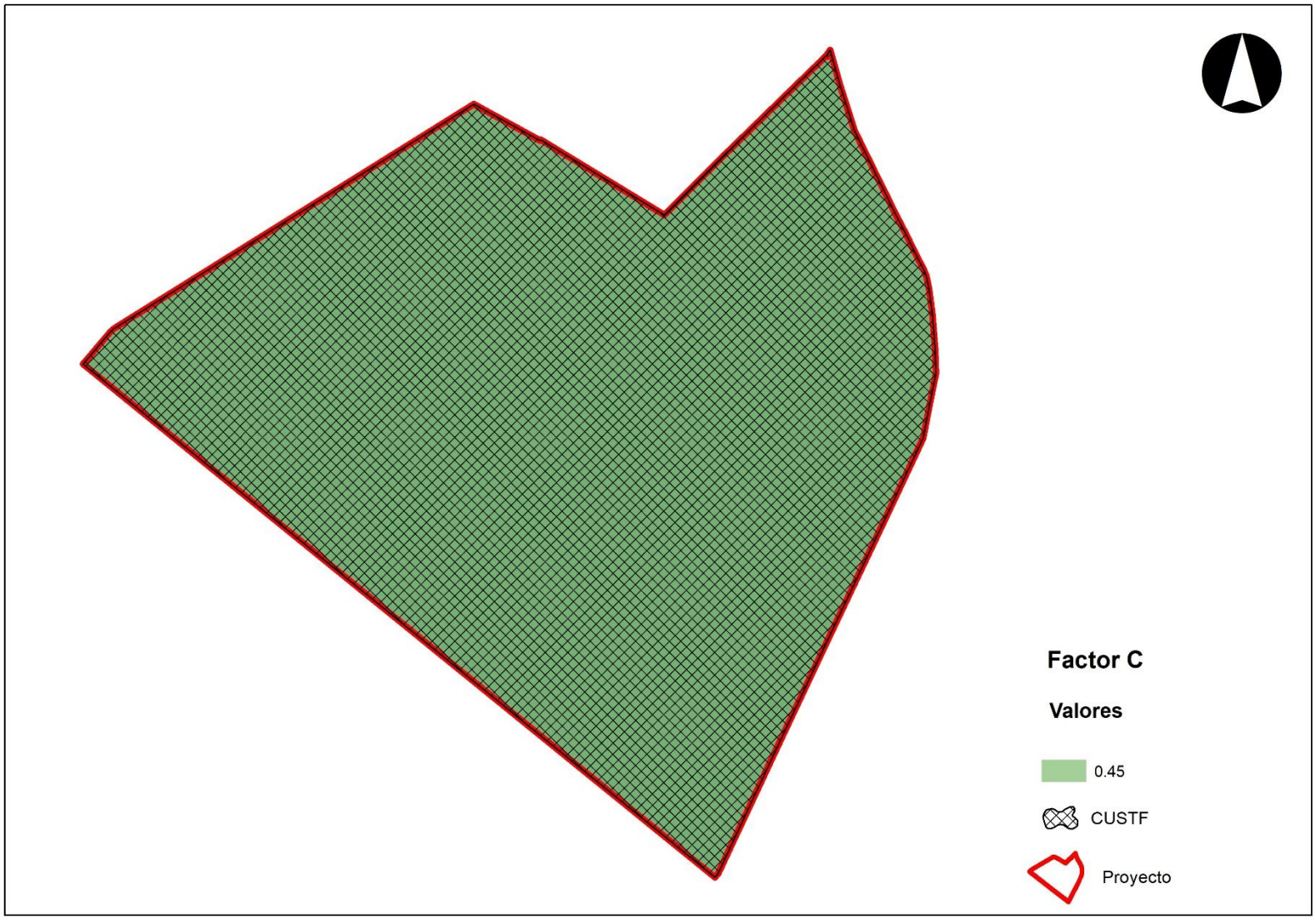
En la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), este factor se ha definido como la relación entre las pérdidas de suelo que se producen bajo un determinado uso (cultivo o vegetación perenne) bajo determinadas condiciones de manejo y las pérdidas correspondientes en ese mismo suelo bajo barbecho continuo. El factor C es considerado factor atenuante y toma valores de 0 a 1, correspondiendo el valor de la unidad al suelo que está desnudo, sin cobertura vegetal y en barbecho. El valor de C en la Ecuación es multiplicativo y a medida que aumenta la cobertura vegetal en densidad y frecuencia, el valor de C tiende a disminuir. Se utilizan los valores de C obtenidos de Montes-León *et al.* (2011) para los tipos de vegetación de México.

Figura IV. 220. Valores de C para los distintos tipos de cobertura que se pueden encontrar en el área que se encuentra en evaluación

Vegetación y/o uso de suelo	C
Bosque de ayarin	0.01
Bosque de cedro	0.01
Bosque de encino	0.10
Bosque de encino-pino	0.01
Bosque de galería	0.10
Bosque de oyamel	0.01
Bosque de pino	0.01
Bosque de pino-encino	0.01
Bosque de tascate	0.01
Bosque de mesofilo de montaña	0.01
Chaparral	0.65
Manglar	0.10
Matorral crasicaule	0.65
Matorral de coníferas	0.20
Matorral desértico microfilo	0.25
Matorral desértico roetofilo	0.25
Matorral espinoso tamaulipeco	0.45
Matorral rosetofilo costero	0.25
Matorral sarcocaule	0.25
Matorral sarco-crasicaule	0.25
Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.25
Matorral submontano	0.35
Matorral subtropical	0.12
Mezquital	0.65
Palmar inducido	0.75
Palmar natural	0.75

Vegetación y/o uso de suelo	C
Pastizal gipsofilo	0.25
Pastizal halofilo	0.25
Pastizal inducido	0.02
Pastizal natural	0.07
Popal	0.85
Pradera de alta montaña	0.05
Sabana	0.54
Sabanoide	0.54
Selva alta perennifolia	0.45
Selva alta subperennifolia	0.45
Selva baja caducifolia	0.50
Selva baja espinosa caducifolia	0.50
Selva baja espinosa subperennifolia	0.50
Selva mediana caducifolia	0.45
Selva mediana perennifolia	0.45
Selva mediana subcaducifolia	0.45
Tular	0.10
Vegetación de desiertos arenosos	0.85
Vegetación de dunas costeras	0.85
Vegetación de galería	0.85
Vegetación halófila	0.85
Zona urbana	0.005
Cuerpos de agua	1.0
Agricultura en riego	0.55
Agricultura de temporal	0.75
Agricultura de humedad	0.25

Figura IV. 221 Factor C



Resultados. Como se muestra en la siguiente tabla la tasa de erosión actual presenta un valor de **0.0064 Ton/ha/año**. Una vez realizadas las actividades de desmonte y despalme, el suelo quedará expuesto por lo que la tasa de erosión aumentará a **0.5413 Ton/ha/año** (valor que no rebasa la tasa máxima permitida de erosión según SAGARPA; **10/Ton/año**), y de no aplicarse medidas de mitigación, durante el tiempo que se realicen las actividades de construcción, por año podría erosionarse lo equivalente a la superficie predial. No obstante, una vez establecido el proyecto, la tasa de erosión volverá a disminuir a **0.0108 Ton/ha/año**, debido a que, una vez establecida la capa de tejido urbano, esta evitará la exposición del suelo.

Tabla IV. 125. Tasa de erosión actual, potencial y posterior al proyecto

	Total de suelo erosionado en un año (ton)	Toneladas por hectárea al año
Erosión actual	0.0030	0.0064
Erosión potencial	0.2503	0.5413
Erosión con proyecto	0.0050	0.0108

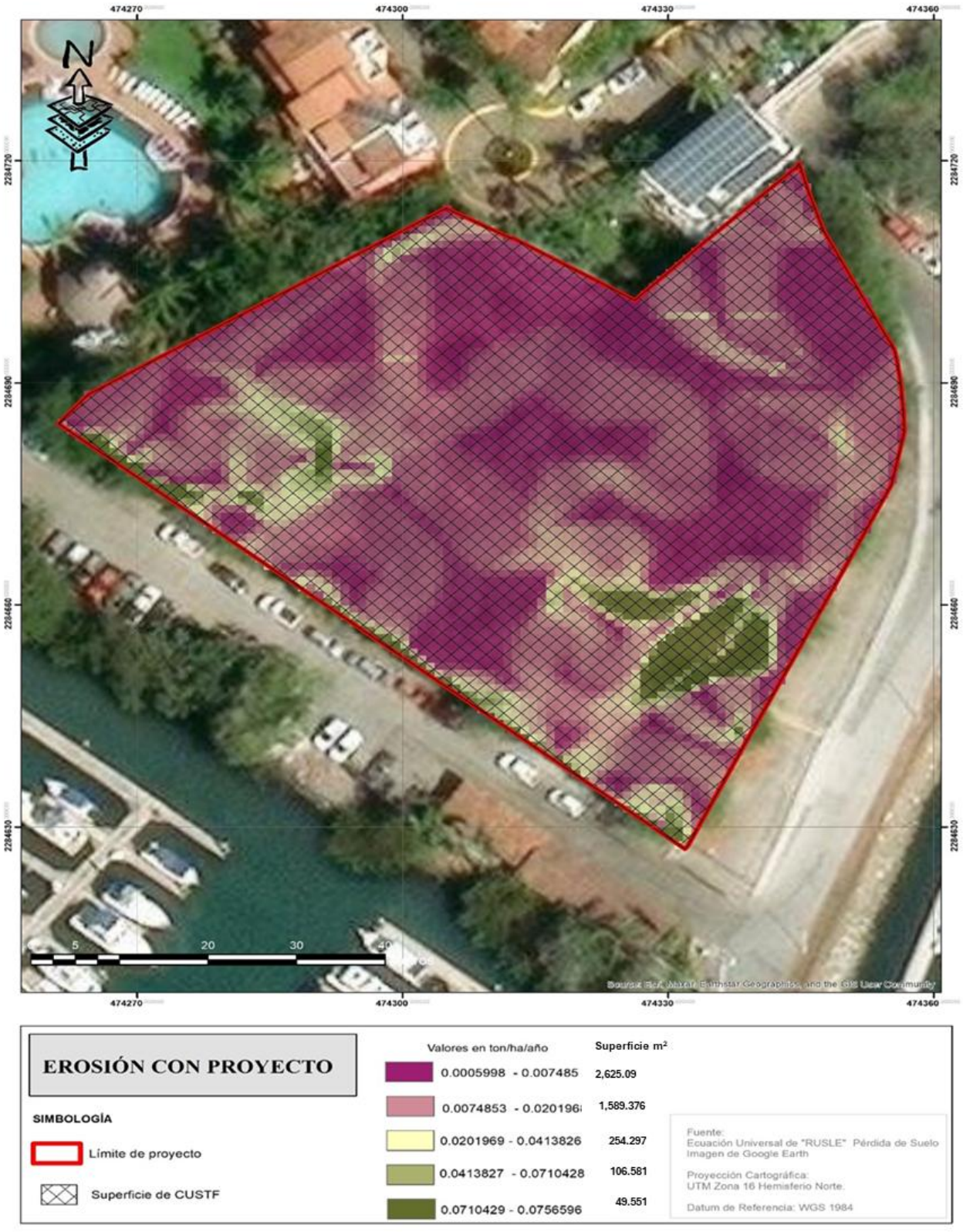
Plano IV. 32. Erosión actual con vegetación en el área del proyecto



Plano IV. 33. Erosión potencial en suelo desnudo



Plano IV. 34. Erosión con el Proyecto



IV.3.6.3. Protección de suelos

Para la protección de Tierras frágiles se han elegido cuidadosamente métodos recomendados en el Manual de Obras y Prácticas: Protección, restauración y conservación de suelos forestales (2007) de CONAFOR (Comisión Nacional Forestal) y SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales); la aplicación de estos métodos podría implementarse para la protección del suelo durante las actividades de desmonte y despalme del proyecto, se propone construir obras de retención de suelos con la finalidad de mitigar el posible impacto generado al componente edafológico.

Las obras de retención de suelos que se proponen construir son principalmente acordonamiento de troncos y ramas derivados del desmonte del sitio del proyecto, también estas estructuras se pueden elaborar con costales o barreras de piedra (Cardoza-Vázquez *et al.,* 2007) y deben permanecer durante todo el tiempo de vida del proyecto.

La finalidad de estas obras que a continuación se describen es retener el suelo, disminuir la velocidad del agua, retener humedad y favorecer el desarrollo de vegetación natural. Para evitar la erosión del predio derivada del CUSTF, se proponen prácticas de manejo del suelo, de forma que se asegure que, aunque se realice el CUSTF no se perderá suelo por erosión. La práctica seleccionada en la medida de control de erosión depende del uso futuro que se le dé al terreno.

Terrazas de ramas

Es una estructura temporal para el control de la erosión apropiada para zonas forestales, compuesta de ramas entrelazadas que se pueden conseguir del desmonte del sitio, se colocan transversalmente (en forma de barrera o trinchera) a la pendiente o flujo del agua. Esta estructura reduce la velocidad de la escorrentía, retiene azolves y humedad, detiene el crecimiento de cárcavas, protege obras de infraestructura rural y permite la acumulación de sedimentos favorables para el establecimiento de cobertura vegetal. Estas deben recibir mantenimiento, por lo que se recomienda, después de lluvias intensas, realizar una inspección para verificar posibles daños y programar las reparaciones correspondientes, sobre todo en estructuras nuevas cuando los materiales todavía no están consolidados.

Figura IV. 222. Ejemplo de disposición de barreras con material vegetal



Terraza de costales

Es una estructura permeable, que se ordena en forma de barrera o trinchera y se coloca transversalmente a la pendiente del terreno. Sirve para el control de la erosión y retención de sedimentos, se recomienda colocar estacas para dar mayor estabilidad a la estructura. Es conveniente colocar los costales llenos de tierra en forma intercalada. Se recomienda la siembra o plantación de especies vegetales sobre los sedimentos acumulados aguas arriba y colocar semillas de pastos y arbustos en la superficie de los sacos para que estabilicen la presa. Es importante que esa vegetación sea propia de la región. Las medidas de los costales suelen ser de 60 x 40 x 25 cm de altura, por ello, para formar un metro cúbico se requieren de aproximadamente 20 costales.

Figura IV. 223. Colocación de costales de material de residuo vegetal a manera de terrazas



Barreras de piedra

Son un conjunto de rocas colocadas de manera lineal en curvas a nivel y de manera perpendicular a la pendiente. Es conveniente colocar estas obras en terrenos que ya cuenten con suficientes rocas que garanticen el volumen requerido y que se encuentren aflorando sobre la superficie sin necesidad de hacer excavaciones extra para poderlas obtener.

Figura IV. 224. Ejemplo de barreras de piedra



Dichas terrazas (Ramas y Costales) se construyen colocando ramas y/o costales de tal manera que se forme una barrera cuadrangular de 50 centímetros de alto por 50 centímetros de grosor. La obra servirá para disminuir la velocidad de escurrimiento en terrenos de ladera, coadyuvar al establecimiento de vegetación forestal, retención de suelos y propiciar la infiltración de agua. Las obras disminuyen la erosión hídrica laminar, aumentan la cantidad de agua infiltrada y mejoran la calidad de agua; dichas obras tienen una vida útil aproximada de 5 años.

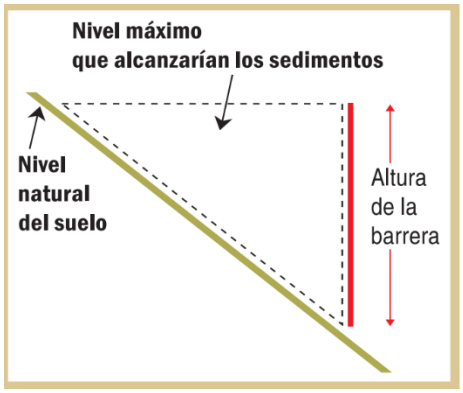
Para determinar la longitud requerida de las barreras se siguió la metodología propuesta por la CONAFOR (2007) en su Manual de Obras y Prácticas para la Protección, restauración y conservación de suelos forestales. La tasa de erosión de suelo que se quiere retener es la diferencia que existe entre la erosión previa a realizar el CUSTF y la erosión posterior al CUSTF, correspondiente a 0.0108 Ton/ha/año y 0.5412 Ton/ha/año respectivamente. El volumen que puede retener cada barrera está en función de la pendiente del terreno y de la altura de la barrera, de forma que el volumen del material edáfico que se requiere retener es la partida para calcular la longitud de las barreras. El

suelo dentro del área del proyecto tiene una textura de tipo “Franco arenoso”, y de acuerdo con la CONAFOR, este tipo textural presenta una “Densidad Aparente” de 1.5 gr/ml o kg/m^3.

Textura del suelo y densidad aparente	
TEXTURA DEL SUELO	DENSIDAD APARENTE (GRAMOS / MILILITRO)
Arena	1.6
Franco arenoso	1.5
Franco	1.4
Franco limoso	1.3
Franco arcilloso	1.2
Arcilla	1.1

FUENTE: CONAFOR, 2007

Para calcular la longitud de las barreras de retención es necesario tomar la media de las pendientes del predio (22.5 grados). Por medio de los parámetros con los que cuentan las barreras de piedra y el área de la que se pretende retener el suelo erosionado fue posible estimar la cantidad de suelo que retendrá cada metro lineal de mencionada estructura. La manera en que se estimó la capacidad volumétrica de las barreras de piedra para el caso específico del presente proyecto se presenta a continuación.



$$\boldsymbol{Tan}(\alpha) = \frac{Cateto\ opuesto}{Cateto\ adyacente}$$

$$Tan(\alpha) \times Cateto\ adyacente\boldsymbol{e} = \boldsymbol{Cateto\ opuesto}$$

$$Tan(22.5°) \times 50\ cm = \boldsymbol{Cateto\ opuesto}$$

$$20.71\ \text{cm} = \boldsymbol{Cateto\ opuesto}$$

Ahora que se conoce la distancia que tiene el cateto opuesto, se puede estimar el área que existe entre la barrera de piedra y la pendiente del terreno, lo cual se realiza de la siguiente manera:

$$\boldsymbol{A} = \frac{b \times a}{2}$$

$$\boldsymbol{A} = \frac{0.207\ \mathrm{m} \times 0.5\ \mathrm{m}}{2}$$

$$\boldsymbol{A} = 0.051\ \mathrm{m}^2$$

Ahora que se conoce el área que ocupará el suelo entre la barrera y la pendiente del terreno, se puede estimar la capacidad de captación volumétrica de suelo que tendrá la barrera por cada metro lineal.

$$\boldsymbol{m3} = A \times L$$

$$\boldsymbol{m^3} = 0.051\ m^2 \times 1.5\ m$$

$$\boldsymbol{Volumen\ por\ metro\ lineal} = 0.077\ ha/m$$

El resultado del volumen por metro lineal se multiplica por la densidad del suelo aparente, que en el caso del ***proyecto es 6.96***, esto para tener el valor real del volumen de suelo retenido. De acuerdo con lo anterior, cada metro lineal de barrera tendrá la capacidad para retener hasta ***0.1082 m^3 de suelo***. Con el fin de calcular el total requerido de metros lineales de barrera para retener el suelo que provocará el CUSTF es necesario realizar la siguiente división:

$$Metros\ lineales\ de\ barrera = \frac{m^3}{m^2}$$

$$Metros\ lineales\ de\ barrera = 6.96$$

Redondeando el valor de las barreras de retención, se aplicarán **7 metros lineales de barrera**, con esto se busca proteger el suelo de forma efectiva y brindando mayor seguridad después del Cambio de Uso de Suelo. Para la selección de la localización de las barreras, se utilizó el criterio de que estuvieran ubicados en áreas con polígonos de cambio de uso de suelo con superficies y pendientes considerables.

Medidas vegetativas contra la erosión

Durante la etapa de construcción del proyecto serán conformadas áreas verdes con vegetación nativa que busca devolver parte de la naturalidad al predio, aumentar la belleza paisajística y, además, contener el suelo que pudiera erosionarse durante el tiempo de vida del proyecto. Por ello, se presenta como medida el Programa de Reforestación en el Predio.

El Programa de Reforestación en el Predio contempla la reforestación con especies nativas en las áreas verdes y jardineras que serán instaladas en el área del proyecto. Esta actividad implica la retribución de diferentes servicios ecosistémicos que ofrece la vegetación, como pueden ser los de soporte, provisión, regulación e, incluso, culturales. A su vez, la implementación de vegetación aumenta la calidad paisajística del entorno y mejora la calidad de vida de la población, a la vez que ayuda a mitigar las islas de calor y permite la infiltración del agua de lluvia.

Este programa tiene como objetivos el implementar las estrategias que garanticen el desarrollo optimo y funcional de la vegetación que será instalada en el predio para asegurar su supervivencia durante todo el tiempo de vida útil del proyecto. Los árboles y arbustos en la propuesta de reforestación serán provenientes de viveros cercanos tomando en cuenta parámetros morfológicos que garanticen mayores porcentajes de sobrevivencia como son: mejor porte, menor ramificaciones, buen grosor del fuste, buena lignificación y una altura determinada.

Para esta reforestación se tomaron en cuenta especies nativas como Palo mulato, Primavera, Flor de mayo, entre otras, que serán instaladas en las áreas verdes del desarrollo y vialidades. La cantidad de individuos dependerá de la superficie destinada para área verde del proyecto, priorizando las especies con mayor abundancia. Estas áreas verdes se complementan con el Programa de Rescate y Reubicación de Flora. Estas medidas se describen puntualmente en el Capítulo VII de este DTU-BR.

IV.3.7. RECREACIÓN

Actualmente, debido a que el área del proyecto corresponde a un terreno de propiedad privada con vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, no existen en el mismo o se proveen servicios de recreación. No obstante, se tiene proyectado que, al realizar el establecimiento del proyecto completo, este servicio ambiental se vea activado para el predio, sumándose así a la política de ordenación de la región territorial del sistema ambiental regional.

Los beneficios que obtendrán los habitantes, respecto a este servicio ambiental, se derivan de las amenidades recreativas del área a la que pretende integrarse el acceso. Considerando que el atractivo y la riqueza del SAR radica en la abundancia de recursos naturales, es necesario mencionar que la zona costera de una región es uno de los recursos naturales más importantes para el desarrollo económico de ésta (Blanco, 1998); centrándonos en nuestro caso de estudio, la zona es el elemento fundamental para el desarrollo de la actividad turística (Bringas, 2001); los espacios litorales tienen especial importancia por las interacciones entre el sistema terrestre y el sistema marino.

IV.4. DIAGNOSTICO AMBIENTAL

En este apartado se realiza un análisis con la información generada y recopilada en la caracterización del sistema ambiental y en los servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto. El objetivo es obtener un diagnóstico del Sistema Ambiental Regional (SAR), y del Área del Proyecto previo a su realización. El diagnóstico ambiental se define como una caracterización y síntesis del medio abiótico y biótico, para identificar la capacidad de resiliencia y el equilibrio actual de un sistema. En este sentido, se identifican y analizan las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural y el grado de conservación del área de estudio, así como la calidad de vida que pudiera presentarse en la zona por el aumento demográfico y la intensidad de las actividades productivas, considerando siempre aspectos de tiempo y espacio.

La dinámica de Cambio de Uso/Cobertura del Suelo es un factor que permite diagnosticar la condición ambiental actual. Al contrastar esta dinámica de la cobertura de la vegetación durante un periodo en particular, se logra complementar el análisis y obtener una comprensión más amplia de las tendencias del deterioro, la problemática y la presión que presenta el Sistema Ambiental Regional.

IV.4.1. FACTORES UTILIZADOS PARA EL DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Los aspectos que se consideran en la valoración de la calidad ambiental son los siguientes:

- **Hidrología subterránea**: Dado que el SAR abarca un acuífero; Puerto Vallarta, es muy importante determinar si el proyecto se encuentra en una zona crítica de infiltración. Por este motivo el acuífero es considerado un componente crítico a evaluar en función de la carga del Proyecto.

- **Vegetación**: Debido a que juega un papel importante en la conservación del ambiente, regulando las corrientes de agua, moderando en el clima a nivel mundial y local, y favoreciendo la conservación de los suelos previniendo la erosión y siendo además el hogar de numerosas especies, y es uno de los objetivos principales a evaluar.

- **Fauna**: por el papel fundamental que juega en los ecosistemas manteniendo la calidad de los suelos, dispersando semillas o evitando la explosión demográfica de insectos o pequeños animales que podrían llegar a tener efectos adversos para el ecosistema. Por otro lado, es importante tomar este componente ya que muchas de las especies faunísticas de México se encuentran actualmente en peligro de extinción y esto se debe principalmente a la pérdida de hábitat.

- **Paisaje**: debido a que el área donde se pretende realizar el proyecto **Alisia** está enclavada en una región que posee algunas zonas con alto valor paisajístico, por tres motivos principalmente: la presencia de cuerpos montañosos, de vegetación compuesta por manglares y de su bahía con vistas de la costa e islas cercanas. Esto añadido a que, por las características urbanísticas de la Marina de Puerto Vallarta, el área de estudio está cercado por nuevos fraccionamientos que forman importantes focos visuales que dan valor al paisaje presente en la región.

Los factores para cada componente ambiental en análisis fueron:

- **Diversidad**, representada por la riqueza de especies de flora y fauna
- Vegetación. Se considera dos factores:
    1. **Cobertura de la vegetación** como estimador de abundancia de ésta y el valor como protección al suelo.
    2. **Condición**, es el grado de alteración, es decir por presencia e intensidad de perturbaciones antropogénicas en los hábitats de los organismos que constituyen el ecosistema
- **Capacidad de infiltración**
- **Calidad del hábitat para la fauna**, es la suma de todos los factores bióticos y abióticos que una especie animal requiere para que pueda perpetuar su presencia

IV.4.2. MÉTODO DE EVALUACIÓN

Con base en la información recopilada y analizada que antecede, se llevó a cabo la evaluación de calidad de los componentes bióticos y abióticos seleccionados para el proyecto. Para ello, se recurrió a la creación de modelos generados por la plataforma de Sistemas de Información Geográfica (SIG) **QGIS 3.40.5**. La modelación de la calidad de los componentes se basó en la calificación de áreas de acuerdo con los criterios específicos empleados para cada componente.

Con la ayuda de la plataforma QGIS, se generó un "**grid**" o malla de hexágonos que se sobrepuso al polígono del Sistema Ambiental Regional (SAR) con el objetivo de dividirlo en pequeños polígonos para facilitar su análisis. Cada hexágono abarca una superficie de 48.75 hectáreas, lo que permite una buena evaluación de las condiciones internas de cada unidad, evitando redundancias en zonas homogéneas, pero posibilitando detectar cambios. Para cubrir el área total del SAR, así como su área de afectación directa, se necesitaron **350 hexágonos**, resultando en una superficie final analizada de 17,063.3 hectáreas. La decisión de utilizar un diseño de "**grid**" en hexágonos se basó en los beneficios que se enlistarán a continuación:

- Con este arreglo, las celdas son equidistantes por lo que se pueden hacer comparaciones entre ellas, cosa que no se puede hacer con arreglos en cuadros o rectángulos (Tobler, 1970)
- Los hexágonos son la forma geométrica que mejor disminuye la desviación en áreas cuando se subdivide un **grid** de una teselación circular (White *et al*., 1992) que es la metodología que más se utilizada en estudios de ecología debido a que se obtiene resultados con menor varianza (Ludwig y Reynolds, 1988).
- Esta metodología se ha utilizado en Investigación ambiental relacionada con cambios en patrones de vegetación (Beecham y Farnsworth, 1998; Oom *et al*., 2004), en Programas de Evaluación y Monitoreo Ambiental (EPA, 1992), estudios sobre el estatus de la biodiversidad (Csuti *et al*., 2001) y en Programas para la Protección de la Biodiversidad en Áreas Protegidas (Day *et al*., 2000).

Figura IV. 225. Malla de hexágonos(cian) en el SAR (rojo) y proyecto (naranja)

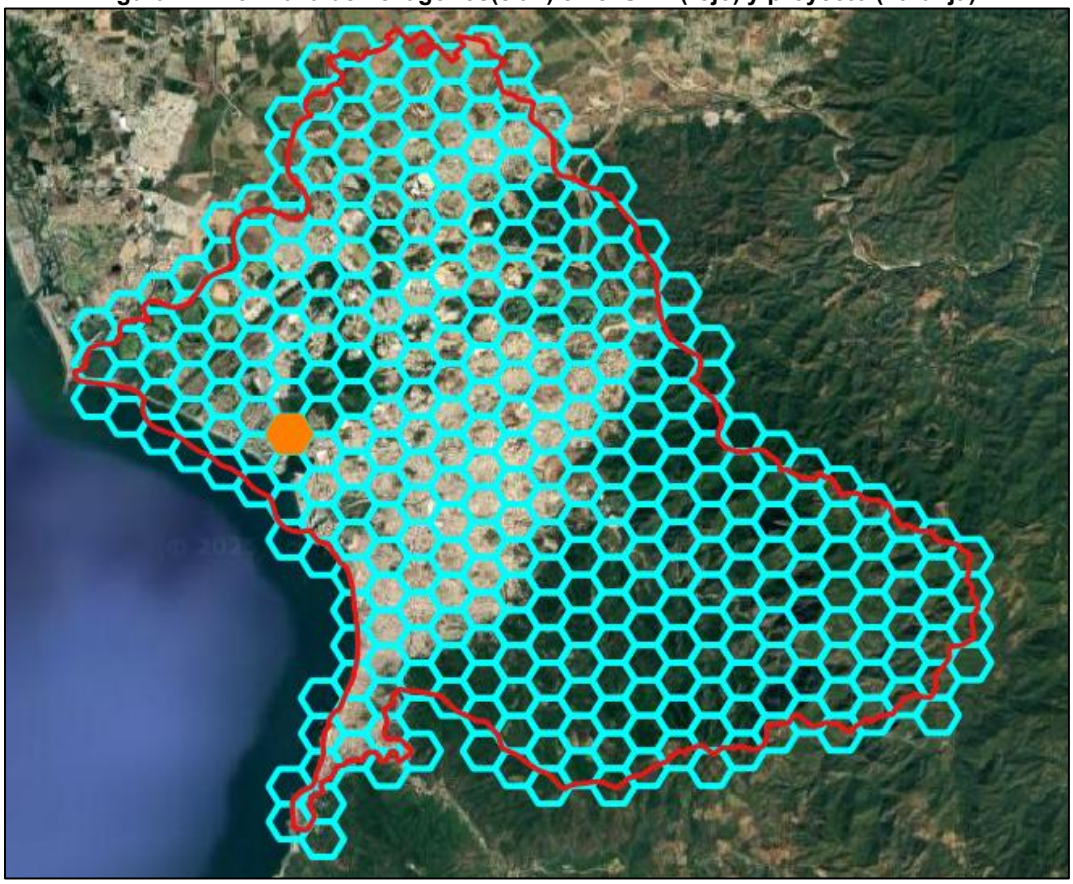


Figura IV. 226. Detalle del hexágono del proyecto (naranja) con el proyecto (rojo) en su interior



Definidos los hexágonos, se continuó a la etapa de calificación de cada uno de los componentes ambientales acuerdo a los factores ambientales mencionados en el apartado anterior. Esta calificación se realizó con una escala de 1 a 5 para todos con la finalidad de tener valores comparables entre ellos.

IV.4.3. MODELACIÓN

Los valores establecidos para cada uno de los criterios de los componentes ambientales, después de su calificación, fueron ingresados al programa y establecidos para cada uno de los hexágonos delimitados anteriormente. La modelación se llevó a cabo mediante un modelo de interpolación espacial ya que este permite convertir los datos de la variable en estudio en superficies continuas (Burrough y Mc Donnell, 1998).

La modelación se basó en la siguiente fórmula:

$$Z(s) = \mu(s) + \varepsilon(s)$$

Para obtener la clasificación de los valores en categorías **Baja**, **Media** y **Alta**, se utilizó una función algorítmica de optimización que busca determinar el mejor arreglo de los valores en clases. Este proceso se basa en la comparación de la diferencia entre la suma de cuadrados de los valores observados en cada clase y la media aritmética de la clase (un método conocido como el algoritmo de Jenks Natural Breaks). El esquema opera identificando dónde las diferencias entre valores ordenados son altas, minimizando las diferencias de la suma de cuadrados dentro de la clase. Esto asegura que las clases sean creadas con valores altamente similares y, al mismo tiempo, maximiza las diferencias entre ellas, lo que resulta en categorías fácilmente distinguibles (ESRI, 2010).

Para la clasificación se utilizó la siguiente Función algorítmica:

$$SSD_{i\ldots j} = \sum_{k=i}^{j} A[k]^2 - \frac{\left(\sum_{k=i}^{j} A[k]\right)^2}{j-i+1}$$

Como resultado se obtuvieron modelos de la calidad ambiental para cada uno de los componentes ambientales en donde se muestran las áreas del polígono con las diferentes condiciones ambientales de acuerdo con los criterios y componentes establecidos. A

continuación, se describen cada uno de los componentes ambientales utilizados para este diagnóstico, así como la metodología de calificación utilizada para los diferentes criterios.

Visualización y Georreferenciación de los Impactos Ambientales = Construcción del Escenario Ambiental

Utilizando la metodología previamente descrita para diagnosticar las condiciones de los componentes ambientales, se llevó a cabo una superposición de la propiedad privada del proyecto **"Alisia"** de 6,741.80 m² de superficie (ya que esta es el área donde se realizará el CUSTF), sobre cada uno de los modelos con el fin de delimitar los cambios en el hexágono que contiene al proyecto y comparar el efecto de dichos cambios sobre el SAR en general en cada una de las categorías establecidas durante la elaboración de estos.

Como resultado se obtuvieron las áreas por cada categoría de clasificación que serán afectadas por el desarrollo del proyecto de acuerdo con su componente ambiental.

Figura IV. 227. Esquematización de superposición del plan maestro sobre un modelo generado



IV.4.4. RESULTADOS DEL DIAGNOSTICO AMBIENTAL

En tiempos geológicos recientes la dinámica natural de la vegetación ha sido modificada por actividades humanas primordialmente, que se expresan principalmente en deforestación, incremento en los pastizales y áreas de cultivo e incremento en la frecuencia de perturbación de la vegetación natural.

Las perturbaciones causadas por el hombre pueden consistir en la eliminación completa o parcial de la vegetación de un ecosistema sin la eliminación del suelo y del banco de semillas o esporas en él, causando de esta forma el inicio de sucesiones autogénicas secundarias.

Para analizar la situación de la vegetación dentro del predio en el presente proyecto y realizar un diagnóstico, se establecieron dos criterios: la **cobertura** y la condición de **la vegetación** de cada uno de los hexágonos definidos. A continuación, se describe la metodología para el análisis de cada uno de los criterios:

Cobertura

La cobertura vegetal puede ser definida como la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomasas con diferentes características fisonómicas y ambientales. En el caso específico de la cobertura forestal, esta juega un papel importante en la conservación del ambiente, ya que regula las corrientes de agua, tiene un efecto moderador en el clima a nivel mundial y local, y favorece la conservación de los suelos previniendo la erosión y además son el hogar de numerosas especies de plantas y animales. También tiene gran incidencia en los procesos de regulación del ciclo hidrológico y en la disminución de la pérdida de suelos (Martínez *et al*, 2000).

Para este proyecto se decidió tomar en cuenta únicamente la vegetación forestal para calificar cada uno de los hexágonos estudiados.

La metodología para el estudio de cobertura se basó en analizar cada hexágono por fotointerpretación, definiendo con ayuda de la plataforma de SIG QGIS el porcentaje de ocupación de las masas forestales en el hexágono. Teniendo esto, se prosiguió a calificar cada una de las celdas con un valor de 1 a 5 de acuerdo con su porcentaje.

Tabla IV. 126. Valoración de la condición de cobertura de la vegetación forestal

Clasificación	Cobertura	Valor
Muy Baja	0 - 20%	1
Baja	20 - 40%	2
Media	40 - 60%	3
Alta	60 - 80%	4
Muy Alta	80 - 100%	5

Condición

En este criterio se considera "**condición**" como el grado de alteración, es decir por presencia e intensidad de perturbaciones antropogénicas en los hábitats de los organismos que constituyen el ecosistema (Begon *et al*., 2006). En el análisis de los ecosistemas con respecto a la alteración antropogénica es importante considerar características como la permanencia, la repetitividad y la intensidad del disturbio, ya que los ecosistemas

responden de distintas maneras ante alteraciones intermitentes o permanentes. Challenger (1998) describe que cuando la fuente de perturbación permanece en el sitio o es repetida y frecuente, se establecen condiciones propias de una sucesión secundaria desviada mientras que cuando las perturbaciones actúen en un periodo corto y después desaparezcan, resultara en una sucesión autogénica secundaria de vegetación natural.

En el Sistema Ambiental Regional en cuestión se encontraron tres condiciones principales, la **primaria**, la **secundaria** y la **artificial** o **ligada a actividades antropogénicas**. La condición primaria se refiere a zonas en donde los ecosistemas no están alterados en forma significativa por perturbaciones antropogénicas recientes y mantienen una estructura y dinámica natural característica del tipo de vegetación por lo que se cree son las zonas de mayor valor desde el punto de vista de conservación del medio ambiente y de la biodiversidad dentro del predio. La condición secundaria incluye a la vegetación secundaria arbórea o arbustiva resultado de un proceso de degradación de la vegetación primaria. La condición artificial o ligada a actividades antropogénicas son los ecosistemas que están bajo una permanente presencia de disturbio humano intenso, la vegetación de estas zonas está compuesta por elementos iniciales de sucesión (pastizales), elementos cultivados (agricultura) y por elementos externos al medio ambiente como construcciones.

La calificación de cada una de las condiciones antes establecidas fue la siguiente:

Tabla IV. 127. Calificaciones para el criterio Condición

Condición	Valor
Primaria	5
Secundaria	3
Artificial	1

La metodología para calcular la condición de cada hexágono fue la siguiente:

- Identificación de la vegetación por fotointerpretación y verificación en campo.
- Clasificación de la vegetación en “**Primaria**” o “**Artificial**”
- Cálculo de Condición

El cálculo de condición se realizó utilizando la siguiente fórmula:

3	Porcentaje del área cubierto por vegetación primaria	**2**	Porcentaje del área cubierto por vegetación secundaria (sucesión)	**1**	Porcentaje del área cubierto por vegetación artificial o zona urbana

Se generó un modelo, como se describió previamente, con los valores establecidos para cada una de las celdas. En él, se observan en una gama de colores de rojo a verde y cinco

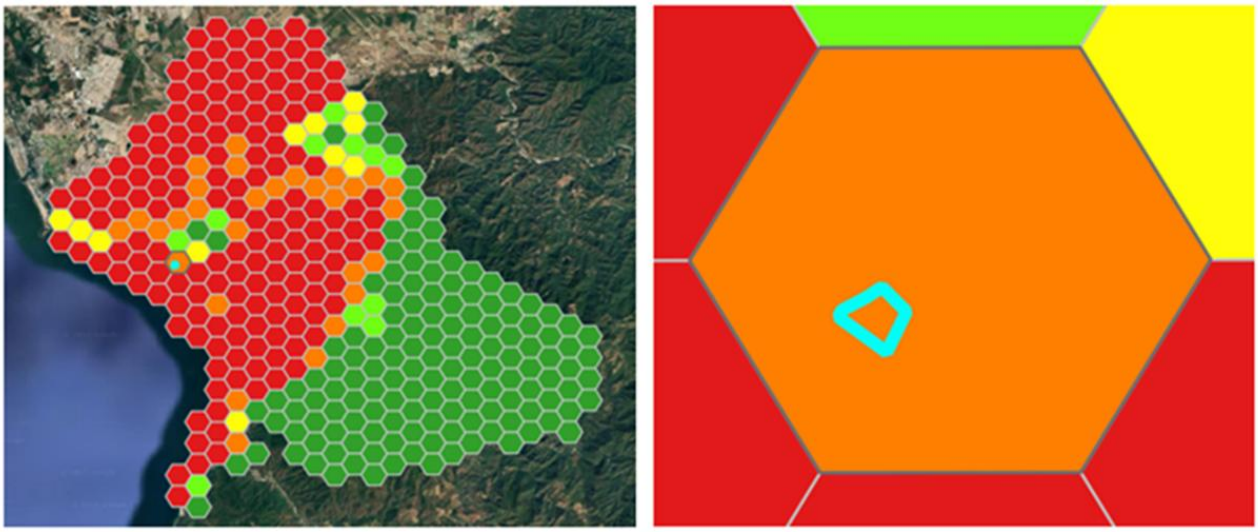
categorías que se definieron utilizando la clasificación establecida en la **Tabla IV.104** para los valores obtenidos de cobertura en el Sistema Ambiental Regional y en el predio.

A nivel del Sistema Ambiental Regional se encontraron las **5 categorías** mientras que a nivel del proyecto la única clasificación de **cobertura es la baja**. Todo el proyecto se localiza en un hexágono con cobertura baja. Lo anterior es congruente con el análisis de fotointerpretación ya que en el hexágono predomina la cobertura urbana y de cuerpos de agua resultando en un valor bajo para la vegetación.

Tabla IV. 128. Clasificación, áreas y porcentajes de cobertura de la vegetación a nivel del proyecto

Clasificación	Área (Ha)	Porcentaje
Muy Baja	0	0
Baja	0.674180	100
Media	0	0
Alta	0	0
Muy Alta	0	0
Total	0.674180	100

Figura IV. 228. Clasificación de la cobertura del SAR (izq.) y del proyecto (der.)



Condición

El modelo para este criterio se generó de la misma forma que el anterior. El esquema de clasificación utilizó 3 clases. Como se mencionó anteriormente, la calificación de cada uno de los hexágonos se llevó a cabo mediante el cálculo de que porcentaje de su área presentaba cada una de las tres categorías valorizadas y su posterior multiplicación.

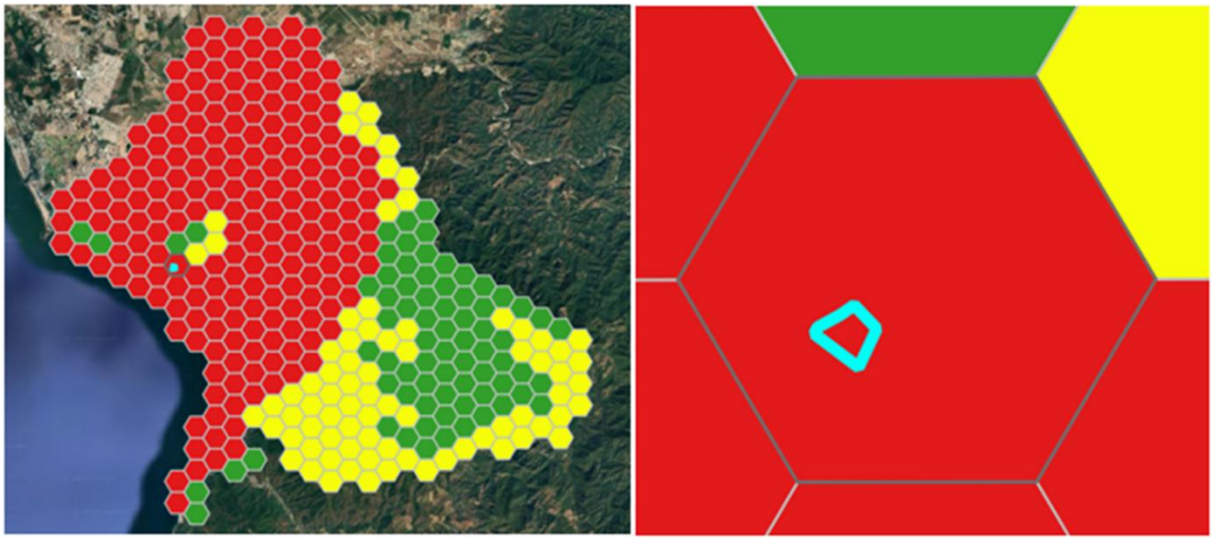
A nivel del Sistema Ambiental Regional, la mayoría de los hexágonos se clasificaron como condición artificial, esto es congruente con la información del uso de suelo y vegetación (datos obtenidos del INEGI) presentada en el apartado de "**IV.2.3.1.1. Caracterización de la flora del Sistema Ambiental Regional**", ya que la condición dominante está conformada

por el uso de suelo “Urbano construido”. La condición secundaria está conformada por vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia. La condición primaria se compone de bosque de encino en las zonas de transición hacia la sierra, selva mediana subcaducifolia y en menor proporción por los hexágonos que conforman el estero El Salado, donde hay presencia de vegetación de manglar. Tras llevar a cabo el análisis obtenemos los siguientes resultados:

Tabla IV. 129. Clasificación, áreas y porcentajes de condición de la vegetación a nivel del proyecto

Clasificación	Área (Ha)	Porcentaje
Artificial	0.674180	100
Secundaria	0	0
Primaria	0	0
Total	0.674180	100

Figura IV. 229. Clasificación de la condición del SAR (izq.) y del proyecto (der.)



A nivel del proyecto toda la superficie del CUSTF corresponde con vegetación secundaria y considerando que a nivel del SAR está ubicado en un hexágono catalogado como condición artificial, por lo que de autorizarse el CUSTF el pronóstico es de un impacto bajo, ya que el proyecto no se encuentra ni afecta a las zonas núcleo en términos de cobertura o condición de la vegetación.

Complementando lo antes mencionado para el SAR se registraron 95 especies repartidas en 37 familias, resaltando la diversidad de la familia Fabaceae. La mayor diversidad en cuanto a formas biológicas se encuentra en el estrato arbóreo, con un total de 47 especies, seguido de la forma biológica herbácea se contabilizando 29 especies. Finalmente, para el estrato arbustivo se reportaron 19 especies. Derivado de la consulta a la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, se pudo constatar que de las 95 especies identificadas solamente 5 especies, se encuentra en alguna categoría de protección.

- *Handroanthus chrysanthus, Chamaedorea pochutlensis*, *Cryosophila nana* y *Calophyllum brasiliense* se encuentran con el estatus de **Amenazada** (**A**).
- *Attalea cohune* se encuentra bajo la categoría de **Sujeta a protección especial** (**Pr**).
- El resto de las especies (90), no se encuentran en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Caracterización de la zona forestal del Sistema Ambiental Regional

La diversidad florística en el Sistema Ambiental Regional (SAR) se considera alta ya que se registraron un total de 95 especies en los muestreos. Este número de especies representa el 13% de la diversidad florística total del municipio de Puerto Vallarta, cuya riqueza total asciende a 729 especies. Adicionalmente, las especies registradas en el SAR se distribuyen de una manera equitativa, siendo esto el resultado del análisis del índice de Pielou (J'). No obstante, aunque la equidad es alta, se observa una ligera tendencia en las especies más representativas de los sitios de muestreo, siendo estas *Attalea cohune* y *Bursera simaruba* las que le dan estructura a los sitios muestreados.

Es pertinente mencionar que *Attalea cohune* se encuentra protegida por la **NOM-059-SEMARNAT-2010** (bajo la categoría Sujeta a protección especial, Pr). Este resultado, junto con las otras cuatro especies que también se encuentran normadas (*Chamaedorea pochutlensis*, *Cryosophila nana, Handroanthus chrysanthus* y *Calophyllum brasiliense*), sustenta el resultado del buen estado de conservación de esta zona del Sistema Ambiental Regional.

Caracterización de la zona forestal del predio de Alisia

La vegetación presente en el polígono del predio se encuentra aislada de la demás vegetación del Sistema Ambiental Regional. Aparentemente, la vegetación de Selva Mediana Subcaducifolia más cercana se sitúa en el “Estero El Salado”. Sin embargo, este se encuentra inconexa debido a la mancha urbana, compuesta específicamente por la Marina de Puerto Vallarta y la Carretera Tepic-Puerto Vallarta. Esta situación deriva a una baja diversidad florística en el sitio, corroborado después del censo del estrato arbóreo y los muestreos en el estrato arbustivo y herbáceo.

La diversidad florística observada en el censo forestal (estrato arbóreo) y en los muestreos (estrato arbustivo y herbáceo) fue de 25 especies en total. De estas, el estrato arbóreo fue el más diverso de los tres y representa el 56% de la riqueza total de especies registradas. Como se mencionó en apartados anteriores, el tipo de vegetación presente en el predio es

"***Vegetación secundaria arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia***". Por esta razón, el estrato arbóreo presente en el predio presenta la mayor diversidad, en comparación con los estratos arbustivo y herbáceo.

Mientras que, los resultados del análisis de la estructura de la comunidad vegetal en el estrato arbóreo del proyecto **"Alisia"** muestran una equidad media entre las especies presentes. El valor del índice de Pielou J', que mide la uniformidad en la abundancia de las especies, fue de **0.662**. Aunque un valor cercano a 1 sugiere una abundancia equitativa, el valor de 0.662 indica que la equidad tiende a ser media-baja. Esto se debe a la dominancia de tres especies arbóreas, las cuales son:

1. *Bursera simaruba*
2. *Pithecellobium dulce*
3. *Leucaena leucocephala*

Capacidad de infiltración

El agua es una de las principales circunstancias que ocurren en la Tierra, siendo, junto con el oxígeno, la base necesaria para la existencia de vida. No obstante, su importancia abarca también la dinámica y evolución terrestre. El agua tiene múltiples roles:

- **Influencia geológica:** Influye en la formación de rocas, otorgándoles ciertas características cuando estas se encuentran a alta presión en contacto con el agua.
- **Agente físico y químico:** Es un agente físico muy activo en la conformación del relieve terrestre y es un poderoso disolvente, capaz de poner en movimiento una gran cantidad de sustancias. Esta última característica la convierte en el principal vehículo de transporte de contaminantes.
- **Recurso económico y social:** El agua es esencial para la sociedad, no solo para cubrir sus necesidades vitales, sino también para buena parte de sus actividades económicas, convirtiéndose así en un recurso económico.

Dada su trascendencia social, económica y ambiental, especialmente por sus potenciales afectaciones sobre los cinco acuíferos y unidades hidrográficas de la zona: El Salado, El Pitillal, Vena de Santa Marta, Los Camarones y RMO Cuale, se decidió considerar el aspecto hidrológico del predio donde se llevará a cabo el proyecto **"Alisia"**. Así mismo, se consideró este componente debido a que el abasto de agua podría representar una limitante

para el Proyecto si no se analizan adecuadamente las fuentes de dicho recurso, su capacidad de carga y su disponibilidad.

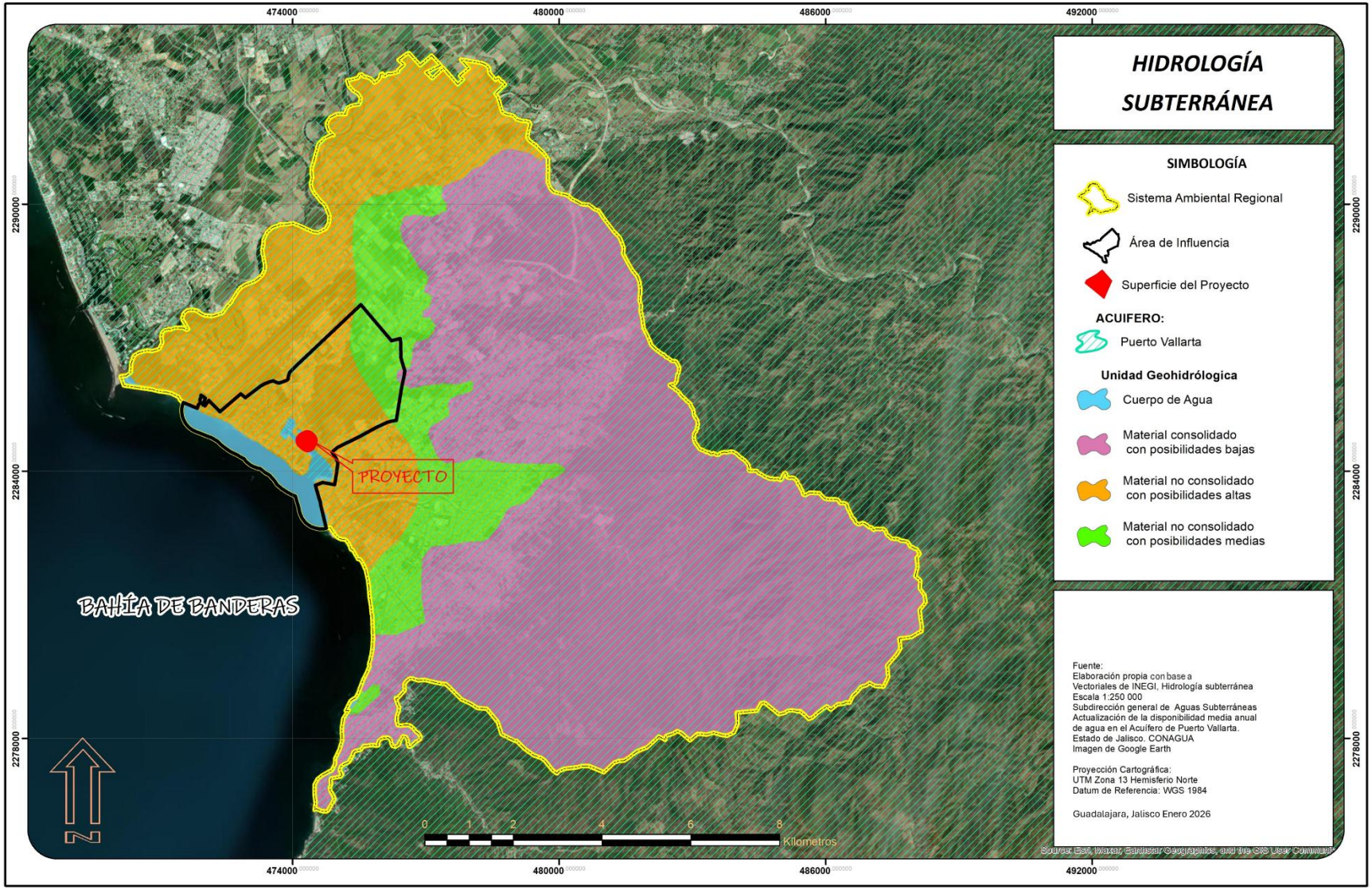
Para llevar a cabo esta valoración de las afectaciones sobre los cinco acuíferos antes mencionados, se utilizaron herramientas de SIG. A partir de la cartografía de la CONABIO, se realizaron las estimaciones. Esta cartografía realizada exprofeso a partir del trabajo de campo, así como un mapa topográfico realizado por la empresa promovente del Proyecto. Se consideró que los principales factores (criterios) que influyen en la infiltración de agua al subsuelo son los siguientes:

Tipo de suelo

Teniendo en cuenta aspectos como la granulometría, textura, consistencia, etc. que determinan la porosidad y permeabilidad de estos. Se contó con la cartografía de hidrología subterránea realizada en la CONABIO, la cual indicaba que en el predio únicamente había tres tipos de materiales:

- **Material consolidado con posibilidades bajas**: Suelos o formaciones geológicas compactas y cohesionadas, como rocas ígneas o sedimentarias consolidadas (calizas, areniscas, etc.), que presentan **baja susceptibilidad al deslizamiento o erosión** debido a su alta resistencia mecánica. Son estables bajo condiciones normales de humedad y pendiente.
- **Material no consolidado con posibilidades medias**: Suelos compuestos por gravas, limos o arenas parcialmente cementadas o con cierta cohesión, que presentan **riesgo moderado de inestabilidad** bajo condiciones de saturación o intervención antrópica. En pendientes suaves pueden permanecer estables, pero en laderas pronunciadas o con escasa cobertura vegetal son susceptibles a movimientos.
- **Material no consolidado con posibilidades altas**: Depósitos sueltos como arcillas expansivas, arenas finas, rellenos antrópicos o materiales de acarreo, sin cohesión aparente. Presentan **alta vulnerabilidad al deslizamiento, erosión o colapso**, especialmente en condiciones de humedad o cortes mal estabilizados.

Plano IV. 35. Tipos de unidades geohidrológicas



Capacidad Muy Alta de infiltración (valor 5)

Los lugares con muy alta capacidad de infiltración serán aquellos que se encuentren en zonas planas o semiplanas, con cobertura forestal y sobre suelos no consolidados con capacidad alta de infiltración.

Capacidad Alta (valor 4)

Se encontrará en aquellas áreas en las que la cobertura sea forestal, tenga pendientes más pronunciadas (de 20% a 50%) y este situado sobre material no consolidado de alta permeabilidad.

Capacidad Media (valor de 3)

Situado en las zonas con alta capacidad de infiltración, en áreas usadas para agricultura o pastizales y con pendientes bajas o medias. También recibirá esta puntuación las áreas verdes del proyecto, considerando una infiltración similar a la de un pastizal o una zona de agricultura.

Capacidad Baja (valor de 2)

Consideramos que son las áreas cubiertas tanto por cobertura forestal como por pastizales situadas sobre terrenos que, geológicamente, son de bajo rendimiento en cuanto a infiltración de aguas.

También se consideró de capacidad baja de infiltración las zonas tanto forestales como de pasto o usadas para agricultura situadas en áreas con pendientes superiores a 50%, situadas sobre suelos permeables de alto rendimiento.

Capacidad Muy Baja (1)

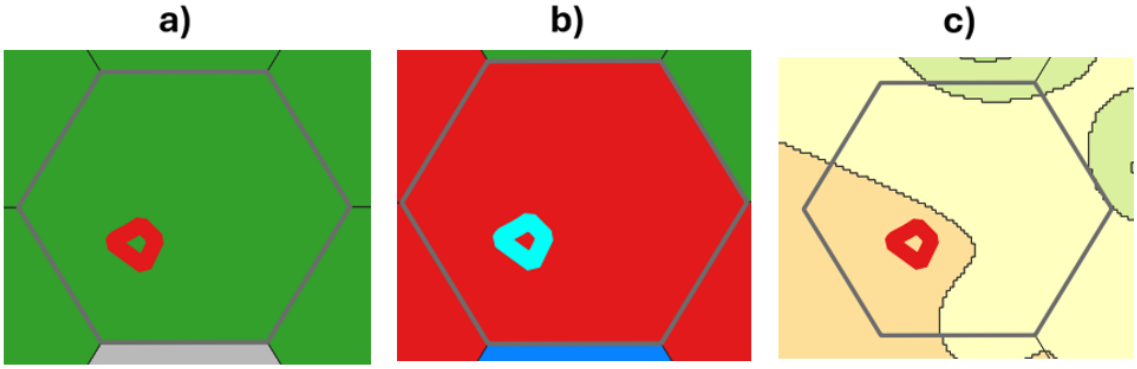
Se consideraron dentro de esta categoría las áreas urbanas dentro del SAR, debido a su baja capacidad de infiltración del agua, principalmente debido a la cobertura, generalmente de concreto o de asfalto. A manera de resumen se presenta la siguiente tabla.

Tabla IV. 130. Resumen de los tipos de capacidades de infiltración en función del uso de suelo, pendiente e hidrología subterránea

Uso del suelo	Pendiente (%)	Hidrogeología	Infiltración
Forestal	0-20 %	No consolidado con rendimiento alto	Muy alta (valor 5)
Forestal	20-50%	No consolidado con rendimiento alto	Alta (valor 4)
Agrícola / pastizal	0-50 %	No consolidado con rendimiento alto	Media (valor 3)
Forestal y Agrícola / pastizal	0 -100%	Consolidado con posibilidades bajas	Baja (valor 2)
Forestal y	50-100%	No consolidado con rendimiento alto	

Uso del suelo	Pendiente (%)	Hidrogeología	Infiltración
Agrícola / pastizal			
Urbano	0-100%	No consolidado con rendimiento alto y consolidado con posibilidades bajas	Muy baja (valor 1)

Figura IV. 230. Resultado del análisis de los factores que influyen en la infiltración de agua



a) Valores de infiltración por USV, b) Rango de pendientes en porcentaje, c) Unidades Geohidrológicas

De las cinco categorías de condición establecidas para este componente, la única afectada por la construcción del proyecto **"Alisia"** será la Baja con 0.674180 Ha correspondientes al 100% del total, como se observa en la siguiente tabla**.**

Tabla IV. 131. Superficie afectada por el CUSTF en términos de su capacidad de infiltración

Clasificación	Área (Ha)	Porcentaje
Muy Baja	0	0
Baja	0.674180	100
Media	0	0
Alta	0	0
Muy Alta	0	0
Total	0.674180	100

Como se aprecia en la figura "**Tipos de unidades geohidrológicas"**, la totalidad del CUSTF contemplado para el proyecto **Alisia** está situado sobre material no consolidado con rendimiento alto, sin embargo, se encuentra situado en una zona de asentamientos humanos con el valor más bajo de capacidad de infiltración por el uso de suelo y vegetación. Al ubicarse el proyecto en una de las zonas del SAR con capacidad baja de infiltración se prevén impactos de baja magnitud en la capacidad de infiltración de autorizarse el CUSTF.

Escenario sin proyecto

Derivado del cálculo de la infiltración, se determinó que la combinación de los elementos presentes en proyecto (vegetación, pendiente, el tipo de material donde se ubica el predio), permite que este sitio tenga una recarga neta de **822.33 m^3/año**. Un factor que favorece la

infiltración en el sitio es la topografía plana del suelo. En el sitio del predio se puede considerar prácticamente plana con una variación de un metro entre la cota 2.60 y la cota 3.60 dentro del mismo predio, lo cual facilita la infiltración en la actualidad.

Escenario con proyecto

Posteriormente, se realizó la estimación de la recarga hídrica, tomando en cuenta el cambio del uso de suelo del terreno forestal y la implementación de las obras.

Como se mencionó en el Capítulo II, el desplante de nivel Sótano abarcará una superficie de 5,192.527 m^2, lo cual impactará directamente en la capacidad de infiltración del suelo. Considerando que la construcción de la estructura disminuirá completamente la capacidad de infiltración del suelo, ya que prácticamente toda la superficie del predio será impermeabilizada, se asume que la infiltración tras la implementación del proyecto es despreciable (recarga neta **≈ 0 m^3/año**), por lo que será necesaria la implementación de medidas que compensen el déficit de infiltración que se genere.

Déficit de la infiltración

El déficit de la infiltración es la cantidad de agua que deja de infiltrarse por el desarrollo del proyecto. Se calcula a partir de la resta entre la infiltración actual y la infiltración después del CUSTF.

$$Déficit\ de\ infiltración = Infiltración\ actual - infiltración\ después\ del\ CUSTF$$

$$\boldsymbol{Déficit\ de\ infiltración = 822.33\ m^3 - 0\ m^3 = 822.33\ m^3}$$

Partiendo de esa operación, se obtuvo que lo que en el predio se tendrá un déficit de **822.33 m^3** anuales, lo que representa el 100% de disminución respecto a la infiltración actual del área sujeta al CUSTF.

En contraste, en el acuífero Puerto Vallarta se infiltra, de manera vertical, 67.75 hm^3/año de agua. La pérdida de infiltración en el acuífero generada por la implementación del proyecto representa un 0.0012%. A pesar de que esta fracción de infiltración podría ser despreciable a nivel regional, el acuífero donde se encuentra el proyecto tiene una disponibilidad media anual en déficit, por lo tanto, para disminuir los efectos de los impactos regionales y recuperar las zonas impermeabilizadas derivado de la implementación del proyecto, será necesario implementar medidas como zanjas que permitan la infiltración al acuífero del volumen de agua que se perderá.

Calidad de Hábitat para Fauna

El hábitat es la suma de todos los factores bióticos y abióticos que una especie animal requiere para que pueda perpetuar su presencia, quedando descrito por los rasgos que lo definen ecológicamente, dejando ver de manera explícita la dimensión espacial. Sobre esta definición la calidad de hábitat es “la capacidad del ambiente para proveer las condiciones apropiadas para la persistencia de un individuo y de la población” (Hall *et al*. 1997).

Por lo general la fauna requiere de un hábitat con las características particulares de cada especie, las cuales pueden variar, sin embargo, se pueden identificar cuatro factores básicos, estos son: agua, alimento en cantidad y calidad, cobertura para las inclemencias del tiempo y los depredadores y el espacio necesario para desarrollar los requerimientos de su ciclo biológico (Short, 1986).

Para predecir los sitios que potencialmente pueden otorgar una mejor calidad de hábitat para la fauna se tomaron en cuenta dos criterios: Conservación de la vegetación y Presencia de cuerpos de agua. La metodología de la calificación de cada uno de los criterios se presenta a continuación:

Metodología

Diversos estudios han documentado que las selvas secas (Selva Baja Caducifolia y **Selva Mediana subcaducifolia,** esta última presente en el predio, en la sucesión de Vegetación secundaria arbóreo y herbácea), alberga una notable riqueza y diversidad de especies faunísticas, muchas de ellas endémicas y adaptadas a los patrones estacionales del ecosistema (Trejo y Dirzo, 2000; Noguera *et al*., 2002). En zonas bien conservadas, como la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, se ha registrado una alta riqueza de mamíferos, aves, reptiles y anfibios, que disminuye significativamente en áreas alteradas o fragmentadas por actividades humanas (Ceballos *et al*., 1999). En particular, se ha observado que los sitios con menor perturbación antropogénica presentan mayor abundancia de aves insectívoras y frugívoras, así como mamíferos medianos y grandes.

Esto es debido a que los bosques y selvas tienen una estructura más compleja lo cual permite una mayor abundancia y distribución de recursos como pueden ser refugios y alimentación. Sin embargo, diversos estudios sugieren que, a pesar del impacto de la urbanización sobre los ecosistemas naturales, algunas especies faunísticas logran persistir en áreas con vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia. Estos espacios, aunque alterados, pueden ofrecer refugio y recursos para aves generalistas, reptiles y

pequeños mamíferos que se adaptan a condiciones ambientales modificadas. Por ejemplo, Sánchez-Azofeifa *et al*. (2005) señalan que fragmentos de selva secundaria ubicados en zonas urbanas o periurbanas pueden funcionar como corredores ecológicos o parches de hábitat útiles para ciertos grupos faunísticos. Igualmente, Ceballos y García (1995) destacan que, si bien muchas especies especialistas desaparecen con el avance urbano, otras de hábitos más flexibles pueden encontrar oportunidades de supervivencia en este tipo de vegetación. En este contexto, la vegetación secundaria no reemplaza la funcionalidad ecológica de la selva original, pero sí puede desempeñar un papel importante como amortiguador ecológico en paisajes altamente transformados por actividades humanas. De tal manera que este criterio tomó valores entre 1 y 5 de acuerdo con el uso de suelo actual presente en el sitio del proyecto.

Tabla IV. 132. Clasificación de la conservación de la vegetación

Conservación de la vegetación	Valor
Forestal	5
Agrícola y pecuario	3
Suelo desnudo y Asentamientos humanos	1

Cuerpos de agua: se ha documentado que las áreas riparias usualmente mantienen una biodiversidad alta de animales en comparación con las áreas no riparias y en muchos casos, es el refugio de especies vulnerables (Robins y Cain 2002 en Arcos-Torres I. 2005). Así mismo, los arroyos temporales y permanentes proveen de hábitat, así como también una vía para el desplazamiento de la fauna silvestre de un parche de vegetación a otro, tanto en ambientes fragmentados como continuos. A este criterio se le dieron valores entre 1 y 5 de acuerdo con lo siguiente:

Tabla IV. 133. Clasificación de la conservación de los cuerpos de agua

Presencia de cuerpos de agua	Valor
Al menos un arroyo atraviesa el polígono	5
Si una parte de un arroyo entra dentro del polígono, pero no lo atraviesa	3
Si no hay arroyo ni ningún cuerpo de agua	1

Con las calificaciones obtenidas para los criterios evaluados se realizó un modelo para determinar donde se localizaban las áreas con calidad de hábitat más altas. Las categorías utilizadas fueron cinco al igual que en los modelos pasados como se observa en la siguiente figura:

Figura IV. 231. Clasificación de la conservación de la vegetación del SAR (izq.) y del proyecto (der.)

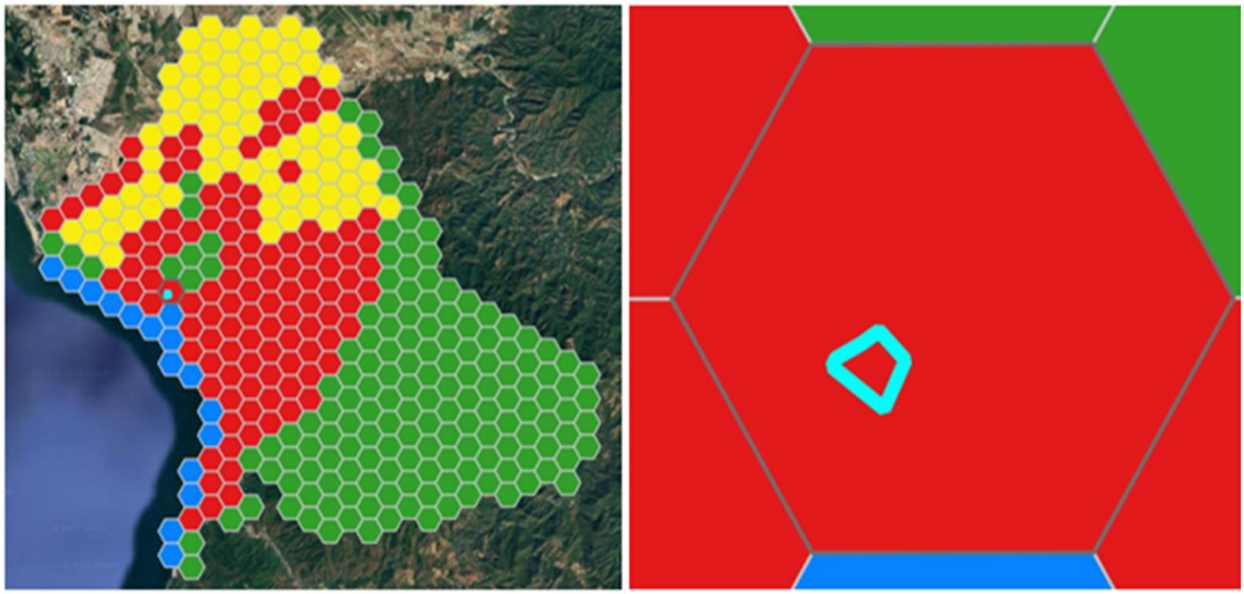
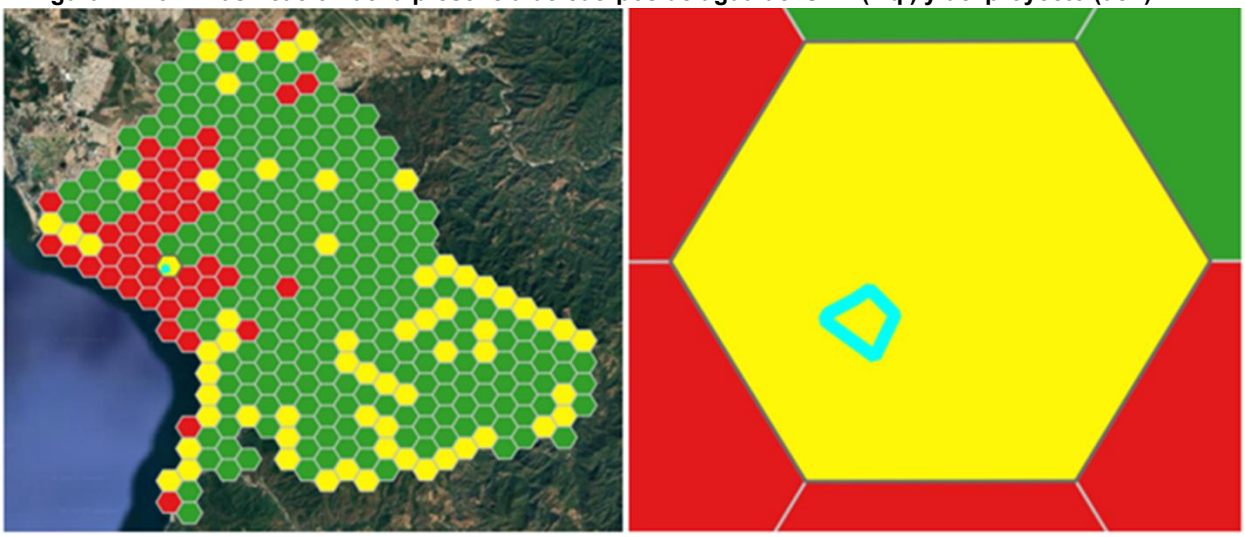


Figura IV. 232. Clasificación de la presencia de cuerpos de agua del SAR (izq.) y del proyecto (der.)



Como resultado del análisis en la calidad de hábitat se pudo determinar que ***el proyecto se localiza en un área de calidad baja en términos de conservación de la vegetación y de calidad media en términos de presencia de cuerpos de agua***. Respecto a este último concepto el valor medio se obtuvo por el cuerpo de agua y la desembocadura que viene desde el estero El Salado, sin embargo, el área al estar rodeada de asentamientos humanos y por la desembocadura al mar no es una zona importante para la fauna, por lo que el impacto del CUSTF sería de bajo impacto para la zona del proyecto.

Conclusión

El sitio del proyecto presenta una baja calidad ecosistémica de línea base, evidenciada por la Condición Artificial y la Cobertura Baja de la vegetación (100% de la superficie), lo cual es reflejo de su alta alteración urbana. Respecto a los procesos hidrológicos, la Capacidad de Infiltración es Baja, a pesar de la geología favorable. Sin embargo, esta afectación se considera manejable en el contexto de la baja capacidad de recarga de la zona. En términos bióticos, la Calidad de Hábitat para la Fauna es consistentemente baja a media, siendo su relevancia ecológica minimizada por su aislamiento y entorno urbano, lo que contrasta fuertemente con las áreas de alta conservación del SAR, donde sí se tienen las condiciones favorables para el establecimiento de las especies más susceptibles y/o aquellas que se pueden o no estar listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

IV.5. REFERENCIAS

Arriaga, L., Aguilar, V., y Alcocer, J. (2002). Aguas continentales y diversidad biológica de México. Ciudad de México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Baeza-Ramírez, C., y Jiménez-Espinosa, M. (diciembre de 2016). Centro Nacional de Prevención de Desastres. Obtenido de Actualización de los índices de peligro y riesgo por la presencia de ciclones tropicales a nivel municipal (para el periodo 1949-2015): http://www1.cenapred.unam.mx/COORDINACION_ADMINISTRATIVA/SRM/FRACCION_XLI_A/73.pdf

Balderas-Torres, A., Ontiveros-Enriquez, R., Skutsch, M., y Lovett, J. (2013). Potentian for climate change mitigation in degraded forest: a study from La Primavera, Mexico. Forests 4, 1032-1054.

Balvanera, P., y Cotler, H. (2007). Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos. Gaceta Ecológica 84-85, 8-15.

Bautista-Cruz, A., Etcheveres-Barra, J., Del Castillo, R., y Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. Ecosistemas, 90-97.

Bravo-Bolaños, O., Sánchez-González, A., De Nova-Vázquez, J., y Pavón-Hernández, N. (2016). Composición y estructura arbórea y arbustiva de la vegetación de la zona costera de Bahía de Banderas, Nayarit, México. Botanical Sciences 94, 603-623.

CENAPRED. (septiembre de 2020). Atlas Nacional de Riesgos. Obtenido de http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/inestabilidad-laderas.html

Challenger, A., y Soberón, J. (2008). Los ecosistemas terrestres. En Capital natural de México: Conocimiento actual de la biodiversidad (Vol. I, 87-108). México: CONABIO.

CONABIO. (2012).

Dunn, M. (1974). Landscape evaluation techniques: an appraisal and review of the litarature. Burminghan, United Kingdom: Centre of Urban and Regional Studies, University of Birminghan.

Escalante, P., Navarro, A. G., y Peterson, A. T. (1998). Un análisis geográfico, ecológico e histórico de la diversidad de aves terrestres de México. En T. Ramamorthy, R. Bye, A. Lot, y J. Fa, Diversidad biológica de México (págs. 279-304). Ciudad de México: UNAM.

Espinosa-Organista, D., Morrone, J., Aguilar-Zúñiga, C., y Llorente-Bousquets, J. (2001). Hacia una clasificación natural de las provincias biogeográficas mexicanas. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza Informe final SNIB CONABIO proyecto No. Q054.

Espinosa-Organista, D., Ocegueda-Cruz, S., Aguilar-Zuñiga, C., Flores-Villela, O., y Llorente-Bousquets, J. (2008). El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. En J. Sarukhán, Capital natural de México. Vol. I. Conocimiento actual de la biodiversidad (págs. 33-65). Ciudad de México: CONABIO.

Flores Villela, O., y Gerez, P. (1994). Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo. México, D.F.: UNAM.

Flores-Villela, O., y García-Vázquez, U. (2014). Biodiversidad de reptiles en México. Revista mexicana de biodiversidad 85, 467-475.

García, E. (1974). Distribución de la precipitación en la República Mexicana. Investigaciones Geográficas 5, 7-20.

García, E. (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

García-Oliva, F., Camou, A., y Maass, J. (2002). El clima de la Región Central de la Costa del Pacífico Mexicano. En F. Noguera, J. Vega, A. García-Aldrete, y M. Quesada, Historia Natural de Chamela (págs. 3-10). México: Instituto de Biología de la UNAM.

Goel, N., y Norman, J. (1992). Biospheric models, measurements and remote sensing of vegetation. ISPRS Journal of photogrammetry and remote sensing 47, 163-188.

Halffter, G. (1976). Distribución de los insectos en la Zona de Transición Mexicana: relaciones con la entomofauna de Norteamérica. Folia Entomológica Mexicana 35, 1-64.

Hudiel, I. S. (2008). Topografía II. Obtenido de https://hopelchen.tecnm.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r128917.PDF

IIEG Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco. (2019). Diagnóstico Municipal de Puerto Vallarta.

IMTA. (24 de septiembre de 2019). Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Obtenido de Aguas subterráneas: https://www.gob.mx/imta/articulos/aguas-subterraneas

INEGI. (2005a). Guía para la interpretación de cartografía climatológica. Aguascalientes, Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

INEGI. (2017). Anuario estadístico y geográfico de Jalisco. Aguascalientes, Aguascalientes: INEGI.

Llorente-Bousquets, J., y Ocegueda, S. (2008). Estado del conocimiento de la biota. En J. Sarukhán, Capital Natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad (págs. 283-322). México: CONABIO.

Lugo-Hubp, J. (1990). El relieve de la República Mexicana. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas 9, 82-111.

Marti-Vargas, J., y Pérez-González, L. (2001). Estudio de la fragilidad del paisaje como una herramienta para el análisis de la ordenación ambiental del territorio. España: Actas del III Congreso Internacional de Ordenación de Territorio.

Miranda, F., y Hernández-X., E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 29-179.

Mittermeier, R., Gil, P., y Mittermeier, C. (1997). Megadiversity. Earth's biologically wealthiest nations. Ciudad de México: CEMEX.

Morales-Hernández, J., Carrillo-González, F., Cornejo-López, V., Téllez-López, J., y Farfán-Molina, L. (2013). Campo de viento y temperatura en Bahía de Banderas (México): análisis espacial y temporal. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM 81, 7-17.

Morrone, J., Escalante, T., y Rodríguez Tapia, G. (2017). Mexican biogeographic provinces: Map and shapefiles. Zootaxa, 277-279.

Muñoz-Pedreros, A. (2004). La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. Revista Chilena de Historia Natural 77, 139-156.

Navarro-Singüenza, A., Rebón-Gallardo, M., Gordillo-Martínez, A., Peterson, A., Berlanga-García, H., y Sánchez-González, L. (2014). Biodiversidad de aves en México. Revista mexicana de biodiversidad 85, 476-495.

Ochoa-Ochoa, L., y Flores-Villela, O. (2006). Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana. México: UNAM, CONABIO.

Paguiola, S., y Platais, G. (2002). Payments for environmental services. Washington, DC.: WorldBanck.

Parrea-Olea, G., Flores-Villela, O., y Mendoza-Almeralla, C. (2014). Biodiversidad de anfibios en México. Revista mexicana de biodiversidad, 460-466.

Pennington, T., y Sarukhán, J. (2005). Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. México: Fondo de Cultura Económica, UNAM.

Ramírez-Delgadillo, R., y Cupul-Magaña, F. (1999). Contribución al conocimiento de la flora de la Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco, México. Ciencia Ergo Sum, 6, 135-146.

Rzedowski, J. (1991). El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. Acta Botánica mexicana 15, 47-64.

Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México. México: Edición digital, Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Sáchez-Cordero, V., Botello, F., Flores-Martínez, J., Gómez-Rodríguez, R., Guevera, L., Gutiérrez-Granados, G., y Rodríguez-Moreno, Á. (2014). Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. Revista mexicana de biodiversidad 85, 496-504.

Schaaf, P. (2002). Geología y geofísica de la costa de Jalisco. En A. Noguera, A. García Aldrete, y M. Quesada Avedaño, Historia Natural de Chamela (págs. 11-16). México, D.F.: Instituto de Biología, UNAM.

SMN. (marzo de 2022). Sistema Meteorológico Nacional. Obtenido de Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMAS): https://smn.conagua.gob.mx/es/observando-el-tiempo/estaciones-meteorologicas-automaticas-ema-s

SMN. (febrero de 2022). Sistema Meteorológico Nacional. Obtenido de Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMAS): https://smn.conagua.gob.mx/es/observando-el-tiempo/estaciones-meteorologicas-automaticas-ema-s

Tejero-Díez, J., Ledesma-Corral, J., y Torres-Díaz, A. (2008). El palmar de Orbignya guacuyule al sur de Nayarit, México. Polibotánica 26, 67-100.

Thomas, S., y Martin, A. (2012). Carbon content of tree tissues: a synthesis. Forests 3, 332-352.

Torres-Rojo, J., y Guevara-Sanginés, A. (2002). El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. Gaceta Ecológica 63, 40-59.

Vargas-Mena Amescua, A., y Yáñez-Sandoval, A. (2004). La captura de carbono en bosques: ¿una herramienta para la gestión ambiental? Gaceta Ecológica 70, 5-18.

Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. Revista Mexicana de Biodiversidad (87), 559–902.

Smith, Melanie A., John Mahoney, Erika J. Knight, Lotem Taylor, Nathaniel E. Seavy, O'Connor H. Bailey, Marco Carbone, William DeLuca, Nicolas S. Gonzalez, Miguel F. Jimenez, Gadalia M. W. O'Bryan, Nalini Rao, Chad J. Witko, Chad Wilsey, and Jill L. Deppe. 2022. ExplorAves. National Audubon Society, New York, NY.

Birds of the World (2026). Edited by S. M. Billerman, B. K. Keeney, G. M. Kirwan, F. Medrano, N. D. Sly, and M. G. Smith. Cornell Laboratory of Ornithology, Ithaca, NY, USA. https://doi.org/10.2173/bow.

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 2

V.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS 5

V.1.1. Metodología para la evaluación de los impactos 5
V.1.2. Indicadores de impacto 10

V.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS 22

V.2.1 Sistema Ambiental Regional 22
V.2.2 Diagnóstico del Sistema Ambiental Regional (SAR), contexto en relación con el proyecto y en su caso, señalamiento de la problemática detectada. 27
V.2.2.1. Resultados 29
V.2.2.1.1. Cobertura 29
V.2.2.1.2. Hidrogeología 31
V.2.2.1.3. Calidad de Hábitat para Fauna 35

V.3. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS 38

V.3.1. Evaluación de los impactos 40
V.3.1.1. Preparación del sitio 40
V.3.2. Construcción 70
V.3.3. Operación y mantenimiento 89

V.4 MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES 99
V.5. RESULTADOS 105

V.5.1. Impactos residuales 111
V.5.2. Impactos irreversibles 114
V.5.3. Especies NOM 116
V.5.4. Impactos acumulativos 118

V.6. EFECTO DE LOS IMPACTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 122
V.7. CONCLUSIONES 124
V.8. REFERENCIAS 127

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Introducción

Este Capítulo tiene como objetivo la evaluación de los impactos ambientales que podrían generar cada una de las **21 actividades** que se desarrollarán como parte del proyecto. Dicha evaluación se realizó con base en la descripción de actividades del *"Capítulo II. Descripción del proyecto"*, así como en el diagnóstico ambiental desarrollado en el *"Capítulo IV. Descripción del Sistema Ambiental"*. Actualmente, el predio donde se llevará a cabo el proyecto presenta vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, producto de alteraciones previas derivadas del aprovechamiento humano.

Anteriormente se mencionaron las tendencias de deterioro en el Sistema Ambiental Regional. Se destaca un crecimiento constante de áreas urbanas lo que podría conducir a la degradación del entorno natural, la pérdida de hábitats naturales y la fragmentación de ecosistemas, implicando un deterioro ambiental. Sin embargo, el Sistema Ambiental Regional conserva una mayor extensión de áreas de selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia y manglar lo que puede ser un refugio para la vida silvestre, en comparación al Área de Influencia que experimenta una mayor presión de desarrollo urbano al estar dentro de un centro de población, lo que lo hace más vulnerable en términos de conservación. Aún con esta presión al desarrollo, la cobertura vegetal existente dentro del AI y SAR se encuentra conservada y existen instrumentos de la política ambiental que regulan la protección de estas áreas. Sin embargo, se considera importante la implementación de medidas de conservación, compensatorias y de restauración para mitigar el impacto negativo de la expansión urbana en el SAR.

Cabe señalar que el proyecto no se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida ni contraviene ninguna Región Hidrológica Prioritaria, Región Terrestre Prioritaria ni Área de Importancia para la Conservación de las Aves.

Las particularidades del Sistema Ambiental Regional crean las condiciones idóneas para que los impactos medioambientales derivados del cambio de uso de suelo en terrenos forestales sean no solo residuales, sino también acumulativos. Por lo tanto, es relevante que este estudio se evalúe a una escala tanto local como regional, considerando la

magnitud de su influencia y el alcance de sus efectos en el entorno de los distintos posibles impactos ambientales.

Antes de la descripción de la metodología de evaluación, es necesario mencionar algunas definiciones de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, así como su Reglamento, que serán de utilidad el resto del capítulo.

Definiciones

De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en el Capítulo I, Artículo 3º, Fracción XX se define Impacto Ambiental como "*La modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza*".

A su vez, en el reglamento de dicha Ley en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en su Capítulo I, Articulo 3°, Fracciones VII, VIII, IX y X se encuentran las siguientes definiciones:

> ***Impacto ambiental acumulativo****: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.*
> ***Impacto ambiental sinérgico****: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.*
> ***Impacto ambiental significativo o relevante****: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones de los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.*
> ***Impacto ambiental residual****: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.*

La evaluación de impacto ambiental se presenta como una herramienta preventiva en la cual se evalúan tanto los efectos negativos como positivos que las políticas, planes, programas y proyectos pueden tener sobre el ambiente. Esta evaluación permite identificar los impactos y proponer medidas adecuadas para ajustarlos a niveles de aceptabilidad (Espinoza, 2001). Su propósito recae en el comprender la magnitud y relevancia de estos impactos en los ámbitos físico, biótico y social del entorno. La finalidad que se espera al aplicar esta metodología es proponer alternativas que prevengan, mitiguen y/o compensen estos impactos, asegurando así una gestión responsable y sostenible de las actividades humanas en el entorno natural.

El eje central del análisis y la evaluación de los impactos ambientales se encuentra en cuatro ejes:

1. Identificación de la relación causa-efecto entre el proyecto y los factores ambientales
2. Predicción de los efectos y cálculo de la magnitud de los indicadores de impacto
3. Interpretación de los efectos
4. Prevención y/o mitigación de los efectos

En este contexto, los primeros tres ejes se desarrollan en este capítulo y su metodología se describe en el apartado subsecuente. El cuarto eje es el objetivo mayor de la evaluación de impactos ambientales: evitar los impactos y/o disminuir su magnitud y efecto, es el resultado operativo de los tres ejes anteriores. Las medidas para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales se determinan en el *Capítulo VII. Estrategias para la Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales, Acumulativos y Residuales del Sistema Ambiental Regional*.

Actualmente existe una gran variedad de metodologías para la identificación y evaluación de impactos ambientales. Según Mijangos Ricardez (2013), las principales metodologías para la identificación y valoración de impactos son:

- **Metodologías Ad hoc (Panel de expertos):** Se basan en la consulta sistemática a expertos para la identificación de los impactos, en sus áreas de conocimiento, que sobre el ambiente puede provocar un proyecto. Sin embargo, estos métodos presentan una gran dependencia del grado de conocimiento y experiencia de los participantes, así como de su disponibilidad.
- **Matriz de Leopold:** Se trata de una matriz que presenta, en las columnas, las acciones del proyecto y, en las filas, los componentes del medio y sus características. Esta matriz es uno de los métodos más utilizados en la EIA, para casi todo tipo de proyecto.
- **Métodos cartográficos:** Consiste en la utilización de diversos mapas que indican impactos individuales sobre un territorio son sobrepuestos para indicar un impacto global.
- **Listados de Chequeo:** Este método consiste en una lista ordenada de factores ambientales que son potencialmente afectados por una acción humana. Su principal utilidad es identificar las posibles consecuencias ligadas a la acción propuesta.

- **Diagramas de flujo:** Se utilizan para establecer relaciones de causalidad lineal entre la acción propuesta y el ambiente afectado.

V.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

V.1.1. Metodología para la evaluación de los impactos

Normalmente, son denominados técnicas o métodos de evaluación los instrumentos que tienen por objetivo identificar, caracterizar y evaluar los impactos de un determinado proyecto o programa. Existe una gran variedad de metodologías para la identificación y ponderación de los impactos ambientales, esta variedad es previsible dada la cantidad de situaciones a ser sometidas a las evaluaciones y a las distintas escalas de calidad y disponibilidad de datos (Ribeiro de Almeida *et al.*, 2008).

Debido a la gran diversidad de métodos de evaluación de impactos ambientales existentes, donde muchos no son compatibles con las situaciones socioeconómicas, se hace necesario seleccionarlos de acuerdo con las condiciones propias y muchas veces hasta adaptarlos por medio de modificaciones y/o revisiones para que sean realmente útiles en la toma de decisión de un proyecto (Ribeiro de Almeida *et al.*, 2008).

La metodología que se utilizará para analizar los impactos ambientales generados a partir de la implementación del Proyecto **"Alisia"** será a través de una matriz de Leopold, la cual consiste originalmente en un listado de 100 acciones que pueden causar impactos ambientales y 88 características ambientales. Esta combinación produce una matriz con 8,800 casilleros, en los cuales se distingue entre magnitud e importancia, sin embargo, por la evidente dificultad de manejar tal cantidad de información, a menudo esta metodología se utiliza en forma parcial o segmentada, restringiendo el análisis a los impactos considerados significativos (Espinoza, 2002).

El principio básico de la matriz de Leopold consiste, primeramente, en señalar todas las interacciones posibles, entre las acciones y los factores, para luego establecer en una escala que varía de 1 a 10, la magnitud y la importancia de cada impacto, identificando si el mismo es positivo o negativo (Ribeiro de Almeida *et al*., 2008).

Una cuestión muy discutida en el uso de esta técnica es que la valoración de la magnitud es relativamente objetiva o empírica puesto que se refiere al grado de alteración provocado por las acciones o actividades sobre el factor medioambiental. Por otra parte, la puntuación

de la importancia es subjetiva ya que aplica atribuciones de peso relativo al componente afectado en el ámbito del proyecto.

Existen discusiones también sobre la pertinencia o no de calcular algún Índice de impacto Ambiental resultante de la suma ponderada (Magnitud * Importancia) de los impactos específicos, y esto es porque la base con la que se calculan las escalas no es compatible, lo que dificulta la relación de estas al momento de generar un índice general.

Debido a lo descrito anteriormente, se decidió llevar a cabo modificaciones en la metodología matricial a utilizar con la finalidad de obtener resultados más objetivos y comparables entre sí de acuerdo con la realidad del proyecto.

Una vez realizada la matriz donde se establecen las actividades del proyecto y se identificaron los impactos ambientales que se prevé se generen sobre cada uno de los componentes ambientales, se realizará una evaluación de la relevancia de dichos impactos utilizando una variación de los criterios utilizados en la metodología propuesta por Gómez-Orea (2003).

Para el presente proyecto se utilizan siete criterios cuantitativos y dos criterios cualitativos; a cada criterio se le asigna una valoración categorizada, y con base en dicha valoración se puede evaluar el índice de importancia y significancia de los impactos.

Los criterios cualitativos seleccionados son los siguientes:

- **Clase:** Indica el carácter benéfico o perjudicial del efecto, para el cual se sigue la clasificación establecida en la **Tabla V.1.**

Tabla V. 1. Nomenclatura para el criterio "clase " de los impactos ambientales

	POSITIVO
	NEGATIVO

- **Posibilidad de introducir medidas correctoras:** señala la posibilidad de que, mediante la introducción de tales medidas, puedan ser remediados los impactos negativos producidos. Su valoración cualitativa diferencia cuatro categorías, según puedan éstas ser o no introducidas y el momento en que sería ello factible: en la fase de preparación (P), en la fase de construcción (C), en la fase de Operación (O) y si no es posible (N). Aquellos impactos que no puedan ser mitigados, son considerados residuales y requerirán de medidas de compensación.

Los criterios cuantitativos seleccionados son los siguientes:

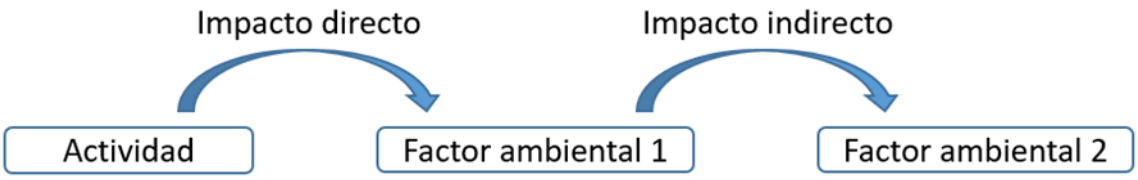
- **Magnitud:** dependiendo del tipo de impacto representa el tamaño de éste o la cantidad de elementos afectados.
  - **Baja**: afectación pequeña en tamaño o cantidad (1 punto).
  - **Moderada**: afectación moderada en tamaño o cantidad (2 puntos).
  - **Alta**: afectación considerable en tamaño o cantidad (3 puntos).
  - **Muy alta**: afectación grande en tamaño o cantidad (4 puntos).
- **Tiempo:** tiempo que transcurre desde la ejecución de una actividad y la aparición del impacto por ella producida.
  - **Inmediato:** el efecto del impacto se produce inmediatamente ejemplo: perdida de riqueza florística (4 puntos).
  - **Corto plazo:** de 1 a 6 meses ejemplo pérdida de riqueza de fauna (3 puntos).
  - **Mediano plazo:** de 6 meses a 3 años (2 puntos).
  - **Largo plazo:** mayor de 3 años (1 punto).
- **Certeza:** representa la seguridad con la que la predicción del efecto tendrá lugar, es decir, la probabilidad de que ocurra:
  - **Nula:** menos del 25% de certeza (1 punto).
  - **Baja:** entre el 25% y el 50% de certeza (2 puntos).
  - **Media:** entre el 50% y el 75% de certeza (3 puntos).
  - **Alta:** entre el 75% y el 100% de certeza (4 puntos).
- **Extensión:** representa el área de influencia potencial de los efectos de los impactos ambientales. Se pude representar como una unidad de medida territorial o de extensión en espacio.
  - **Puntual:** cuando la localización del impacto sea precisa, poco extensa (una porción del área del proyecto). Por ejemplo: la instalación de un módulo móvil (1 punto).
  - **Local:** cuando el impacto tenga una extensión que afecte el área del proyecto (2 puntos).
  - **Media:** cuando la afectación sea a nivel del área de influencia del proyecto (3 puntos).
  - **Regional:** cuando el impacto presente afectaciones a nivel sistema ambiental (4 puntos).
- **Duración:** se refiere al tiempo de permanencia del efecto, y puede ser:

- **Temporal:** durante la etapa de preparación y construcción (1 punto).
- **Permanente:** indefinidamente durante la etapa de operación y mantenimiento (4 puntos).

– **Naturaleza:** se refiere a la relación causa-efecto del impacto sobre el factor ambiental.

- **Directo**: el agente de cambio causa un efecto directo sobre el factor ambiental (2 punto).
- **Indirecto**: el agente de cambio causa un efecto indirecto sobre el factor. Este impacto es una propiedad emergente que surge del efecto de un impacto previo (1 punto).
- **Acumulativo**: Es el efecto en el ambiente que resulta de la suma o incremento de los impactos generados por distintas acciones, ya sean del pasado o que están ocurriendo en el presente, cuando coinciden en un mismo entorno y sus efectos se acumulan. (4 puntos).

Figura V. 1. Naturaleza del impacto ambiental



– **Repercusión ambiental:** representa, por medio de indicadores seleccionados por su importancia ambiental, la posible afectación de las actividades del proyecto hacia aspectos críticos del medio ambiente. Los indicadores seleccionados fueron:

- **Afectación a Especies en NOM-059-SEMARNAT-2010:** debido a que las poblaciones de estas especies se encuentran sensibles, las afectaciones a estas pueden repercutir gravemente en su persistencia.
- **Afectación a especies endémicas:** debido a su distribución restringida, las poblaciones de estas especies pueden afectarse gravemente por algunas actividades de los proyectos.
- **Sinergismo de los impactos:** Es el impacto cuyo efecto total es mayor que la suma de los efectos individuales de cada una de las actividades que lo generan.
- **Residualidad:** Efecto ambiental que permanece incluso después de aplicar todas las medidas de prevención y mitigación previstas para el proyecto.

- **Irreversibilidad:** los impactos que sean irreversibles serán considerados dentro de este indicador.

La forma en la que se evaluará cada uno de estos indicadores de repercusión ambiental será de forma simple, sí o no; en donde sí representa un valor de 1 y no un valor de 0. La evaluación de cada indicador será sumada con los demás para así generar el valor de la repercusión ambiental, siendo 4 su valor máximo y 0 su valor mínimo.

Tabla V. 2. Resumen de criterios para la evaluación de impactos

Clave	Nombre	Rango				Parámetros			
C	Clase	Positivo		Negativo		**+**		**-**	
M	Magnitud	Baja	Media	Alta	Muy Alta	1	2	3	4
T	Tiempo	Inmediato	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo	4	3	2	1
Z	Certeza	Nula	Baja	Media	Alta	1	2	3	4
E	Extensión	Puntual	Local	Media	Regional	1	2	3	4
D	Duración	Temporal		Permanente		1		4	
N	Naturaleza	Indirecta	Directa	Acumulativa		1	2	4	
RA	Repercusiones Ambientales (Acumulativas)	Afectación a especies NOM o endémicas; Sinergismo; Residualidad; Irreversibilidad				+4	+4	+4	+4
PO	Posibilidad de introducir medidas correctivas	Fase de preparación; Fase de construcción; Fase de operación; Fase de abandono; Sin posibilidad de incluir medidas				P	C	O	N

El modelo matemático para evaluar los valores arrojados por la matriz que se utilizará para el presente proyecto se basa en el índice de importancia propuesto por Gómez-Orea (1998). Este índice se obtiene por medio de un modelo cuyos valores son calculados a partir de la calificación de los valores de los atributos antes descritos. El modelo matemático se expresa en la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{Importancia = 3M + 2E + T + Z + D + N + RA}$$

Una vez obtenido el resultado sobre la relevancia de los impactos ambientales que se generarán durante el proyecto, se continuó con la evaluación de su significancia. La forma en la que se evalúa la significancia de los impactos es por medio del índice de impacto ambiental, una metodología propuesta por Sorensen (1971). El índice de impacto ambiental de Sorensen involucra el cálculo del peso de cada rama para después utilizar una formula normalizada con la finalidad de convertir los parámetros de importancia a una escala de 0

a 1, dichos valores se colocan en la escala de Sorensen, la fórmula normalizada tiene la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{Fórmula\ normalizada} = +/- ((IA - IIA\ min) / (IIA\ máx - IIA\ min))$$

La realización de esta fórmula implica el cálculo del Impacto Ambiental Máximo (IIA máx.) y el Impacto Ambiental Mínimo (IIA min.) para la red, suponiendo que todos los impactos tienen atributos valorados en impacto máximo. Con estos valores se calcula el Coeficiente de Impacto Ambiental (CIA).

Para la evaluación se realizó una modificación en las categorías de la escala de impactos debido a que la terminología utilizada por Sorensen (1971) no concuerda con lo que se maneja en la actualidad. De acuerdo con el artículo 3° del Reglamento de La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, un **impacto significativo** se define como:

> ***IX. Impacto ambiental significativo o relevante:*** *Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;*

Para la interpretación del resultado (CIA) se utilizará la siguiente escala y de acuerdo con su significancia se muestran en la matriz de acuerdo con la siguiente clasificación del color.

Tabla V. 3. Significado del Coeficiente de Impacto Ambiental

RANGO	CATEGORÍA
0.1 < CIA < 0.20	Impacto insignificante
0.21 < CIA < 0.40	Impacto intrascendente
0.41 < CIA < 0.60	Impacto perceptible
0.61 < CIA < 0.80	Impacto notorio
0.81 < CIA < 1.00	Impacto significativo

V.1.2. Indicadores de impacto

Según la OECD (2003) los indicadores ayudan a medir el estado del medio ambiente e informar sobre el progreso hacia el desarrollo sostenible, además, los indicadores deben contar con ciertas características, deben proveer una imagen de las condiciones ambientales, deben ser simples de interpretar, entre otras características.

Los indicadores deben ser prácticos y realistas, cumplir con el objetivo de dar información acerca de la dirección de un efecto o cambio. De acuerdo con la SEMARNAT (2002), los indicadores deben cumplir con los siguientes requisitos:

Representatividad: se refiere al grado de información que posee un indicador respecto al impacto global de la obra.

Relevancia: la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.

Excluyente: No existe una superposición ente los distintos indicadores.

Cuantificable: medible siempre que sea posible en términos cuantitativos.

Fácil identificación: definidos conceptualmente de modo claro y conciso.

A continuación, se presenta una lista de indicadores de impacto que se proponen para evaluar los impactos del presente proyecto, tomando en cuenta la base presentada en el documento: La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales de Perevochtchikova (2013) en conjunto con los extraídos de Garmendia *et al.* (2005). Se presenta a manera de tabla los factores ambientales que podrán ser impactados con la implementación del proyecto, así como los indicadores y los impactos, para los impactos ambientales positivos se distinguen con el color verde, mientras que los negativos están marcados con anaranjado.

Tabla V. 4. Lista de indicadores de impacto ambiental

Sistemas ambientales	Subsistemas ambientales	Elemento ambiental	Indicador de impacto ambiental	Impacto ambiental
Medio físico	Medio abiótico	Aire	Emisión de gases de efecto invernadero	Contaminación del aire
			Generación de polvos y partículas suspendidas	
			Malos olores provenientes de materia orgánica	
			Generación de altos niveles de ruido	Contaminación acústica
			Emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV)	Contaminación atmosférica
		Agua	Remoción de cobertura vegetal	Disminución de la infiltración
			Impermeabilización del suelo	Disminución de la superficie de infiltración
			Infiltración de hidrocarburos	Contaminación de agua subterránea
			Infiltración de lixiviados orgánicos	Contaminación de agua subterránea
			Cimentación	Alteración del balance hídrico
			Arrastre de residuos solidos	Contaminación de agua superficial
			Arrastre de residuos peligrosos	

Sistemas ambientales	Subsistemas ambientales	Elemento ambiental	Indicador de impacto ambiental	Impacto ambiental
			Arrastre de lixiviados orgánicos	
			Consumo de agua	Disminución de disponibilidad del agua
		Suelo	Exposición del suelo desnudo tras el desmonte	Erosión
			Movimientos de tierra	Cambio estructural del suelo
			Cimentación	
			Compactación del suelo	Reducción de la porosidad
			Presencia de residuos solidos	Contaminación del suelo
			Derrame de hidrocarburos y otras sustancias	
			Derrame de hidrocarburos y otros residuos	
			Derrame de lixiviados de materia orgánica	
	Medio biótico	Flora	Remoción de la cobertura vegetal	Pérdida de individuos vegetales
			Cambio de uso de suelo	Pérdida de superficie forestal
		Fauna	Manejo de maquinaria	Mortalidad de individuos
			Modificación del hábitat	
			Cambio de uso de suelo	Disminución del hábitat
		Paisaje	Implementación de infraestructura temporal	Pérdida de naturalidad
			Remoción de la cobertura vegetal	Alteración del paisaje
			Cambios en la topografía	
			Acumulación de residuos	Disminución de naturalidad
			Altura de la torre	Modificación del paisaje
Medio económico		Economía	Adquisición de insumos	Aumento de la derrama económica
			Generación de empleos	

A continuación, *se hace la descripción de los indicadores* de impacto ambiental seleccionados para cada factor ambiental, definiendo cada uno de ellos, las variables que los afectan y su importancia dentro del sistema ambiental.

Aire

Calidad del aire por los niveles de contaminantes atmosféricos. Los gases emitidos por un motor de combustión interna pueden clasificarse en dos categorías principales: gases inofensivos y contaminantes. Entre los gases inofensivos se encuentran el nitrógeno, el oxígeno, el hidrógeno y el vapor de agua, todos los cuales son componentes naturales del

aire. Por otro lado, los gases contaminantes incluyen el monóxido de carbono, los hidrocarburos, los óxidos de nitrógeno (NO_x) y los óxidos de azufre (SO_x). Es importante destacar que el dióxido de carbono (CO_2), aunque se ha considerado tradicionalmente como inofensivo, se considera un gas contaminante en el contexto del calentamiento global, ya que contribuye significativamente al cambio climático según estudios recientes. En este proyecto, el dióxido de carbono también se clasificará como un gas contaminante debido a sus efectos en el medio ambiente.

A continuación, se describen los impactos que puede generar cada uno de estos gases en el medio ambiente.

Monóxido de Carbono: Este gas es considerado como uno de los mayores contaminantes de la atmósfera terrestre. Sus principales fuentes productoras son los medios de transporte a base de motores que utilizan gasolina o diésel como combustible, cuando no se realiza la combustión completa por falta de oxígeno. En concentraciones altas y tiempos largos de exposición puede provocar en la sangre la transformación irreversible de la hemoglobina a carboxihemoglobina, que es incapaz de cumplir con las funciones específicas de esta molécula y puede causar la muerte.

Dióxido de Carbono: Este gas es el principal contribuyente del fenómeno conocido como calentamiento global. Si bien es claro que los humos generados por los vehículos de combustión interna pueden llegar a tener un efecto negativo sobre el medio ambiente, en la actualidad no existen (o no es factible su contratación) vehículos automotores que no generen emisiones.

Hidrocarburos: Dependiendo de la estructura molecular, estos gases presentan diferentes efectos nocivos El benceno, por ejemplo, es venenoso y la exposición a este gas provoca irritaciones de piel, ojos y conductos respiratorios de muchos de los seres vivos. En humanos, grandes cantidades de este gas puede causar depresiones, dolores de cabeza y cáncer. Existen otros hidrocarburos como los aldehídos y los fenoles, que también tienen efectos nocivos para la salud.

Óxidos de Nitrógeno: este grupo de gases (NO y NO_2) se ha demostrado son un irritante para la mucosa, sin embargo, en combinación con hidrocarburos contenidos en el smog produce Ácidos Nitrosos, que posteriormente caen sobre la tierra en forma de lluvia ácida.

Ruido: El ruido se define como una sensación auditiva molesta y representa una de las perturbaciones ambientales más significativas que afectan a los seres humanos, teniendo un impacto directo en su calidad de vida. A pesar de esto, en muchas ocasiones las personas no son conscientes de los efectos del ruido, ya que estos no suelen manifestarse de manera inmediata. Los impactos negativos del ruido son a largo plazo y, a menudo, la relación causa-efecto no se percibe claramente. A medida que las zonas urbanas crecen y se desarrollan, el ruido se convierte en una preocupación importante para la salud pública. La exposición continua al ruido puede provocar estrés, trastornos del sueño, problemas de audición, dificultades de concentración y, en casos extremos, contribuir a condiciones de salud como la hipertensión arterial y enfermedades cardíacas.

Asimismo, la NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición, define el ruido como *"Todo sonido indeseable que moleste o perjudique a las personas"*. El ruido es un tipo de contaminación que puede llegar a tener efectos negativos en el Medio Ambiente.

El nivel sonoro es la presión acústica ponderada por una curva, representa la magnitud del ruido y se mide en decibeles (dB) que es una escala logarítmica. El oído humano tiene una amplitud de nivel sonoro en un rango de 0dB a 140dB, cuando se expone continuamente a un nivel sonoro mayor a 80dB ya se pueden presentar daños a la salud.

El efecto del ruido en la fauna silvestre es complicado debido a que la respuesta puede variar entre especies e incluso entre individuos de una misma población (Radle, 2007 en González, 2014). Estas variables de respuesta pueden deberse a las características del sonido, a su duración, a la especie, al tipo de hábitat, la temporada y a la actividad durante la cual se encuentren expuestas, el sexo, la edad, el nivel de exposición previa a otros estresantes físicos como las sequías que ocurran en el momento de la exposición (Busnel y Fletcher, 1978).

Polvos y partículas suspendidas: La presencia de polvos en el aire puede llegar a dificultar las actividades en un proyecto, debido a que, si se tiene un gran porcentaje disperso, este puede dificultar la visibilidad. Es muy frecuente la dispersión de polvos en una obra, puesto que, en la mayoría de los casos, se realiza un desmonte, así como excavaciones. Así mismo, los polvos están compuestos por partículas suspendidas, estas partículas pueden presentarse en distintos tamaños y formas y estar compuestas de distintas sustancias

químicas diferentes. Estas partículas suspendidas provienen de fuentes de emisión como la quema de combustibles fósiles, emisiones industriales, actividades empresariales vinculadas a la construcción, fabricación de cementos, emisiones expulsadas en los escapes de vehículos, entre otras. La mayoría de las partículas se forman en la atmósfera como resultado de reacciones complejas de sustancias químicas como el dióxido de azufre y los óxidos nitrosos. Las partículas se pueden diferencias en 3 grupos principales:

PM1: Las partículas ultrafinas (PM_1), con su tamaño extremadamente fino (inferior a 1 μm) suponen un aporte al aire de compuestos químicos peligrosos que al ser respirados son el origen de alteraciones en la salud humana. Por su peso ligero pueden mantenerse suspendidas en el aire durante mucho tiempo y viajar a través del viento largas distancias.

PM2.5: De igual manera, las partículas finas, denominadas $PM_{2.5}$, son especialmente peligrosas para la salud porque proceden en su mayoría de partículas secundarias formadas en la atmósfera a partir de precursores gaseosos (óxidos nitrosos, compuestos orgánicos volátiles, dióxido de azufre, amoniaco, etc.) que reaccionan mediante procesos químicos. Las partículas $PM_{2.5}$, además de ser las más abundantes en el aire contaminado, poseen un minúsculo diámetro aerodinámico (2,5 μm) o tamaño de partícula que es 100 veces más delgado que un cabello humano.

PM10: Las partículas gruesas (PM_{10}), contienen las sustancias del mismo origen que las $PM_{2.5}$ pero de mayor tamaño (con un diámetro entre 10 y 2,5 μm) y aquellas emitidas directamente a la atmósfera por incendios forestales y emisiones volcánicas. Suman a su composición una concentración de polvo, hollín, polen y esporas de moho entre otras sustancias.

*Partículas Totales Suspendidas (PST)***:** Las PST, registran cualquier origen de partículas suspendidas en el aire. Pueden provenir de fuentes naturales como el polen, el polvo de los suelos y las cenizas volcánicas, o de fuentes antropogénicas, es decir, generadas por actividades humanas como las emisiones de vehículos, industrias, plantas de energía y la quema de combustibles fósiles.

Las partículas suspendidas pueden traer consigo afectaciones ambientales, como son la alteración del suelo, modificación de la acidez en cuerpos de agua a través de las “lluvias ácidas” que perjudican a los ecosistemas al alterar el crecimiento de la vegetación y afectar

la salud a la fauna de un lugar. Las partículas del aire causantes del “smog”, además de reducir la visibilidad, pueden modificar la radiación que incide y que refleja, alterando el clima de un lugar, ya que pueden modificar temperaturas o los regímenes de lluvia de un sitio.

Descomposición de materia orgánica: La contaminación por malos olores puede generar diversos malestares a la salud de quienes estén expuestos a ella. Entre los síntomas mas comunes, de acuerdo con la OMS, están los dolores de cabeza, insomnio, náuseas, vomito, problemas respiratorios, estados de ánimo negativos, entre otros. La contaminación por malos olores se puede apreciar principalmente a las urbes, en zonas de desarrollo industrial, con gran presencia de población, con alta generación de desechos. Si bien, en México no existe una norma regulatoria de la emisión de los malos olores, hay otras normas que ayudan a regular este impacto de forma indirecta.

Compuestos orgánicos volátiles (COV): Los COV son compuestos químicos que se evaporan fácilmente a temperaturas ambiente y tienen baja solubilidad en el agua, estos compuestos se pueden encontrar en productos domésticos como son pinturas, solventes, productos de limpieza, entre otros. Estos compuestos pueden provocar malos olores intensos, que pueden representar un riesgo para la salud si estos se encuentran en lugares encerrados y en altas cantidades. Los efectos sobre la salud de la exposición a ozono incluyen: irritación de ojos y vías respiratorias; astenia, cefaleas; alergias; disminución de la función pulmonar y lesiones al hígado, riñones, pulmones y sistema nervioso central. Los efectos sobre el medio ambiente incluyen la alteración de la función fotosintética de las plantas; también participan activamente en numerosas reacciones, en la troposfera y en la estratosfera, contribuyendo a la formación del smog fotoquímico y al efecto invernadero.

Agua

Disponibilidad: La disponibilidad del recurso hídrico se refiere a la cantidad de agua disponible para ser utilizada por los distintos usuarios en una determinada área, como una cuenca o región hidrológica. Según Breña Puyol y Breña Naranjo (2007), las variables de mayor relevancia que determinan esta disponibilidad incluyen el volumen de precipitación que cae sobre el área de la cuenca o región, la magnitud de la evaporación que ocurre en esa área, y la población que reside en la zona y utiliza el agua para diversas actividades. Estas variables son fundamentales para evaluar y gestionar de manera efectiva los recursos hídricos en una región específica. El volumen de precipitación indica la cantidad de agua

que entra al sistema hídrico a través de la lluvia, mientras que la magnitud de la evaporación representa la cantidad de agua que se pierde debido a la evaporación y transpiración de las plantas. Considerar la población que depende del agua en la zona es importante para determinar la demanda y distribución equitativa del recurso. Dado que las condiciones climáticas varían poco en el tiempo a comparación del crecimiento poblacional que varía fuertemente con el tiempo, el factor con mayor relevancia para definir la disponibilidad es la población. Existe una relación directamente proporcional entre la calidad y la disponibilidad, dado que si el agua disponible percibe algún tipo de contaminación ésta se puede volver inutilizable, disminuyendo su disponibilidad para uso doméstico, industrial o agrícola.

El área del proyecto se ubica dentro del acuífero Puerto Vallarta, de acuerdo con lo publicado por la CONAGUA en 2024, en su documento de "Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Puerto Vallarta (1427)", estima que la recarga total media anual que recibe el acuífero Puerto Vallarta, aplicando el procedimiento en la NOM-011-CONAGUA-2015 es de 86.5 hm^3/año (CONAGUA 2002), este valor corresponde a la suma de los volúmenes que ingresan al acuífero en forma de recarga vertical (infiltración de la lluvia al subsuelo) y de esta recarga, 17 hm^3 anuales son descargas que ocurren de manera natural.

Para 2022 se tiene que existe una extracción del Volumen de aguas subterráneas (VEA) registradas de 74,595,282 m^3 anuales. Teniendo en cuenta los valores de carga y descarga anteriores, se puede estimar la disponibilidad media anual de aguas subterráneas, al que se puede tener acceso a aprovechamiento adicional de lo actualmente registrado y concesionado. De acuerdo con la CONAGUA, el acuífero Puerto Vallarta pasa por un déficit de 5,095,282 m^3 anuales de agua, lo que quiere decir, que el Acuífero Puerto Vallarta no tiene volumen disponible para nuevas concesiones.

Calidad: La calidad del agua puede verse afectada por diversas fuentes de contaminación, que incluyen el arrastre de residuos sólidos urbanos, desechos de construcción, hidrocarburos, aceites y otros contaminantes. Según la Organización de las Naciones Unidas, uno de los problemas principales es la eutrofización, que se refiere al aumento en los niveles de nutrientes, principalmente fósforo y nitrógeno, en el agua. Este fenómeno es causado principalmente por la escorrentía agrícola, aguas residuales domésticas e industriales, así como emisiones atmosféricas provenientes de la combustión de combustibles fósiles e incendios forestales. La calidad del agua está directamente relacionada con su disponibilidad, ya que el agua contaminada puede no ser segura para

el consumo humano, agrícola o industrial. Por lo tanto, el implementar medidas efectivas para prevenir la contaminación del agua y garantizar la disponibilidad de agua limpia y segura para las comunidades y el medio ambiente es esencial. Estas medidas pueden incluir la gestión adecuada de desechos, el tratamiento de aguas residuales, la agricultura sostenible y la reducción de emisiones contaminantes.

Suelo

Nivel de erosión: La erosión del suelo es la remoción del suelo de la superficie de la tierra por el agua, viento o labranza. Este es un proceso natural, pero la tasa de erosión es típicamente incrementada por la actividad humana. Un factor que agrava el problema es la compactación del suelo, que es el incremento en la densidad y disminución de macroporosidad en el suelo, que resulta de la aplicación de presión a la superficie de este.

- Porosidad del suelo: La porosidad del suelo en los primeros centímetros de profundidad, determinan en gran medida la capacidad de infiltración y escurrimiento de agua y aire en el suelo que se realiza a través de los espacios porosos condicionados por el tamaño, abundancia y distribución de poros. La porosidad debe ser considerada como un indicador de la calidad del suelo por la capacidad de almacenar agua y permitir el intercambio fisicoquímico y biológico entre las fases de un suelo (Karlen *et al*., 1997). La perturbación del espacio poroso, provocada por una carga que supera la resistencia del suelo y produce el colapso de los poros, conduce a procesos de degradación edáfica, declinación productiva de los ecosistemas e impactos hidrológicos importantes (Li *et al*., 2009; Muhammad y Rattan, 2009).
- Compactación del suelo: Es el procedimiento por el cual, al aplicar energía al suelo suelto, se eliminan espacios vacíos, aumentando la densidad y su capacidad de soporte, estabilidad, entre otras propiedades. Sin embargo, una mala compactación del suelo impide las funciones del suelo superficial y subsuelo, e impide la penetración de las raíces y el intercambio de agua y gases (FAO, 2016).

Contaminación del suelo: La contaminación del suelo ocurre al momento en que una sustancia o residuo se deposita en el suelo, puede ser desde un vertimiento directo, derrames y fugas, acumulación de residuos por un largo tiempo, lixiviación, entre otros. Estos contaminantes traen efectos adversos tanto al ambiente como a la salud humana. La presencia de contaminantes en el suelo puede alterar las propiedades fisicoquímicas y

biológicas causando su degradación, los contaminantes pueden ser acumulados en cultivos y alimentos que crecen del suelo, por lo cual deriva en una afectación a la salud humana al ingerir estas sustancias por medio de los alimentos. La diversidad biológica puede también resultar afectada directamente al dañar los organismos del suelo como lombrices, otros invertebrados y microorganismos que son esenciales para mantener la salud y fertilidad de los suelos, al dañar este eslabón de la cadena ecológica, se puede alterar el equilibrio ecológico de un sitio, causando la pérdida de biodiversidad. El vertimiento de algunas sustancias, pese a no ser poseer características de peligrosidad, puede generar afectaciones como la impermeabilización del suelo, lo que deriva en un cambio físico y su interacción con otros elementos ambientales.

Flora y Fauna

Las comunidades vegetales pueden verse afectadas por impactos puntuales en ciertas áreas dentro de su extensión. Estos impactos pueden deberse a diversas actividades humanas, en este caso puntual, el principal causante de la perdida de cubierta vegetal es la urbanización. Esto a su vez desencadena la disminución de la infiltración de agua en el suelo.

Individuos (riqueza): La pérdida de especies y el deterioro de los ecosistemas pueden afectar los flujos de bienes y servicios que los ecosistemas proporcionan a la sociedad, lo cual, sumado con otras acciones, contribuye a exacerbar el problema del cambio climático (IPCC, 2013b en Uribe-Botero, 2015). Cuando se pierden especies y los ecosistemas se degradan, estos servicios se ven comprometidos. Estos impactos se suman a otras acciones humanas, como las emisiones de gases de efecto invernadero, y contribuyen al cambio climático. Además, la degradación de los ecosistemas puede liberar carbono almacenado en la biomasa y el suelo, lo que contribuye aún más a las emisiones de gases de efecto invernadero y al calentamiento global. Por lo tanto, conservar la biodiversidad y proteger los ecosistemas no solo es vital para la preservación de la vida silvestre y la diversidad biológica, sino también para mitigar el cambio climático y mantener un equilibrio ecológico que beneficie tanto a la naturaleza como a la sociedad.

Modificación del Hábitat: De acuerdo con Ceballos et al. (2010), la pérdida de hábitat y la fragmentación se han convertido en las más importantes amenazas para el mantenimiento de la biodiversidad en todos los ecosistemas terrestres. Los efectos primarios de este fenómeno son la alteración del microclima y el aislamiento, es decir, los cambios físicos y

fisionómicos tanto al interior como a los alrededores del fragmento, lo que a su vez tiene un efecto directo sobre el establecimiento y composición de plantas y animales afectando también las interacciones bióticas entre ellos. Por lo tanto, se ha aplicado a las prácticas y políticas de conservación, con el propósito de evitar un deterioro relevante en el ambiente.

Colisión de aves*:* Las colisiones de aves con ventanas son una de las principales causas de mortandad en aves silvestres en vuelo libre en todo el mundo (Klem, 2022). Conforme los centros poblacionales van en aumento estructural de altura, aumenta la probabilidad de impacto de alguna especie de ave sobre los grandes edificios en zonas altamente urbanizadas. A medida que las áreas urbanas y suburbanas se expanden, las ventanas se han convertido en un peligro invisible para las aves (y en algunos casos también para los humanos), que chocan con ellas debido a la falta de visibilidad o la confusión causada por los reflejos, tanto de vidrios reflectantes o transparentes. Si bien es común que las aves mueran inmediatamente debido al impacto, cuando el sitio del que vienen volando es cercano a la ventana el evento puede no ser mortal. En algunos casos pueden sobrevivir a la colisión, pero presentar traumatismos craneales o hemorragias internas que resulten ser fatales a la larga; asimismo, un ave que no muere inmediatamente por la colisión puede ser fácilmente atacada por algún depredador oportunista. Estas colisiones pueden tener consecuencias devastadoras para sus poblaciones, especialmente para aquellas especies que son residentes urbanas o migratorias. Las aves residentes son aquellas que habitan en un área durante todo el año, mientras que las migratorias son aquellas que viajan largas distancias entre áreas de reproducción y áreas de invernada. Ambos tipos de aves están en riesgo de colisionar con ventanas, pero por diferentes razones.

Manejo de maquinaria: La mortalidad por atropellamiento de especies ocurre cuando las especies tienen la necesidad de cruzar vialidades, caminos, en busca de cumplir sus funciones ecológicas como alimentarse reproducción, búsqueda de nuevos hábitats o refugios, lo cual los hace vulnerables a un incidente, sobre todo, en áreas urbanas, como es el caso del proyecto “Alisia”. En México, no se cuenta con estudios en materia de mortalidad de fauna silvestre por atropellamiento, de la información disponible en artículos y proyectos, se registraron 35,854 colisiones contra la fauna sobre las carreteras viales. Este indicador se toma en cuenta para evaluación, debido a la cercanía del proyecto a la

carretera 200 Puerto Vallarta-Tepic, así como que, se identifican actividades que incluye el uso de vehículos motorizados en el área del proyecto.

Paisaje

La definición de paisaje responde al significado más simple e intuitivo que le acordamos: lo que se ve; es decir, una porción de la superficie terrestre que el ojo abarca en un golpe de vista (Brunet, 1993). Probablemente esta definición tan simple es la que a veces puede llevarnos a creer que el concepto de paisaje es sencillo, sin embargo, lo que el ojo ve, es el resultado de la interacción del hombre con el medio que le rodea a lo largo de la historia, por tanto, supone una estratificación de culturas y de diferentes modos de vida que se han dado sobre un mismo territorio. Además, la mirada es subjetiva y la realidad material que se percibirá será de manera muy diferente según el observador.

Pérdida de la naturalidad del paisaje: Definida como el grado de modificación o transformación de paisaje natural a consecuencia de la acción del ser humano. Este indicador se encuentra íntimamente relacionado con la remoción de vegetación, cambios en topografía de la zona y modificación en la hidrología.

Economía

Generación de empleos. La contratación de personal dentro de las diferentes etapas traerá consigo la generación de empleo, esto tendrá un impacto positivo sobre la región en que se ubica el proyecto, ya que la derrama económica impactará a los trabajadores y a sus familias, aumentando la calidad de vida. También se debe considerar que cuando una comunidad tiene un mayor poder adquisitivo se activa la economía local, regional y nacional.

Adquisición de insumos: La implementación del proyecto traerá consigo la adquisición de insumos para la construcción de áreas de esparcimiento, las obras que se prevén serán atractivas para los turistas nacionales e internacionales, pues se contará con la infraestructura necesaria para recibirlos, y en conjunto con los servicios turísticos, de recreación y seguridad con los que ya cuenta los alrededores del área del proyecto, como son restaurantes y hoteles.

V.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

En esta sección se describen los impactos evaluados a través del método de matriz de impacto ambiental de Leopold. Detallando la magnitud, temporalidad, certeza, extensión, duración y naturaleza de los impactos, señalando la etapa en la que se presentarán, la actividad y el componente ambiental en riesgo, sus repercusiones en el área del proyecto al igual como en el Sistema Ambiental regional.

V.2.1 Sistema Ambiental Regional

A la par de la evaluación de las actividades que van a generar los impactos ambientales, se extrapoló al Sistema Ambiental Regional para lograr tener una idea del escenario ambiental con el proyecto **"Alisia"**. Se analizaron los componentes ambientales que serán los que sufran las afectaciones más perceptibles utilizando la metodología que se describe a continuación.

Con base en la información recopilada y analizada en los capítulos que anteceden, se llevó a cabo la evaluación de calidad de los componentes bióticos y abióticos, que se consideraron de mayor relevancia para el proyecto, mediante la creación de modelos generados por la plataforma de Sistemas de Información Geográfica QGIS 3.40.5. La modelación de la calidad de los componentes se basó en la calificación de áreas de acuerdo con criterios empleados para cada componente.

Con la ayuda de QGIS se generó un "grid" o malla de hexágonos que se sobrepuso al polígono del SAR para dividirlo en pequeños polígonos con el fin de facilitar su análisis. Cada hexágono abarca una superficie de 48.75 hectáreas, lo que permite una buena evaluación de las condiciones internas de cada hexágono evitando redundancias en zonas homogéneas, pero permitiendo detectar cambios importantes y permite visualizar mejor los factores evaluados en el SAR. Se necesitaron 350 de estos hexágonos para cubrir el área total del SAR, así como su área de afectación directa, resultando en una superficie final analizada de **17,063.3** hectáreas (**Figura V. 2**). El diseño de este "grid" en hexágonos se decidió utilizar debido a los beneficios que se enlistan a continuación:

- Con este arreglo, las celdas son equidistantes por lo que se pueden hacer comparaciones entre ellas, cosa que no se puede hacer con arreglos en cuadros o rectángulos (Tobler, 1970).

- Los hexágonos son la forma geométrica que mejor disminuye la desviación en áreas cuando se subdivide un grid de una teselación circular (White *et al*., 1992) que es la metodología que más se utilizada en estudios de ecología debido a que se obtiene resultados con menor varianza (Ludwig y Reynolds, 1988).
- Esta metodología se ha utilizado en Investigación ambiental relacionada con cambios en patrones de vegetación (Beecham y Farnsworth, 1998; Oom *et al*., 2004), en Programas de Evaluación y Monitoreo Ambiental (EPA, 1992), estudios sobre el estatus de la biodiversidad (Csuti *et al*., 2001) y en Programas para la Protección de la Biodiversidad en Áreas Protegidas (Day *et al*., 2000).

Figura V. 2. Malla de hexágonos(cian), SAR (rojo) y proyecto (naranja)

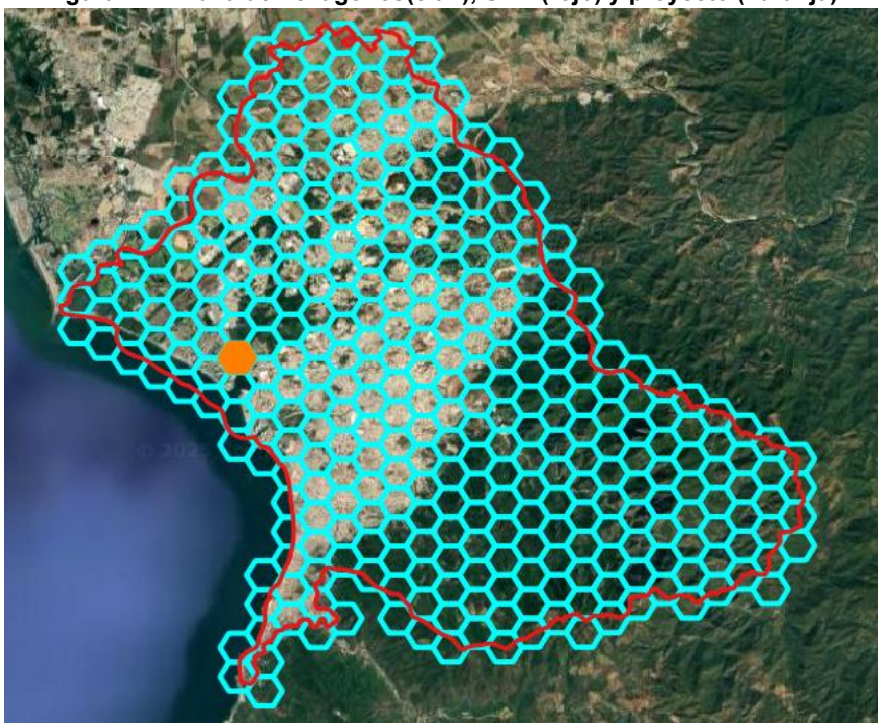


Figura V. 3. Detalle del hexágono del proyecto (naranja) con el proyecto (rojo) en su interior



Definidos los hexágonos, se continuó a la etapa de calificación de cada uno de los componentes ambientales del territorio acuerdo a los criterios establecidos para el estudio. Esta calificación se realizó con una escala de 1 a 5 para todos con la finalidad de tener valores comparables entre ellos.

Los componentes ambientales analizados fueron:

Hidrología subterránea: Dado que el SAR abarca un acuífero, Puerto Vallarta, es muy importante determinar si el proyecto se encuentra en una zona crítica de infiltración. Por este motivo el acuífero es considerado un componente importante a evaluar en función de la carga que supone el Proyecto.

Vegetación: Debido a que juega un papel importante en la conservación del ambiente, regulando las corrientes de agua, moderando en el clima a nivel mundial y local y favoreciendo la conservación de los suelos previniendo la erosión, siendo además el hogar de numerosas especies, es uno de los objetivos principales a evaluar.

Fauna: por el papel fundamental que juega en los ecosistemas manteniendo la calidad de los suelos, dispersando semillas o evitando la explosión demográfica de

insectos o pequeños animales que podrían llegar a tener efectos adversos para el ecosistema. Por otro lado, es importante tomar este componente ya que muchas de las especies faunísticas de México se encuentran actualmente en peligro de extinción o son endémicas, lo que se debe principalmente a la pérdida de hábitat.

Paisaje: debido a que el área donde se pretende realizar el proyecto **Alisia** está dentro de una región que posee algunas zonas con alto valor paisajístico, por tres motivos principalmente: la presencia de cuerpos montañosos, de vegetación compuesta por manglares y de su bahía con vistas de la costa e islas cercanas. Esto añadido a que, por las características urbanísticas de la Marina de Puerto Vallarta, el área de estudio está cercado por nuevos fraccionamientos que forman importantes focos visuales urbanísticos que dan valor al paisaje presente en la región.

Los factores para cada componente ambiental en análisis fueron:

Tabla V. 5. Factores que evaluar para el diagnóstico del SAR

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR
Hidrogeología	Capacidad de infiltración
Vegetación	Cobertura
	Condición
Fauna	Calidad del Hábitat
Paisaje	Fragilidad
	Calidad Visual

Modelación

Los valores establecidos para cada uno de los criterios de los componentes ambientales, después de su calificación, fueron ingresados al programa y establecidos para cada uno de los hexágonos delimitados anteriormente. La modelación se llevó a cabo mediante un modelo de interpolación espacial ya que este permite convertir los datos de la variable en estudio en superficies continuas (Burrough y Mc Donnell, 1998).

La modelación se basó en la siguiente fórmula:

$$Z(s) = \mu(s) + \varepsilon(s)$$

Para obtener la clasificación de los valores en categorías (Alta, Media, Baja), se clasificaron por medio de una función algorítmica que se basa en determinar el mejor arreglo de los valores en clases por medio de la comparación de la diferencia entre la suma de cuadrados

de los valores observados en cada clase y la media aritmética de la clase. Esta clasificación identifica cuando las diferencias de valores ordenados son altas, minimizando las diferencias de la suma de cuadrados dentro de la clase, lo que quiere decir que con este esquema las clases son creadas con valores similares maximizando las diferencias entre ellas y, por consecuencia, son fácilmente distinguibles (ESRI, 2010).

Para la clasificación se utilizó la siguiente Función:

$$SSD_{i\ldots j} = \sum_{k=i}^{j} A[k]^2 - \frac{\left(\sum_{k=i}^{j} A[k]\right)^2}{j-i+1}$$

Como resultado se obtuvieron modelos de la calidad ambiental para cada uno de los componentes ambientales en donde se muestran las áreas del polígono con las diferentes condiciones ambientales de acuerdo con los criterios y componentes establecidos. A continuación, se describen cada uno de los componentes ambientales utilizados para este diagnóstico, así como la metodología de calificación utilizada para los diferentes criterios.

Visualización y Georreferenciación de los Impactos Ambientales = Construcción del Escenario Ambiental

Utilizando la metodología previamente descrita para diagnosticar las condiciones de los componentes ambientales, se llevó a cabo una superposición de la propiedad privada sobre cada uno de los modelos con el fin de delimitar los cambios en el hexágono que contiene al proyecto y comparar el efecto de dichos cambios sobre el SAR en general en cada una de las categorías establecidas durante la elaboración de estos (**Figura V.4**).

Figura V. 4. Esquematización de superposición del plan maestro sobre un modelo generado



Como resultado se obtuvieron las áreas por cada categoría de clasificación que podrían ser afectadas por el desarrollo del proyecto de acuerdo con su componente ambiental.

V.2.2 Diagnóstico del Sistema Ambiental Regional (SAR), contexto en relación con el proyecto y en su caso, señalamiento de la problemática detectada.

Nota. *Los impactos subsecuentes a este apartado toman como base esta metodología, así como la evaluación por parte de la metodología de Leopold.*

En tiempos geológicos recientes la dinámica natural de la vegetación ha sido modificada por actividades humanas primordialmente, que se expresan principalmente en deforestación, incremento en los pastizales y áreas de cultivo e incremento en la frecuencia de perturbación de la vegetación natural.

Las perturbaciones causadas por el hombre pueden consistir en la eliminación completa o parcial de la vegetación de un ecosistema sin la eliminación del suelo y del banco de semillas o esporas en él, causando de esta forma el inicio de sucesiones auto génicas secundarias.

Para analizar la situación de la vegetación dentro del predio en el presente proyecto y realizar un diagnóstico, se establecieron dos criterios: la **cobertura** y la condición de la **vegetación** de cada uno de los hexágonos definidos. A continuación, se describe la metodología para el análisis de cada uno de los criterios:

Cobertura

La cobertura vegetal puede ser definida como la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomasas con diferentes características fisonómicas y ambientales. En el caso específico de la cobertura forestal, esta juega un papel importante en la conservación del ambiente, ya que regula las corrientes de agua, tiene un efecto moderador en el clima a nivel mundial y local y favorece la conservación de los suelos previniendo la erosión y además son el hogar de numerosas especies de plantas y animales. También tiene gran incidencia en los procesos de regulación del ciclo hidrológico y en la disminución de la pérdida de suelos (Martínez *et al*, 2000).

Para este proyecto se decidió tomar en cuenta únicamente la vegetación forestal para calificar cada uno de los hexágonos estudiados.

La metodología para el estudio de cobertura se basó en analizar cada hexágono por fotointerpretación, definiendo con ayuda de la plataforma de SIG QGIS el porcentaje de ocupación de las masas forestales en el hexágono. Teniendo esto, se prosiguió a calificar cada una de las celdas con un valor de 1 a 5 (Muy baja a Muy alta) de acuerdo con su porcentaje.

Tabla V. 6. Superficie afectada por el CUSTF en términos de su capacidad de infiltración

Valoración de la condición de cobertura de la vegetación forestal		
Clasificación	**Cobertura**	**Valor**
Muy Baja	0 - 20%	1
Baja	20 - 40%	2
Media	41 - 60%	3
Alta	61 - 80%	4
Muy Alta	81 - 100%	5

Condición

En este criterio se considera “condición” como el grado de alteración, es decir por presencia e intensidad de perturbaciones antropogénicas en los hábitats de los organismos que constituyen el ecosistema (Begon *et al*., 2006). En el análisis de los ecosistemas con respecto a la alteración antropogénica es importante considerar características como la permanencia, la repetitividad y la intensidad del disturbio, ya que los ecosistemas responden de distintas maneras ante alteraciones intermitentes o permanentes. Challenger (1998) describe que cuando la fuente de perturbación permanece en el sitio o es repetida y frecuente, se establecen condiciones propias de una sucesión secundaria desviada mientras que cuando las perturbaciones actúen en un periodo corto y después desaparezcan, resultara en una sucesión auto génica secundaria de vegetación natural.

En el Sistema Ambiental Regional en cuestión se encontraron tres condiciones principales, la primaria, la secundaria y la artificial o ligada a actividades antropogénicas. La condición primaria se refiere a zonas en donde los ecosistemas no están alterados en forma significativa por perturbaciones antropogénicas recientes y mantienen una estructura y dinámica natural característica del tipo de vegetación por lo que se cree son las zonas de mayor valor desde el punto de vista de conservación del medio ambiente y de la biodiversidad dentro del predio. La condición secundaria incluye a la vegetación secundaria arbórea o arbustiva resultado de un proceso de degradación de la vegetación primaria. La condición artificial o ligada a actividades antropogénicas son los ecosistemas que están

bajo una permanente presencia de disturbio humano intenso, la vegetación de estas zonas está compuesta por elementos iniciales de sucesión (pastizales), elementos cultivados (agricultura) y por elementos externos al medio ambiente como construcciones.

La calificación de cada una de las condiciones antes establecidas fue la siguiente:

Tabla V. 7. Calificaciones para el criterio Condición

Condición	Valor
Primaria	5
Secundaria	3
Artificial	1

La metodología para calcular la condición de cada hexágono fue la siguiente:

- Identificación de la vegetación por fotointerpretación y verificación en campo.
- Clasificación de la vegetación en “Primaria”, “Secundaria” o “Artificial”
- Cálculo de Condición

El cálculo de condición se realizó utilizando la siguiente fórmula:

$$3 * \text{Porcentaje del área cubierto por vegetación primaria} + 2 * \text{Porcentaje del área cubierto por vegetación secundaria (sucesión)} + 1 * \text{Porcentaje del área cubierto por vegetación artificial o zona urbana}$$

V.2.2.1. Resultados

V.2.2.1.1. Cobertura

Se generó un modelo, como se describió previamente, con los valores establecidos para cada una de las celdas. En él se observan en una gama de colores de rojo a verde y cinco categorías que se definieron utilizando la clasificación establecida en la **Tabla V.8** para los valores obtenidos de cobertura en el Sistema Ambiental Regional y en el predio. A nivel del Sistema Ambiental Regional se encontraron las 5 categorías mientras que a nivel del proyecto la única clasificación de cobertura es la baja. Todo el proyecto se localiza en un hexágono con cobertura baja. Lo anterior es congruente con el análisis de fotointerpretación ya que en el hexágono predomina la cobertura urbana y de cuerpos de agua resultando en un valor bajo para la vegetación.

Figura V. 5. Clasificación de la cobertura del SAR (izq.) y del proyecto (der.)

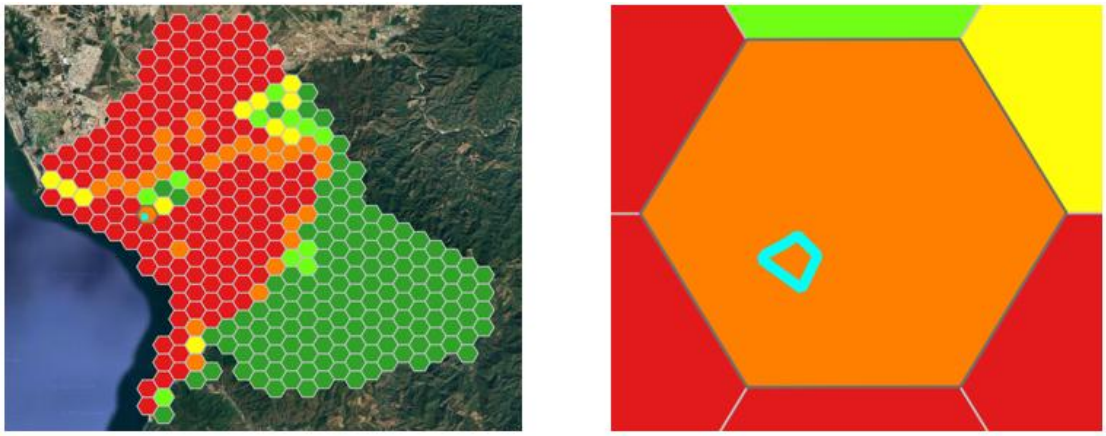


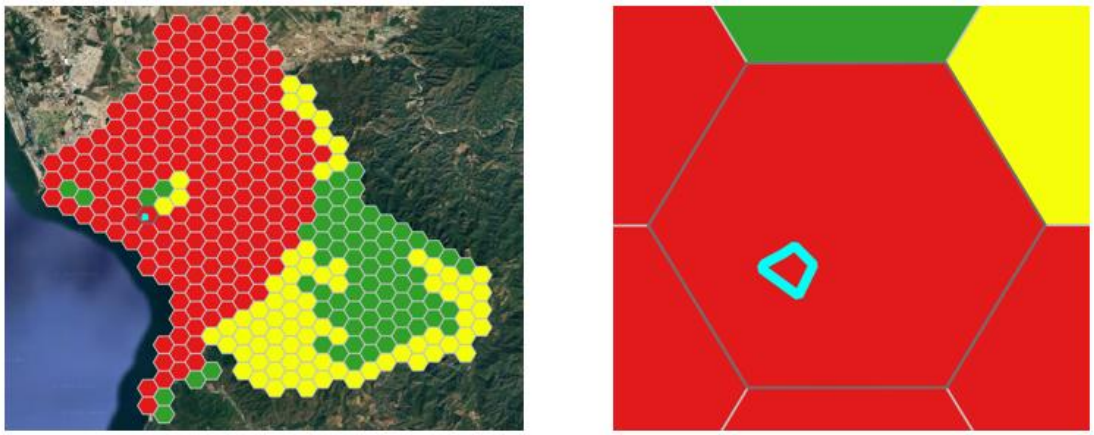
Tabla V. 8. Clasificación, áreas y porcentajes de cobertura de la vegetación a nivel del proyecto

Cobertura		
Clasificación	**Área (Ha)**	**Porcentaje (%)**
Muy Baja	0	0
Baja	0.674	100
Media	0	0
Alta	0	0
Muy Alta	0	0
Total	**0.674**	**100**

Condición

El modelo para este criterio se generó con la misma metodología que el anterior. El esquema de clasificación es de 3 clases. Como se mencionó anteriormente, la calificación de cada uno de los hexágonos se llevó a cabo mediante el cálculo de que porcentaje de su área presentaba cada una de las tres categorías valorizadas y su posterior multiplicación.

Figura V. 6. Clasificación de la condición del SAR (izq.) y del proyecto (der.)



A nivel del Sistema Ambiental Regional, la mayoría de los hexágonos se clasificaron como condición artificial, esto es congruente con la información del uso de suelo y vegetación (datos obtenidos del INEGI) presentada en el ***Capítulo IV***, ya que la condición dominante está conformada por asentamientos humanos, agricultura y pastizal inducido. La condición secundaria está conformada por vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia. La condición primaria se compone de bosque de encino en las zonas de transición hacia la sierra, selva mediana subcaducifolia y en menor proporción por los hexágonos que conforman el estero El Salado, donde hay presencia de manglar. Tras llevar a cabo el análisis obtenemos los siguientes resultados:

Tabla V. 9. Clasificación, áreas y porcentajes de condición de la vegetación a nivel del proyecto

Cobertura		
Clasificación	**Área (Ha)**	**Porcentaje**
Artificial	0.674	100
Secundaria	0	0
Primaria	0	0
Total	0.674	100

A nivel del proyecto toda la superficie del CUSTF corresponde con vegetación secundaria y considerando que a nivel del SAR **está ubicado en un hexágono catalogado como condición artificial**, por lo que de autorizarse el CUSTF el pronóstico es de un *impacto bajo*, ya que el proyecto no se encuentra ni afecta a las zonas núcleo en términos de cobertura o condición de la vegetación.

V.2.2.1.2. Hidrogeología

El agua es una de las principales circunstancias que ocurren en la Tierra, junto con el oxígeno, siendo la base necesaria para la existencia de vida, pero también es una sustancia esencial en la dinámica y evolución terrestre, incluso en la dinámica geológica ya que influye en la formación de rocas, otorgándoles ciertas características cuando se encuentran a alta presión en contacto con el líquido elemento. Por otro lado, el agua es un agente físico muy activo en la conformación del relieve terrestre y es un poderoso disolvente capaz de poner en movimiento una gran cantidad de sustancias, convirtiéndola en el principal vehículo de transporte de contaminantes. Además, el agua es necesaria para la sociedad, no sólo para cubrir sus necesidades vitales sino para buena parte de sus actividades económicas, convirtiéndose así en un recurso económico.

Por estas razones se decidió considerar el aspecto hidrológico del predio donde se va a llevar a cabo el proyecto **"Alisia"**, por su importancia social, económica y ambiental principalmente en sus afectaciones sobre los tres acuíferos: El Salado, el Pitillal, la Vena de Santa Marta, los Camarones y RMO El Cuale. Así mismo se consideró este componente pues el abasto de agua podría representar una limitante importante para el Proyecto si no se consideran las fuentes de abasto de dicho recurso, su capacidad de carga y su disponibilidad.

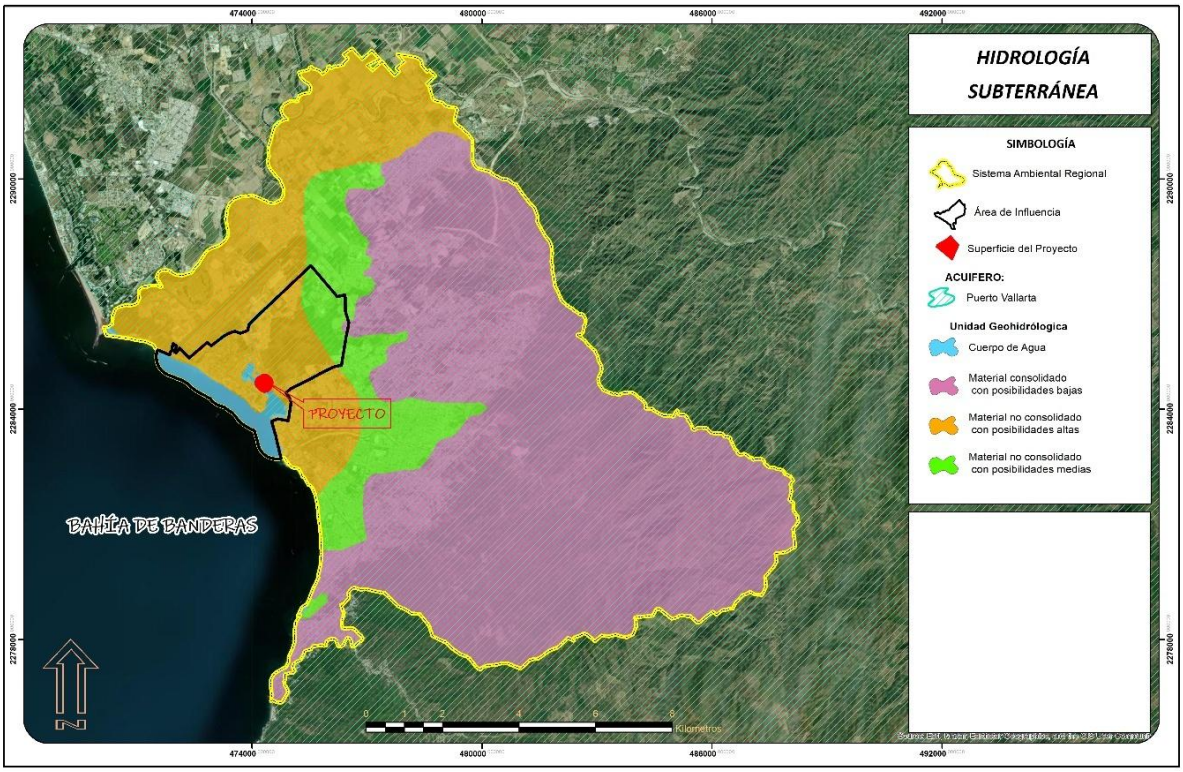
Para llevar a cabo esta valoración de las afectaciones sobre los cinco acuíferos antes mencionados, se utilizaron herramientas de SIG. Se utilizó cartografía de la CONABIO, cartografía realizada exprofeso a partir del trabajo de campo, así como un mapa topográfico realizado por la empresa promovente del Proyecto. Se consideró que los principales factores (criterios) que influyen en la infiltración de agua al subsuelo son los siguientes:

Tipo de suelo

Teniendo en cuenta aspectos como la granulometría, textura, consistencia, etc. que determinan la porosidad y permeabilidad de estos. Se contó con la cartografía de hidrología subterránea realizada en la CONABIO, la cual indicaba que en el predio únicamente había tres tipos de materiales (**Figura V.7**):

- Material consolidado con posibilidades bajas: Suelos o formaciones geológicas compactas y cohesionadas, como rocas ígneas o sedimentarias consolidadas (calizas, areniscas, etc.), que presentan **baja susceptibilidad al deslizamiento o erosión** debido a su alta resistencia mecánica. Son estables bajo condiciones normales de humedad y pendiente.
- Material no consolidado con posibilidades medias: Suelos compuestos por gravas, limos o arenas parcialmente cementadas o con cierta cohesión, que presentan **riesgo moderado de inestabilidad** bajo condiciones de saturación o intervención antrópica. En pendientes suaves pueden permanecer estables, pero en laderas pronunciadas o con escasa cobertura vegetal son susceptibles a movimientos.
- Material no consolidado con posibilidades altas: Depósitos sueltos como arcillas expansivas, arenas finas, rellenos antrópicos o materiales de acarreo, sin cohesión aparente. Presentan **alta vulnerabilidad al deslizamiento, erosión o colapso**, especialmente en condiciones de humedad o cortes mal estabilizados.

Figura V. 7. Tipos de unidades geohidrológicas



Capacidad Muy Alta de infiltración (valor 5)

Los lugares con muy alta capacidad de infiltración serán aquellos que se encuentren en zonas planas o semiplanas, con cobertura forestal y sobre suelos no consolidados con capacidad alta de infiltración.

Capacidad Alta (valor 4)

Se encontrará en aquellas áreas en las que la cobertura sea forestal, tenga pendientes más pronunciadas (de 20% a 50%) y este situado sobre material no consolidado de alta permeabilidad.

Capacidad Media (valor de 3)

Situado en las zonas con alta capacidad de infiltración, en áreas usadas para agricultura o pastizales y con pendientes bajas o medias. También recibirá esta puntuación las áreas verdes del proyecto, considerando una infiltración similar a la de un pastizal o una zona de agricultura.

Capacidad Baja (valor de 2)

Consideramos que son las áreas cubiertas tanto por cobertura forestal como por pastizales situados sobre terrenos que, geológicamente, son de bajo rendimiento en cuanto a infiltración de agua. También se consideró de capacidad baja de infiltración las zonas tanto forestales como de pasto o usadas para agricultura situadas en áreas con pendientes superiores a 50%, situadas sobre suelos permeables de alto rendimiento.

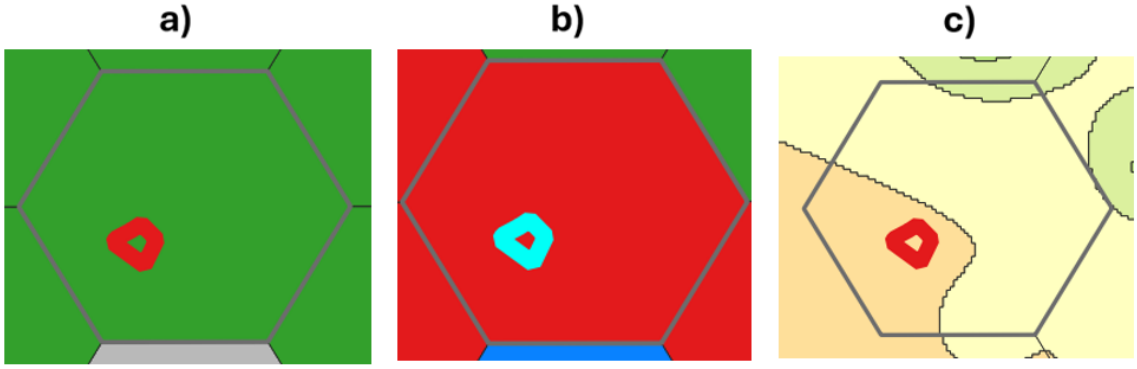
Capacidad Muy Baja (1)

Se consideraron dentro de esta categoría las áreas urbanas dentro del SAR, debido a su baja capacidad de infiltración del agua, principalmente debido a la cobertura, generalmente de concreto o de asfalto. A manera de resumen se presenta la **Tabla V. 10**.

Tabla V. 10. Resumen de los tipos de capacidades de infiltración en función del uso de suelo, pendiente e hidrología subterránea

Uso del suelo	Pendiente (%)	Hidrogeología	Infiltración
FORESTAL	0-20 %	No consolidado con rendimiento alto	Muy alta (valor 5)
FORESTAL	21-50%	No consolidado con rendimiento alto	Alta (valor 4)
AGRÍCOLA / PASTIZAL	0-50 %	No consolidado con rendimiento alto	Media (valor 3)
FORESTAL Y AGRÍCOLA / PASTIZAL	0 -100%	Consolidado con posibilidades bajas	Baja (valor 2)
FORESTAL Y AGRÍCOLA / PASTIZAL	51-100%	No consolidado con rendimiento alto	
URBANO	0-100%	No consolidado con rendimiento alto y consolidado con posibilidades bajas	Muy baja (valor 1)

Figura V. 8. Resultado del análisis de los factores que influyen en la infiltración de agua



a) Valores de infiltración por USV, b) Rango de pendientes en porcentaje, c) Unidades Geohidrológicas

Resultados Infiltración

De las cinco categorías de condición establecidas para este componente, la única afectada por la construcción del proyecto **"Alisia"** será la Baja con 0.674 Ha correspondientes al 100% del total de la propiedad privada, como se observa en la **Tabla V.11**.

Tabla V. 11. Superficie afectada por el CUSTF en términos de su capacidad de infiltración

Afectación a la Hidrología por el CUSTF		
Clasificación	**Área (Ha)**	**Porcentaje**
Muy Baja	0.00	0.00
Baja	0.674	100
Media	0.00	0.00
Alta	0.00	0.00
Muy Alta	0.00	0.00
Total	0.674	100

Como se aprecia en la **Figura V.7**, la totalidad del CUSTF contemplado para el proyecto **"Alisia"** está situado sobre material no consolidado con rendimiento alto, sin embargo, se encuentra situado en una zona de asentamientos humanos con el valor más bajo de capacidad de infiltración por el uso de suelo y vegetación. **Al ubicarse el proyecto en una de las zonas del SAR con capacidad baja de infiltración se prevén impactos de baja magnitud en la capacidad de infiltración, de autorizarse el CUSTF**.

V.2.2.1.3. Calidad de Hábitat para Fauna

El hábitat es la suma de todos los factores bióticos y abióticos que una especie animal requiere para que pueda perpetuar su presencia, quedando descrito por los rasgos que lo definen ecológicamente, dejando ver de manera explícita la dimensión espacial. Sobre esta definición la calidad de hábitat es "*la capacidad del ambiente para proveer las condiciones apropiadas para la persistencia de un individuo y de la población*" (Hall *et al*. 1997).

Por lo general la fauna requiere de un hábitat con las características particulares de cada especie, las cuales pueden variar, sin embargo, se pueden identificar cuatro factores básicos, estos son: agua, alimento en cantidad y calidad, cobertura para inclemencias del tiempo y los depredadores y el espacio necesario para desarrollar los requerimientos de su ciclo biológico (Short, 1986).

Para predecir los sitios que potencialmente pueden otorgar una mejor calidad de hábitat para la fauna se tomaron en cuenta dos criterios: Conservación de la vegetación y presencia

de cuerpos de agua. La metodología de la calificación de cada uno de los criterios se presenta a continuación:

Metodología

Diversos estudios han documentado que la Selva Baja Caducifolia alberga una notable riqueza y diversidad de especies faunísticas, muchas de ellas endémicas y adaptadas a los patrones estacionales del ecosistema (Trejo y Dirzo, 2000; Noguera *et al*., 2002). En zonas bien conservadas, como la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, se ha registrado una alta riqueza de mamíferos, aves, reptiles y anfibios, que disminuye significativamente en áreas alteradas o fragmentadas por actividades humanas (Ceballos *et al*., 1999). En particular, se ha observado que los sitios con menor perturbación antropogénica presentan mayor abundancia de aves insectívoras y frugívoras, así como mamíferos medianos y grandes.

Esto es debido a que los bosques y selvas tienen una estructura más compleja lo cual permite una mayor abundancia y distribución de recursos como pueden ser refugios y alimentación. Sin embargo, diversos estudios sugieren que, a pesar del impacto de la urbanización sobre los ecosistemas naturales, algunas especies faunísticas logran persistir en áreas con vegetación secundaria de Selva Baja Caducifolia.

Estos espacios, aunque alterados, pueden ofrecer refugio y recursos para aves generalistas, reptiles y pequeños mamíferos que se adaptan a condiciones ambientales modificadas. Por ejemplo, Sánchez-Azofeifa *et al*. (2005) señalan que fragmentos de selva secundaria ubicados en zonas urbanas o periurbanas pueden funcionar como corredores ecológicos o parches de hábitat útiles para ciertos grupos faunísticos. Igualmente, Ceballos y García (1995) destacan que, si bien muchas especies especialistas desaparecen con el avance urbano, otras de hábitos más flexibles pueden encontrar oportunidades de supervivencia en este tipo de vegetación. En este contexto, la vegetación secundaria no reemplaza la funcionalidad ecológica de la selva original, pero sí puede desempeñar un papel importante como amortiguador ecológico en paisajes altamente transformados por actividades humanas. De tal manera que este criterio tomó valores entre 1 y 5 de acuerdo con el uso de suelo actual presente en el sitio del proyecto.

Tabla V. 12. Clasificación de la conservación de la vegetación.

Conservación de la vegetación	Valor
Forestal	5
Agrícola y pecuario	3
Suelo desnudo y Asentamientos humanos	1

Cuerpos de agua: se ha documentado que las áreas riparías usualmente mantienen una biodiversidad alta de animales en comparación con las áreas no riparías y en muchos casos, es el refugio de especies vulnerables (Robins y Cain 2002 en Arcos-Torres I. 2005). Así mismo, los arroyos temporales y permanentes proveen de hábitat, así como también una vía para el desplazamiento de la fauna silvestre de un parche de vegetación a otro, tanto en ambientes fragmentados como continuos. A este criterio se le dieron valores entre 1 y 5 de acuerdo con lo siguiente:

Tabla V. 13. Clasificación de la conservación de los cuerpos de agua

Presencia de cuerpos de agua	Valor
Al menos un arroyo atraviesa el polígono	5
Si una parte de un arroyo entra dentro del polígono, pero no lo atraviesa	3
Si no hay arroyo ni ningún cuerpo de agua	1

Resultados

Con las calificaciones obtenidas para los criterios evaluados se realizó un modelo para determinar donde se localizaban las áreas con calidad de hábitat más altas. Las categorías utilizadas fueron cinco al igual que en los modelos pasados como se observa en la siguiente figura:

Figura V. 9. Clasificación de la conservación de la vegetación del SAR (izq.) y del proyecto (der.)

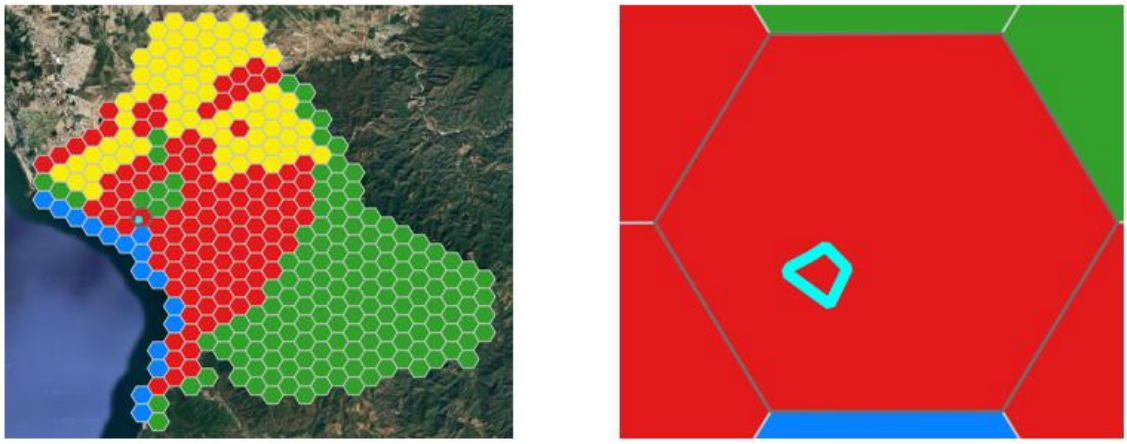
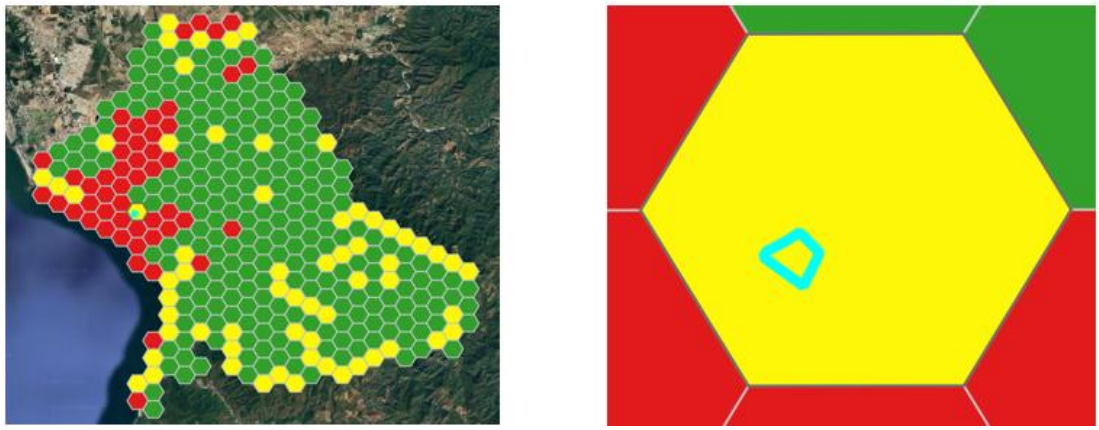


Figura V. 10. Clasificación de la presencia de cuerpos de agua del SAR (izq.) y del proyecto (der.)



Como resultado del análisis de los impactos en la calidad de hábitat se pudo determinar que el proyecto se localiza en un área de calidad baja en términos de conservación de la vegetación y de calidad media en términos de presencia de cuerpos de agua. Respecto a este último concepto el valor medio se obtuvo por el cuerpo de agua y la desembocadura que viene desde el estero El Salado, sin embargo, el área al estar rodeada de asentamientos humanos y por la desembocadura al mar no es una zona importante para la fauna, por lo que el *impacto del CUSTF sería de bajo impacto para la zona del proyecto*.

V.3. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

Antes de exponer los impactos identificados, se presenta una tabla donde se muestran las diversas actividades a realizar, por etapa, para el proyecto **"Alisia"**. Enseguida se mostrará una matriz de simple interacción, en la que se observa la interacción entre las actividades y los componentes ambientales con que interactúan directa e indirectamente y sobre el cual podría generarse un impacto. Posteriormente se describe cada uno de los impactos

identificados por actividad y por etapa (Preparación, Construcción y Operación y mantenimiento).

Tabla V. 14. Actividades para el desarrollo del proyecto "Alisia"

Clave	Actividad
P1	Inversión inicial
P2	Contratación de personal
P3	Instalación de obras provisionales
P4	Desmonte y despalme
P5	Demolición de infraestructura actual
P6	Cortes y excavaciones
P7	Contención de taludes
P8	Nivelación del terreno
P9	Manejo de maquinaria-Etapa de Preparación
P10	Generación y manejo de RSU, RME y RP
C1	Cimentación
C2	Construcción de la estructura
C3	Instalación de redes de servicios generales
C4	Acabados
C5	Desinstalación de obras provisionales
C6	Generación y manejo de RSU, RME y RP
C7	Manejo de maquinaria-Etapa de Construcción
O1	Contratación de personal de la región
O2	Mantenimiento de infraestructura
O3	Generación y manejo de Residuos Sólidos Urbanos
O4	Consumo de agua y generación de aguas residuales

Mediante la matriz de simple interacción se identificaron un total de **56 interacciones** entre los factores ambientales y las actividades de cada una de las etapas del proyecto. De las 55 interacciones identificadas, **53 (94.64%)** son potencialmente adversas y **3 (5.35%)** benéficas. Si bien, a través de la matriz de simple interacción es posible visualizar el orden de los efectos, esta no muestra el impacto certero, así como los posibles efectos ni su magnitud. Es por ello por lo que, con base en la matriz de simple interacción, se procedió a realizar un análisis y descripción de los posibles impactos de cada actividad, lo cual sirvió para construir la matriz de evaluación de impactos ambientales. Se destaca en color gris una actividad para la cual no se prevé la generación de impactos positivos o negativos; la *desinstalación de obras provisionales* consiste precisamente en la limpieza del sitio de los restos de residuos, estructuras, etc., por lo que no supone impactos.

Tabla V. 15. Matriz de interacción de los impactos ambientales

	PREPARACIÓN										CONSTRUCCIÓN							OPERACIÓN			
COMPONENTE AMBIENTAL/ ACTIVIDADES POR ETAPA	Inversión inicial	Contratación de personal	Instalación de obras provisionales	Desmonte y despalme	Demolición de infraestructura actual	Cortes y excavaciones	Contención de taludes	Nivelación del terreno	Manejo de maquinaria-Etapa de Preparación	Generación y manejo de RSU, RME y RP	Cimentación	Construcción de la estructura	Instalación de redes de servicios generales	Acabados	Desinstalación de obras provisionales	Generación y manejo de RSU, RME y RP	Manejo de maquinaria-Etapa de Construcción	Contratación de personal de la región	Mantenimiento de infraestructura	Generación y manejo de Residuos Sólidos Urbanos	Consumo de agua y generación de aguas residuales
AIRE																					
AGUA																					
SUELO																					
FLORA																					
FAUNA																					
PAISAJE																					
ECONOMÍA																					

V.3.1. Evaluación de los impactos

En esta sección se describen los impactos evaluados a través del método de matriz de impacto ambiental de Leopold. Detallando la magnitud, temporalidad, certeza, extensión, duración y naturaleza de los impactos, señalando la etapa en la que se presentarán, la actividad y el componente ambiental en riesgo, sus repercusiones en el conjunto predial al igual como en el Sistema Ambiental regional.

V.3.1.1. Preparación del sitio

P1. Inversión inicial

Economía

Aumento de la derrama económica en la zona por la adquisición de insumos

Este impacto se identifica de **clase positiva**. El proyecto tiene prevista una inversión económica aproximada de $1,200,000,000 pesos mexicanos que se utilizarán durante todas las etapas del proyecto, donde se contempla la contratación del personal, la adquisición de insumos y otros gastos de construcción. Los principales insumos que se van a adquirir son el material para la construcción de la torre, instalación de redes generales de servicios (eléctrica e hídrica) y acabados, los cuales son las principales actividades de construcción del presente proyecto.

La adquisición de materiales para la construcción representa una **magnitud alta** dentro del Sistema Ambiental Regional, beneficiando principalmente al destino de Puerto Vallarta. El **tiempo** en el que se va a iniciar la compra de los insumos se dará a **corto plazo**, para poder realizar las actividades constructivas propuestas en el plan maestro del proyecto. En cuanto a la **certeza** de que esta adquisición se presente es **alta**, ya que los materiales son indispensables para realizar las actividades propuestas. En cuanto a la **extensión** de este impacto dentro del Sistema Ambiental Regional, se estima que sea **regional**, comprando principalmente materiales dentro de la región. Por otra parte, la **duración** de este impacto está condicionada a la duración de la etapa de construcción, por lo tanto, se clasifica como **temporal**. Finalmente, la **naturaleza** del impacto se considera como **directa** a la economía regional. Posteriormente a su evaluación según el **Coeficiente de Impacto Ambiental (CIA)**, se obtuvo un resultado de **0.67 de significancia**, por lo que, se determinó que se trata de un impacto **notorio**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
+	3	3	4	4	1	2	0	-	27	0.67	

P2. Contratación del personal

Economía

Aumento de la derrama económica por la generación de empleos

Tomando como referencia los datos proporcionados por la Secretaría de Economía en su plataforma de **"Trabajadores de Apoyo en la Construcción"**, la cual puede ser consultada mediante el siguiente enlace:

https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/occupation/trabajadores-de-apoyo-en-la-construccion

Según los salarios que perciben los trabajadores en Jalisco son alrededor de los $7,000 pesos mensuales. El salario mínimo en México para 2026 es de **$315.04 pesos diarios** en la Zona del Salario Mínimo General (ZSMG), percibiendo menos del salario mínimo. No obstante, a los empleados de la construcción del Proyecto se les pagará por lo menos el salario mínimo.

Figura V. 11. Salario de los trabajadores de apoyo en la construcción en México año 2025

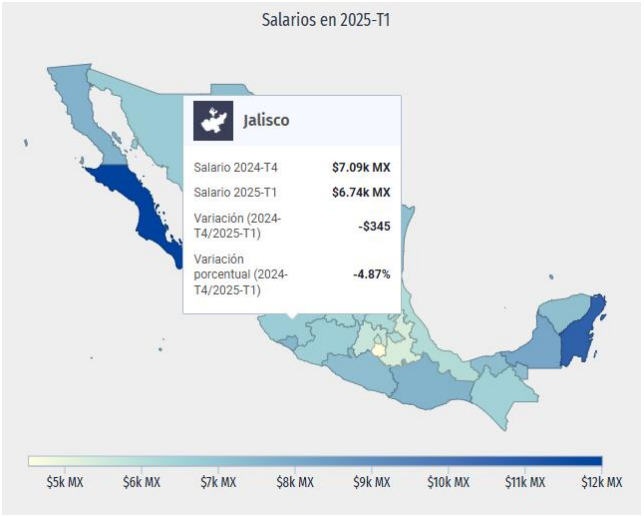
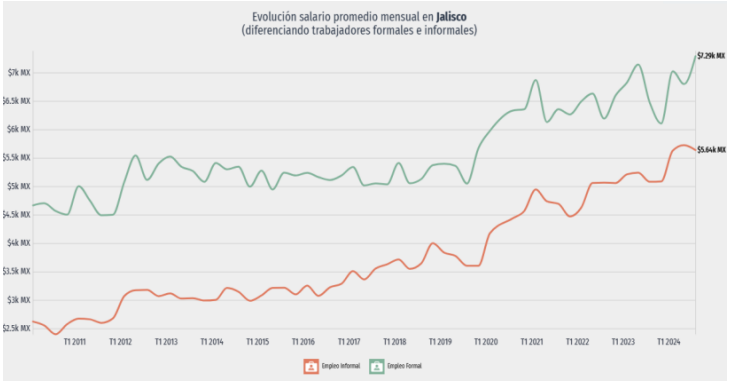


Figura V. 12. Salario promedio en Jalisco



El impacto se considera de **clase positiva** a la economía de la población del destino de Puerto Vallarta, municipio de donde principalmente serán originarios. Los trabajadores de la construcción representan un elemento indispensable en el desarrollo del proyecto, por lo que, la contratación del personal se clasifica de **magnitud media** dentro del Sistema Ambiental Regional, afectando principalmente a Puerto Vallarta. El **tiempo** que trascurrirá este impacto ocurra se dará de **inmediato**, ya que, al momento de obtener las autorizaciones respectivas para la construcción del proyecto, se buscará y contratará la mano de obra, en este apartado se incluyen todos los empleos que sean requeridos para el correcto desarrollo del proyecto. La **certeza** de que este impacto ocurra en el Sistema Ambiental Regional es **alta**, ya que se requiere de trabajadores para realizar las actividades. Respecto a la **extensión** de este impacto, se estima que sea de manera **regional**, contratando principalmente a los trabajadores de las cercanías al proyecto, aunque también pueden incluirse personas cercanas al Sistema Ambiental Regional como las poblaciones del municipio vecino Bahía de Banderas. Respecto a la **duración** del presente impacto, está condicionada a la duración de las etapas de preparación del sitio y construcción, por ende, se estima que sea un impacto **temporal**. Finalmente, la naturaleza del impacto es **directa** a la economía y bienestar de la población del Sistema Ambiental Regional, permitiendo que las personas de este sector obtengan ingresos. Posteriormente a su evaluación según el coeficiente de Impacto Ambiental (CIA), se obtuvo un resultado de **0.59 de significancia**, por lo que, se determinó que se trata de un impacto positivo **perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
+	2	4	4	4	1	2	0	-	25	0.59	

P3. Instalación de obras provisionales

Para garantizar el funcionamiento logístico, técnico y operativo será necesario la implementación de obras provisionales dentro del predio, estas obras están diseñadas para funcionar como el acceso provisional al área de trabajo tanto de personal como de maquinaria, área de servicios auxiliares como son: sanitarios portátiles, almacén temporal de materiales de construcción, almacén de residuos de manejo especial y peligrosos, contenedores de sólidos urbanos, instalados en áreas de trabajo, oficinas móviles tipo camper y comedor y área de descanso del personal, entre otras, descritas en el Capítulo II del presente estudio.

Aire

Contaminación del aire por la generación de polvos y partículas suspendidas

Al realizar las maniobras para la instalación de las obras provisionales, se estima la generación de polvos y partículas suspendidas derivadas del manejo de suelo y de materiales de construcción, este impacto es de **clase negativa** y **magnitud baja** para el SAR, si bien ocurre a **tiempo inmediato**, tendrá una **extensión local** afectando al área de trabajo con una **certeza media** de que así suceda. Este es un impacto de **duración temporal**, con **naturaleza acumulativa**, debido a que la generación de polvo y partículas se suma a las provocadas por otras actividades que pudieran estar ocurriendo en la misma área del proyecto, sin embargo, es un impacto que no contempla repercusiones ambientales. De su valor de CIA se puede catalogar como un **impacto intrascendente** con una significancia de **0.29**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	4	3	2	1	4	0	P	22	0.29	Acumulativo

Paisaje

Pérdida de naturalidad por la implementación de infraestructura temporal

Tomando como referencia las obras a implementar y el estado actual del predio se considera que es un impacto de **clase negativa** a la calidad paisajística, en el SAR se encuentran áreas modificadas y perturbadas, por lo que las estructuras artificiales representan un cambio relevante en las zonas forestales. Debido a esto, la **magnitud** de este impacto en el predio y en el SAR se considera como **medio**, ya que al no ser estructuras de gran tamaño no representarán una modificación al campo visual drástico. El **tiempo** de ocurrencia de este impacto se apreciará de **inmediato**, conforme se presentan las obras provisionales en el predio. La **certeza** del impacto se considera **baja**, ya que, aunque la presencia de las estructuras puede afectar la calidad escénica y la percepción del paisaje, este componente en particular presenta una valoración ambiental baja en el SAR. Respecto a la **extensión** del impacto, tomando como referencia el predio y el SAR, su visualización no será apreciada más allá de la zona elegida para la implementación de estas obras, por lo que afectará de manera **puntual**. Respecto a la **duración** de este impacto, será **temporal**, ya que está en función de la duración de las dos primeras etapas del proyecto. Finalmente, la **naturaleza** de este impacto es **directa** a la calidad paisajística

del predio. Su evaluación según el coeficiente de Impacto Ambiental (CIA), obtuvo un resultado de **0.23** de **significancia**, por lo que, se determinó que se trata de un impacto **intrascendente**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	4	2	1	1	2	0	P	17	0.23	

P4. Desmonte y despalme

Esta actividad consiste en la remoción de la vegetación presente en el área del proyecto, la cual se realizará de manera gradual, retirando la capa superficial de tierra vegetal de entre 20 cm y 50 de profundidad conforme vayan avanzando las obras.

Aire

Contaminación del aire por la generación de polvos y partículas suspendidas

El paso de personal y de la maquinaria necesaria para las actividades de desmonte y despalme generará el levantamiento de polvos, por lo que este impacto es de **clase negativa** al componente aire. Se considera de magnitud media respecto al SAR y el predio, este impacto es detectable a **tiempo inmediato** y existe una **certeza media**, lo cual es mayor del 50% de probabilidad de que ocurra. Este impacto, se estima a que pueda tener una **extensión media** de expansión, por acciones del viento, afectando al área de influencia, se trata de un impacto de **duración temporal**, ya que, una vez concluidas las obras de desmonte y despalme, se dejarán de generar estas partículas por esta actividad, sin embargo, se trata de un impacto de **naturaleza acumulativa** al resto de actividades que generan polvos y partículas. No presenta repercusiones ambientales y tiene la posibilidad de aplicar medidas preventivas. Tiene un valor CIA de **significancia** de **0.43**, por lo que se trata de un impacto **perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	4	3	3	1	4	0	P	24	0.43	Acumulativo

Agua

Disminución de la infiltración por la remoción de cobertura vegetal

El retiro de la vegetación impacta sobre la capacidad de infiltración de agua al subsuelo, por lo que este impacto es de **clase negativa** al afectar la recarga acuífera del SAR. Para

tener una idea más clara de la magnitud de este proyecto, se realizó la estimación del déficit de infiltración que se provocaría al desmontar la vegetación forestal del área del proyecto. Actualmente sin cambio de uso de suelo, el área forestal del AP contempla una recarga neta de 822.33 m^3 de agua al subsuelo, la estimación al perder esta cobertura vegetal (4,624.890 m^2) es de 782.66 m^3 de recarga neta, esto significa una pérdida de 337.639 m^3 de agua que deja de infiltrarse por el cambio de uso del suelo en el proyecto. Esto es una pérdida del 30% para el predio, aunque no es significativo para el SAR, por lo que la **magnitud** del impacto es **media**, ya que el volumen de pérdida estimado no representa relevancia con la recarga acuífera hídrica total regional, que, de acuerdo con la CONAGUA, la recarga total media anual es de *86.5 hm^3*. El **tiempo** es a **corto plazo** y existe una **certeza media** dada la sensibilidad del proceso hidrológico a los cambios en el uso del suelo. La **extensión** de alcance del impacto que se estima es **media**, afectando al área de influencia. Al perder la cobertura vegetal, este impacto será de **duración permanente** y de **naturaleza acumulativa** a la pérdida de cobertura que se genera en otras áreas dentro del AI y SAR por el crecimiento urbano. Este impacto, si bien es posible la aplicación de medidas, contempla una repercusión ambiental al ser considerado un impacto **residual**. La evaluación según el CIA, se obtuvo un resultado de **0.60** de **significancia**, por lo que, se determinó que se trata de un impacto **perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	3	3	3	4	4	4	P	30	0.60	Acumulativo/residual

Suelo

Erosión por la exposición del suelo desnudo tras el desmonte

El cambio de uso de suelo en terrenos forestales implica la remoción de la cobertura vegetal y de la capa superficial del suelo, lo que elimina su protección natural frente a los agentes climáticos. Esta acción incrementa la exposición del perfil edáfico al intemperismo, lo que favorece la descomposición de minerales, altera la estructura del suelo y reduce su capacidad de retención de humedad. Estas condiciones propician un incremento en la tasa de erosión del suelo.

Este impacto es de **clase negativa**, afectando directamente la composición del suelo. Para estimar la magnitud del impacto, se realizaron los cálculos de erosión del área sujeta a cambio de uso de suelo, realizando una comparación en su estado actual sin proyecto y posterior al desmonte. La **magnitud** del impacto se considera **media**, ya que los resultados

en las condiciones actuales sin la implementación del CUSTF nos muestran que el predio sufre por una erosión en “condiciones normales” de *0.0064 ton/ha* por año. Posterior al desmonte se estima que este valor incremente a *0.5413 ton/ha* por año. Esto significa un aumento de *0.5349 ton/ha* de erosión por el desmonte de la superficie forestal, que se verá reflejado a un **tiempo** de **corto plazo** conforme vayan avanzando las obras del desmonte y despalme.

La **certeza** es **alta** debido a que es necesario la remoción de vegetación para el desarrollo del proyecto, por lo que conforme el avance de la actividad se podrá observar el aumento de superficie de tierra expuesta. La **extensión** es **local**, debido a que esta actividad se requiere solo dentro del área de propiedad privada, por lo que el cambio no afectará la dinámica en el AI y SAR. Este impacto es de **duración permanente** ya que, a pesar de que se espera que la tasa de erosión disminuya tras la implementación de infraestructura (0.0108 ton/ha/año) y áreas verdes, el suelo erosionado no regresará a su forma original. La **naturaleza** del impacto es **directa** al suelo y se considera con repercusión ambiental al ser un **impacto irreversible**, sin embargo, es posible aplicar medidas preventivas y de mitigación. Su valor de CIA es de **0.51** de **significancia**, tratándose así, de un **impacto perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	3	4	2	4	2	4	P	27	0.51	Irreversible

Flora

Perdida de individuos vegetales por la remoción de cobertura vegetal

El CUSTF se realizará para la construcción y urbanización total del predio, por lo tanto, la **clase** de este impacto se clasifica como **negativa** al implicar la remoción de la totalidad de la vegetación en el área de CUSTF. La vegetación del predio está determinada por la Vegetación arbórea secundaria de selva mediana subcaducifolia y pretende la remoción de 154 individuos arbóreos. Lo cual representa el 0.06% de este tipo de vegetación en el SAR, por ello, este impacto se considera de **magnitud media**. Este impacto tiene un **tiempo** de ocurrencia a **corto plazo** y una **certeza alta**, ya que, para el desarrollo del plan maestro, se requiere la remoción de la cobertura vegetal. La **extensión** de este impacto será apreciable a escala **local**, limitándose al área del proyecto, ya que en el SAR este tipo de vegetación aún tendrá una representación del *99.94%*, sin embargo, este impacto es de **duración permanente**, ya que la vegetación no regresará a su forma original. La

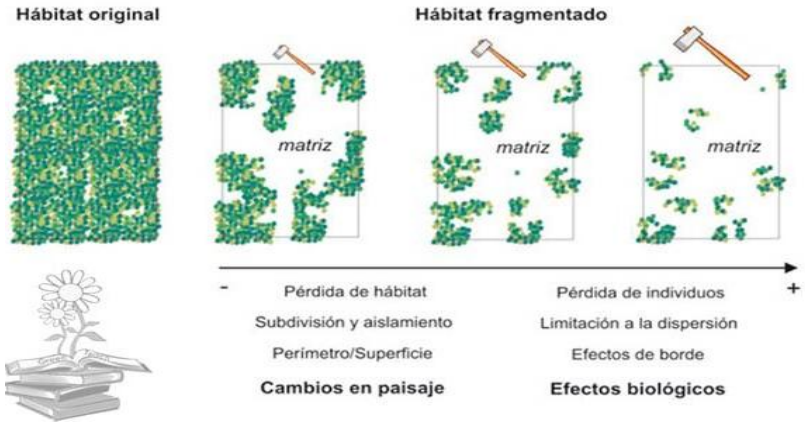
naturaleza del impacto es **acumulativa** a la pérdida de densidad vegetal en otros puntos del AI y del SAR, recordando que de acuerdo con la metodología por "grid" en hexágonos aplicadas al SAR la mayoría de los hexágonos se clasifican como condición secundaria. Tiene repercusión ambiental al ser un **impacto residual**, ya que aún con la posibilidad de aplicar medidas preventivas, la cobertura retirada, no se recupera a su estado original. Tiene un valor CIA de **0.51** de **significancia**, por lo que se trata de un **impacto perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	3	4	2	4	4	4	P	29	0.51	Acumulativo/residual

Pérdida de superficie forestal por el cambio de uso de suelo

La remoción de vegetación forestal como parte del proceso de cambio de uso de suelo en un sitio conlleva una disminución del tipo de vegetación presente en él y esta pérdida implica la fragmentación de un espacio forestal, disminuyendo superficie de hábitat y provocando la pérdida de otros servicios ecosistémicos como son la captación de carbono y liberación de oxígeno, por lo que este impacto es de **clase negativa**.

Figura V. 13. Esquema de la fragmentación de un hábitat



La vegetación sujeta al CUSTF es perteneciente a la Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, la cual ocupa una superficie de 4,624.890 m^2, la cual ya se encuentra fragmentada por el avance de la mancha urbana dentro del SAR. De acuerdo con el análisis temporal de los tipos de vegetación y usos de suelo presentado en el Capítulo IV, el SAR se ha compuesto por distintos tipos de vegetación que se han visto afectados por el avance del uso de suelo de asentamientos urbanos, lo que ha disminuido la conectividad entre algunos de estos tipos de vegetación. En el caso del predio, se habla de un manchón aislado, el cual cuenta con baja conectividad con el ecosistema, dificultando la dispersión de especies vegetales. Por lo tanto, el proyecto no genera una pérdida adicional

de conectividad funcional entre parches de vegetación forestal, limitando el alcance del impacto a la escala del predio.

Sin embargo, al perder este polígono de vegetación dentro del AI, aun cuando no está en un estado de conservación óptimo, implica el incremento de aislamiento, así como la pérdida de capacidad de captura de carbono y liberación de oxígeno. De acuerdo con los cálculos realizados en el apartado IV.3.2. Captura de carbono, del Capítulo IV del presente documento, el predio con la vegetación presente actual realiza una captura de carbono de 0.9073 ton/ha/año, el cual se perdería al realizar el desmonte.

Si bien, la fragmentación del sitio se considera como una magnitud baja, contemplando la pérdida de la captura de carbono, este impacto se evalúa con **magnitud media**, impacto, el cual ocurrirá a **corto plazo** de **tiempo**, conforme el avance de la actividad. La **certeza** del impacto es **alta**, debido a que al retirar la vegetación se pierden ambos servicios ecosistémicos (hábitat y captura de carbono), la **extensión** del impacto se considera **media** ya que implica una pérdida de un punto verde que realiza funciones ecológicas y contrasta con la urbanización del área de influencia. La **duración** del impacto es **permanente**, ya que la pérdida local de cobertura vegetal y sus servicios no puede revertirse en el mismo espacio físico, así mismo es considerado un impacto de **naturaleza acumulativa**, al sumarse a otros espacios que sufren cambio de uso de suelo dentro del SAR. Es un **impacto** con repercusión ambiental, al considerarse **residual** debido a que aún con la posibilidad de implementar medidas de mitigación y compensación el estado no regresa a su estado original. Su valor de **significancia** en el CIA resultó en **0.56**, por lo que se trata de un **impacto perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	3	4	3	4	4	4	P	31	0.56	Acumulativo/residual

Fauna

Disminución del hábitat por el cambio de uso de suelo

Derivado del cambio de uso de suelo y la pérdida de los individuos arbóreos y arbustivos, la fauna presente y/o visitantes ocasionales presentes en el AI y SAR, verán reducidas las posibles áreas de descanso, zona de alimento o reproducción por la falta de conectividad entre el área del proyecto con los ecosistemas circundantes. Si bien, el predio se trata de un manchón de vegetación rodeado de desarrollo urbano y con baja conectividad, la fauna

puede usar incluso las vialidades urbanas para trasladarse entre predios y el SAR, planteado en este sentido, el predio puede servir como un área de refugio y descanso en lo que continúan su camino hacia otros polígonos con vegetación del SAR y AI.

Este impacto es evaluado como **clase negativa**, al desaparecer los espacios potenciales de hábitat por el desmonte. De acuerdo con el análisis comparativo realizado en el Capítulo VI del presente estudio en relación con la presencia de especies entre el SAR y el predio, este impacto se evalúa con **magnitud baja**, ya que la abundancia de especies dentro del predio se encuentra muy limitada en comparación con la del SAR debido a que la ubicación del proyecto, ya se trata de un polígono aislado y con perturbación antropogénica. El **tiempo** que se contempla esta pérdida de hábitat es a **corto plazo** con una **certeza media** de ocurrencia de que la fauna se traslade a otros sitios. La **extensión** de este impacto es **media**, al obligar a la fauna del predio a movilizarse en busca de otras áreas verdes en busca de refugio dentro del AI. Se trata de un impacto de **duración permanente** y **naturaleza acumulativa**, ya que la pérdida de la cobertura se suma a otras que ocurren dentro del SAR y difícilmente la fauna actual podría volver al área del proyecto si este ya no cuenta con la vegetación adecuada para ellos. Así mismo, en la visita a campo se reporta la presencia de especies bajo alguna categoría de protección, de acuerdo con lo dicho en el Capítulo IV de este estudio, se puede encontrar Iguana Verde (*Iguana rhinolopha*) y la Gaviota Plomiza (*Larus heermanni*) ambas bajo la categoría de Protección especial (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que al remover la cobertura vegetal se contemplan afectaciones sobre el hábitat de estas especies NOM, generando una repercusión ambiental, sin embargo, es posible la aplicación de medidas de mitigación. El valor de CIA es de **0.46** de **significancia**, categorizándose como un **impacto perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	1	3	3	3	4	4	4	P	27	0.46	Acumulativo/Especies NOM

Paisaje

Alteración del paisaje por la remoción de cobertura vegetal

Este impacto es de **clase negativa**, ya que la remoción de vegetación existente implica una alteración directa de las condiciones visuales del paisaje, reduciendo su naturalidad. La **magnitud** del impacto se clasifica como **baja**, ya que, de acuerdo con la evaluación al paisaje del área, este es catalogado con una calidad paisajística baja. El **tiempo** en el que se manifiesta el efecto es a **corto plazo** al estar directamente asociado al avance de las

primeras etapas del desmonte y preparación del terreno. La **certeza** del impacto es **media**, ya que la remoción de la vegetación es esencial para el desarrollo del proyecto, sin embargo, existen elementos que afectan la calidad escénica y la percepción del paisaje, presentando una valoración visual baja. La **extensión** del impacto es **local**, ya que afecta al predio, sin generar una alteración paisajística a escala regional. La **duración** del impacto es **permanente**, dado que, aunque se realicen acciones de revegetación o paisajismo, la condición natural del sitio no se recupera completamente. La **naturaleza** del impacto es **directa** al paisaje del predio y es un **impacto irreversible**, aun cuando es posible aplicar medidas para disminuir su magnitud. La evaluación según el coeficiente de Impacto Ambiental (CIA), se obtuvo un resultado de **0.40** de **significancia**, por lo que, se determinó que se trata de un impacto **intrascendente**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	1	3	3	2	4	2	4		23	0.40	Irreversible

P5. Demolición de infraestructura actual

Aire

Contaminación del aire por la generación de polvos y partículas suspendidas

El proyecto contempla la demolición de un Edificio de servicios con superficie construida de 306.24 m^2, así como de una vialidad de 718.12 m^2, por lo que al momento de realizar esta actividad se generarán partículas suspendidas como las PM_{10} y $PM_{2.5}$ resultantes de la destrucción de los materiales de las construcciones actuales. Estas partículas podrían ser inhaladas por los trabajadores y la población aledaña, generando afectaciones respiratorias, irritación ocular y en casos de exposición prolongada, contribuir al desarrollo de enfermedades crónicas, por lo que se trata de un impacto de **clase negativa**.

La **magnitud** del impacto se clasifica como **media**, ya que, las partículas generadas pueden ser significativas si no se implementan medidas de control como riego o barreras físicas. El **tiempo** de manifestación es **inmediato**, a partir del inicio de las actividades de demolición. La **certeza** del impacto es **alta**, pues está ampliamente documentado que los trabajos de demolición generan polvo. La **extensión** del impacto es **local**, afectando al área del proyecto. La **duración** del impacto es **temporal**, ya que solo se presenta durante la actividad de demolición. La **naturaleza** del impacto es **acumulativa** a la calidad del aire por otras obras o actividades que pudieran estar generando partículas al mismo tiempo. Sin

embargo, no se estima una repercusión ambiental y es posible la aplicación de medidas preventivas y mitigación. Tras su evaluación se obtuvo una CIA de **0.40 de significancia**, por lo que, se determinó que se trata de un impacto **intrascendente**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	4	4	2	1	4	0	P	23	0.40	Acumulativo

Agua

Contaminación de agua superficial por el arrastre de residuos solidos

La demolición de las estructuras actuales, provocarán la generación de residuos de obra, los cuales por acción mecánica (por la fuerza del uso de maquinaria), del viento o del agua (temporada de lluvia), podrían ser arrastrados al cuerpo de agua cercano al proyecto, siendo este el océano, provocando la contaminación del agua superficial, este impacto de **clase negativa** se evalúo con una **magnitud media** a tiempo inmediato, ya que la contaminación ocurre al contacto de los residuos de obra con el agua, sin embargo existe una **certeza baja** de ocurrencia, ya que el predio al tener una topografía plana, el traslado por acción mecánica a los cuerpos de agua es bajo. Si los residuos llegan a los cuerpos de agua estos podrían llegar por arrastre dentro del AI, por lo que es un impacto con **extensión media**. Su afectación es de **duración temporal** y **naturaleza directa** al componente agua, no representa repercusiones ambientales, además de que es posible la aplicación de medidas preventivas y de mitigación. Su valor de CIA es de **0.34** de **significancia**, haciéndolo un **impacto intrascendente**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	4	2	3	1	2	0	P	21	0.34	

Suelo

Contaminación de suelo por presencia de residuos solidos

La generación de residuos de la construcción y demolición (RCD), como concreto, mortero, ladrillos, bloques, madera, restos metálicos y otros materiales inertes puede ocasionar la contaminación del suelo si no se gestionan adecuadamente, por lo que este es un impacto de **clase negativa**. De acuerdo con los cálculos realizados en el apartado II.2.8 del Capítulo II del presente DTU-BR (**Tabla V.16**), los cuales se estimaron de acuerdo con la metodología sugerida por el Manual de Buenas Prácticas Ambientales en la Construcción, elaborado por

la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado de Jalisco, se estima una generación de aproximadamente *980.02 Kg* de residuos de demolición.

Tabla V. 16. Generación de RCD en etapa de preparación

Infraestructura	Superficie por demoler (m^2)	Factor de demolición (m^3/m^2)	Factor de densidad (kg/m^3)	Estimación total (m^3)	RCD total (Kg)
Edificio de servicio	326.24	0.816	1.15	266.21	306.14
Calle Los Peines (Recinto Portuario)	718.12	0.816	1.15	585.98	673.88
TOTAL				**852.19**	**980.02**

La **magnitud** de este impacto es **media** y una ocurrencia a **tiempo inmediato**, la **certeza** de este impacto es **alta** y sería de **extensión local**, afectando el suelo del área del proyecto. Es un impacto con una **duración temporal** al estar limitada al periodo de ejecución de la demolición. La **naturaleza** del impacto es **directa** al suelo y es posible la aplicación de medidas preventivas y mitigación y no considera una repercusión ambiental. Su valor de **significancia** es de **0.34**, por lo que se trata de un impacto intrascendente.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	4	4	2	1	2	0	P	20	0.34	

<u>Paisaje</u>

Disminución de naturalidad por presencia de residuos

La demolición de la infraestructura actual causara modificaciones al paisaje al contar con la presencia de residuos provenientes de la demolición, lo que altera la percepción del paisaje, este impacto de **clase negativa** se evalúa con **magnitud media** en virtud de la cantidad considerable de residuos generados (*980.023 Kg* aproximadamente) en una zona con valores estéticos residenciales con áreas verdes. El **tiempo** de manifestación del impacto es **inmediato** y existe una **certeza alta** de que vaya a ocurrir ya que, la presencia visible de residuos puede afectar la calidad escénica y la percepción del paisaje. La **extensión** que tendrá este impacto será **local**, limitándose al área del proyecto y es de **duración temporal** al periodo de ejecución de la demolición. Es un impacto de **naturaleza directa** sobre el paisaje y tras la evaluación del CIA, se obtuvo un valor de **significancia** de **0.34**,

tratándose de un **impacto intrascendente**, al cual es posible la implementación de medidas preventivas y de mitigación.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	4	4	2	1	2	0	P	21	0.34	

P6. Cortes y excavaciones

Las obras de cortes y excavaciones contemplan el uso de maquinaria y de otros instrumentos para realizar a mayor precisión los cortes necesarios para el emplazamiento del proyecto. Una parte del material removido será aprovechado para otras actividades que lo requieran, como es la nivelación del terreno. Las excavaciones proyectan el sótano y las cimentaciones de la torre, así como la instalación de una franja de infiltración en el andador, los cuales se realizarán de acuerdo con el diseño, características y necesidades constructivas particulares de cada una.

Aire

Contaminación del aire por la generación de polvos y partículas suspendidas

Este impacto es de **clase negativa**, ya que las actividades de cortes y excavaciones del terreno generan emisiones de partículas suspendidas (PM_{10}) resultantes de los movimientos de tierra que se realicen, las cuales pueden afectar la calidad del aire e incidir en la salud de los trabajadores y población cercana, provocando irritación ocular, problemas respiratorios y enfermedades crónicas en caso de exposición prolongada. La **magnitud** del impacto se clasifica como **media**, ya que las actividades de corte, excavación y traslado de materiales removidos generan emisiones relevantes de polvo en suspensión. El **tiempo** en el que se manifiesta el efecto es **inmediato**, desde el inicio de las actividades de cortes. La **certeza** del impacto es **media**, pues se conoce ampliamente que este tipo de actividades generan emisiones de polvo, especialmente en condiciones de suelo seco. La **extensión** del impacto es **local**, concentrándose en el área de trabajo y tiene una **duración temporal** hasta que finalicen las obras de nivelación. La **naturaleza** del impacto es **acumulativa**, debido a que las emisiones se suman a otras fuentes de contaminación atmosférica dentro de la obra o en el SAR, generando un efecto conjunto con otros proyectos o actividades cercanas. Su evaluación con el CIA obtuvo un resultado de **0.37** de **significancia**, por lo que se determinó que se trata de un impacto **intrascendente**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	4	3	2	1	4	0	P	22	0.37	Acumulativo

Suelo

Cambio estructural del suelo por los movimientos de tierra

Este impacto es de **clase negativa**, ya que las actividades de corte y excavación alteran la estructura natural del suelo, modificando su perfil, compactación y capacidad de infiltración y mayor susceptibilidad a la erosión, por lo que se evalúa con una **magnitud alta**, considerando la pérdida de estructura original del suelo. El **tiempo** en el que se manifiesta el efecto es **corto plazo**, desde el inicio de las labores de cortes y excavaciones, las cuales serán de manera ordenada y de acuerdo con un cronograma. La **certeza** del impacto es **alta**, pues la alteración de la topografía es un requerimiento del proceso constructivo del proyecto que afectara en **extensión local**, ya que afecta únicamente al área del predio. La **duración** del impacto es **permanente**, debido a que la estructura original del suelo no se recupera de forma natural. La **naturaleza** del impacto es **acumulativa**, porque la afectación resulta de la acción inmediata sobre el suelo del predio, lo cual es acumulable a otras obras que suceden en el SAR, así mismo se considera un impacto **residual** ya que, aún con las obras para sostener la estructura del proyecto, el suelo no queda en su estructura original. Tras su evaluación con el CIA, se obtuvo un resultado de **0.66** de **significancia**, por lo que se determinó que se trata de un impacto **notorio**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	3	3	4	2	4	4	4	P	32	0.66	Acumulativo/residual

Paisaje

Alteración del paisaje por los cambios en la topografía

Este impacto es de **clase negativa**, ya que la modificación de la topografía original del sitio durante las actividades de corte y excavación altera significativamente la percepción visual del entorno. La pérdida de la naturalidad del paisaje puede generar una ruptura en la armonía escénica del área. Esto incide negativamente en la calidad visual del sitio y en la percepción que tienen visitantes del entorno. Según los resultados del paisaje descritos en el Capítulo IV, el área de predio presenta una *calidad paisajística baja*, debido a que el área urbana representa la mayor parte del SAR.

Tomando como referencia lo anterior y considerando que la superficie de intervención ya habrá pasado por otras actividades que impactan al paisaje, la **magnitud** de este impacto se clasifica como **baja** y el **tiempo** en el que se manifiesta es a **corto plazo**, iniciando las actividades de corte y excavación del terreno, avanzando conforme las actividades y el cronograma planificado. La **certeza** del impacto es **media**, ya que, aun presentando una valoración visual baja en su estado actual, el cambio del paisaje será notorio a los transeúntes. La **extensión** es **local**, limitada al área del proyecto y su **duración** es **permanente**, dado que las modificaciones al relieve no se revertirán naturalmente. La **naturaleza** del impacto es **acumulativa** porque los cambios en la topografía del terreno, aunque se generen dentro del área del proyecto, se suman a las modificaciones existentes dentro del AI y el SAR, intensificando la transformación del paisaje a un paisaje urbano costero, este cambio es **irreversible**, sin embargo, se pueden implementar medidas de paisajismo urbano que mitiguen este impacto. Tras su evaluación se obtuvo un resultado de **0.46** de **significancia** de CIA, por lo que se determinó que se trata de un impacto **perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	1	3	3	2	4	4	4	P	25	0.46	Acumulativo/irreversible

P7. Contención de taludes

Disminución de la superficie de infiltración por impermeabilización del suelo

Durante la estabilización de taludes serán utilizados lodos bentónicos, los cuales serán reutilizados mediante tanques de recuperación y desarenado, disminuyendo la generación de residuos, sin embargo, una mala gestión de estos puede derivar en su vertimiento sobre suelo desnudo que no debería verse afectado por las obras. Los lodos bentónicos tienen una densidad que impide que estos se mezclen con el agua, por lo que pueden crear una capa impermeable sobre el suelo en la cual el agua se canalice a otras áreas, causando encharcamientos y la pérdida de la capacidad de infiltración del terreno, por lo que este impacto se clasifica como **negativo**. La **magnitud** del impacto es **media**, ya que los posibles vertimientos serán localizados en las áreas donde se realice la estabilización de suelos, sin desplazarse a otras áreas, sin embargo, el **tiempo** de aparición de sus efectos serían **inmediatos** una vez que el fluido pierda humedad. La **certeza** es **baja**, debido a que el proceso constructivo incluye un sistema de recuperación y desarenado del fluido de estabilización. La **extensión** de los impactos será **puntual** en la superficie de suelo donde

se genere el impacto y tendrá una **duración temporal** hasta que se el lodo se disuelva. La **naturaleza** del impacto es **directa** a la capacidad de infiltración del suelo sin presentar repercusiones ambientales. Su evaluación con el **CIA** obtuvo un resultado de **0.23** de **significancia**, por lo que se determinó que se trata de un impacto **intrascendente**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	4	2	1	1	2	0	P	17	0.23	

P8. Nivelación del terreno

La nivelación del terreno consiste en que, una vez realizados los cortes y excavaciones, se hace la adaptación del suelo para sentar las bases y cimientos del proyecto, este utilizara tanto maquinaria, así como técnicas manuales de nivelación de acuerdo con su complejidad. Se aprovecharán las tierras extraídas durante los cortes para el relleno y nivelación

Aire

Contaminación del aire por la generación de polvos y partículas suspendidas

Este impacto es de **clase negativa**, ya que las actividades de nivelación de terreno generan emisiones de partículas suspendidas (PM_{10}), las cuales pueden afectar la calidad del aire e incidir en la salud de los trabajadores y población cercana, provocando irritación ocular, problemas respiratorios y enfermedades crónicas en caso de exposición prolongada. Además, estas emisiones contribuyen a la contaminación atmosférica local. La **magnitud** del impacto se clasifica como **media**, ya que las actividades de nivelación y traslado de materiales removidos generan emisiones relevantes de polvo en suspensión. El **tiempo** en el que se manifiesta el efecto es **inmediato**, desde el inicio de las actividades de nivelación. La **certeza** del impacto es **media**, pues se estiman emisiones de polvo, especialmente en condiciones de suelo seco. La **extensión** del impacto es **local**, concentrándose en el área de trabajo y tiene una **duración temporal** hasta que finalicen las obras de nivelación. La **naturaleza** del impacto es **acumulativa**, debido a que las emisiones se suman a otras fuentes de contaminación atmosférica dentro de la obra o en el SAR, generando un efecto conjunto con otros proyectos o actividades cercanas. Su evaluación con el CIA obtuvo un resultado de **0.37** de **significancia**, por lo que se determinó que se trata de un impacto **intrascendente**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	4	3	2	1	4	0	P	22	0.37	

Suelo

Reducción de la porosidad por la compactación del suelo

Este impacto es de **clase negativa**, ya que las actividades de nivelación implican la constante aplicación de presión al suelo para adecuar el terreno a los niveles requeridos para la construcción, lo cual genera la compactación del suelo y, en consecuencia, una reducción significativa de su porosidad. Esta alteración afecta la estructura del suelo, disminuye la infiltración del agua, limita la aireación necesaria para el desarrollo de raíces y microorganismos, e incrementa la escorrentía superficial, lo que puede derivar en procesos de erosión y pérdida de fertilidad del sustrato. Considerando que el área intervenida será de 5,191.979 m² y que se emplearán de forma continua al menos seis equipos de maquinaria pesada, se estima que la capa compactada alcance una profundidad de 0.30 m, lo que representa un volumen de suelo afectado aproximado de 1,557.5937 m^3.

La **magnitud** del impacto se clasifica como **media**, ya que, aunque el suelo no es removido completamente, existe una modificación a su estructura física, afectando sus propiedades funcionales. El **tiempo** en que se manifiesta el efecto es a **corto plazo**, dado que la compactación por las nivelaciones se hará de manera gradual y conforme al programa de trabajo en el terreno. La **certeza** del impacto es **alta**, debido a que la generación de compactación del terreno para obtener los niveles requeridos por la mano de obra es un requerimiento para el buen desarrollo del proyecto. Su **extensión** es **local**, limitada al área de trabajo. La **duración** de este impacto es **permanente**, pues la alteración persiste más allá de la ejecución directa de la actividad y es de **naturaleza acumulativa** al SAR, ya que se suma a otros procesos de degradación del suelo derivados de desarrollos e intervenciones previas o simultáneas en la región, afectando progresivamente la calidad del recurso edáfico en la zona urbana. Si bien, se trata de un **impacto irreversible** es posible implementar medidas de mitigación y preventivas para no sobrepasar los niveles de compactación por la nivelación del terreno. Con base en su evaluación mediante el CIA, se obtuvo un valor de **0.57** de **significancia**, por lo que se determinó que se trata de un impacto **perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	3	3	2	4	4	4	P	28	0.57	Acumulativo/irreversible

P9. Manejo de maquinaria-Etapa de Preparación

Para la realización de las distintas actividades de Preparación del terreno, se considera el uso de diversos tipos de maquinaria, que van desde excavadoras, bulldozers a instrumentos manuales o eléctricos, entre otras herramientas especializadas para lograr los requerimientos del terreno para un óptimo desarrollo de construcción. Algunas de las maquinarias a utilizar que funcionan con hidrocarburos pueden emitir sustancias contaminantes, así como el paso continuo de esta por el terreno podrían generar afectaciones al suelo en terrenos distintos a los trabajados.

Aire

Contaminación del aire por la emisión de gases de efecto invernadero

La emisión de gases contaminantes derivados de procesos de combustión por el uso de maquinaria, principalmente el dióxido de carbono (CO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x), dióxido de azufre (SO_2) y el metano (CH4) provocan una alteración directa en la calidad del aire. Esta degradación atmosférica puede repercutir negativamente tanto en la salud humana como en el equilibrio ecológico local, por lo que este impacto es de **clase negativa**. Además, la formación secundaria de ozono troposférico y partículas finas en la atmósfera puede deteriorar hábitats naturales al alterar las condiciones micro climáticas, incrementar la radiación solar a nivel del suelo y generar depósitos ácidos sobre la vegetación y cuerpos de agua.

La maquinaria que utiliza hidrocarburos para su funcionamiento que se pretende utilizar para el desarrollo de las actividades de preparación serán un emisor de contaminantes derivados de la combustión que se produce de la maquinaria.

La **magnitud** de este impacto se clasifica como **baja**, debido a la cantidad de emisiones que se van a generar durante el desarrollo de la preparación. El **tiempo** en el que se observe el efecto es **inmediato**, ya que las emisiones se concentrarán al momento del uso de la maquinaria durante el tiempo que duren las actividades de preparación. La **certeza** de que el impacto se aprecie es **alta**, dado que la operación de maquinaria está confirmada y se trata de una fuente directa de emisiones. La **extensión** del impacto es **media**, las emisiones generadas por la maquinaria se liberan directamente en el sitio donde se llevan a cabo las actividades del proyecto y su concentración disminuye rápidamente con la distancia, sin embargo, desde una perspectiva regional, los contaminantes atmosféricos no

respetan límites municipales ni prediales, ya que, por su naturaleza física y química, pueden trasladarse, transformarse y afectar áreas más extensas que el sitio donde se originaron. La **duración** del impacto es **temporal**, pues la generación de contaminantes cesará una vez concluidas las actividades que requieren uso de maquinaria pesada. La **naturaleza** de este impacto es **acumulativa** sobre la calidad del aire al sumarse a otros puntos de generación de contaminantes dentro del AI y SAR. Tras su evaluación con el CIA, se obtuvo un resultado de **0.37** de **significancia**, por lo que, se determinó que se trata de un impacto **intrascendente**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	1	4	4	3	1	4	0	P	22	0.37	Acumulativo

Contaminación acústica por la generación de altos niveles de ruido

El uso de maquinaria que genera altos niveles de ruido genera la contaminación acústica, la cual, puede incidir de manera adversa en la salud de los trabajadores y población aledaña al AP por la exposición continua a niveles elevados de ruido puede provocar estrés, dolores de cabeza, dificultades para dormir, fatiga auditiva e incluso pérdida temporal o permanente de la audición, dependiendo de la intensidad y duración de la exposición. Por eso, este impacto de **clase negativa** tiene una **magnitud media** debido al ruido que puede provocar el funcionamiento simultaneo de 6 unidades con un promedio de operación por maquinaria de 5 horas por jornada. La contaminación acústica es un impacto de **tiempo inmediato** y su **certeza** es **alta**, su efecto sobre la salud humana dependerá de factores como la cercanía de los trabajadores a los focos de ruido y el tiempo que permanezcan dentro del área de ruido. La **extensión** en la que puede ser perceptible este impacto es **local** y de **duración temporal** durante el tiempo de uso de la maquinaria. Se considera un impacto de **naturaleza acumulativa**, ya que se puede sumar a otros puntos de contaminación sonora o acústica que esté ocurriendo dentro del SAR. Su valor de **significancia** tras su evaluación CIA, es de **0.40**, tratándose de un **impacto intrascendente**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	4	4	2	1	4	0	P	23	0.40	Acumulativo

Agua

Contaminación de agua subterránea por la infiltración de hidrocarburos

Este impacto es de **clase negativa**, ya que el derrame de hidrocarburos sobre suelos desnudos puede ser infiltrados hasta cuerpos de agua subterráneos, causando daños significativos a ecosistemas acuáticos. Tomando en cuenta la hidrología subterránea del predio correspondiente al "Acuífero Puerto Vallarta", descrito en el Capítulo IV del presente estudio el riesgo de dispersión de contaminantes aumenta aun cuando no existen cuerpos de agua o escurrimientos en el área del Proyecto. Un accidente como un derrame podría filtrarse hacia el subsuelo contaminando las aguas subterráneas. En este entendido la **magnitud** de este impacto se clasifica como **alta** y se manifestaría a **corto plazo** de **tiempo**. Sin embargo, la **certeza** del impacto es **baja** y de **naturaleza indirecta** al ser el suelo el primer componente ambiental en contacto con los productos de los derrames. En caso de ocurrencia, la **extensión** que puede alcanzar el impacto es **medio**, ya que podría afectar en el área del predio y su área de influencia. La **duración** de este impacto es **permanente**, dificilmente es posible aplicar medidas de mitigación eficientes. Es evaluado como un **impacto residual** ya que aún con medidas de mitigación que puedan ser aplicadas corre riesgo de dejar residuos contaminantes en el agua. Tras su evaluación con el CIA, se obtuvo un resultado de **0.57** de **significancia**, por lo que se determinó que se trata de un impacto **perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	3	3	2	3	4	1	4	P	29	0.57	Residual

Contaminación de agua superficial por el arrastre de residuos peligrosos

Si bien, este impacto de **clase negativo** está relacionado con la evaluación anterior, se evalúa de manera independiente, debido a que la ubicación del predio al estar tan cercano al mar, por acciones mecanicas como un riego sin precauciones o una lluvia pueden ocasionar el arrastre de los residuos peligrosos derivados de un derrame a los cuerpos de agua cercanos ocasionando daños significativos a ecosistemas acuáticos, afectando tanto a la fauna como a la flora en el área alterando la biodiversidad y la pérdida de funcionalidad de los ecosistemas acuáticos. Este impacto se consideró como **magnitud alta** y a **tiempo inmediato** en caso de un arrastre, sin embargo, la **certeza** es **baja** pues si bien existe riesgo por la cercanía a cuerpos de agua, la probabilidad de ocurrencia puede depender del tiempo que se deje el suelo contaminado sin aplicación de medidas preventivas una vez

ocurrido un derrame. En caso de ocurrencia, este impacto puede tener una **extension media** afectando el área de influencia del proyecto con una **duración permanente**. Es un impacto de **naturaleza indirecta** al ser el suelo el primer componente ambiental en contacto con los productos de los derrames, sin embargo, se considera con **residualidad**, ya que, aun aplicando medidas de mitigación, la contaminación puede diluirse rápidamente en el agua y no logra regresar a su estado original. Su valor con el CIA es de **0.60** de **significancia**, tratándose de un **impacto perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	3	4	2	3	4	1	4	P	30	0.60	Residual

Suelo

Reducción de la porosidad por compactación del suelo

Este impacto es de **clase negativa**, ya que las actividades de preparación implican el tránsito constante de maquinaria pesada, equipos de carga y maniobras para la preparación del terreno, lo cual con el constante paso de la maquinaria se genera la compactación del suelo y, en consecuencia, una reducción significativa de su porosidad. Este impacto es de **magnitud baja** debido a que, como se describe en el Capítulo II, se pretenden obras provisionales como es la creación de accesos y áreas de maniobras exclusivas para la maquinaria con la finalidad de mantener un orden y no aplicar alterar suelos que no se requieran cambiar para el desarrollo del proyecto. El **tiempo** en que se podría manifestar este impacto es a **corto plazo** en el transcurso de la etapa de preparación. Existe una **certeza media** ya que existe amplia evidencia técnica y científica sobre la generación de compactación por maquinaria de obra. La **extensión** que podría alcanzar este impacto es **local** manteniéndose en el área del proyecto y es de **duración permanente**, ya que, una vez afectado el suelo, el daño persiste aun cuando es posible aplicar medidas de mitigación, razón por la que se considera un impacto de **naturaleza acumulativa**, pues se suma a los cambios en el suelo en otras áreas del proyecto y del SAR. Es un impacto irreversible ya que el suelo no regresa a su forma original

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	1	3	3	2	4	4	4		25	0.46	Acumulativo/irreversible

Contaminación del suelo por el derrame de hidrocarburos y otras sustancias

Este impacto es de **clase negativa**, ya que el derrame de hidrocarburos sobre el suelo puede ocasionar alteraciones fisicoquímicas que afectan la estructura, permeabilidad y fertilidad del sustrato. Estos compuestos pueden inhibir la actividad biológica del suelo, afectando microorganismos esenciales para su regeneración natural, además de representar un riesgo potencial de infiltración hacia los mantos freáticos. La contaminación del suelo por hidrocarburos también puede comprometer la salud de los ecosistemas terrestres cercanos, así como dificultar futuras actividades productivas o recreativas en la zona afectada.

La **magnitud** que se estima para este impacto es **media** y es un impacto de **tiempo inmediato** dado que la contaminación del suelo ocurre al momento de su contacto con los residuos del derrame. Aun cuando no se requerirá gran cantidad de maquinaria, la **certeza** es **media** ya que las posibilidades de ocurrencia de un derrame aumentan al usar el equipo y mantenerlo dentro del área del proyecto. Sin embargo, la **extensión** de este impacto sería **puntual** al área afectada dentro del AP. Es un impacto de **duración permanente** ya que el suelo una vez contaminado, no es posible regenerarlo a su estado original, sin embargo, si es posible la aplicación de medidas de remediación. La **naturaleza** es **acumulativa** a otros derrames que pudieran suscitarse dentro del AP, es un **impacto residual** ya que aún con la aplicación de medidas de remediación, el suelo no regresa a tener sus propiedades originales. Su valor de CIA es de **0.51** de **significancia**, por lo que se trata de un **impacto perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	4	3	1	4	4	4	P	27	0.51	Acumulativo/residual

Fauna

Mortalidad de individuos por el manejo de maquinaria

El uso de la maquinaria, sobre todo en la etapa de Preparación de las tierras provocará el desplazamiento forzado de fauna que pueda estar en el sitio al momento de las actividades, este impacto de **clase negativo** aumenta su posibilidad de ocurrencia por un atropellamiento o aplastamiento accidental, sobre todo sobre aquellas especies consideradas de baja movilidad o hábitos territoriales definidos. La **magnitud** de este impacto se considera como **media**, debido a que de acuerdo con la evaluación de la fauna

del Capítulo IV la diversidad dentro del AP es mala. El efecto del impacto es a **tiempo inmediato** afectando a la fauna que pueda encontrarse. La **certeza** es **baja** debido a qué si bien existe conocimiento sobre la afectación directa a la fauna en áreas intervenidas por maquinaria o actividades de demolición, la fauna suele huir en presencia de actividad humana, por lo que, al comenzar a realizar maniobras previas al uso de maquinaria, se dará tiempo para que la fauna se mueva de lugar. Es un impacto que en caso de ocurrencia afecte a las poblaciones de fauna de distintas especies dentro del AP, por lo que es de **extensión local**. Su afectación es de **duración permanente** ya que, una vez ocurrido el impacto, el individuo no se recupera. Si el uso de maquinaria no tiene un control de uso y se llegasen a producir distintos incidentes de atropellamiento dentro del AP, la **naturaleza** del impacto se vuelve **acumulativa** afectando en distintas ocasiones, existe un porcentaje de que este impacto incurra sobre fauna bajo protección, ya que se encontró una población de Iguana Verde (*Iguana rhinolopha*), que utiliza la vegetación actual del predio como refugio, así como la presencia de la Gaviota Plomiza (*Larus heermanni*) sobrevolando el predio, ambas, especies bajo Protección especial en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**; así mismo se identificaron especies endémicas como el Abaniquillo Pañuelo del Pacífico (*Anolis nebulosus*) y la Chachalaca Vientre Castaño (*Ortalis wagleri*), por lo que es considerado un **impacto** con **repercusión ambiental**. Es posible la aplicación de medidas de prevención y mitigación. El valor CIA que resulto tras su evaluación es de **0.49** de **significancia**, por lo que este impacto es **perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	4	2	2	4	4	4	P	28	0.49	Acumulativo/Sp NOM

P10. Generación y manejo de RSU, RME y RP

Durante las actividades que abarcan la etapa de Preparación del AP, se estima la generación de residuos de distintos orígenes, como son residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP), entre los que están:

- Residuos orgánicos: Restos de alimentos, vegetación de la actividad del despalme.
- Residuos inorgánicos: Envolturas de material o alimentos, latas, envases, etc.
- Residuos sanitarios: Materiales generados por el uso de los sanitarios portátiles.
- Residuos de construcción: Materiales cementantes, restos de grava, arena, cascajos, alambres, clavos, etc.

Del Capítulo II se rescata que, durante la etapa de Preparación, se estima una generación de 1,928.16 kg de RSU y una estimación total de 980.023 kg de RME generados a partir de las actividades de demolición. El manejo inadecuado de los residuos generados puede impactar en distintos componentes ambientales como son el aire, suelo y agua, por lo que a continuación se presentan las evaluaciones de impactos identificados a estos.

Aire

Contaminación del aire por malos olores provenientes de materia orgánica

La acumulación de residuos urbanos, como restos orgánicos de alimentos y vegetación de despalme, sin un correcto manejo, pueden comenzar a producir malos olores por el proceso de descomposición por la que pasan. Este impacto es de **clase negativa** ya que los olores que se generen de estos afectan a la calidad del aire. Estos olores son el resultado de procesos de fermentación anaerobia que liberan compuestos volátiles, como amoníaco, sulfuros y ácidos grasos, los cuales pueden generar molestias en los trabajadores y población cercana.

La **magnitud** de este impacto es **baja**, si bien, los olores representan molestias al personal, la cantidad producida no considera concentraciones atípicas de emisiones de compuestos que generen una afectación directa a la salud del personal. El **tiempo** en el que se podría presentar este impacto es a **corto plazo** y existe una **certeza media** de ocurrencia sin medidas de control de residuos. Este impacto causaría afectaciones al área del proyecto, por lo que su **extensión** es **local** y de **duración temporal**, es un impacto de **naturaleza directa** a la calidad del aire. Existen maneras de aplicar medidas preventivas y de mitigación, por lo que no implica repercusión ambiental. Su valor de CIA resultó en **0.20** de **significancia**, por lo que se trata de un **impacto insignificante**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	1	3	3	2	1	2	0	P	16	0.20	

Agua

Contaminación de agua superficial por el arrastre de residuos sólidos

Al tener un mal manejo de los RSU, cabe la posibilidad de que los lixiviados de estos, así como sus restos, sean arrastrados por acciones mecánicas externas, como son fuertes vientos y lluvias que pueden dirigir esos contaminantes a los cuerpos de agua superficiales

cercanos al AP, por lo que se considera un impacto de **clase negativa**, ya que estos residuos generados principalmente por la descomposición de residuos biodegradable suelen contener altos niveles de carga orgánica, nitrógeno (amonio y nitratos), fósforo, patógenos y, en algunos casos, metales pesados, lo cual representa un riesgo ambiental y sanitario si alcanzan cuerpos de agua. La **magnitud** de este impacto es **baja**, ya que si bien, son contaminantes que afectan la calidad del agua, la estimación de RSU que se generarían no contribuyen a una afectación que impliquen un riesgo ambiental. El **tiempo** de ocurrencia seria de **corto plazo** al momento que los lixiviados sean generados. La **certeza** de ocurrencia de este impacto es **baja** debido a que los puntos donde se pretende la generación de RSU estarán localizados en un área específica dentro del área del proyecto, de acuerdo con lo descrito en las obras complementarias del Capítulo II del presente estudio. Sin embargo, si llegase a ocurrir, podría tener una **extensión media** ya que, al llegar a los cuerpos de agua cercana, este impacto pasa a afectar al AI. Una vez contaminadas las aguas, este impacto es de **duración permanente** y de **naturaleza acumulativa** a otros contaminantes que puedan estar presentes en el agua. La contaminación que pudieran generar los residuos orgánicos sobre el agua no implica riesgo ambiental, al poder implementar medidas o por acciones de disolución natural por las corrientes marinas, sin embargo, el contaminante en su mínima cantidad queda en el agua, por lo que se considera un **impacto residual**. Su valor de CIA es de **0.49** de **significancia**, lo que lo hace un impacto **perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	1	3	2	3	4	4	4	P	26	0.49	Acumulativo/residual

Contaminación de agua superficial por arrastre de residuos peligrosos

Los residuos peligrosos que se puedan originar por el desarrollo de la etapa de preparación del proyecto, como son tal vez, el almacenamiento de combustibles para la maquinaria, suelos contaminados por sustancias de los derrames, entre otros, si no cuentan con un manejo y reserva apropiada pueden ser arrastrados por corrientes de agua en temporada de lluvia hacia los cuerpos de agua cercana, como el océano. El arribo de los contaminantes al gua implica un impacto de **clase negativo** que se evaluó con una **magnitud media** que podría ocurrir a **tiempo inmediato**. Sin embargo, se estima una **certeza baja** de ocurrencia ya que de acuerdo con la descripción de las obras del Capítulo II los residuos considerados peligrosos contaran con un espacio particular para su almacenamiento. En caso de

ocurrencia este impacto podría alcanzar una **extensión media** afectando el AI, sería de **duración permanente** y podría significar un impacto de **naturaleza acumulativo** y **residual**, ya que puede sumarse a contaminantes arrastrados de otros sitios del AI y que aún con tratamiento, quedan remanentes de los compuestos tóxicos en el agua. Su evaluación de CIA arroja un valor de **0.60** de **significancia**, siendo un impacto **perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	4	2	3	4	4	4	P	30	0.60	Acumulativo/residual

Contaminación de agua subterránea por infiltración de lixiviados orgánicos

De acuerdo con lo descrito en las obras complementarias del Capítulo II del presente estudio los puntos donde se pretende la generación de RSU estarán localizados en un área específica dentro del área del proyecto, por lo que un mal manejo de los lixiviados puede implicar a que estos sean derramados al suelo y puedan infiltrarse al subsuelo causando un impacto de **clase negativa** sobre las aguas subterráneas. La **magnitud** de este impacto es **baja** y podría ocurrir en un **corto plazo** de **tiempo** y dependerá del tiempo que tarden los lixiviados en infiltrarse por el suelo hasta las aguas subterráneas, esto puede acelerarse si no se hace una buena gestión de residuos durante la temporada de lluvias o eventos de escurrimiento superficial. Si no se hace este manejo la **certeza** de que el impacto ocurra es **media** afectando en una **extensión media**, afectando el acuífero subterráneo más inmediato dentro del AI, la **duración** del impacto en caso de ocurrencia es **permanente** y de **naturaleza indirecta** al ser el suelo el primer componente ambiental afectado. Si bien es posible que la cantidad de contaminantes no significa un riesgo ambiental y que pueden disolverse con las grandes cantidades de agua subterránea, los contaminantes afectan en la calidad del agua, por lo que es un **impacto residual**. Es posible la aplicación de medidas preventivas y de mitigación y su valor de CIA es de **0.51** de **significancia**, lo que lo hace un impacto **perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	1	3	3	3	4	4	4	P	27	0.43	Residual

<u>Suelo</u>

Contaminación del suelo por la presencia de residuos sólidos

Durante la etapa de preparación suelen generarse distintos tipos de residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial sólidos que, con su mal manejo pueden derivar a

un impacto de **clase negativo** sobre el suelo, dando lugar a procesos de degradación física, química y biológica del suelo. Además, puede propiciarse la proliferación de fauna nociva y malos olores, incrementando el riesgo sanitario y ambiental en el sitio. La **magnitud** de este impacto es **media** y es de ocurrencia a **tiempo inmediato** pues la contaminación puede comenzar a generarse en los primeros días de almacenamiento sin la gestión adecuada. La **certeza** de ocurrencia sin una gestión es **media** superando el 50% de probabilidad y tendría una **extensión local** por lo que el SAR y AI no se verían afectados, es un impacto de **duración temporal** y **naturaleza acumulativa** a la generación de residuos en otras áreas dentro del AI, sin embargo, no se considera una repercusión ambiental y es posible la aplicación de medidas de prevención y mitigación. Su valor de **significancia** es de **0.37** de CIA, por lo tanto, se trata de un **impacto intrascendente**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	4	3	2	1	4	0	P	22	0.37	Acumulativo

Contaminación del suelo por el derrame de hidrocarburos y otros residuos

El impacto al suelo por el potencial derrame de hidrocarburos y otros residuos que puedan almacenarse entre los residuos peligrosos por el mal manejo de estas sustancias es de **clase negativa**. La acumulación sin control de estos residuos puede favorecer a la liberación de metales pesados o compuestos tóxicos que alteran las propiedades del suelo, afectando su estructura, fertilidad y capacidad de retención de agua. Es un impacto de **magnitud media**, ya que la pérdida del suelo puede acelerar la degradación de un sitio. La contaminación al suelo por los derrames de hidrocarburos mal almacenados es un impacto que ocurre a **tiempo inmediato** al contacto con el suelo, dentro de las actividades que se proyectan, existe una **certeza media** de que estos incidentes ocurran si no hay un control de los residuos, este impacto afectaría en una **extensión puntual** al suelo dentro del AP y se considera un impacto de **duración permanente**, ya que una vez que los residuos se impregnan al suelo difícilmente, este recupera sus propiedades iniciales. Es potencialmente un impacto de **naturaleza acumulativa** e **irreversible** al sumarse a otros derrames que pudieran ocurrir en el sitio. Sin embargo, la aplicación de medidas preventivas es posible, así como las de mitigación. Su valor CIA es de **0.51** de **significancia**, lo cual lo hace un **impacto perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	4	3	1	4	4	4	P	27	0.51	Acumulativo/irreversible

Contaminación del suelo por el derrame de lixiviados de materia orgánica

El manejo inadecuado de los residuos sólidos urbanos puede dar lugar a procesos de degradación física, química y biológica del suelo por parte de los lixiviados de materia orgánica que se producen. Este impacto de **clase negativa** tiene una **magnitud baja**, debido a que el volumen de basura orgánica que se pueda generar no repercutiría ambientalmente, así mismo, sus efectos negativos sobre el suelo podrían ocurrir en un **tiempo** de **corto plazo** al mantener almacenado los residuos con condiciones óptimas para la aceleración de la degradación de la basura orgánica y la generación de los lixiviados. Existe una **certeza media** de que este impacto se haga presente y tendría una **extensión** de afectación **puntual** al sitio donde se genere el derrame de lixiviados. Una vez afectado el suelo, su composición no es la misma, por lo que se considera como un impacto de **duración permanente** y **naturaleza acumulativa** a otros derrames que pudieran estar ocurriendo tanto en el área del proyecto como en el SAR, lo que aportaría a la pérdida de suelo en el mismo. Si bien, es un impacto que puede ser mitigado, el suelo no recupera su estado original, por lo que se considera como impacto **residual**. Su CIA es de **0.40** de **significancia**, por lo que se cataloga como un **impacto intrascendente**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	1	3	3	1	4	4	4	P	23	0.40	Acumulativo/residual

Disminución de la naturalidad por la acumulación de residuos

La presencia de residuos, residuos vegetales no gestionados o acumulaciones temporales de materiales puede alterar la percepción estética del entorno. La acumulación visible de desechos genera una imagen de descuido y reduce la sensación de naturalidad y armonía visual del paisaje, afectando tanto a los trabajadores como a visitantes o personas que transiten por las cercanías del sitio del proyecto. Es un impacto de **clase negativo** y **magnitud baja**, debido a que, en sí, el predio ya cuenta con perturbación y pérdida de naturalidad de este. La presencia de residuos es detectable a **tiempo inmediato** y existe **certeza media** de que ocurra la acumulación de residuos en distintas áreas del proyecto, por lo que su **extensión** es **local** afectando al área de trabajo. Este impacto es de **naturaleza directa** y **duración temporal** sobre el paisaje. No representa repercusiones ambientales y tiene un valor CIA de **0.23** de **significancia**, lo que lo clasifica en un **impacto intrascendente**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	1	4	3	2	1	2	0	P	17	0.23	

V.3.2. Construcción

C1. Cimentación

En esta actividad se pretenden realizar los cimientos requeridos para la implementación de la infraestructura de acuerdo con las necesidades estructurales previamente diseñadas para soportar la torre.

Aire

Contaminación del aire por la generación de polvos y partículas suspendidas

El uso de los materiales de cimentación genera el levantamiento de partículas que afectan la calidad del aire circundante, que, sin un control ni prevención por parte de los trabajadores, estas partículas pueden ocasionar afectaciones a la salud a largo plazo como son problemas respiratorios. Este impacto de **clase negativo** es evaluado con **magnitud baja** y su **tiempo** de ocurrencia es **inmediato** al utilizar los materiales que se requerirán para esta actividad. La **extensión** que tendría este impacto es **loca**, afectando al área del proyecto y de **duración temporal** debido a que, una vez finalizadas las actividades, la generación de polvos de materiales ya no se realizará, sin embargo, se le considera un impacto de **naturaleza acumulativa**, ya que el daño ocasionado en el aire puede sumarse a las afectaciones que se generan a este componente dentro del proyecto y del AI. Es un impacto al que se le pueden implementar medidas y su valor de CIA es de **0.29** de **significancia**, por lo que se trata de un **impacto intrascendente**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	1	4	3	2	1	4	0	C	19	0.29	Acumulativo

Agua

Alteración del balance hídrico por la cimentación

La instalación de las cimentaciones del proyecto implica perforaciones profundas que pueden alterar el equilibrio natural del sistema hidrológico. Estas actividades pueden interceptar acuíferos, modificar el flujo subterráneo o generar vías preferenciales de escurrimiento que alteren la dinámica del agua en el subsuelo. Dichas alteraciones pueden

afectar la disponibilidad y calidad del recurso hídrico en el entorno inmediato, lo que podría repercutir sobre la vegetación dependiente del agua subterránea y en los ecosistemas asociados. Además, existe el riesgo de aumentar posibles procesos de infiltración de contaminante si no se controlan adecuadamente los materiales y residuos utilizados durante la perforación e instalación de las cimentaciones.

Aunque se trata de una afectación localizada, su incidencia debe considerarse con precaución, dado que puede influir en la estabilidad hidro-ambiental del sitio. Este impacto de **clase negativo** se considera de **magnitud alta** a **corto plazo** de tiempo, conforme avancen las obras de cimentación y de las condiciones del subsuelo y del comportamiento de infiltración posterior a estas actividades, por lo que la **certeza** de ocurrencia de este impacto se considera **alta** debido a que se requerirán obras de extracción del agua que se encuentre en las cimentaciones y tendría un efecto en **extensión media**, afectando la dinámica hídrica dentro del AI. Ese impacto es de **duración permanente** y **naturaleza directa** al agua, se considera como un **impacto irreversible** ya que la afectación permanecerá debido a la presencia de la cimentación y la infraestructura. Su valor de CIA es de **0.66** de **significancia**, por lo que se le considera un **impacto perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	3	3	4	3	4	2	4	C	32	0.66	Irreversible

<u>Suelo</u>

Cambio estructural del suelo por la cimentación

Este es un impacto de **clase negativa**, ya que la implementación de cimientos conlleva perforaciones del suelo que generan una alteración física en el perfil del suelo. Estas actividades pueden realizarse tanto con maquinaria como a mano para lograr los requerimientos estructurales específicos para soportar la estructura y podría provocar compactación, pérdida de estructura y posible mezcla de horizontes edáficos, afectando la porosidad, la capacidad de infiltración y la retención de agua. La **magnitud** de este impacto es **alta** a **corto plazo** de **tiempo**. Existe una **certeza media** de que ocurran afectaciones al suelo, al ser obras que son requeridas para el soporte de futuras estructuras. Es de **extensión** local. Su **duración** es **permanente** y de **naturaleza acumulativa** a otras afectaciones de la estructura del suelo dentro del AI al ser un **impacto residual** ya que, aun implementando medidas de remediación, el suelo no regresa a su estado original. Tras su

evaluación con el Coeficiente de Impacto Ambiental (CIA), se obtuvo un resultado de **0.63** de **significancia**, lo cual lo hace un **impacto perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	3	3	3	2	4	4	4	C	31	0.63	Acumulativo/residual

Paisaje

Alteración del paisaje por cambios en la topografía

Este impacto es de **clase negativa**, ya que la instalación de cimientos conlleva la modificación del paisaje, este es un impacto de **magnitud baja** debido a que las condiciones del paisaje al momento de esta actividad ya conllevan una perturbación de este debido a las obras de preparación del terreno, por lo que su **tiempo** de manifestación es a **corto plazo** conforme el avance de las obras y tiene una **certeza baja** de ocurrencia debido a que la calidad del paisaje en este punto ya es baja, por lo que la implementación de la cimentación no implicará un cambio drástico al paisaje. La afectación de este impacto tiene una **extensión local** por lo que será visible dentro del AP, es de **naturaleza directa** y no implica repercusiones ambientales. Su valor de **significancia** es de **0.26** de CIA y se cataloga como un **impacto intrascendente**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	1	3	2	2	4	2	0	C	18	0.26	

C2. Construcción de la estructura

En esta actividad se contemplan la instalación de la infraestructura principal de la torre habitacional y áreas comunes, en donde será necesario la utilización de diversos materiales de construcción como concreto, acero, block de concreto, arena, grava, entre otros para la construcción de castillos, vigas y los elementos base y muros que darán sustento a la torre.

Aire

Contaminación del aire por la generación de polvos y partículas suspendidas

La utilización de materiales de construcción como son el concretos, arenas, entre otros, genera la dispersión de polvos, los cuales afectan la calidad del aire en las áreas de trabajo y que a largo plazo de tiempo pueden provocar afectaciones a la salud respiratoria de los trabajadores si no se cuenta con las protecciones adecuadas. Este impacto de **clase**

negativa tiene una **magnitud baja** y **tiempo inmediato**, pues el impacto se genera en cuanto inicie la manipulación de los materiales generadores, por lo que existe una **certeza media** de ocurrencia que afectara de **extensión local** al área del proyecto. Su **duración** es **temporal** y de **naturaleza acumulativa** a otras actividades generadoras de polvo que sucedan al mismo tiempo en otras áreas del proyecto. No presenta repercusiones ambientales y es un **impacto** catalogado como **intrascendente** al tener una CIA de **0.29** de **significancia**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	1	4	3	2	1	4	0	C	19	0.29	Acumulativo

Agua

Disminución de la superficie de infiltración por la impermeabilización del suelo

En esta etapa se pretende realizar el colado de materiales cementantes necesarios para la implementación de la infraestructura, al realizar estas acciones se cubre el suelo con un material que impide la infiltración de las aguas superficiales al subsuelo. Este impacto de **clase negativa** es evaluado con **magnitud alta** debido a que se realizará esta impermeabilización en un total de 4,624.890 m^2 en un **corto plazo** de **tiempo**. Existe **certeza alta** de que la infiltración del agua se vea afectada en una **extensión media** debido a que estas obras son de **naturaleza acumulativa** y una **duración permanente** a otras que ocurren dentro del AI, es posible aplicar medidas de mitigación, sin embargo, se considera como **impacto residual** ya que la superficie infiltrante no se recupera en su totalidad. Su CIA es de **0.71** de **significancia**, catalogándolo como un **impacto perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	3	3	4	3	4	4	4	C	34	0.71	Acumulativo/residual

Suelo

Reducción de porosidad por la compactación del suelo

La implementación de la estructura causara un peso sobre la superficie donde se implemente la torre, causando una compactación del suelo que reduce la porosidad de los suelos. Este impacto de **clase negativa** se evalúa como **magnitud media** al proyecto, debido a que las zonas por trabajar ya habrán pasado por una compactación previa en la

preparación de la tierra para llegar a los objetivos requeridos para sostener la torre. Este impacto sugiere un **tiempo a corto plazo** y existe una **certeza media** de su ocurrencia, debido a que la compactación en algunos puntos es necesario para sostener la estructura. Su **extensión** es **local** afectando al área del proyecto y representa una **duración permanente** y de **naturaleza acumulativa** ya que se agrega a la compactación previamente realizada en la ubicación de la torre, así como a la generada en otras áreas del proyecto, por lo que se trata de un **impacto irreversible**, aún con la aplicación de medidas. Este impacto tiene una CIA de **0.54** de **significancia** y es catalogado como un **impacto perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	3	3	2	4	4	4	C	28	0.54	Acumulativo/irreversible

Paisaje

Modificación del paisaje por la altura de la torre

La instalación de infraestructura durante el desarrollo del proyecto generará una discontinuidad visual y física en el entorno, afectando la percepción de unidad del paisaje. Este impacto de **clase negativo** presenta una evaluación de **magnitud media**, ya que la calidad paisajística del predio está catalogada como baja, por lo que tiene valores escénicos y sensibilidad visual reducidos. El efecto de este impacto se contempla a un **mediano plazo** de **tiempo** y **certeza media**, debido a que, al ser una de las torres más altas del municipio, conforme el avance de las obras, su presencia se hará más notable, es de **extensión media** ya que su presencia será apreciable dentro del AI desde distintos puntos transitables. La **duración** de este impacto es **permanente** ya que su presencia se alargará durante el tiempo en que la torre este en operación, que puede ser por lo menos de 50 años, se considera de **naturaleza acumulativa** ya que este proyecto se suma a los distintos cambios visuales por los que ha pasado el municipio a un paisaje urbano costero. Se trata de un **impacto irreversible** ya que difícilmente se logrará recuperar el paisaje original del sitio una vez desarrollado el proyecto. Su CIA es de **0.57** de **significancia**, lo que lo hace un **impacto perceptible** al SAR.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	2	3	3	4	4	4	C	29	0.57	Acumulativo/irreversible

C3. Instalación de redes de servicios generales

En esta actividad se pretende ir realizando la instalación de las redes de servicios generales de la torre, como son el cableado de luz, las redes hidrosanitarias y de gas, entre otras que darán funcionalidad a la torre. En estas actividades se requieren materiales de construcción como block de concreto, varillas, tapa poros, cemento plástico, tubos de PVC, manguera plástica de alta resistencia entre otros.

Aire

Contaminación del aire por generación de polvos y partículas suspendidas

Los materiales para la instalación de las redes de servicio al ser cortados y adaptados a los tamaños requeridos para su instalación pueden generar polvos y partículas suspendidas de materiales que pueden generar una afectación en la calidad del aire y por consecuente, que en grandes cantidades puedan provocar afectaciones a la salud de los trabajadores expuestos. Este impacto de **clase negativo** pretende una afectación de **magnitud baja** a un **tiempo inmediato** pues, estos residuos se producen al realizar su manejo. Sin embargo, existe una **certeza media** de ocurrencia y una afectación de **extensión puntual** siendo el impacto visible solo en el área donde se trabaje el material dentro del área del proyecto, su afectación es de **duración temporal** y se considera un impacto de **naturaleza acumulativa** al sumarse a otra generación de polvos que se originen dentro del AP. Su valoración de CIA es de **0.23** de **significancia**, por lo que se trata de un **impacto intrascendente**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	1	4	3	1	1	4	0	C	17	0.23	Acumulativo

Agua

Contaminación de agua superficial por el arrastre de residuos sólidos

El arrastre de residuos generados de los materiales de las instalaciones es un impacto de **clase negativa** a un **corto plazo** de **tiempo** que puede ocurrir al no disponer los residuos de manera correcta pueden ser arrastrados a los cuerpos de agua cercanos, como en este caso la Marina de Puerto Vallarta, la cual está conectada con el Estero El Salado, por lo que, la presencia de residuos puede contaminar las aguas afectando directamente la salud y el funcionamiento del manglar, alterando su flujo hidrológico interno, la disponibilidad de nutrientes y la supervivencia de su flora y fauna característica. Sin embargo, la **certeza** de

que ocurra este impacto es **baja** debido a que las obras de instalación de redes se van haciendo a la par de la torre y bajo techo, por lo que un arrastre de los residuos en temporada de lluvias o causadas por afluentes de agua superficiales es menor. En caso de que ocurriese, este impacto tiene una **extensión media** afectando al AI suponiendo implicaciones sobre los cuerpos de agua y la dinámica de los ecosistemas circundantes del cauce del Estero El Salado. Este impacto es de **duración permanente** y de **naturaleza acumulativa** al sumarse a otros contaminantes presentes en el agua, una vez alcanzados los residuos en el agua, su proceso de limpieza es posible, sin embargo, la calidad original del ambiente quedara con remanentes, por lo que es considerado un **impacto residual**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	1	3	2	3	4	4	4	C	26	0.49	Acumulativo/residual

Suelo

Contaminación del suelo por la presencia de residuos solidos

Durante la instalación de redes generales de servicios pueden producirse residuos metálicos, soldaduras y otros materiales que contaminan el suelo. Esta contaminación puede alterar la composición química y la calidad del suelo, reduciendo su capacidad productiva, afectando la infiltración del agua y, eventualmente, filtrarse hacia acuíferos o cuerpos de agua cercanos, este impacto es de **clase negativo** y **magnitud baja** debido a que el avance de obra a este momento se estima que no habrá suelo desnudo que pueda ser afectado en su calidad. El **tiempo** en que el impacto puede ser visible es **inmediato** y existe una **certeza media**, sin embargo, dependerá en gran medida del manejo que se les de a estos. La **extensión** de afectación del impacto es **puntual** al área donde se generen los residuos y es de **duración temporal** debido a que se pueden aplicar técnicas de limpieza de las áreas afectadas. La **naturaleza** es **acumulativa** a la generación de residuos en otras áreas del proyecto. Su valor de CIA es de **0.23** de **significancia** y es catalogado como un **impacto intrascendente**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	1	4	3	1	1	4	0	C	17	0.23	Acumulativo

C4. Acabados

Esta actividad está compuesta por realizar las técnicas de estética, protección y funcionalidad de la torre, como es implementación de cristales, pintura, acabados visuales e instalación de inmuebles interiores de los departamentos como closet, cocinas con materiales de fácil limpieza, entre otros, en los cuales es necesario materiales que pueden dispersas contaminantes ambientales.

Aire

Contaminación atmosférica por la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COVs)

Los compuestos orgánicos volátiles son compuestos con alta presión de vapor y baja solubilidad en el agua, muchas de estas sustancias químicas sintéticas son utilizadas en la fabricación de pinturas, productos farmacéuticos, productos de limpieza y refrigerantes. Este impacto tiene una **clase negativa**, ya que durante los acabados se utilizan materiales como pinturas, barnices, adhesivos y selladores que contienen compuestos orgánicos volátiles (COVs). Estos compuestos se emiten al aire durante su aplicación y secado, afectando la calidad del aire interior y exterior del sitio. Sin embargo, se considera un impacto de **magnitud baja**, debido a que las emisiones son intermitentes y de corta duración, de acuerdo con la Environmental Protection Agency (EPA) son compuestos químicos orgánicos cuya composición les permite evaporarse en condiciones atmosféricas interiores normales de temperatura y presión, por lo que aun siendo un impacto que repercute a **tiempo inmediato** y es de **naturaleza directa**, su **duración** es **temporal** y **extensión puntual**, afectando la calidad del aire en el área de trabajo. La **certeza** de ocurrencia es **media**, dado que el uso de estos materiales es inherente a esta etapa constructiva, se buscarán las opciones de materiales que tengan certificación Green seal y pinturas a base de agua. Finalmente, su evaluación mediante el Coeficiente de Impacto Ambiental (CIA), se obtuvo un valor de **0.17 de significancia**, por lo que se determinó que se trata de un impacto **insignificante**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	1	4	3	1	1	2	0	C	15	0.17	

Fauna

Mortalidad de individuos por la modificación del hábitat

Conforme los centros poblacionales van en aumento estructural de altura, aumenta la probabilidad de impacto de alguna especie de ave sobre los grandes edificios en zonas altamente urbanizadas debido a la modificación del hábitat que se han realizado con el alza de la población humana. Las colisiones de aves con ventanas son una de las principales causas de mortandad en aves silvestres en vuelo libre en todo el mundo (Klem, 2022). Este impacto es de **clase negativa** y se evalúa con una afectación de **magnitud media**, debido a la cercanía que cuenta al Estero El Salado, ubicado a *240 metros* del proyecto y el cual es considerado un ecosistema estuarino protegido que alberga una alta diversidad de especies de fauna silvestre, particularmente aves. De acuerdo con registros de plataformas como eBird y estudios especializados, en esta área se han documentado al menos **227 especies** de aves, entre residentes, migratorias y algunas bajo categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Esta riqueza convierte al estero en un punto clave para la conservación avifaunística del municipio de Puerto Vallarta. La torre alcanzará los **105.971 m** de altura representa un riesgo potencial de colisiones accidentales con la estructura, especialmente durante los desplazamientos diarios de las aves o en las temporadas de migración, ocasionando colisiones con afectaciones a **tiempo inmediato** pues las aves de la región no están habituadas a tener obstáculos a grandes alturas en la zona del área del proyecto. La **certeza** de este impacto en la etapa de construcción del proyecto es **media** y la **extensión** del impacto es **local** afectando a las poblaciones dentro del área del proyecto. Este impacto es de **naturaleza acumulativa** si existen más de una colisión dentro del proyecto con posibles **afectaciones a especies NOM** y especies migratorias, causando daños de **duración permanente** con daños **irreversibles** al causar la muerte de las especies de aves presentes. Su valor de CIA es de **0.62** de **significancia**, tratándose de un **impacto perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	4	3	2	4	4	8	C	33	0.62	Acumulativo/Especies NOM/irreversible

C5. Desinstalación de obras provisionales

Las actividades correspondientes a la desinstalación de obras provisionales, que contempla la limpieza del área, no generarán impactos negativos significativos adicionales sobre los

componentes ambientales. Estas acciones implican el retiro de instalaciones temporales y la remoción de residuos, lo cual contribuye a la restauración del sitio intervenido.

C6. Generación y manejo de RSU, RME y RP

Durante la etapa de construcción se continuará con la generación de residuos de diferentes orígenes, como son los sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos. Entre estos residuos pueden encontrarse los siguientes:

- Residuos orgánicos: Restos de alimentos, vegetación de la actividad del despalme.
- Residuos inorgánicos: Envolturas de material o alimentos, latas, envases, etc.
- Residuos sanitarios: Materiales generados por el uso de los sanitarios portátiles.
- Residuos de construcción: Materiales cementantes, restos de grava, arena, cascajos, alambres, clavos, etc.
- Residuos peligrosos: Pinturas, aceites, grasas y sus recipientes, sólidos impregnados.

Aire

Contaminación del aire por malos olores provenientes de materia orgánica

Este impacto es de **clase negativa**, ya que el manejo inadecuado de residuos sólidos urbanos, específicamente los restos de comida, puede generar olores desagradables que afectan la calidad del aire en el sitio del proyecto y sus alrededores. Los restos de comida, cuando no son gestionados adecuadamente, se descomponen a través de procesos de fermentación anaerobia, liberando compuestos volátiles como amoníaco, sulfuros y ácidos grasos. Estos compuestos contribuyen a la creación de olores intensos y desagradables.

La **magnitud** del impacto se clasifica como **baja**, ya que los olores, si bien son notorios, no representan una afectación directa a la salud en concentraciones normales. El **tiempo** de manifestación del efecto es a **corto plazo**, comenzando con la acumulación o exposición prolongada de residuos sin tratamiento. La **certeza** del impacto es **baja**, ya que sin el correcto manejo de los residuos y de factores como temperatura, humedad, viento y manejo específico aumentan sus posibilidades de ocurrencia arriba del 50%. La **extensión** es **local**, pues afecta principalmente al área del proyecto y es un impacto de **duración temporal**, limitada al periodo de exposición de los residuos en descomposición. La **naturaleza** del impacto es **directa** al aire ya que se origina por la descomposición de materia orgánica esparciendo malos olores en las áreas de trabajo. Tras su evaluación mediante el

Coeficiente de Impacto Ambiental (CIA), se obtuvo un valor de **0.17 de significancia**, por lo que se determinó que se trata de un impacto **insignificante**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusion
-	1	3	3	2	1	2	0	C	16	0.17	

Agua

Contaminación de agua subterránea por la infiltración de lixiviados orgánicos

La materia orgánica al descomponerse libera a través de los lixiviados compuestos contaminantes volátiles como amoníaco, sulfuros y ácidos grasos que al contacto con el agua causa cambios en la calidad de esta. Este es un impacto de **clase negativo** y **magnitud media** debido a que para que ocurra una infiltración se necesita el contacto con el suelo desnudo, lo cual en esta etapa no ocurre, sin embargo, por agentes externos como lluvias, estos lixiviados pueden ser dirigidos a zonas con facilidad de infiltración al subsuelo, lo cual podría ocurrir a un **mediano plazo** de **tiempo**. La **certeza** de este impacto es **baja** debido a que los residuos orgánicos se generaran en un área puntual dentro del proyecto, en el cual el suelo ya no se encontrará desnudo, por lo que las probabilidades de afectación son bajas. La **extensión** que pudiera alcanzar la contaminación de aguas subterráneas es **media** afectando al área de influencia en caso de que este impacto se manifieste. Al momento en que los lixiviados lleguen a cuerpos de agua subterráneos se genera un impacto de **duración permanente** y **residual** ya que aun aplicando medidas o de una disolución con mayor cantidad de agua, quedan residuos de la contaminación en su composición, por lo que la calidad del agua no regresa a su estado original. Es considerado un impacto de **naturaleza indirecta** ya que primero causa un impacto sobre el suelo, antes de llegar a las aguas subterráneas. Su valor CIA es de **0.46** de **significancia**, por lo que se cataloga como un **impacto perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	2	2	3	4	1	4	C	25	0.46	Residual

Contaminación de agua superficial por el arrastre de residuos solidos

Los residuos sólidos que se generan dentro de la obra pueden ser arrastrados por acción del viento o corrientes superficiales de agua como las ocasionadas por las lluvias a los cuerpos de agua cercanos, en el caso de este proyecto al mar y cauce del Estero El Salado.

Este impacto de **clase negativo**, ya que los residuos generados pueden contener altos niveles de materia orgánica tiene una **magnitud** baja, ya que la magnitud de la generación de residuos no implica un riesgo ambiental. Se estima un **corto plazo** de **tiempo** y **certeza baja** debido a que se tendrán puntos localizados de la generación de residuos, así mismo, en la etapa de construcción gran parte de las actividades se realizaran en áreas ya techadas conforme el avance de la torre departamental, sin embargo, en caso de ocurrencia del arrastre de los residuos, estos tendrían una **extensión media**, ya que, al llegar a los cuerpos de agua superficiales, podrían dispersarse dentro del AI. Una vez contaminadas las aguas, este impacto es de **duración permanente** y de **naturaleza acumulativa** a otros contaminantes que puedan estar presentes en el agua. La contaminación que pudieran generar los residuos sobre el agua no implica riesgo ambiental, al poder implementar medidas o por acciones de disolución natural por las corrientes marinas, sin embargo, el contaminante en su mínima cantidad queda en el agua, por lo que se considera un **impacto residual**. Su valor de CIA es de **0.49** de **significancia**, lo que lo hace un impacto **perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusion
-	1	3	2	3	4	4	4	C	26	0.49	Acumulativo/residual

Contaminación de agua superficial por el arrastre de residuos peligrosos

Los residuos peligrosos que se puedan originar en la etapa de Construcción del proyecto, como almacenamiento de combustibles para la maquinaria, solventes o pinturas, si no cuentan con un manejo y reserva apropiada pueden ser arrastrados por corrientes de agua en temporada de lluvia hacia los cuerpos de agua cercana. El arribo de los contaminantes al gua implica un impacto de **clase negativo** con una **magnitud media** que podría ocurrir a **tiempo inmediato**. Sin embargo, se estima una **certeza baja** de ocurrencia ya que de acuerdo con la descripción de las obras del Capítulo II los residuos considerados peligrosos contarán con un espacio particular para su almacenamiento. En caso de ocurrencia este impacto podría alcanzar una **extensión media** afectando el AI, sería de **duración permanente** y podría significar un impacto de **naturaleza acumulativo** y **residual**, ya que puede sumarse a contaminantes arrastrados de otros sitios del AI y que aún con tratamiento, quedan remanentes de los compuestos tóxicos en el agua. Su evaluación de CIA arroja un valor de **0.60** de **significancia**, siendo un impacto **perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	4	2	3	4	4	4	C	30	0.60	Acumulativo/residual

Suelo

Contaminación del suelo por presencia de residuos

Durante la etapa de Construcción se contempla la continuidad de generación de distintos tipos de residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial sólidos que, con su mal manejo pueden derivar a un impacto de **clase negativo** sobre el suelo. La **magnitud** de este impacto es **baja** y es de ocurrencia a **tiempo inmediato** pues la contaminación puede comenzar a generarse en los primeros días de almacenamiento sin la gestión adecuada. La **certeza** de ocurrencia sin una gestión es **baja** con menos del 50% de probabilidad y tendría una **extensión local** por lo que el SAR y AI no se verían afectados, es un impacto de **duración temporal** y **naturaleza acumulativa** a la generación de residuos en otras áreas dentro del AI, sin embargo, no se considera una repercusión ambiental y es posible la aplicación de medidas de prevención y mitigación. Su valor de **significancia** es de **0.26** de CIA, por lo tanto, se trata de un **impacto intrascendente**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	1	4	2	2	1	4	0	C	22	0.26	Acumulativo

Contaminación del suelo por el derrame de hidrocarburos y otros residuos

El impacto al suelo por el potencial derrame de hidrocarburos y otros residuos que puedan almacenarse entre los residuos peligrosos por el mal manejo de estas sustancias es de **clase negativa**. La acumulación sin control de estos residuos puede favorecer a la liberación de metales pesados o compuestos tóxicos que alteran las propiedades del suelo, afectando su estructura, fertilidad y capacidad de retención de agua. Es un impacto de **magnitud media**, ya que la pérdida del suelo puede acelerar la degradación de un sitio. La contaminación al suelo por los derrames de hidrocarburos mal almacenados es un impacto que ocurre a **tiempo inmediato** al contacto con el suelo, dentro de las actividades que se proyectan, existe una **certeza baja** debido a que en esta etapa de construcción las superficies de suelos desnudos son nulos, este impacto afectaría en una **extensión puntual** al suelo dentro del AP y se considera un impacto de **duración permanente**, ya que una vez que los residuos se impregnan al suelo difícilmente, este recupera sus propiedades iniciales. Es potencialmente un impacto de **naturaleza acumulativa** e

irreversible al sumarse a otros derrames que pudieran ocurrir en el sitio. Sin embargo, la aplicación de medidas preventivas es posible, así como las de mitigación. Su valor CIA es de **0.49** de **significancia**, lo cual lo hace un **impacto perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	4	2	1	4	4	4	C	26	0.49	Acumulativo/irreversible

Contaminación del suelo por el derrame de lixiviados de materia orgánica

La generación de residuos orgánicos se contempla se produzca en un área específica del proyecto, como se describe en el Capítulo II del presente estudio, se ubicará un campamento temporal, en el cual los trabajadores podrán descansar y hacer consumo de sus alimentos. Por lo que, el mal manejo de estos residuos puede derivar en un acumulamiento de residuos en descomposición, los cuales generan lixiviados que pueden ser derramados al suelo afectando en su composición creando un impacto de **clase negativa** y **magnitud baja**, el **tiempo** que tardaría este impacto en mostrar sus efectos es a **corto plazo** y **certeza baja** de ocurrencia, debido a que el suelo en la etapa de construcción ya no estará desnudo, por lo que los lixiviados no llegarían a los suelos tan fácilmente. La **extensión** de afectación de este impacto es **puntual** al sitio donde se produzcan los lixiviados y se considera como un impacto de **duración permanente** una vez que el suelo es contaminado y de **naturaleza acumulativa** debido a que se puede sumar a otros contaminantes presentes en el suelo. Una vez contaminado el suelo difícilmente se puede regresar a su composición original, por lo que se considera un **impacto residual**, al cual es posible la aplicación de medidas preventivas. Su valor CIA es de **0.37** de **significancia**, por lo que se cataloga como un **impacto intrascendente**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	1	3	2	1	4	4	4	C	22	0.37	Acumulativo/residual

<u>Paisaje</u>

Disminución de naturalidad por la acumulación de residuos

La acumulación de residuos sin un correcto manejo afecta la naturalidad de un sitio, aun estando dentro de una obra, la acumulación de residuos genera un impacto de **clase negativa** en la percepción de los trabajadores y de las personas que puedan transitar en zonas cercanas al predio. La **magnitud** del impacto es **baja** y de **tiempo inmediato**, la

certeza de ocurrencia es **baja** y de **extensión local** afectando al área del proyecto. Es un impacto considerado de **duración temporal** y de **naturaleza acumulativa** al sumarse a otros residuos que puedan estarse generando en otras áreas del proyecto o del área de influencia. No considera repercusiones ambientales y tiene un valor de CIA de **0.26** de significancia, se trata de un **impacto intrascendente** al cual es posible la aplicación de medidas preventivas y de mitigación.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	1	4	2	2	1	4	0	C	18	0.26	Acumulativo

C7. Manejo de maquinaria-Etapa de Construcción

Aire

Contaminación del aire por la emisión de gases de efecto invernadero

Este impacto es de **clase negativa**, ya que el uso de maquinaria pesada durante la etapa de construcción generará emisiones de gases contaminantes como monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxidos de azufre (SO_2), compuestos orgánicos volátiles (COV) y material particulado (PM10 y PM2.5). Estos contaminantes deterioran la calidad del aire en el entorno inmediato del proyecto, afectando tanto la salud de los trabajadores como la de la población cercana, y generando condiciones desfavorables para la fauna local sensible a estos cambios. Además, contribuyen al fenómeno del cambio climático al incrementar la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

La **magnitud** de este impacto se clasifica como **media**, debido a la cantidad de emisiones que se generarán durante el desarrollo de la construcción. El **tiempo** en el que se observe el efecto del impacto será **inmediato**, ya que las emisiones se concentrarán durante el uso activo de la maquinaria. La **certeza** de que el impacto será apreciable es **media**, dado que la operación de maquinaria es una fuente directa de emisiones. La **extensión** del impacto es **local**, pues las emisiones generadas por la maquinaria se liberan directamente en el sitio donde se llevan a cabo las actividades del proyecto, y su concentración disminuye rápidamente con la distancia. La **duración** del impacto es **temporal**, ya que cesará una vez concluidas las actividades que requieren uso de maquinaria pesada. La **naturaleza** de este impacto es **acumulativa**, pues contribuye junto con otras fuentes a la carga contaminante regional, aunque su incidencia individual es marginal. Tras su evaluación mediante el

Coeficiente de Impacto Ambiental (CIA), se obtuvo un valor de **0.37 de significancia**, por lo que se determinó que se trata de un **impacto intrascendente**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	4	3	2	1	4	0	C	22	0.37	Acumulativo

Contaminación acústica por generación de altos niveles de ruido

Este impacto es de **clase negativa**, ya que el incremento en los niveles de ruido generado por la maquinaria puede incidir de manera adversa en la salud de los trabajadores expuestos por largos periodos de tiempo y, en menor medida, en la población aledaña. La exposición continua a niveles elevados de ruido puede provocar estrés, dolores de cabeza, dificultades para dormir, fatiga auditiva e incluso pérdida temporal o permanente de la audición, dependiendo de la intensidad y duración de la exposición.

La **magnitud** de este impacto se clasifica como **media**, debido al ruido provenientes de la maquinaria que tienen como promedio de operación **5** horas por jornada laboral, dependiendo de las actividades de las que se trate. El **tiempo** en el que se manifiesta el efecto es **inmediato**, desde el inicio del uso de la maquinaria. La **certeza** del impacto es **media**, ya que, si bien se espera generación de ruido, su efecto en la salud humana dependerá de factores como la cercanía y el tiempo de exposición al ruido. La **extensión** del impacto es **local**, pues afecta principalmente al interior del predio. La **duración** del impacto es **temporal**, ya que solo se presenta durante el uso de la maquinaria en la construcción y cesa una vez concluidas las obras. La **naturaleza** del impacto es **acumulativa** ya que se suma a la demás contaminación acústica del sistema ambiental regional. Tras su evaluación con el **Coeficiente de Impacto Ambiental (CIA)**, se obtuvo un resultado de **0.37 de significancia**, por lo que, se determinó que se trata de un impacto **intrascendente**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	4	3	2	1	4	0	C	22	0.37	Acumulativo

<u>Agua</u>

Contaminación de agua subterránea por la infiltración de hidrocarburos

El uso de la maquinaria implica el uso de hidrocarburos para su funcionamiento, estas sustancias contaminan de manera inmediata suelos y cuerpos de agua con los que tiene

contacto. En el caso de las aguas subterráneas, sin medidas de precaución, una maquinaria en mal estado puede derramar hidrocarburos que al llegar al suelo son infiltrados hacia los mantos acuíferos afectando la calidad de las aguas, por lo que se trata de un impacto de **clase negativa**. La **magnitud** que puede llegar a tener este impacto sobre el medio acuático es **media** y se puede presenciar efectos en un **mediano plazo** de **tiempo**. La **certeza** de que este impacto ocurra durante las actividades de construcción es **baja** y una vez ocasionado el impacto, este podría tener una **extensión media** con una **duración** del impacto **permanente**, ya que, una vez contaminadas las aguas subterráneas, su remediación se dificulta. Este impacto es de **naturaleza indirecta** ya que el primer componente en resultar afectado es el suelo y sin medidas sobre el suelo, los contaminantes pueden llegar a los mantos subterráneos. Si bien, es posible aplicar medidas de mitigación, se considera como un **impacto residual** ya que su remediación es difícil y corre el riesgo de que permanezcan contaminantes diluidos en el agua, por lo tanto, la calidad de este recurso hídrico no volvería a su estado original. Tiene un valor de CIA de **0.46** de **significancia**, por lo que se trata de un **impacto perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	2	2	3	4	1	4	C	25	0.46	Residual

Contaminación de agua superficial por el arrastre de residuos peligrosos

Los residuos generados por la maquinaria pueden llegar a ser arrastrados por factores externos como la lluvia hacia otros cuerpos de agua superficiales cercanos, como es el caso del proyecto Alisia, al océano, la cual está conectada a la boca del Estero El Salado. Este impacto de **clase negativa** tiene una **magnitud media** y se considera un impacto que se genera en **tiempo inmediato**, ya que al contacto de los residuos con el agua superficial se genera la contaminación y degradación de sus propiedades originales. Existe una **certeza bajan** de la ocurrencia de este impacto, debido a que como se describe en el Capítulo II, existirán, vialidades y estacionamientos específicos para la maquinaria, por lo que la exposición con agentes que puedan beneficiar el arrastre de los residuos hacia cuerpos de agua es reducida y se encuentran localizados. En caso de la ocurrencia del impacto, este tendría una **extensión media** afectando al AI del proyecto. La contaminación de las aguas es un impacto de **duración permanente** y de **naturaleza acumulativa** a los contaminantes existentes en las aguas superficiales actuales, por lo que, aún con medidas de mitigación, quedarían residuos disueltos en el agua, por lo que se considera un **impacto**

residual. Su valor de CIA es de **0.60** de **significancia**, por lo que se categoriza como un **impacto perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	4	2	3	4	4	4	C	30	0.60	Acumulativo/residual

Suelo

Reducción de porosidad por la compactación del suelo

El paso de la maquinaria por los suelos desnudos en las actividades iniciales de la etapa de construcción, así como el encarpetamiento de calles y la construcción de la torre habitacional, incurre en un impacto de **clase negativa** al suelo, al compactarlo y reducir su porosidad, afectando la fertilidad del suelo. Este impacto es de **magnitud baja** debido a que las áreas del proyecto, en la etapa de construcción ya habrán pasado por una compactación previa en la preparación del sitio, así como las compactaciones localizadas necesarias para dar firmeza a la torre, así mismo este impacto se considera que podría tardar un **corto plazo** de **tiempo** en manifestarse durante las actividades constructivas. La **certeza** de que este impacto ocurra es **baja** y supone una **extensión local** afectando el polígono del AP. La reducción de la porosidad del suelo es un impacto de **duración permanente** y **naturaleza directa** debido a que el suelo no volverá a su forma original, por lo que se considera un **impacto irreversible**, sin embargo, es posible la aplicación de medidas de mitigación con son áreas ajardinadas. La CIA de este impacto da un valor de **0.43** de **significancia**, por lo que se cataloga como un **impacto perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	1	3	2	2	4	4	4	C	24	0.43	Acumulativo/irreversible

Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburos y otras sustancias

Este impacto es de **clase negativa**, ya que los derrames accidentales de sustancias como combustibles, aceites, solventes u otros productos químicos empleados durante la construcción pueden alterar significativamente la composición del suelo. En este caso, el suelo predominante es *Solonchak gléyico – sódica de textura fina*, caracterizado por una alta salinidad, saturación sódica y condiciones de humedad elevada (gléyico), lo que lo hace *particularmente sensible a modificaciones químicas* lo cual deriva en su contaminación.

Figura V. 14. Tipo de suelo presente en el predio del proyecto Alisia



La **magnitud** del impacto se considera **media**, ya que cualquier alteración adicional en la química del suelo puede afectar negativamente su estructura y capacidad de retención de nutrientes. El **tiempo** en el cual se manifiesta el impacto es de manera **inmediata**, ya que los contaminantes afectan la composición del suelo al momento del contacto con los contaminantes, sin embargo, la **certeza** de ocurrencia es **baja**, dependiendo del manejo de la maquinaria. La **extensión** del impacto es **puntual**, afectando únicamente las zonas donde ocurra el derrame. La **duración** es **permanente**, ya que una vez que los hidrocarburos tocan el suelo, su composición no vuelve a ser la original. La **naturaleza** del impacto es **acumulativa** a otros eventos que puedan incurrir dentro del AP y es considerado como un **impacto irreversible** debido a que el suelo afectado difícilmente logra tener las mismas capacidades funcionales después de los derrames aún con medidas de mitigación, por lo que es un suelo que se pierde. Tras su evaluación mediante el CIA, se obtuvo un valor de **0.49** de **significancia**, por lo que se determinó que se trata de un **impacto perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	4	2	1	4	4	4	C	26	0.49	Acumulativo/irreversible

Fauna

Mortalidad de individuos por el manejo de maquinaria

El uso de la maquinaria continua durante las actividades de construcción implica un riesgo a la fauna presente dentro del AI del proyecto. Dentro del AP se registraron poblaciones de Iguana verde (*Iguana rhinolopha*) así como otras especies de aves y reptiles que pueden resultar afectadas por la maquinaria, causando pérdidas de individuos por atropellamiento. Este impacto de **clase negativa** y de **magnitud media**, aun considerando que la fauna tras las actividades de preparación tendrá la tendencia a huir, se tiene presente que, alguna de esa fauna pueda utilizar el área del proyecto como áreas de paso hacia otros lugares más aptos para cumplir sus funciones biológicas como alimentación o reproducción. El **tiempo** en que el impacto incurriría es de manera **inmediata** y existe una **certeza baja** de que ocurra, debido a que, de acuerdo con los estudios realizados en el predio, el sitio cuenta con baja diversidad de especies, de las cuales, en su mayoría se trata de especies de alta movilidad como son las aves. La **extensión** que tendría este impacto es **local** afectando al área del proyecto y de **duración permanente** debido a que una vez, causada una muerte de la fauna, no se recupera el individuo en las poblaciones locales. Es de **naturaleza acumulativa** si no se aplica un manejo adecuado de la maquinaria y cuenta con dos potenciales repercusiones ambientales al afectar a especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y al ser un **impacto irreversible**. Su valor de CIA es de **0.59** de **significancia** y es catalogado como un **impacto perceptible** al cual es posible la aplicación de medidas preventivas.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	4	2	2	4	4	8	C	32	0.59	Acumulativo/Especies NOM/irreversible

V.3.3. Operación y mantenimiento

O1. Contratación de personal de la región

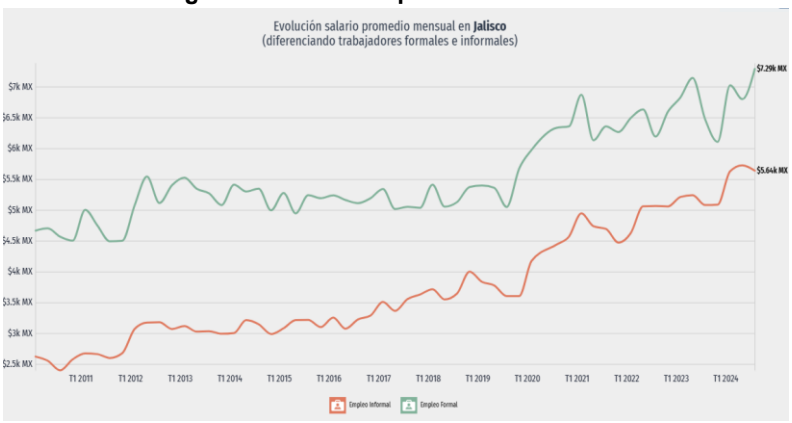
Para la etapa de Operación y mantenimiento se requerirá de la contratación de personal como son personal de limpieza, mantenimiento, seguridad, personal de recepción, entre otros que cumplen funciones para la correcta operación del proyecto.

Economía

Aumento de la derrama económica por la generación de empleos

Tomando como referencia los datos proporcionados por La Secretaría de Economía en su plataforma de "**Ocupaciones no especificadas**" (se puede consultar en la siguiente liga https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/occupation/ocupaciones-no-apoyo-en-especificadas), según los salarios que perciben los trabajadores en Jalisco son alrededor de los $**4,220** pesos. El salario mínimo en México para 2025 es de $**278.80** pesos diarios en la Zona del Salario Mínimo General (ZSMG), percibiendo menos del salario mínimo. No obstante, a los empleados de la torre se les pagara el salario mínimo. Además, en caso de requerir mantenimiento especial para la torre se generarán empleos temporales adicionales a los permanentes.

Figura V. 15. Salario promedio en Jalisco



El impacto se considera de **clase positiva** a la economía del destino de Puerto Vallarta, de donde serán originarios principalmente. Los trabajadores representan un elemento importante en el desarrollo del proyecto, por lo que, la contratación del personal se clasifica de **magnitud media** dentro del Sistema Ambiental Regional, afectando principalmente a Puerto Vallarta. El **tiempo** que trascurrirá este impacto ocurra se dará de **inmediato**, al finalizar las actividades de construcción y de inicio la etapa de operación. Se incluyen todos los empleos generados por la operación del proyecto. La **certeza** de que este impacto ocurra es **media**, con arriba del 50% de probabilidades de que las contrataciones se harán de manera inmediata dentro de las localidades del SAR. Respecto a la **extensión** de este impacto, se estima que sea de manera **media**, contratando principalmente a los trabajadores de las cercanías al proyecto, beneficiando al AI y el SAR. Respecto a la **duración** del presente impacto, se estima que sea un impacto **temporal**, debido a que los puestos disponibles pueden ir cambiando de acuerdo con las necesidades del proyecto durante toda su etapa de Operación. Finalmente, la naturaleza del impacto es **directa** a la economía del Sistema Ambiental Regional, permitiendo que las personas de este sector

obtengan ingresos económicos. Posteriormente a su evaluación según su CIA se trata de un **impacto perceptible**, con un resultado de **0.48** de **significancia**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
+	2	4	3	3	1	2	0	O	22	0.48	

O2. Mantenimiento de infraestructura

El mantenimiento adecuado de la infraestructura es fundamental para garantizar la funcionalidad y la seguridad a largo plazo del proyecto, especialmente en un entorno urbano en constante crecimiento como Puerto Vallarta. La torre turístico-habitacional debe contar con un plan integral de mantenimiento que aborde tanto las instalaciones internas como las áreas comunes y servicios exteriores. Esto incluye el mantenimiento preventivo y correctivo de sistemas eléctricos, hidráulicos, de aire acondicionado, de seguridad, así como el cuidado de las áreas comunes como la alberca, gimnasio y espacios de esparcimiento.

Además, debido a la proximidad de la torre al Estero El Salado, un área ecológicamente sensible, el mantenimiento de infraestructura debe incorporar medidas para minimizar el impacto ambiental. Esto puede incluir la gestión eficiente de residuos sólidos, el control de la calidad del agua, la protección contra la contaminación lumínica y la implementación de tecnologías sostenibles que favorezcan el uso eficiente de los recursos y la protección de avifauna. El plan de mantenimiento también debe considerar la actualización de las instalaciones conforme a las normativas y avances tecnológicos, asegurando que el edificio se mantenga en condiciones óptimas para los residentes y visitantes, y que su operación no perjudique el entorno ecológico cercano.

Este enfoque de mantenimiento no solo prolonga la vida útil de la infraestructura, sino que también contribuye a la calidad de vida de los usuarios y a la sostenibilidad del proyecto a largo plazo, sin embargo, la presencia del proyecto en el entorno puede ocasionar impactos que deben ser considerados.

Fauna

Mortalidad de individuos por modificación del hábitat

Conforme los centros poblacionales van en aumento estructural de altura, aumenta la probabilidad de impacto de alguna especie de ave sobre los grandes edificios en zonas altamente urbanizadas. Las colisiones de aves con ventanas son una de las principales

causas de mortandad en aves silvestres en vuelo libre en todo el mundo (Klem, 2022). Este impacto es de **clase negativa** y se evalúa con una afectación de **magnitud media**, debido a la cercanía que cuenta al Estero El Salado, ubicado a *240 metros* del proyecto y el cual es considerado un ecosistema estuarino protegido que alberga una alta diversidad de especies de fauna silvestre, particularmente aves. De acuerdo con registros de plataformas como eBird y estudios especializados, en esta área se han documentado al menos **227 especies** de aves, entre residentes, migratorias y algunas bajo categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Esta riqueza convierte al estero en un punto clave para la conservación avifaunística del municipio de Puerto Vallarta. La torre alcanzará los **105.971 m** de altura representa un riesgo potencial de colisiones accidentales con la estructura, especialmente durante los desplazamientos diarios de las aves o en las temporadas de migración, ocasionando colisiones con afectaciones a **tiempo inmediato** pues las aves de la región no están habituadas a tener obstáculos a grandes alturas en la zona del área del proyecto. La **certeza** de este impacto en la etapa de construcción del proyecto es **media** y la **extensión** del impacto es **local** afectando a las poblaciones dentro del área del proyecto. Este impacto es de **naturaleza acumulativa** si existen más de una colisión dentro del proyecto con posibles **afectaciones a especies NOM** y especies migratorias, causando daños de **duración permanente** con daños **irreversibles** al causar la muerte de las especies de aves presentes. Su valor de CIA es de **0.62** de **significancia**, tratándose de un **impacto notorio**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	4	3	2	4	4	8	O	33	0.62	Acumulativo/Especies NOM/irreversible

O3. Generación y manejo de Residuos Sólidos Urbanos

Durante la etapa de operación suelen generarse los siguientes tipos de residuos sólidos urbanos:

- Residuos orgánicos: restos de comida.
- Residuos inorgánicos, así como envolturas, latas, envases etc.

De acuerdo con el Atlas Nacional de Residuos Sólidos Urbanos de 2022, en Jalisco, la generación promedio de residuos sólidos urbanos (RSU) por persona es de **0.618 kg/hab/día**. Este dato se utilizará para estimar la cantidad total de RSU que se generará en

la etapa Operativa del proyecto tomando en cuenta la ocupación máxima estimada de habitantes para el proyecto, la cual es de **594 residentes**.

Para los cálculos relacionados con los trabajadores, se considerará un índice reducido de **0.309 kg/hab/día**, que corresponde a la generación de RSU por persona durante una jornada laboral, esto deriva de dividir el promedio por día entre dos. Se tomará en cuenta los días laborales de los empleados y el estimado de trabajadores de **20 trabajadores**.

Durante estas etapas habrá una vigilancia constante y personal destinado para garantizar la limpieza, orden y separación correcta de estos residuos.

Tabla V. 17. Estimación de generación de RSU anual en la etapa operativa del proyecto

Individuos		No. de días	RSU persona/kg/día	RSU total kg/año
Usuarios	594	365	0.835	181036.35
Trabajadores	20		0.4175	3047.75
Total				**184,084.1**

Es importante mencionar que la estimación anterior es en el supuesto de una ocupación máxima a lo largo del año, por tal motivo, es posible que la generación real de residuos durante la etapa de operación del proyecto sea menor. Dado que el proyecto está enfocado a compradores de alto valor adquisitivo, se prevé que den uso de las instalaciones ya sea de manera vacacional o como una segunda vivienda, por lo que se prevé que la ocupación a lo largo del año sea variable y no alcance su capacidad máxima de manera recurrente.

Aire

Contaminación del aire por los malos olores provenientes de materia orgánica

Este impacto es de **clase negativa**, ya que la emisión de gases derivados de la descomposición de materia orgánica, como restos vegetales, residuos sólidos urbanos y aguas negras, puede generar malos olores que disminuyen la calidad del aire en el sitio del proyecto y sus alrededores. Estos olores son el resultado de procesos de fermentación anaerobia, que liberan compuestos volátiles como amoníaco, sulfuros y ácidos grasos, los cuales pueden afectar el confort y bienestar de los trabajadores y la población cercana. Además de generar molestias, estos olores también tienen el potencial de generar impactos indirectos sobre la percepción del proyecto, ya que pueden generar rechazo y descontento en la comunidad local.

La **magnitud** del impacto se clasifica como **baja**, ya que los olores, si bien son notorios, no representan una afectación directa a la salud en concentraciones típicas. El **tiempo** de manifestación del efecto es **corto plazo**, comenzando con la acumulación o exposición prolongada de residuos sin tratamiento. La **certeza** del impacto es **baja**, ya que depende de factores como temperatura, humedad, viento y manejo específico de los residuos orgánicos. La **extensión** es **local**, pues afecta principalmente al sitio del proyecto y zonas aledañas. La **duración** del impacto es **temporal**, limitada al periodo de exposición de los residuos en descomposición. La **naturaleza** del impacto es **directa** ya que se origina inmediatamente por la descomposición de materia orgánica en el sitio. Tras su evaluación CIA, se obtuvo un valor de **0.17** de **significancia**, por lo que se determinó que se trata de un impacto **insignificante**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	1	3	2	2	1	2	0	O	15	0.17	

Agua

Contaminación de agua superficial por el arrastre de lixiviados orgánicos

Este impacto es de **clase negativa**, ya que la lixiviación de residuos sólidos urbanos puede provocar la contaminación de las aguas superficiales cercanas al sitio del proyecto. Los residuos sólidos urbanos, al descomponerse y entrar en contacto con el agua, liberan sustancias tóxicas y compuestos químicos que contaminan los cuerpos de agua. Este proceso de lixiviación genera la liberación de metales pesados, productos químicos orgánicos y otros contaminantes, los cuales pueden afectar la calidad del agua, en consecuencia, la salud de la población local que dependa de estos recursos hídricos.

La **magnitud** del impacto se clasifica como **media**, debido a que la lixiviación de residuos sólidos urbanos, que en total asciende a 184,084.1 kg al año, puede causar una contaminación de las aguas superficiales en el área del proyecto y sus alrededores. El **tiempo** de manifestación del efecto es a **corto plazo**, dado que la lixiviación es un proceso continuo que tarda tiempo en comenzar a presentarse. Los residuos empiezan a liberarse y por acciones externas como lluvia y un mal manejo pueden llegar cuerpos de agua o a infiltrarse en el subsuelo de áreas expuestas, afectando de manera rápida las fuentes de agua cercanas. La **certeza** del impacto es **baja**, ya que, aunque la lixiviación es un proceso conocido, la ocurrencia de una contaminación significativa depende de múltiples factores, como las prácticas de manejo de residuos, la impermeabilidad del suelo y la capacidad del

terreno para contener los contaminantes. Si se implementan medidas de gestión adecuadas y se controlan las fuentes de residuos, la probabilidad de que este impacto se materialice podría reducirse, además de que se espera que no se depositen residuos sobre suelo desnudo durante esta etapa. La **extensión** del impacto es **media**, afectando principalmente las aguas cercanas dentro del área de influencia., dependiendo de la permeabilidad del suelo y la dirección del flujo del agua subterránea. La **duración** del impacto es **permanente**, ya que la contaminación de las aguas debido a la lixiviación de residuos es difícil de remediar. La **naturaleza** del impacto es **acumulativa** sobre otros contaminantes que se puedan encontrar disueltos en los recursos hídricos del SAR, ya que una vez que las aguas subterráneas se contaminan, la restauración completa de la calidad del agua puede ser extremadamente costosa y llevar mucho tiempo, si es que es posible, por lo que, por esta razón, también se le denomina un **impacto residual**. Su evaluación mediante el CIA, se obtuvo un valor de **0.57** de **significancia**, por lo que se determinó que se trata de un impacto **perceptible**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	3	2	3	4	4	4	O	29	0.57	Acumulativo/residual

Suelo

Contaminación del suelo por la presencia de residuos solidos

Este impacto es de **clase negativa**, ya que la presencia de residuos sólidos genera la lixiviación de contaminantes. Los residuos sólidos urbanos, al descomponerse, liberan compuestos tóxicos como metales pesados, productos químicos orgánicos y otros contaminantes que pueden infiltrar el suelo. Este proceso de lixiviación resulta en la transferencia de sustancias peligrosas que alteran las características del suelo y afectan su capacidad para sostener la vegetación y los organismos del ecosistema.

La **magnitud** del impacto se clasifica como **baja**, dado que el suelo en la etapa de operación no se encontrará desnudo bajando la probabilidad de que los contaminantes se liberen en el suelo. La **certeza** del impacto es **baja**, ya que depende de varios factores como la permeabilidad del suelo, las medidas de manejo de residuos implementadas y la capacidad del terreno para filtrar los contaminantes. El **tiempo** de manifestación de la presencia de residuos es **inmediato**, sin embargo, el proceso de la lixiviación comienza aplazado un tiempo posterior a que los residuos se depositan en el suelo y el proceso de descomposición comienza a liberar contaminantes. La **extensión** del impacto es **local**, afectando

principalmente el área del proyecto. La **duración** del impacto es **temporal**, ya que los contaminantes permanecerán en el suelo, afectando su calidad y capacidad de regeneración hasta que sean retirados. La **naturaleza** del impacto es **acumulativa** sobre la presencia de residuos y la calidad del suelo en el SAR, ya que una vez que el suelo se contamina, la recuperación completa puede ser un proceso largo, que dependerá de los esfuerzos de remediación y de la naturaleza de los contaminantes liberados, sin embargo, es posible aplicar medidas. Su evaluación resulta en un valor de **0.26** de **significancia**, por lo que se determinó que se trata de un impacto **intrascendente**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	1	4	2	2	1	4	0	O	18	0.26	Acumulativo

Paisaje

Disminución de naturalidad por la acumulación de residuos

Este impacto es de **clase negativa**, ya que la presencia de residuos sólidos urbanos, residuos vegetales no gestionados o acumulaciones temporales de materiales durante las distintas etapas del proyecto puede alterar la percepción estética del entorno. La acumulación visible de desechos genera una imagen de descuido y reduce la sensación de naturalidad y armonía visual del paisaje, afectando tanto a los trabajadores como a visitantes o personas que transiten por las cercanías del sitio del proyecto.

La **magnitud** del impacto se considera **media**, ya que, aunque no afecta físicamente a los elementos naturales del paisaje, sí representa una alteración perceptual. El **tiempo** de manifestación es **inmediato**, comenzando desde el momento en que los residuos aparecen en el entorno sin manejo adecuado. La **certeza** del impacto es **baja**, ya que, aunque la presencia visible de residuos puede afectar la calidad escénica y la percepción del paisaje, este componente en particular presenta una valoración ambiental baja. La **extensión** del impacto es **local**, limitada al sitio del proyecto y áreas adyacentes con visibilidad directa. Su **duración** es **temporal**, ya que puede revertirse con el retiro de los residuos y acciones de restauración visual del entorno. La **naturaleza** del impacto es **acumulativa** al SAR, en tanto puede contribuir a la pérdida de la naturalidad en el entorno inmediato. Tras su evaluación, se obtuvo un valor de **0.34** de **significancia**, por lo que se determinó que se trata de un impacto **intrascendente**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	2	4	2	2	1	4	0	O	21	0.34	Acumulativo

O3. Consumo de agua y generación de aguas residuales

Agua

Disminución de la disponibilidad del agua por el consumo de agua

Este impacto es de **clase negativa** porque implica la extracción constante de agua potable del manto acuífero local para abastecer las necesidades del proyecto, lo cual puede contribuir al abatimiento del nivel freático, especialmente si no existe una recarga natural suficiente en la zona o si se suma a la demanda de otros desarrollos urbanos cercanos.

Con base en la cantidad máxima de personas proyectadas en el desarrollo, que es de 594 habitantes y 20 trabajadores, se estimó un consumo máximo de agua potable de **182.483 m³/día**, considerando una dotación de **217 litros por habitante por día**, la cual corresponde a la recomendación más alta para clima cálido subhúmedo y uso doméstico, así como un coeficiente de variación diaria de 1.4 (CONAGUA, 2007). En el caso de los trabajadores, se consideró únicamente medio día de estancia laboral, por lo que su aporte al consumo es proporcionalmente menor.

Es importante mencionar que la estimación anterior es en el supuesto de una ocupación máxima a lo largo del año, por tal motivo, es posible que el consumo de agua real del proyecto sea menor al estimado. Dado que el proyecto está enfocado a compradores de alto valor adquisitivo, se prevé que den uso de las instalaciones ya sea de manera vacacional o como una segunda vivienda, por lo que se prevé que la ocupación a lo largo del año sea variable y no alcance su capacidad máxima de manera recurrente. Esto disminuye en gran medida la cantidad de presión sobre el acuífero, sin embargo, aplicando el principio preventivo, se evalúa este impacto considerando una ocupación máxima sostenida a lo largo de la etapa.

Si bien este volumen puede considerarse moderado en comparación con la escala municipal, la acumulación del consumo de múltiples desarrollos en la región puede generar presión sobre los recursos hídricos subterráneos, especialmente en temporadas secas o ante eventos prolongados de escasa recarga.

Debido a lo anterior, la **magnitud** del impacto se considera **alta**, ya que el volumen de agua requerido es relevante en el contexto urbano. El **tiempo** de manifestación del impacto es a **largo plazo**, conforme se incremente el uso sostenido del recurso. La **certeza** del impacto es **media**, ya que el consumo de agua es inherente a la operación del proyecto. La **extensión** es **media**, ya que el efecto puede contribuir a la presión sobre el consumo de agua compartido por distintos usuarios en el área de influencia del proyecto. La **duración** del impacto es **permanente**, mientras el edificio esté habitado y en operación. La **naturaleza** del impacto es **acumulativa** porque el consumo de agua potable por parte del proyecto no ocurre de manera aislada, sino que se suma a la demanda hídrica generada por otros desarrollos residenciales, turísticos y comerciales en Puerto Vallarta. A medida que más construcciones se incorporan a la infraestructura urbana y aumentan la población flotante y residente, se incrementa también la extracción de agua del mismo acuífero, lo cual puede provocar un descenso gradual en los niveles del manto freático si no se garantiza una recarga adecuada o si la explotación supera su tasa de renovación natural, causando efectos irreversibles. Tras su evaluación, se obtuvo un valor de **0.63** de **significancia**, por lo que se clasifica como un **impacto notorio**.

C	M	T	Z	E	D	N	RA	Po	Importancia	Significancia	Repercusión
-	3	1	3	3	4	4	4	O	31	0.63	Acumulativo/irreversible

V.4 MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES

Tabla V. 18. Evaluación de impactos ambientales para la etapa de preparación

Matriz de evaluación de impactos negativos por actividad, componente, acción o indicador de impacto e impacto ambiental final (Preparación)															
Actividad	**Componente**	**Acción o indicador de impacto ambiental**	**Impacto ambiental**	**C**	**M**	**T**	**Z**	**E**	**D**	**N**	**RA**	**Po**	**Imp**	**Sig**	**Repercusión**
Inversión inicial	Economía	Adquisición de insumos	Aumento de la derrama económica	+	3	3	4	4	1	2	0	-	27	0.67	
Contratación de personal		Generación de empleos		+	2	4	4	4	1	2	0	-	25	0.59	
Instalación de obras provisionales	Aire	Generación de polvos y partículas suspendidas	Contaminación del aire	-	1	4	3	2	1	4	0	P	19	0.29	Acumulativo
	Paisaje	Implementación de infraestructura temporal	Pérdida de naturalidad	-	2	4	2	1	1	2	0	O	17	0.23	
Desmonte y despalme	Aire	Generación de polvos y partículas suspendidas	Contaminación del aire	-	2	4	3	3	1	4	0	P	24	0.43	Acumulativo
	Agua	Remoción de cobertura vegetal	Disminución de la infiltración	-	2	3	3	3	4	4	4	P	30	0.60	Acumulativo/residual
	Suelo	Exposición del suelo desnudo tras el desmonte	Erosión	-	2	3	4	2	4	2	4	P	27	0.51	Irreversible
	Flora	Remoción de cobertura vegetal	Perdida de individuos vegetales	-	2	3	4	2	4	4	4	P	29	0.51	Acumulativo/residual
		Cambio de uso de suelo	Perdida de superficie forestal	-	2	3	4	3	4	4	4	P	31	0.56	Acumulativo/residual
	Fauna	Cambio de uso de suelo	Disminución del hábitat	-	1	3	3	3	4	4	4	P	27	0.46	Acumulativo/Especies NOM
	Paisaje	Remoción de cobertura vegetal	Alteración del paisaje	-	1	3	3	2	4	2	4	C	23	0.40	Irreversible
Demolición de infraestructura actual	Aire	Generación de polvos y partículas suspendidas	Contaminación del aire	-	2	4	4	2	1	4	0	P	23	0.40	Acumulativo
	Agua	Arrastre de residuos solidos	Contaminación de agua superficial	-	2	4	2	3	1	2	0	P	21	0.34	
	Suelo	Presencia de residuos solidos	Contaminación del suelo	-	2	4	4	2	1	2	0	P	21	0.34	

Matriz de evaluación de impactos negativos por actividad, componente, acción o indicador de impacto e impacto ambiental final (Preparación)															
Actividad	**Componente**	**Acción o indicador de impacto ambiental**	**Impacto ambiental**	**C**	**M**	**T**	**Z**	**E**	**D**	**N**	**RA**	**Po**	**Imp**	**Sig**	**Repercusión**
	Paisaje	Presencia de residuos	Disminución de naturalidad	-	2	4	4	2	1	2	0	P	21	0.34	
Cortes y excavaciones	Aire	Generación de polvos y partículas suspendidas	Contaminación del aire	-	2	4	3	2	1	4	0	P	22	0.37	Acumulativo
	Suelo	Movimientos de tierra	Cambio estructural del suelo	-	3	3	4	2	4	4	4	P	32	0.66	Acumulativo/residual
	Paisaje	Cambios en la topografía	Alteración del paisaje	-	1	3	3	2	4	4	4	P	25	0.46	Acumulativo/irreversible
Contención de taludes	Agua	Impermeabilización del suelo	Disminución de la superficie de infiltración	-	2	4	2	1	1	2	0	P	17	0.23	
Nivelación del terreno	Aire	Generación de polvos y partículas suspendidas	Contaminación del aire	-	2	4	3	2	1	4	0	P	22	0.37	
	Suelo	Compactación del suelo	Reducción de la porosidad	-	2	3	4	2	4	4	4	P	29	0.57	Acumulativo/irreversible
Manejo de maquinaria-Etapa de Preparación	Aire	Emisión de gases de efecto invernadero	Contaminación del aire	-	1	4	4	3	1	4	0	P	22	0.37	Acumulativo
		Generación de altos niveles de ruido	Contaminación acústica	-	2	4	4	2	1	4	0	P	23	0.40	Acumulativo
	Agua	Infiltración de hidrocarburos	Contaminación de agua subterránea	-	3	3	2	3	4	1	4	P	29	0.57	Residual
		Arrastre de residuos peligrosos	Contaminación de agua superficial	-	3	4	2	3	4	1	4	P	30	0.60	Residual
	Suelo	Compactación del suelo	Reducción de la porosidad	-	1	3	3	2	4	4	4	P	25	0.46	Acumulativo/irreversible
		Derrame de hidrocarburos y otras sustancias	Contaminación del suelo	-	2	4	3	1	4	4	4	P	27	0.51	Acumulativo/residual
	Fauna	Manejo de maquinaria	Mortalidad de individuos	-	2	4	2	2	4	4	4	P	28	0.49	Acumulativo/Sp NOM

Matriz de evaluación de impactos negativos por actividad, componente, acción o indicador de impacto e impacto ambiental final (Preparación)																
Actividad	**Componente**	**Acción o indicador de impacto ambiental**	**Impacto ambiental**	**C**	**M**	**T**	**Z**	**E**	**D**	**N**	**RA**	**Po**	**Imp**	**Sig**	**Repercusión**
Generación y manejo de RSU, RME y RP	Aire	Malos olores provenientes de materia orgánica	Contaminación del aire	-	1	3	3	2	1	2	0	P	16	0.20	
	Agua	Arrastre de residuos solidos	Contaminación de agua superficial	-	1	3	2	3	4	4	4	P	26	0.49	Acumulativo/residual
		Arrastre de residuos peligrosos		-	2	4	2	3	4	4	4	P	30	0.60	Acumulativo/residual
		Infiltración de lixiviados orgánicos	Contaminación de agua subterránea	-	1	3	3	3	4	1	4	P	24	0.43	Residual
	Suelo	Presencia de residuos solidos	Contaminación del suelo	-	2	4	3	2	1	4	0	P	22	0.37	Acumulativo
		Derrame de hidrocarburos y otros residuos		-	2	4	3	1	4	4	4	P	27	0.51	Acumulativo/irreversible
		Derrame de lixiviados de materia orgánica		-	1	3	3	1	4	4	4	P	23	0.40	Acumulativo/residual
	Paisaje	Acumulación de residuos	Disminución de naturalidad	-	1	4	3	2	1	2	0	P	17	0.23	

Tabla V. 19. Evaluación de impactos ambientales para la etapa de construcción

Matriz de evaluación de impactos ambientales por actividad, componente, acción o indicador de impacto e impacto ambiental final (Construcción)															
Actividad	**Componente**	**Acción o indicador de impacto ambiental**	**Impacto ambiental**	**C**	**M**	**T**	**Z**	**E**	**D**	**N**	**RA**	**Po**	**Imp**	**Sig**	**Repercusión**
Cimentación	Aire	Generación de polvos y partículas suspendidas	Contaminación del aire	-	1	4	3	2	1	4	0	C	19	0.29	Acumulativo
	Agua	Cimentación	Alteración del balance hídrico	-	3	3	4	3	4	2	4	C	32	0.66	Irreversible
	Suelo	Cimentación	Cambio estructural del suelo	-	3	3	3	2	4	4	4	C	31	0.63	Acumulativo/residual
	Paisaje	Cambios en la topografía	Alteración del paisaje	-	1	3	2	2	4	2	0	C	18	0.26	
Construcción de la estructura	Aire	Generación de polvos y partículas suspendidas	Contaminación del aire	-	1	4	3	2	1	4	0	C	19	0.29	Acumulativo
	Agua	Impermeabilización del suelo	Disminución de la superficie de infiltración	-	3	3	4	3	4	4	4	C	34	0.71	Acumulativo/residual
	Suelo	Compactación del suelo	Reducción de porosidad	-	2	3	3	2	4	4	4	C	28	0.54	Acumulativo/irreversible
	Paisaje	Altura de la torre	Modificación del paisaje	-	2	2	3	3	4	4	4	C	29	0.57	Acumulativo/irreversible
Instalación de redes de servicios generales	Aire	Generación de polvos y partículas suspendidas	Contaminación del aire	-	1	4	3	1	1	4	0	C	17	0.23	Acumulativo
	Agua	Arrastre de residuos solidos	Contaminación de agua superficial	-	1	3	2	3	4	4	4	C	26	0.49	Acumulativo/residual
	Suelo	Presencia de residuos solidos	Contaminación del suelo	-	1	4	3	1	1	4	0	C	17	0.23	Acumulativo
Acabados	Aire	Emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV)	Contaminación atmosférica	-	1	4	3	1	1	2	0	C	15	0.17	
	Fauna	Modificación del hábitat	Mortalidad de individuos	-	2	4	3	2	4	4	8	C	33	0.62	Acumulativo/Especies NOM/irreversible
Desinstalación de obras provisionales															
Generación y manejo de RSU, RME y RP	Aire	Malos olores provenientes de materia orgánica	Contaminación del aire	-	1	3	2	2	1	2	0	C	15	0.17	

Matriz de evaluación de impactos ambientales por actividad, componente, acción o indicador de impacto e impacto ambiental final (Construcción)																
Actividad	**Componente**	**Acción o indicador de impacto ambiental**	**Impacto ambiental**	**C**	**M**	**T**	**Z**	**E**	**D**	**N**	**RA**	**Po**	**Imp**	**Sig**	**Repercusión**
	Agua	Infiltración de lixiviados orgánicos	Contaminación de agua subterránea	-	2	2	2	3	4	1	4	C	25	0.46	Residual
		Arrastre de residuos solidos	Contaminación de agua superficial	-	1	3	2	3	4	4	4	C	26	0.49	Acumulativo/residual
		Arrastre de residuos peligrosos		-	2	4	2	3	4	4	4	C	30	0.60	Acumulativo/residual
	Suelo	Presencia de residuos solidos	Contaminación del suelo	-	1	4	2	2	1	4	0	C	18	0.26	Acumulativo
		Derrame de hidrocarburos y otros residuos		-	2	4	2	1	4	4	4	C	26	0.49	Acumulativo/irreversible
		Derrame de lixiviados de materia orgánica		-	1	3	2	1	4	4	4	C	22	0.37	Acumulativo/residual
	Paisaje	Acumulación de residuos	Disminución de naturalidad	-	1	4	2	2	1	4	0	C	18	0.26	Acumulativo
Manejo de maquinaria-Etapa de Construcción	Aire	Emisión de gases de efecto invernadero	Contaminación del aire	-	2	4	3	2	1	4	0	C	22	0.37	Acumulativo
		Generación de altos niveles de ruido	Contaminación acústica	-	2	4	3	2	1	4	0	C	22	0.37	Acumulativo
	Agua	Infiltración de hidrocarburos	Contaminación de agua subterránea	-	2	2	2	3	4	1	4	C	25	0.46	Residual
		Arrastre de residuos peligrosos	Contaminación de agua superficial	-	2	4	2	3	4	4	4	C	30	0.60	Acumulativo/residual
	Suelo	Compactación del suelo	Reducción de porosidad	-	1	3	2	2	4	4	4	C	24	0.43	Acumulativo/irreversible
		Derrame de hidrocarburos y otras sustancias	Contaminación del suelo	-	2	4	2	1	4	4	4	C	26	0.49	Acumulativo/irreversible
	Fauna	Manejo de maquinaria	Mortalidad de individuos	-	2	4	2	2	4	4	8	C	32	0.59	Acumulativo/Especies NOM/irreversible

Tabla V. 20. Evaluación de impactos ambientales para la etapa de operación

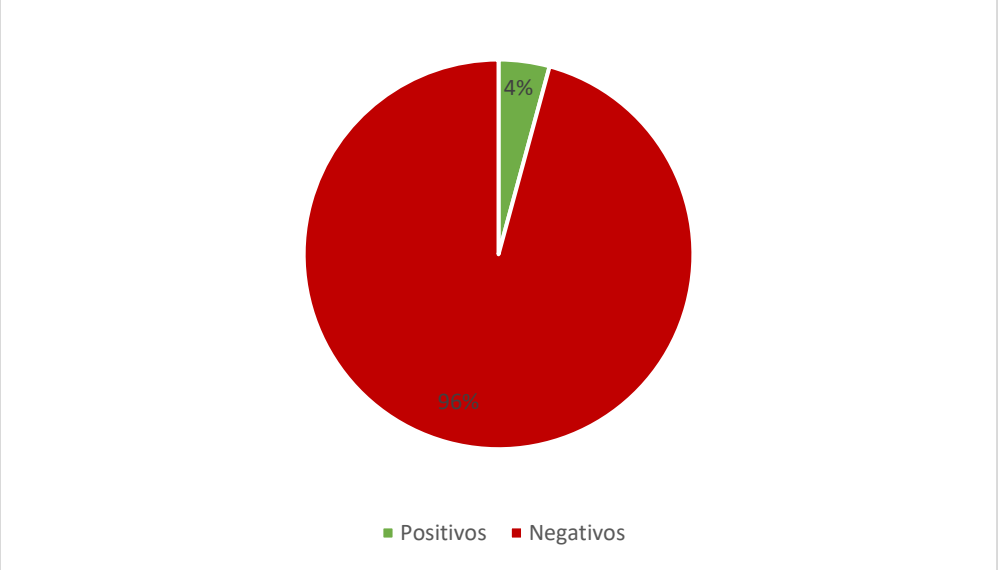
Matriz de evaluación de impactos ambientales por actividad, componente, acción o indicador de impacto e impacto ambiental final (Operación)															
Actividad	**Componente**	**Acción o indicador de impacto ambiental**	**Impacto ambiental**	**C**	**M**	**T**	**Z**	**E**	**D**	**N**	**RA**	**Po**	**Imp**	**Sig**	**Repercusión**
Contratación de personal de la región	Economía	Generación de empleos	Aumento de la derrama económica	+	2	4	3	3	1	2	0	O	22	0.48	
Mantenimiento de infraestructura	Fauna	Modificación del hábitat	Mortalidad de individuos	-	2	4	3	2	4	4	8	O	33	0.62	Acumulativo/Especies NOM/irreversible
Generación y manejo de Residuos Sólidos Urbanos	Aire	Malos olores provenientes de materia orgánica	Contaminación del aire	-	1	3	2	2	1	2	0	O	15	0.17	
	Agua	Arrastre de lixiviados orgánicos	Contaminación de agua superficial	-	2	3	2	3	4	4	4	O	29	0.57	Acumulativo/residual
	Suelo	Presencia de residuos solidos	Contaminación del suelo	-	1	4	2	2	1	4	0	O	18	0.26	Acumulativo
	Paisaje	Acumulación de residuos	Disminución de naturalidad	-	2	4	2	2	1	4	0	O	21	0.34	Acumulativo
Consumo de agua y generación de aguas residuales	Agua	Consumo de agua	Disminución de disponibilidad del agua	-	3	1	3	3	4	4	4	O	31	0.63	Acumulativo/irreversible

V.5. RESULTADOS

Clase de los impactos

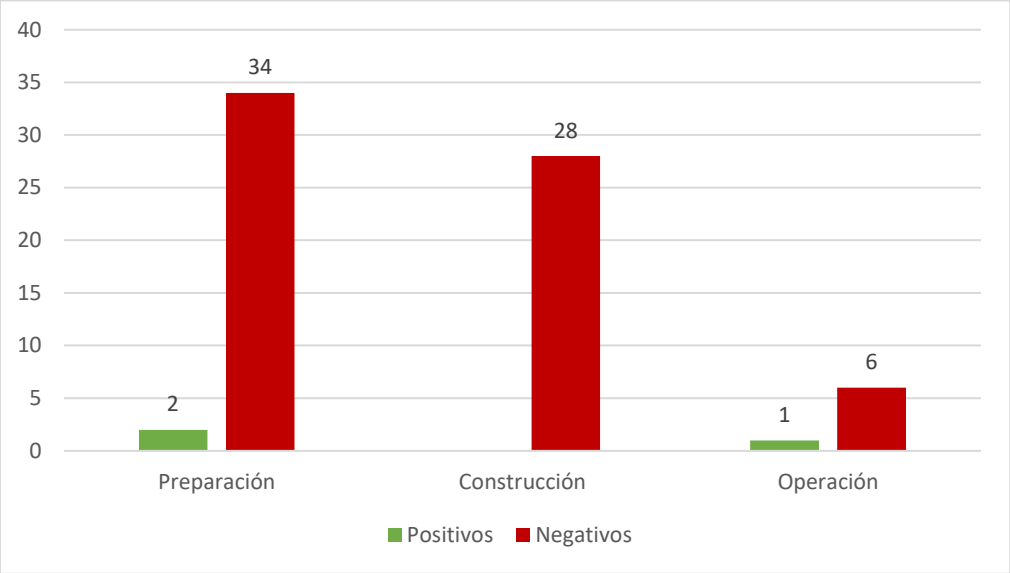
Se identificaron 71 posibles impactos ambientales, de los cuales el 4% está representado por impactos positivos, contrastando con el 96% de los impactos negativos. Como se hace mención en el manuscrito, se tienen tres etapas durante del desarrollo del proyecto, donde las tres tienen diferente número de actividades y por consiguiente presentan disparidad en el número de impactos descritos en cada una de las etapas.

Figura V. 16. Impactos positivos y negativos



En la etapa de Preparación se identificaron la mayor cantidad de impactos, en total se describieron 36 impactos de los cuales 34 son de clase negativa y solo 2 de clase positiva. Continuando con la etapa de Construcción, en total se identificaron 28 impactos potenciales siendo todos de clase negativa; finalmente en la etapa de Operación se realizarán una menor cantidad de actividades, por lo tanto, también se identificaron menor cantidad de impactos, en total se tienen 7 de los cuales 6 son de clase negativa y uno de clase positiva.

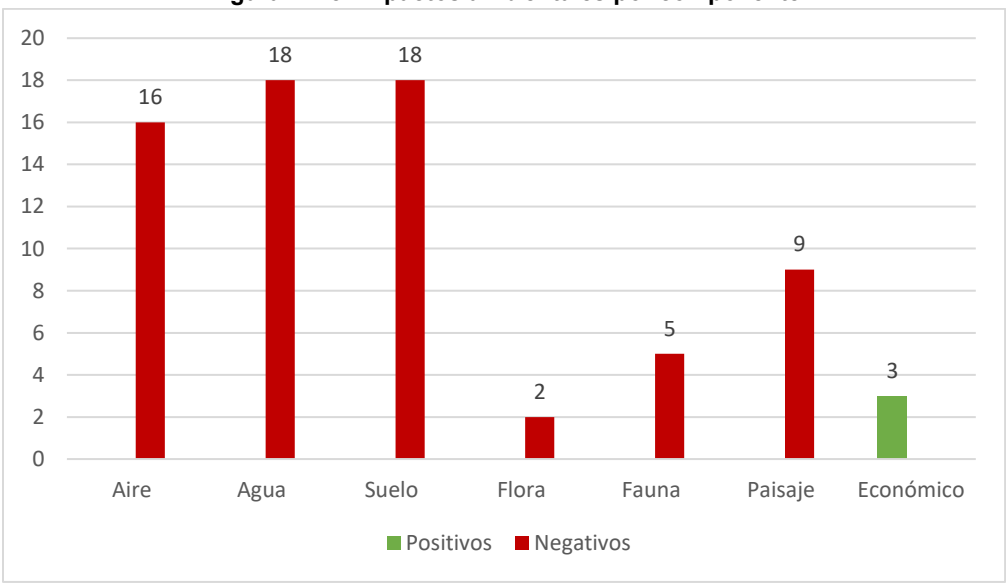
Figura V. 17. Impactos por clase y etapa



Impactos ambientales por componente

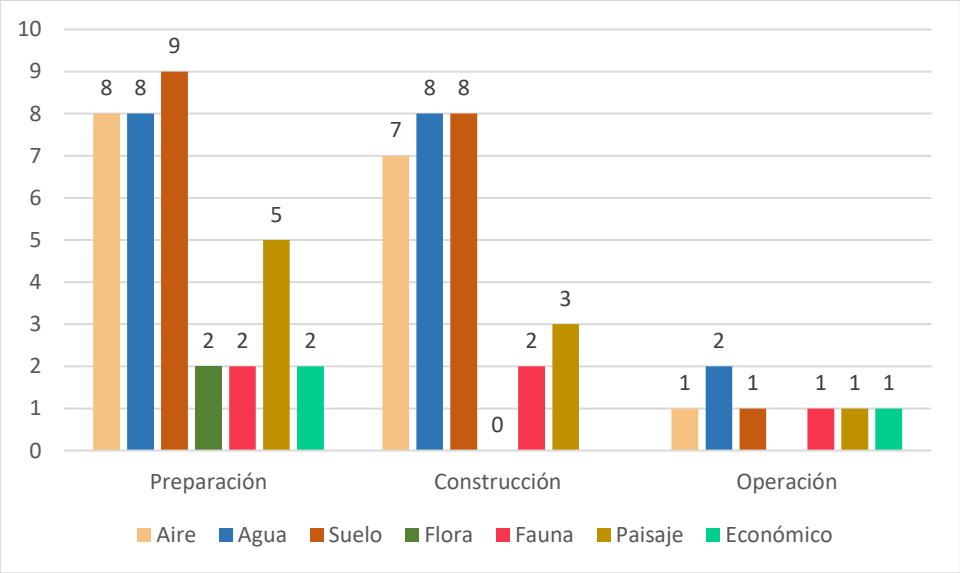
En total se tienen 7 componentes a los cuales van dirigidos los impactos ambientales, solamente el componente económico tendrá 3 impactos positivos y el resto tendrá solo impactos de clase negativa. Los componentes agua y suelo serán los más susceptibles, con 18 impactos potenciales identificados para cada componente. Seguido por el aire con 16 impactos potenciales, en tanto el paisaje supone 9 y con menor cantidad de impactos se encuentran la fauna con 5 y la flora con solo 2 impactos potenciales identificados.

Figura V. 18. Impactos ambientales por componente



La etapa de Preparación en su componente suelo cuenta con 9 posibles impactos negativos, seguido por el aire y agua con 8 cada uno y paisaje con 5. Además, para la etapa de construcción se consideran 2 impactos potenciales sobre la fauna y 2 sobre la vegetación, así como 2 impactos de clase positiva dirigidos al componente económico. Para la etapa de Construcción fue observable que los componentes agua y suelo cuentan con 8 impactos potenciales negativos y el aire con 7, 3 sobre el paisaje y 2 sobre la fauna del sitio. Finalmente, la etapa de Operación y mantenimiento enfoca sus impactos sobre el componente agua con 2 y los componentes aire, suelo, fauna y paisaje con 1 impacto potencial detectado y 1 de clase positiva hacia el componente económico.

Figura V. 19. Componentes de los impactos ambientales por etapa



Significancia de los impactos

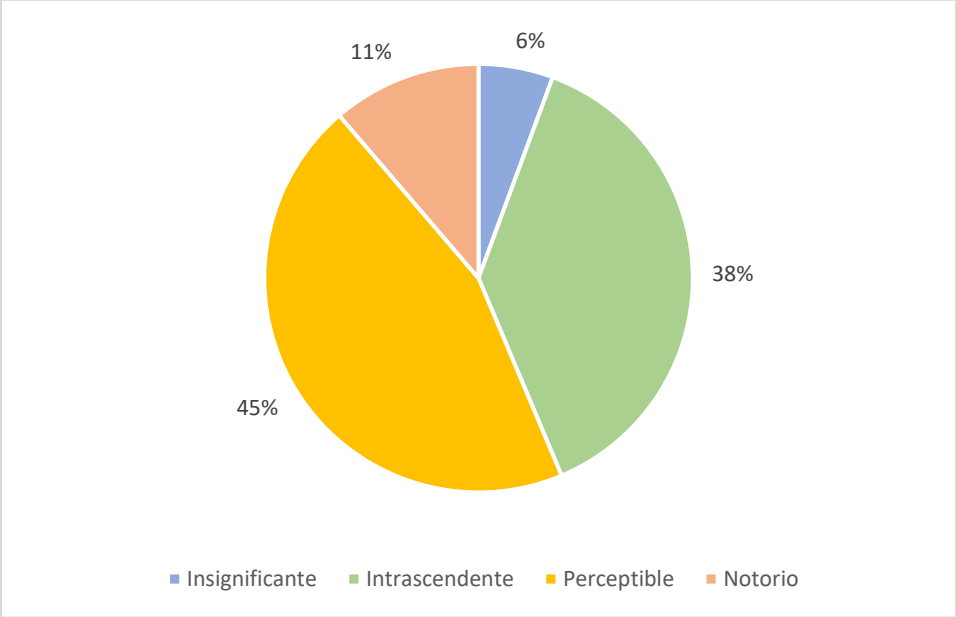
Una vez obtenidos los resultados sobre la relevancia de los impactos ambientales que se generarán durante el proyecto, se procedió con la evaluación de su significancia. Para identificar fácilmente la significancia de cada impacto con respecto de los otros, se estableció una gama colorimétrica de identificación de la significancia, cuya clasificación se muestra en la siguiente tabla.

Tabla V. 21. Colorimetría utilizada en la matriz de significancia

	Impacto insignificante
	Impacto intrascendente
	Impacto perceptible
	Impacto notorio
	Impacto significativo

En la siguiente figura se muestra la distribución de la significancia de los impactos identificados para todo el proyecto, en la cual es posible observar que la mayoría de los impactos serán los perceptibles, los cuales representan el 45%, seguidos por los impactos intrascendentes, representando el 38% total, continuando con los impactos notorios los cuales representan el 11%, seguido de los impactos insignificantes con el 6%. No se identificaron impactos significativos.

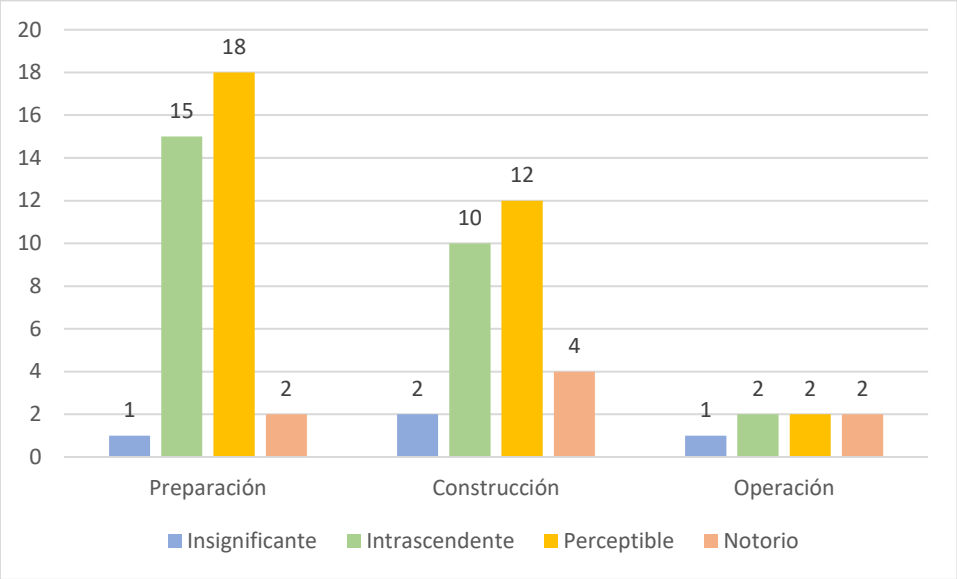
Figura V. 20. Significancia de los impactos



Significancia de los impactos por etapa

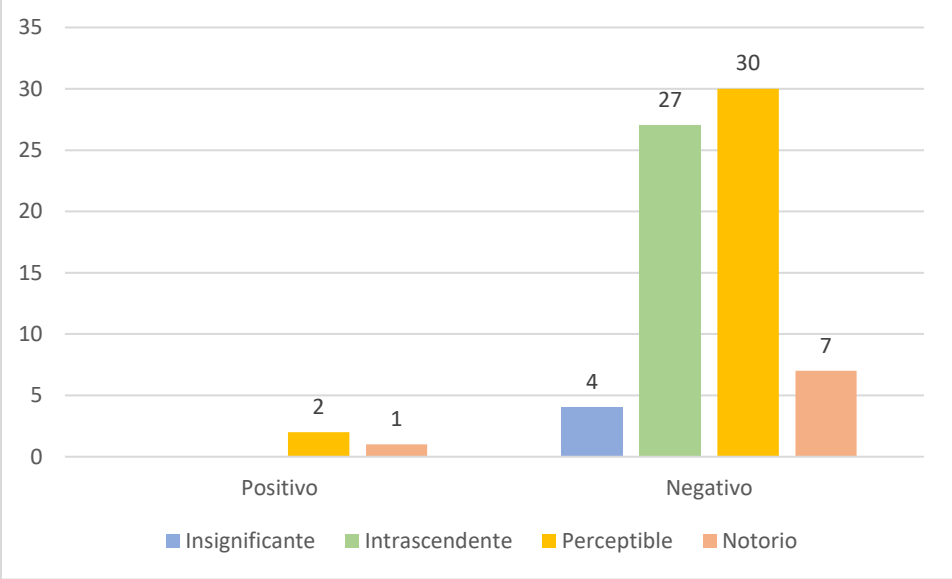
En la etapa de Preparación los impactos se clasificaron según su significancia, fue posible observar que hay 15 impactos intrascendentes y 18 perceptibles, 2 notorios y 1 insignificante. Para la etapa de Construcción resultaron 12 impactos potenciales perceptibles, 10 intrascendentes, 4 notorios y 2 insignificantes. Finalmente, en la etapa de Operación los impactos se identificaron como 2 intrascendentes, 2 perceptibles y 2 notorios y 1 insignificante. En ninguna etapa del proyecto se registraron impactos significativos.

Figura V. 21. Significancia de los impactos por etapa del proyecto



La significancia de los impactos se carga hacia los impactos de clase negativa, resultando en una presencia de 27 impactos intrascendentes y 30 perceptibles, 7 notorios y 4 impactos insignificantes. Dentro de los impactos positivos se identifican 2 perceptibles y un notorio.

Figura V. 22. Significancia de los impactos positiva y negativa



Impactos notorios

Derivado de la aplicación de la matriz de evaluación de impacto ambiental, se estimó la significancia de los impactos, clasificándolos según el índice de significancia. De los resultados se extrae que un total de 8 impactos potenciales presentan una significancia

notoria, siendo los impactos que más resaltan de esta clasificación. De estos, uno es un impacto positivo que será generado durante la etapa de preparación, sin embargo, 7 de los impactos son de clase negativa.

Los impactos negativos de significancia notoria que podrían ser generados por la implementación del proyecto son inherentes a la naturaleza de un proyecto que busca la construcción de un desarrollo habitacional que, además, requerirá el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

Los movimientos de tierra y la implementación de la estructura de la torre generarán impactos que afectarán al suelo del área del proyecto cuya repercusión no se presentará en el SAR dado que el alcance de estas afectaciones es local. Por otro lado, se presentarán afectaciones al componente agua al alterar el balance hídrico por el propio consumo de agua y la disminución de la superficie impermeable. No obstante, esta afectación, respecto a la aportación del SAR a la recarga del recurso hídrico es insignificante, pero sí relevante a nivel local, por lo que deben considerarse medidas que mitiguen y compensen este impacto. Finalmente, a pesar de que el área del proyecto se encuentre en una zona urbanizada, en el predio se encuentra terreno forestal que ha sido utilizado por la fauna como área de descanso, por lo que la perdida de esta superficie supondría un impacto directo a la fauna, principalmente a las aves. En este sentido, la diversidad de avifauna en el SAR, en comparación con el área del proyecto, es significativamente mayor, contrastando 72 especies en el SAR contra 19 en el predio, lo cual se debe a que en el SAR se encuentran áreas con vegetación mejor conservada y en mayor extensión que la encontrada en el área del proyecto, como puede ser el manglar encontrada en el “Estero El Salado”.

Los impactos anteriormente mencionados no llegarán a ser significativos desde una perspectiva regional dado que, por la extensión del predio, las características del proyecto y el estado de conservación de la vegetación forestal, los impactos potenciales no afectarán significativamente al estado de conservación de los ecosistemas del SAR, tampoco generarán un deterioro ambiental y tienen la posibilidad de ser prevenidos, mitigados y, en su caso, compensados, de tal manera que en el SAR se mantengan los ciclos biológicos, los servicios ecosistémicos de la vegetación y se realice un aprovechamiento de los recursos naturales que asegure que el proyecto se desarrolle de manera sustentable. Para ello, han sido diseñadas diferentes medidas de mitigación que abordan los impactos potenciales con la finalidad de prevenirlos, disminuir su magnitud, extensión o, en su caso, compensar aquellos impactos que no pueden ser mitigados.

Tabla V. 22. Impactos potenciales notorios por etapa de proyecto

Etapa	Impactos notorios	Medidas
Preparación	Aumento de la derrama económica por adquisición de insumos	No aplica
	Cambio estructural del suelo por movimiento de tierras	Delimitación de obra y accesos de maquinaria Control de la compactación del suelo
Construcción	Alteración del balance hídrico por cimentación	Zanja de infiltración
	Cambio estructural del suelo por cimentación	Delimitación de obra y accesos de maquinaria Control de la compactación del suelo
	Disminución de la superficie de infiltración por impermeabilización del suelo	Zanja de infiltración
	Mortalidad de individuos por modificación del hábitat	Monitoreo, manejo y reubicación de fauna Programa de manejo y reubicación de Iguana Verde (*Iguana rhinolopha*) Control de luminaria Programa de prevención de colisiones de la avifauna
Operación	Mortalidad de individuos por modificación del hábitat	Control de luminaria Programa de prevención de colisiones de la avifauna Programa de manejo y reubicación de Iguana Verde (*Iguana rhinolopha*)
	Disminución de disponibilidad del agua por consumo de agua	Zanja de infiltración Programa de reforestación de manglar Instalación de señalamientos de seguridad y cuidado del medio ambiente

V.5.1. Impactos residuales

Los impactos residuales son aquellos efectos negativos sobre el ambiente que persisten aun después de haber aplicado las medidas de mitigación propuestas durante la planeación y ejecución del proyecto. Estos impactos, aunque generalmente son de menor magnitud que los impactos potenciales iniciales, pueden seguir generando efectos adversos sobre ciertos componentes ambientales, sociales o económicos.

Impactos residuales con potencial de ocurrir en el proyecto. En total se identificaron 21 impactos residuales en las tres etapas que conforman el Proyecto, lo cual representa el 29.5% del total de los impactos evaluados. En la etapa de Preparación se identificaron 11, en la etapa de Construcción 9 y para la etapa de Operación se identificó 1 impacto residual.

Los impactos residuales afectan al aire, suelo, fauna y agua. Se entiende la importancia de estos componentes, por lo que se tendrá especial cuidado para evitar que estos se contaminen. En el Capítulo VII “Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional”, el cual se presenta en este DTU-BR, se presenta a mejor detalle las estrategias y medidas a seguir, para cumplir estos objetivos. A continuación, se presentan las medidas que buscan reducir los efectos potenciales de los impactos residuales, las medidas aplicables para cada uno de los impactos en las etapas de Preparación y Construcción son la Gerencia Ambiental, la Platica de concientización ambiental, Uso de equipo de protección personal, Instalación de señalamientos de seguridad y cuidado ambiental.

Tabla V. 23. Impactos potenciales residuales identificados por etapa del proyecto

Etapa	Impactos Residuales	Medidas
Preparación	Disminución de la infiltración por la remoción de cobertura vegetal	Zanja de infiltración Programa de reforestación en el predio Programa de reforestación de manglar Programa de Rescate y reubicación de flora
	Pérdida de individuos vegetales por la remoción de cobertura vegetal	Programa de reforestación en el predio Programa de Rescate y Reubicación de flora
	Pérdida de superficie forestal por cambio de uso de suelo	Programa de reforestación en el predio Programa de reforestación de manglar Programa de rescate y reubicación de flora
	Cambio estructural del suelo por movimiento de tierras	Delimitación de obra y accesos de maquinaria Control de la compactación del suelo
	Contaminación de agua subterránea por infiltración de hidrocarburos	Delimitación de obra y accesos de maquinaria Mantenimiento de vehículos y maquinaria
	Contaminación de agua superficial por arrastre de residuos peligrosos	Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial Delimitación de obra y accesos de maquinaria Mantenimiento de vehículos y maquinaria Barreras físicas flotantes

		Programa de reforestación de manglar
	Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburos y otras sustancias	Delimitación de obra y accesos de maquinaria Mantenimiento de vehículos y maquinaria
	Contaminación de agua superficial por arrastre de residuos sólidos	Manejo de residuos sólidos urbanos Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial Barreras físicas flotantes
	Contaminación de agua subterránea por infiltración de lixiviados orgánicos	Instalación de sanitarios portátiles Manejo de residuos sólidos urbanos Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial
	Contaminación del suelo por derrame de lixiviados de materia orgánica	Instalación de sanitarios portátiles Manejo de residuos sólidos urbanos Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial
Construcción	Cambio estructural del suelo por cimentación	Delimitación de obra y accesos de maquinaria Control de la compactación del suelo
	Disminución de la superficie de infiltración por impermeabilización del suelo	Zanja de infiltración
	Reducción de porosidad por la compactación del suelo	Delimitación de obra y accesos de maquinaria Control de la compactación del suelo Programa de reforestación en el predio
	Contaminación de agua superficial por el arrastre de residuos solidos	Manejo de residuos sólidos urbanos Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial Barreras físicas flotantes
	Contaminación de agua subterránea por infiltración de lixiviados orgánicos	Instalación de sanitarios portátiles Manejo de residuos sólidos urbanos Manejo de residuos peligrosos y manejo especial
	Contaminación de agua superficial por arrastre de residuos peligrosos	Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial Delimitación de obra y accesos de maquinaria Mantenimiento de vehículos y maquinaria Barreras físicas flotantes
	Contaminación del suelo por derrame de lixiviados de materia orgánica	Instalación de sanitarios portátiles Manejo de residuos sólidos urbanos Manejo de residuos peligrosos y manejo especial

	Contaminación de agua subterránea por infiltración de hidrocarburos	Delimitación de obra y accesos de maquinaria Mantenimiento de vehículos y maquinaria
Operación	Contaminación de agua superficial por arrastre de lixiviados	Manejo de residuos sólidos urbanos

V.5.2. Impactos irreversibles

Los impactos irreversibles en el medio ambiente se refieren a los cambios que ocurren en un ecosistema y que son tan significativos que no pueden ser revertidos a su estado original, al menos en un plazo de tiempo razonable o con tecnologías y recursos disponibles. Estos cambios pueden incluir la pérdida irreversible de biodiversidad, la degradación del suelo, la contaminación del agua o del aire y la pérdida de hábitats naturales.

Además, es importante adoptar prácticas y tecnologías que minimicen el impacto ambiental. Esto incluye técnicas de construcción sostenible, el uso responsable de los recursos naturales, la gestión adecuada de los desechos o la adopción de energías renovables.

Impactos irreversibles con potencial de ocurrir en el proyecto. En total se identificaron 16 impactos irreversibles en las tres etapas, lo cual representa el 22.5% del total de los impactos evaluados. En la etapa de Preparación se identifican 6, en la etapa de Construcción 8 impactos potenciales irreversibles y en la etapa de Operación 2. Donde resultan potencialmente afectados los componentes ambientales, suelo, el paisaje, el agua y el aire. Se entiende la importancia del paisaje y la calidad del agua existente, así como la calidad del aire en entornos urbanos, por lo que se tendrá especial cuidado para evitar, en medida de lo posible, que se genere cualquier tipo de contaminación y afectaciones a los componentes. En el Capítulo VII “Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional”, se tiene a mejor detalle las estrategias y medidas a seguir, para cumplir estos objetivos.

Tabla V. 24. Impactos potenciales irreversibles por etapa del proyecto

Etapa	Impactos Irreversibles	Medidas
Preparación	Erosión por la exposición del suelo desnudo tras el desmonte	Programa de reforestación en el predio Programa de rescate y reubicación de flora
	Alteración del paisaje por la remoción de cobertura vegetal	Programa de reforestación en el predio Programa de reforestación de manglar

		Programa de rescate y reubicación de flora
	Alteración del paisaje por cambios en la topografía	Delimitación de obra y accesos de maquinaria
	Reducción de la porosidad por la compactación del suelo	Delimitación de obra y accesos de maquinaria Control de la compactación del suelo Programa de reforestación en el predio
	Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburos y otros residuos	Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial Mantenimiento de vehículos y maquinaria Manejo de residuos sólidos urbanos
Construcción	Alteración del balance hídrico por cimentación	Zanja de infiltración
	Reducción de porosidad por compactación del suelo	Delimitación de obra y accesos de maquinaria Control de la compactación del suelo Programa de reforestación en el predio
	Modificación del paisaje por la altura de la torre	Programa de reforestación en el predio Programa de residuos peligrosos y de manejo especial
	Mortalidad de individuos por modificación del hábitat	Monitoreo, manejo y reubicación de fauna Control de luminaria Programa de prevención de colisiones de la avifauna Programa de manejo y reubicación de Iguana Verde (*Iguana rhinolopha*)
	Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburos y otros residuos	Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial Mantenimiento de vehículos y maquinaria Manejo de residuos sólidos urbanos
	Contaminación del suelo por el derrame de hidrocarburos y otras sustancias	Delimitación de obra y accesos de maquinaria Mantenimiento de vehículos y maquinaria
	Mortalidad de individuos por manejo de maquinaria	Delimitación de obra y accesos de maquinaria

		Monitoreo, manejo y reubicación de fauna Programa de manejo y reubicación de Iguana verde (*Iguana rhinolopha*) Control de luminaria
Operación	Mortalidad de individuos por modificación del hábitat	Control de luminaria Programa de prevención de colisiones de la avifauna Programa de manejo y reubicación de Iguana Verde (*Iguana rhinolopha*) Programa de monitoreo, manejo y reubicación de fauna
	Disminución de disponibilidad de agua por el consumo de agua	Zanja de infiltración Programa de reforestación de manglar Instalación de señalamientos de seguridad y cuidado del medio ambiente

V.5.3. Especies NOM

Los impactos a especies NOM se refieren a los efectos negativos, tanto directos como indirectos, que puede generar un proyecto sobre especies de flora y fauna silvestre que se encuentran registradas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Esta norma es un instrumento de regulación ambiental emitido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), cuyo propósito es identificar y clasificar a las especies mexicanas en riesgo, con el fin de establecer medidas para su protección, conservación y recuperación.

Impactos sobre especies NOM con potencial de ocurrir en el proyecto. En total se identificaron 5 impactos con afectaciones a especies NOM en las tres etapas, lo cual representa el 7% del total de los impactos evaluados. En las etapas de Preparación y Construcción se identifican 2 impactos en cada etapa y 1 en la etapa de Operación se. En este caso, se potencializa la afectación a especies NOM dentro del componente fauna en el predio por las obras o actividades. Estos impactos pueden derivarse principalmente de actividades como la remoción de vegetación, el movimiento de maquinaria, el ruido y la modificación del hábitat, lo que provoca la pérdida directa de cobertura vegetal, por consiguiente, el desplazamiento de especies o incluso la fragmentación de ecosistemas.

En el caso de la fauna silvestre, los efectos negativos pueden manifestarse en forma de alteración de patrones de movilidad, perturbación de ciclos reproductivos y pérdida de zonas de refugio o alimentación. Las especies más vulnerables serán aquellas con requerimientos de hábitat más específicos, baja tolerancia a la presencia humana o baja movilidad. Además, existe el riesgo de mortalidad directa por atropellamientos, caídas en excavaciones o interacción con maquinaria pesada, así como colisiones de la avifauna debido a la altura de la torre. En el Capítulo VII “Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional”, se tiene a mejor detalle las estrategias y medidas a seguir, para evitar estos impactos.

Tabla V. 25. Impactos a especies NOM por etapa

Etapa	Impactos a Especies NOM	Medidas
Preparación	Disminución del hábitat por cambio de uso de suelo	Programa de reforestación en el predio Monitoreo, manejo y reubicación de fauna Programa de manejo y reubicación de Iguana verde (*Iguana rhinolopha*) Control de luminaria Programa de reforestación de manglar Programa de Rescate y Reubicación de flora
	Mortalidad de individuos por manejo de maquinaria	Delimitación de obra y accesos de maquinaria Monitoreo, manejo y reubicación de fauna Programa de manejo y reubicación de Iguana verde (*Iguana rhinolopha*) Control de luminaria
Construcción	Mortalidad de individuos por modificación del hábitat	Control de luminaria Programa de prevención de colisiones de la avifauna Monitoreo, manejo y reubicación de fauna Programa de manejo y reubicación de Iguana verde (*Iguana rhinolopha*)
	Mortalidad de individuos por manejo de maquinaria	Delimitación de obra y accesos de maquinaria Monitoreo, manejo y reubicación de fauna Programa de manejo y reubicación de Iguana verde (*Iguana rhinolopha*) Control de luminaria
Operación	Mortalidad de individuos por modificación del hábitat	Control de luminaria Programa de prevención de colisiones de la avifauna

		Monitoreo, manejo y reubicación de fauna Programa de manejo y reubicación de Iguana verde (*Iguana rhinolopha*)

V.5.4. Impactos acumulativos

Los impactos acumulativos son aquellos que resultan de la suma de efectos generados por diversas acciones humanas a lo largo del tiempo, ya sea dentro del mismo proyecto o en combinación con otros proyectos o actividades desarrolladas en la misma región. A diferencia de los impactos directos o puntuales, los impactos acumulativos pueden no ser inmediatamente perceptibles, pero su efecto conjunto puede ser significativo en términos ecológicos, sociales y económicos.

Impactos acumulativos con potencial de ocurrir en el proyecto. En total se identificaron 48 impactos acumulativos pertenecientes a las 3 etapa. Estos representan el 67.6% del total de los impactos evaluados. En la etapa de Preparación se registraron 21 impactos, en la etapa de Construcción se contabilizaron 22 y, por último, en la etapa de Operación se identificaron 5 impactos potenciales.

Tabla V. 26. Impactos acumulativos por etapa

Etapa	Impactos Acumulativos	Medidas
Preparación	Contaminación del aire por la generación de polvos y partículas suspendidas	Disminución de polvos Delimitación de obra y accesos de maquinaria
	Disminución de la infiltración por la remoción de cobertura vegetal	Zanja de infiltración Programa de reforestación en el predio Programa de reforestación de manglar Programa de rescate y reubicación de flora
	Perdida de individuos vegetales por remoción de cobertura vegetal	Programa de reforestación en el predio Programa de rescate y reubicación de flora
	Perdida de superficie forestal por cambio de uso de suelo	Programa de reforestación en el predio Programa de reforestación de manglar Programa de rescate y reubicación de flora
	Disminución del hábitat por cambio de uso de suelo	Programa de reforestación en el predio

		Monitoreo, manejo y reubicación de fauna Programa de manejo y reubicación de Iguana verde (*Iguana rhinolopha*) Control de luminaria Programa de reforestación de manglar Programa de rescate y reubicación de flora
	Cambio estructural del suelo por movimientos de tierra	Delimitación de obra y accesos de maquinaria Control de la compactación del suelo
	Alteración del paisaje por cambios en la topografía	Delimitación de obra y accesos de maquinaria
	Reducción de la porosidad por compactación del suelo	Delimitación de obra y accesos de maquinaria Control de la compactación del suelo Programa de reforestación en el predio
	Contaminación del aire por emisión de gases de efecto invernadero	Mantenimiento de vehículos y maquinaria Programa de reforestación de manglar Programa de reforestación en el predio
	Contaminación acústica por generación de altos niveles de ruido	Disminución de ruido Mantenimiento de vehículos y maquinaria Uso de equipo de protección personal
	Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburos y otras sustancias	Delimitación de obra y accesos de maquinaria Mantenimiento de vehículos y maquinaria
	Mortalidad de individuos por manejo de maquinaria	Delimitación de obra y accesos de maquinaria Monitoreo, manejo y reubicación de fauna Programa de manejo y reubicación de Iguana verde (*Iguana rhinolopha*) Control de luminaria
	Contaminación de agua superficial por el arrastre de residuos solidos	Manejo de residuos sólidos urbanos

		Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial Barreras físicas flotantes
	Contaminación de agua superficial por arrastre de residuos peligrosos	Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial Barreras físicas flotantes Delimitación de obra y accesos de maquinaria Mantenimiento de vehículos y maquinaria
	Contaminación del suelo por la presencia de residuos solidos	Manejo de residuos sólidos urbanos Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial
	Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburos y otros residuos	Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial Mantenimiento de vehículos y maquinaria Manejo de residuos sólidos urbanos
	Contaminación del suelo por derrame de lixiviados de materia orgánica	Instalación de sanitarios portátiles Manejo de residuos sólidos urbanos Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial
Construcción	Contaminación del aire por la generación de polvos y partículas suspendidas	Disminución de polvos Delimitación de obra y accesos de maquinaria
	Cambio estructural del suelo por cimentación	Delimitación de obra y accesos de maquinaria Control de la compactación del suelo
	Disminución de la superficie de infiltración por impermeabilización del suelo	Zanja de infiltración
	Reducción de porosidad por compactación del suelo	Delimitación de obra y accesos de maquinaria Control de la compactación del suelo Programa de reforestación en el predio
	Modificación del paisaje por la altura de la torre	Programa de reforestación en el predio Programa de rescate y reubicación de flora
	Contaminación de agua superficial por arrastre de residuos sólidos	Manejo de residuos sólidos urbanos Barreras físicas flotantes

		Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial
	Contaminación del suelo por presencia de residuos solidos	Manejo de residuos sólidos urbanos Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial
	Mortalidad de individuos por modificación del hábitat	Control de luminaria Programa de prevención de colisiones de la avifauna Monitoreo, manejo y reubicación de fauna Programa de manejo y reubicación de Iguana verde (*Iguana rhinolopha*)
	Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburos y otros residuos	Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial Mantenimiento de vehículos y maquinaria Manejo de residuos sólidos urbanos
	Contaminación del suelo por derrame de lixiviados de materia orgánica	Instalación de sanitarios portátiles Manejo de residuos sólidos urbanos Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial
	Disminución de naturalidad por acumulación de residuos	Manejo de residuos sólidos urbanos Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial
	Contaminación del aire por emisión de gases de efecto invernadero	Mantenimiento de vehículos y maquinaria Programa de reforestación de manglar Programa de reforestación en el predio
	Contaminación acústica por la generación de altos niveles de ruido	Disminución de ruido Mantenimiento de vehículos y maquinaria Uso de equipo de protección personal
	Contaminación de agua superficial por arrastre de residuos peligrosos	Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial Delimitación de obra y accesos de maquinaria Mantenimiento de vehículos y maquinaria Barreras físicas flotantes

	Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburos y otras sustancias	Delimitación de obra y accesos de maquinaria Mantenimiento de vehículos y maquinaria
	Mortalidad de individuos por manejo de maquinaria	Delimitación de obra y accesos de maquinaria Monitoreo, manejo y reubicación de fauna Programa de manejo y reubicación de Iguana verde (*Iguana rhinolopha*) Control de luminaria
Operación	Mortalidad de individuos por modificación del hábitat	Control de luminaria Programa de prevención de colisiones de la avifauna Monitoreo, manejo y reubicación de fauna Programa de manejo y reubicación de Iguana verde (*Iguana rhinolopha*)
	Contaminación de agua superficial por arrastre de lixiviados orgánicos	Manejo de residuos sólidos urbanos
	Contaminación del suelo por presencia de residuos solidos	Manejo de residuos sólidos urbanos
	Disminución de naturalidad por acumulación de residuos	Manejo de residuos sólidos urbanos
	Disminución de disponibilidad del agua por el consumo de agua	Zanja de infiltración Programa de reforestación de manglar Instalación de señalamientos de seguridad y cuidado del medio ambiente

Cabe destacar que algunos de los impactos se identificaron con más de un tipo de repercusión, por lo que, los impactos presentados en las tablas anteriores pueden coincidir entre ellos, se les presta atención a cada repercusión con la que se identificaron en los impactos de manera independiente.

V.6. EFECTO DE LOS IMPACTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

La superficie del Sistema Ambiental Regional presenta un proceso insipiente en el cambio en la estructura y composición de sus componentes. Todo deriva del cambio de la cobertura y la condición en que la cobertura se encuentra actualmente. En el apartado **V.2.1.1. Cobertura**, se menciona que, en la superficie del SAR, la mayor proporción se encuentra distribuida una cobertura baja, predomina la cobertura urbana y de cuerpos de agua

resultando en un valor bajo para la vegetación. Los componentes y los impactos que van a influir en la cobertura son los siguientes:

Impactos a la Flora del Sistema Ambiental Regional

- Perdida de individuos por la disminución del estrato arbustivo y arbóreo.
- Fragmentación de la vegetación por la disminución de la cobertura vegetal.

La pérdida o disminución de la cobertura vegetal tiene como consecuencia la generación de múltiples impactos. Entre los más evidentes se encuentran la pérdida de la variedad de especies de plantas y la reducción de las áreas donde la fauna silvestre se distribuye. La regulación del clima también está ligada a la cobertura vegetal, al igual que la captura de los contaminantes presentes en el aire. Asimismo, la cobertura vegetal facilita la infiltración del agua en el suelo y previene su erosión. Estos dos impactos mencionados afectarán directamente la calidad del Sistema Ambiental Regional.

Impactos al suelo del Sistema Ambiental Regional

- Aumento de la tasa de erosión por exposición del suelo tras el desmonte.

En el Sistema Ambiental Regional se identifica que la mayoría su superficie tiene una tendencia a la erosión relativamente media, posiblemente por su uso de suelo mayormente urbano, durante la etapa de preparación y construcción no superan lo establecido por la SAGARPA; **10/ton/año < 0.82252 Ton/ha/año**, teniendo una tasa del **0.5413 Ton/ha/año**, solo durante el tiempo de preparación y construcción.

Impactos al agua del Sistema Ambiental Regional

- Disminución de la captación hídrica por la remoción de cobertura vegetal.
- Disminución del manto acuífero por consumo de agua.

El Sistema Ambiental Regional se ubica principalmente en el acuífero de Puerto Vallarta. Para entrar en el contexto de las dimensiones y diferencias en superficies, se menciona que el acuífero de Puerto Vallarta tiene una superficie de 262,400 hectáreas de superficie, mientras que el SAR tiene 13,937.385 ha y el área del proyecto 0.67418 ha, en este contexto se puede dimensionar el efecto del proyecto a gran escala. Por otro lado, en términos de la disminución de la recarga acuífera, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) menciona que la dotación máxima de agua potable por habitante de **217 l/hab/día** para un clima cálido subhúmedo y de tipo doméstico. El consumo máximo total

de agua por día del proyecto se estima en **182.483 m^3**. El consumo del agua, aunado a la disminución de la capacidad de infiltración, genera un impacto que, aunque poco significativo a nivel acuífero, es necesario considerar en el contexto del SAR.

Impactos al paisaje del Sistema Ambiental Regional

- Menor naturalidad por remoción de cobertura vegetal y cambios en la topografía.
- Fragmentación del paisaje por instalación de infraestructura.

Estructuralmente el Sistema ambiental Regional ha presentado varias modificaciones en el uso de suelo y tipo de vegetación, tomando como referencia para la comparativa los datos de INEGI serie III y los datos de INEGI serie VII. El cambio más drástico es el incremento de la urbanización. Este patrón también se aprecia para todo el municipio de Puerto Vallarta y la zona metropolitana compartida con Bahía de Banderas, Nayarit.

Incremento de la urbanización en Puerto Vallarta. El Instituto de Información Estadística y Geográfica (IIEG) ha documentado un crecimiento sostenido en la urbanización de Puerto Vallarta durante el periodo 2015-2022. Este crecimiento ha estado impulsado por el desarrollo turístico, la expansión inmobiliaria y la demanda de infraestructura urbana. En 2022, Puerto Vallarta concentró el 4.3% del total de la superficie urbanizada del estado, alcanzando una expansión acumulada de más de 2,750 hectáreas urbanizadas, el nivel más alto registrado en dicho periodo. Esta tendencia refleja el papel estratégico del municipio como destino turístico internacional y como polo de atracción para inversiones residenciales y comerciales en la región costera de Jalisco.

En el presente proyecto se proponen 4,624.89 m^2 para CUSTF, aunque no es una superficie representativa dentro del SAR, este cambio en el paisaje contribuye en su cambio estructural.

V.7. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos, se concluye que la etapa de preparación del sitio es la que genera el mayor número de impactos ambientales, acumulando 36 de los 71 impactos totales (50.7%), seguida por la etapa de construcción con 28 impactos (39.4%) y, en menor medida, la etapa de operación con 7 impactos (9.8%). La primera etapa no solo destaca por el número de impactos, sino también por su significancia, debido a la intensidad y extensión de las actividades asociadas a esta etapa, particularmente el desmonte y el despalme. Estas acciones implican una transformación directa de los ecosistemas

naturales, con afectaciones relevantes sobre los componentes flora, fauna, suelo, aire, agua y paisaje.

Resulta evidente que las actividades de desmonte y despalme representan el mayor riesgo para la integridad de los ecosistemas locales. La remoción de vegetación natural supone la pérdida de cobertura vegetal y de hábitats para múltiples especies, reduciendo la biodiversidad y comprometiendo la conectividad ecológica. La fauna silvestre, particularmente los organismos menos móviles como reptiles, anfibios e insectos, se ve especialmente vulnerable a estas perturbaciones, mientras que las especies de mayor movilidad pueden experimentar desplazamientos forzados o interrupciones en sus rutas de actividad y reproducción. Además, la pérdida de estructura vegetal y la exposición del suelo incrementan la erosión, disminuyen la calidad del sustrato y elevan el riesgo de contaminación en cuerpos de agua cercanos, afectando en cascada otros componentes del ecosistema.

El componente suelo es uno de los componentes que representa mayor cantidad en número de impactos potenciales negativos (18), como resultado de compactación del suelo por uso de maquinaria pesada, contaminación por los distintos residuos y sustancias que se usan en obra, así como por el cambio del estado del suelo por los cortes, excavaciones y cimentaciones que se requieren. Con el mismo número de impactos potenciales se encuentra el agua, con impactos relacionados a la contaminación de cuerpos de agua subterráneos y superficiales, así como la disminución de su disponibilidad por diferentes afectaciones.

El siguiente componente con posibles impactos potenciales es el aire con contaminación de este por emisión de polvos, emisiones de efecto invernadero y aumento de ruido por el uso de maquinaria. Estos efectos, además de afectar la salud humana, pueden provocar alteraciones en los patrones de comportamiento de la fauna, especialmente en aves y mamíferos sensibles al ruido o a la disminución en la calidad del aire. Otros componentes como el paisaje también registraron impactos importantes, reforzando la necesidad de un enfoque integral de mitigación contra estos impactos potenciales.

En términos de viabilidad, **el proyecto es factible** siempre que se cumpla con la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación previstas en el Capítulo VII, **ya que la mayoría de los impactos presentan la posibilidad de implementar medidas que disminuyan su magnitud** o extensión. La identificación de 68

impactos negativos con posibilidad de ser atendidos mediante medidas preventivas o de mitigación específicas demuestra que, aunque los impactos son numerosos, si se actúa oportunamente y con estrategias basadas en la naturaleza es posible disminuir los riesgos y la residualidad de la mayoría de los impactos detectados. Asimismo, los beneficios asociados a la inversión económica y la generación de empleos constituyen impactos positivos sobre el componente social y económico, lo que favorece la aceptación del proyecto si se logra un equilibrio adecuado entre desarrollo y conservación ambiental, fomentando el desarrollo sustentable. El seguimiento puntual y el monitoreo de los impactos durante todas las etapas del proyecto será clave para asegurar el cumplimiento de los compromisos ambientales y mantener la viabilidad a largo plazo.

V.8. REFERENCIAS

Breña-Naranjo, J. y A., Breña-Puyol. (2007). Disponibilidad de agua en el futuro de México. Recuperado de https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/58_3/PDF/09-550.pdf

Brunet R., Ferras R. y Théry H. (1993) Les mots de la géographie. Dictionnaire critique. París, Reclus-La Documentation Française, pp. 193-195. FRÉMONT A., 1999, La région, espace vécu. 2 ed., París, Flammarion. Pp: 40-52, 189- 213

Ceballos, G. y D., Valenzuela-Galván. (2010). Diversidad, ecología y conservación de los vertebrados de Latinoamérica. En Diversidad, amenazas y regiones prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México. FCE, CONABIO, CONAMP, WWF-TEKCEK, Ecociencia y Telmex. Pp: 93-118.

Espinoza, G. (2002). *Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID), en, “Programa de Apoyo para el Mejoramiento de la Gestión Ambiental en los Países de América Latina y el Caribe”. Santiago, Chile.

Espinoza, G.A. (2001). Pauta para la Revisión de la Estrategia de Gestión Ambiental de las Operaciones del BID a nivel de Perfil II. Consultoría realizada para el BID. Santiago, Chile.

Gómez-Orea, D. (2003). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España.

Gómez O., D. 1988. Evaluación de impacto ambiental (EIA). Ciudad y Territorio 75(1). Pp: 5-32

León-Peláez, J. y J., Correa-Metrio. *Evaluación del impacto ambiental de proyectos de desarrollo*. Recuperado de https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/CD001413.pdf

Mijangos-Ricárdez, O. y J. López-Luna. (2013). *Metodologías para la identificación y valoración de impactos ambientales*. Temas de Ciencia y Tecnología. Vol. 17, Núm. 50, pp. 37 a 42.

Ortiz Quijano, R. (1992). *Modelos de extinción y fragmentación de hábitat*. En *La Diversidad Biológica de Iberoamérica*. INECOL. Volumen I. Xalapa, México.

Radle, A. (2007). *Effect of noise on Wildlife: A literature Review.* González, A. 2014. ¿What does “Noise Pollution” mean?. Journal of Environmental Protection, Vol. 5, pp. 340- 350.

Ribeiro de Almeida, J., A. Camero, A. Rodrigues de Aquino, A. Guimaraes-Monteiro, M. Harada-Penna, M. Enrici, N. Gobbi y P. Moreira-Soares. (2008). *Análisis y Evaluaciones de Impactos Ambientales*. Centro de Tecnología Mineral (CETEM)-Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT). Río de Janeiro, Brasil.

Uribe-Botero, E. (2015). *El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)/ Unión Europea. Naciones Unidas, Santiago. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295_en.pdf?sequence

Sorensen, J. (1971). A framework for identification and control of resource degradation and conflict on the multiple uses in the costal zone. University of California. Berkeley. Pp:1-79.

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO 2

VI.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO 3

VI.1.1 Diversidad de especies en el área del proyecto y el Sistema Ambiental Regional 4

VI.2. LA EROSIÓN DE LOS SUELOS SE MITIGARÁ 48
VI.2. EL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN, SE MITIGARÁN 54
VI.3. LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE CARBONO DEL PREDIO SE MANTENDRÁ 60

IV.3.2.1. Estimación de los valores de biomasa y biomasa anual producida 61
IV.3.2.2. Estimación de la captura anual de carbono (Escenario 1) 62

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

A lo largo del tiempo, la actividad humana ha contribuido en la degradación de los recursos naturales, esto debido al mal uso de estos y la sobreexplotación, así como la fragmentación del hábitat, lo cual ha traído consigo la destrucción, desgaste y desperdicio de dichos recursos. Por ello, es necesario buscar principios que orienten el progreso tecnológico y la vida en armonía con la naturaleza, aquí radica la importancia de realizar estudios que pretenden mitigar los impactos negativos hacia los recursos naturales ocasionados en áreas donde pretende llevarse a cabo alguna actividad. El DTU modalidad B Regional servirá, además, como base para proponer las labores y avances de estas. Este Capítulo tiene como objetivo justificar lo que establece el artículo 93, párrafo primero, de la LGDFS.

A lo largo del tiempo, la actividad humana ha contribuido a la degradación de los recursos naturales debido al mal uso, la sobreexplotación y la fragmentación del hábitat. Esto ha resultado en la destrucción, desgaste y desperdicio de dichos recursos.

Por ello, es necesario buscar principios que orienten el progreso tecnológico y la vida en armonía con la naturaleza. Aquí radica la importancia de realizar estudios (como las evaluaciones de impacto ambiental) que pretenden mitigar los impactos negativos hacia los recursos naturales ocasionados en áreas donde se planea llevar a cabo alguna actividad.

El artículo 93, párrafo primero, de la LGDFS, establece:

> ***ARTICULO 93.-*** *La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.*

De la lectura de la disposición anteriormente citada se desprende que sólo se autorizará el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, por excepción, cuando se demuestre a través de este DTU-B, que se cumplirán los supuestos siguientes:

1. Que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantendrá.

2. Que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, se mitigarán en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

VI.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

La biodiversidad, en un sentido amplio, es un término compuesto por múltiples variables, que incluye el número, abundancia, composición y distribución espacial de las especies, entre otros elementos (González *et al.,* 2006). Por esta razón, la metodología para lograr establecer que en un sistema dado "no se comprometerá la biodiversidad" demanda que los datos obtenidos sean recopilados de forma eficiente y que la metodología de su análisis refleje de la forma más precisa posible el comportamiento del sistema.

Para lograr este objetivo, con base en las descripciones del medio biótico del SAR (Capítulo IV), se realizaron comparaciones entre los valores de diversidad de las especies del SAR y el predio. Se utilizó como modelo la prueba t de Hutchenson, la cual es una modificación a la prueba "t" convencional que sirve para valorar la significancia entre dos valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener (Magurran, 2004). Además, se realizó un análisis comparativo de especies de ambos sitios, con la finalidad de establecer las diferencias y similitudes en la composición de especies en los sitios de estudio.

Para realizar un análisis de la biodiversidad y las comparaciones de esta se realizaron muestreos de flora y fauna, enfocados en las mismas comunidades vegetales.

La biodiversidad, en un sentido amplio, es un término compuesto por múltiples variables, que incluye el número, abundancia, composición y distribución espacial de las especies, entre otros elementos (Díaz *et al.,* 2006). Por esta razón, la metodología para lograr identificar el servicio que presta un sistema dado como protección a la biodiversidad, demanda que los datos obtenidos sean recopilados de forma eficiente y que la metodología de su análisis refleje de la forma más precisa posible el comportamiento del sistema.

Para lograr este objetivo, con base en las descripciones del medio biótico del área del proyecto y del SAR, se realizaron comparaciones entre los valores de diversidad de las especies de ambos sitios. Se utilizó como modelo la prueba t de Hutchenson, la cual es una modificación a la prueba "t" convencional que sirve para valorar la significancia entre dos valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener (Magurran, 2004). Además, se realizó

un análisis comparativo de especies entre el área del proyecto y el SAR, así como sus índices de valor de importancia, con la finalidad de establecer las diferencias y similitudes en la composición de especies y su representatividad para los sitios.

VI.1.1 Diversidad de especies en el área del proyecto y el Sistema Ambiental Regional

A. Vegetación

El objetivo de la comparación entre los muestreos del predio (proyecto) y los realizados en el Sistema Ambiental Regional (SAR) es determinar las diferencias o similitudes entre ambos sitios. Este análisis comparativo busca sustentar que el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) en el predio no comprometerá la diversidad y riqueza del SAR. Para mayor claridad y para facilitar la interpretación de los resultados, las comparaciones se estructuran y se presentan por estrato:

- **Arbóreo** (censo para el predio, muestreo para el SAR)
- **Arbustivo** (muestreo para ambos sitios)
- **Herbáceo** (muestreo para ambos sitios)

Para explicar las diferencias o similitudes, la información se presenta a manera de tabla. En esta tabla se incluyen las especies junto con su Índice de Valor de Importancia (IVI), pero solamente para los estratos arbóreo y herbáceo. Para el estrato arbustivo se utilizaron conteo de individuos en lugar del cálculo completo del IVI, ya que en el predio solo se registraron dos individuos de este estrato. Esta metodología se utilizó con el propósito de destacar la representatividad de las especies en cada ubicación comparada (el predio y el Sistema Ambiental Regional). Se tienen tres escenarios que se explican a continuación:

- **Aquellas registradas exclusivamente en el Sistema Ambiental Regional**
- **Aquellas registradas exclusivamente en el predio**
- **Aquellas registradas en ambos sitios**

Se ha utilizado un esquema de colores para diferenciar claramente entre los grupos exclusivos y compartidos, de la siguiente manera:

Tabla VI.1. Colores para identificar especies exclusivas o compartidas

	Sólo en sistema
	Sólo en predio
	Ambos sitios

Para respaldar este objetivo, se aplicó adicionalmente la prueba t de Hutcheson (Magurran 1988; Babini 2015). Este análisis realiza comparaciones pareadas para confirmar la existencia de diferencias significativas, utilizando la diversidad de Shannon como parámetro de evaluación. Si no se encuentran diferencias significativas, se puede inferir que la diversidad entre los sitios comparados es semejante. Por último, complementando el análisis comparativo, se incorpora la distribución de las especies registradas solamente en el predio, con el propósito de demostrar que estas especies presentan rangos geográficos amplios y no están restringidas únicamente al predio.

Para respaldar este objetivo, se aplicó adicionalmente la prueba t de Hutcheson (Magurran 1988; Babini 2015. Este análisis realiza comparaciones pareadas para confirmar la existencia de diferencias significativas, utilizando la diversidad de Shannon como parámetro de evaluación. Si no se encuentran diferencias significativas, se puede inferir que la diversidad entre los sitios comparados es semejante.

Por último, complementando el análisis comparativo, se incorpora la distribución de las especies registradas solamente en el predio, con el propósito de demostrar que estas especies presentan rangos geográficos amplios y no están restringidas únicamente a este sitio.

Comparación del Estrato arbóreo

Diferencia en la composición de especies. En total se registraron **55 especies**, tomando como referencia las especies registradas tanto los muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional (SAR) como el censo en el terreno del proyecto "**Alisia**".

Para el área del proyecto, se identificaron 8 especies que solo se encontraron en este censo, las cuales son: *Pithecellobium lanceolatum*, *Pithecellobium dulce*, *Ficus crocata*, *Gliricidia sepium*, *Simarouba amara*, además de especies con contexto particular como *Psidium guajava* (especie más común en cultivo), *Cassia fistula* (especie exótica) y *Citrus* x *latifolia* (híbrido, sin registro en la naturaleza), estas 4 ultimas especies pueden encontrarse alrededor de la zona urbana de Puerto Vallarta según lo reportado en el libro de "***Árboles de Puerto Vallarta***" de la Universidad de Guadalajara.

Por otro lado, se registraron 6 especies reportadas tanto en el censo del predio como en los muestreos del SAR; *Bursera simaruba*, *Ficus pertusa*, *Guazuma ulmifolia*, *Leucaena leucocephala, Tabebuia rosea* y *Vachellia macracantha*. Finalmente, el grupo más numeroso se registró solo para los muestreos del SAR, con un total de 41 especies

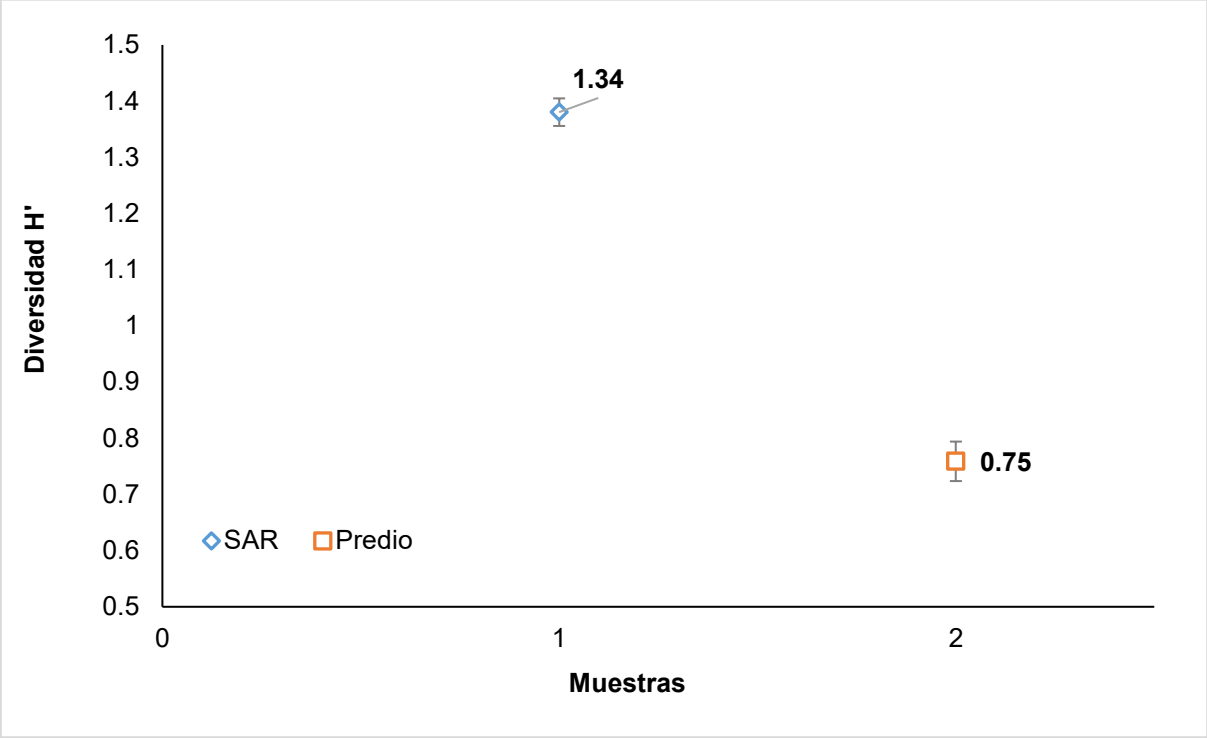
Tabla VI.2. Estrato arbóreo. Comparación de IVI

Especie	Predio	SAR
Apoplanesia paniculata		0.298
Attalea cohune		19.315
Bauhinia divaricata		1.480
Bixa orellana		0.623
Brosimum alicastrum		5.993
Bursera excelsa		0.836
Bursera instabilis		0.355
Bursera simaruba	22.228	15.245
Byrsonima crassifolia		0.404
Calophyllum brasiliense		2.466
Cascabela ovata		0.388
Casearia corymbosa		4.018
Cassia fistula	0.886	
Cecropia obtusifolia		1.452
Ceiba aesculifolia		1.057
Cenostigma eriostachys		0.729
Citrus x latifolia	0.477	
Cnidoscolus tepiquensis		4.104
Cochlospermum vitifolium		1.313
Cupania dentata		1.329
Cymbopetalum hintonii		1.048
Enterolobium cyclocarpum		0.316
Ficus aurea		1.168
Ficus cotinifolia		4.132
Ficus crocata	6.751	
Ficus insipida		3.577
Ficus obtusifolia		1.620
Ficus pertusa	4.278	0.814

Especie	Predio	SAR
Gliricidia sepium	0.583	
Guazuma ulmifolia	5.133	2.114
Gyrocarpus jatrophifolius		0.352
Hamelia xorullensis		0.306
Handroanthus chrysanthus		1.054
Heliocarpus terebinthinaceus		0.941
Hymenaea courbaril		3.560
Inga vera		0.433
Leucaena leucocephala	16.967	0.419
Lysiloma divaricatum		0.318
Miconia xalapensis		1.910
Morus celtidifolia		0.347
Myrcianthes fragrans		0.593
Nectandra hihua		0.337
Pithecellobium dulce	37.081	
Pithecellobium lanceolatum	0.458	
Pseudobombax ellipticum		4.011
Psidium guajava	0.500	
Psidium oligospermum		0.535
Randia aculeata		1.129
Senna atomaria		1.540
Simarouba amara	1.320	
Spondias mombin		0.296
Tabebuia rosea	0.440	0.424
Tilia americana		1.382
Vachellia hindsii		3.429
Vachellia macracantha	2.896	0.488

Diferencia en la diversidad de Shannon. Los resultados de la prueba t de Hutcheson permitieron determinar que existe una diferencia significativa en el estrato arbóreo entre los dos sitios de muestreo (el área del proyecto y el Sistema Ambiental Regional), los resultados del estadístico t se sustentan con un valor de $p < 0.05$. Esta diferencia se atribuye a que en el área del proyecto se registró un número menor de especies arbóreas, con un total de 15, de las cuales solo 6 fueron compartidas con el Sistema Ambiental Regional. Adicionalmente, esta diferencia también se debe a que la vegetación presente en el terreno del proyecto no tiene una conexión continua con la vegetación que se encuentra en el Sistema Ambiental Regional. Otro factor que contribuye a esta diferencia es que la superficie del terreno del proyecto es menor en comparación con el SAR.

Figura VI.1. Estrato arbóreo. Comparación de diversidad (H') con t de Hutcheson



Especies en riesgo. En el censo del predio no se registraron especies bajo alguna categoría de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Especies en riesgo del Sistema Ambiental Regional. En el listado potencial del Sistema Ambiental Regional (SAR) se identificaron 7 especies (pertenecientes al estrato arbóreo) bajo alguna categoría de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. Mientras que, en los muestreos del SAR, para este estrato específico se identificaron 2 especies: la primera es *Attalea cohune*, la cual se encuentra en la categoría de "**sujeta a protección especial** (**Pr**)", y la segunda especie reportada es *Calophyllum brasiliense*, clasificada en la categoría de "**Amenazada** (**A**)".

Tabla VI.3. Estrato arbóreo. Especies en la NOM-059SEMARNAT-2010

Familia	Especie	FB	NOM-059	
Acanthaceae	*Avicennia germinans*	A/AR	A	Listado potencial
Actinidaceae	*Saurauia serrata*	A	Pr	Listado potencial
Arecaceae	*Attalea cohune*	A	Pr	Listado potencial/SAR
Burseraceae	*Bursera arborea*	A	A	Listado potencial
Calophyllaceae	*Calophyllum brasiliense*	A	A	SAR
Combretaceae	*Conocarpus erectus*	A/AR	A	Listado potencial
	Laguncularia racemosa	A/AR	A	Listado potencial
Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	A/AR	A	Listado potencial

Comparación del Estrato arbustivo

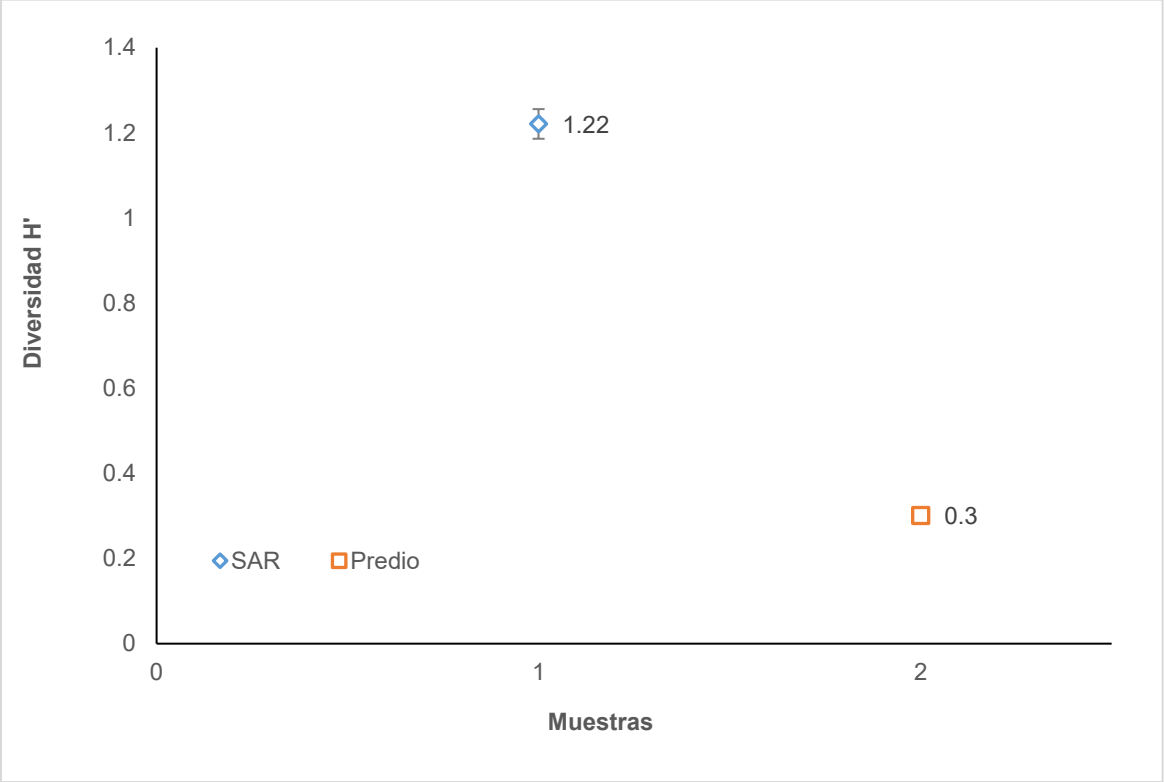
Diferencia en la composición de especies. En total se registraron ***23 especies***, tomando como referencia las especies registradas tanto los muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional (SAR) como en los muestreos en el terreno del proyecto "***Alisia***". Para el área del proyecto, se identificaron 2 especies que solo se encontraron en estos muestreos, las cuales son: *Morisonia flexuosa* y *Chrysalidocarpus lutescens*. Por otro lado, no se registraron especies compartidas. Finalmente, el grupo más numeroso se registró solo para los muestreos del SAR, con un total de 21 especies

Tabla VI.4 Estrato arbustivo

Especie	Predio	SAR
Aphelandra madrensis		1
Ayenia aculeata		4
Bixa orellana		1
Bromelia karatas		2
Bromelia pinguin		4
Caesalpinia pulcherrima		1
Calliandra houstoniana var. *anomala*		4
Chamaedorea pochutlensis		1
Chrysalidocarpus lutescens	1	
Comocladia engleriana		4
Croton suberosus		6
Cryosophila nana		2
Hamelia xorullensis		1
Inga laurina		1
Lysiloma divaricatum		1
Miconia chamissois		4
Miconia crenata		6
Morisonia flexuosa	1	
Piper aduncum		9
Piper michelianum		3
Randia malacocarpa		1
Rhipidocladum racemiflorum		4
Trema micranthum		3

Diferencia en la diversidad de Shannon. Para este estrato el presente análisis fue solo exploratorio, ya que no se tienen los suficientes individuos (muestreos en el predio), para realizar el análisis de Shannon o la comparativa de la t de Hutcheson. A partir de la prueba t de Hutcheson, se obtuvo que, si existen diferencias estadísticamente significativas en el estrato arbóreo entre el predio y el sistema ambiental regional, la prueba estadística está respaldada con una p menor que 0.05. Este resultado se atribuye a que el área del predio se registraron solamente dos especies. Por otro lado, en el sistema ambiental regional presenta una mayor heterogeneidad en la dominancia de las especies arbóreas como se observa en la tabla anterior.

Figura VI.2. Estrato arbustivo. Comparación de diversidad (H') con t de Hutcheson



Especies en riesgo. En los muestreos del predio no se registraron especies dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Especies en riesgo del Sistema Ambiental Regional. En el listado potencial del Sistema Ambiental Regional (SAR) se identificaron 5 especies (pertenecientes al estrato arbóreo) bajo alguna categoría de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. Mientras que, en los muestreos del SAR, para este estrato específico se identificaron 2 especies: la primera es *Chamaedorea pochutlensis*, y la segunda especie reportada es *Cryosophila nana*, ambas clasificadas en la categoría de "**Amenazada** (**A**)".

Tabla VI.5. Estrato arbustivo. Especies en la NOM-059SEMARNAT-2010

Familia	Especie	FB	NOM-059	
Arecaceae	*Cryosophila nana*	Ar	A	Listado potencial/SAR
	Chamaedorea pochutlensis	Ar	A	Listado potencial/SAR
Zamiaceae	*Dioon tomasellii*	Ar	P	Listado potencial
	Zamia furfuracea	Ar	P	Listado potencial
	Zamia paucijuga	Ar	Pr	Listado potencial

Comparación del Estrato herbáceo

Diferencia en la composición de especies. En total se registraron **37 especies**, tomando como referencia las especies registradas tanto los muestreos realizados en el Sistema

Ambiental Regional (SAR) como de los muestreos realizados el terreno del proyecto "**Alisia**".

Para el área del proyecto, se identificaron 8 especies que solo se encontraron en este censo, las cuales son: *Anoda cristata*, *Cymbopogon citratus* (especie exótica), *Euphorbia dioeca, Euploca procumbens, Paspalum paniculatum, Rivina humilis, Ruellia blechum* y *Serjania trifoliolata.*

Por otro lado, se registra solo 1 especie tanto en los muestreos del predio como en los muestreos del SAR; *Lasiacis divaricata*. Finalmente, el grupo más numeroso se registró solo para los muestreos del SAR, con un total de 28 especies.

Tabla VI. 6. Estrato herbáceo. Comparación de IVI

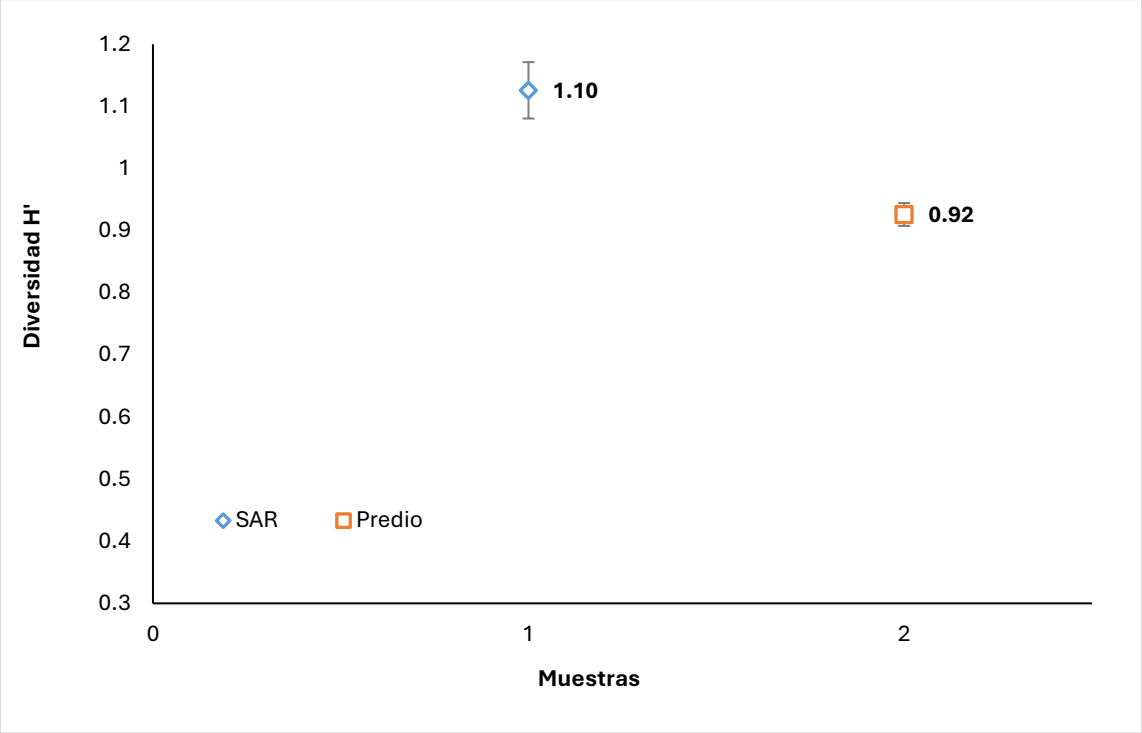
Especie	Predio	SAR
Achimenes longiflora		1.279
Adiantum amplum		3.458
Adiantum concinnum		12.630
Anoda cristata	8.657	
Antigonon leptopus		1.203
Aristolochia carterae		1.517
Aristolochia taliscana		1.485
Begonia plebeja		2.168
Bouvardia ternifolia		1.128
Cnidoscolus spinosus		2.374
Commelina erecta		2.027
Commelina obliqua		1.084
Cosmos sulphureus		1.593
Cymbopogon citratus	21.208	
Drymonia serrulata		0.889
Dyschoriste hirsutissima		1.712
Elytraria imbricata		0.889
Entada polystachya		1.203
Euphorbia dioeca	6.599	

Especie	Predio	SAR
Euploca procumbens	5.107	
Grona adscendens		2.353
Henrya insularis		4.248
Ipomoea bracteata		2.840
Lasiacis divaricata	12.075	26.383
Mimosa diplotricha		2.591
Olyra latifolia		0.889
Oplismenus burmanni		3.317
Paspalum paniculatum	13.092	
Rivina humilis	7.704	
Ruellia blechum	8.721	
Ruellia simplex		2.526
Salpianthus arenarius		1.875
Selaginella pallescens		4.055
Serjania emarginata		5.107
Serjania trifoliolata	16.837	
Spermacoce verticillata		2.460
Xanthosoma robustum		4.717

Diferencia en la diversidad de Shannon. A partir de la prueba t de Hutcheson, se obtuvo que, si existen diferencias estadísticamente significativas en el estrato arbóreo entre el predio y el sistema ambiental regional, la prueba estadística está respaldada con una p menor que 0.05. Este resultado se atribuye a que el área del predio se registraron un menor número de especies. Por otro lado, en el sistema ambiental regional presenta una mayor

heterogeneidad en la dominancia de las especies arbóreas como se observa en la tabla anterior.

Figura VI.3. Estrato herbáceo. Comparación de diversidad (H') con t de Hutcheson



Especies en riesgo. En ese estrato no se registraron especies dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, ni para el predio y tampoco para el Sistema Ambiental Regional.

Distribución de las especies reportadas solo para el predio. En el desarrollo de este apartado, se señala la presencia de especies que solo se registraron en el predio. Sin embargo, es importante destacar que la distribución de estas especies no se restringe al área del proyecto, ya que no son endémicas de esta región específica. Existen registros de su presencia en otras áreas del Sistema Ambiental Regional e incluso en otros estados de México y/o países.

Adicionalmente, estas especies que solo se identificaron en los muestreos del predio y censo no se encuentran bajo ninguna categoría de riesgo de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, y varias de ellas son consideradas exóticas para el Municipio de Puerto Vallarta.

Se puede concluir que su ausencia en los muestreos del Sistema Ambiental Regional (SAR) se debe probablemente a que no fueron detectadas durante el proceso de muestreo, y no necesariamente a problemas de conservación o a que sean especies que solo viven en áreas muy pequeñas.

En los tres estratos muestreados (***censo en el estrato arbóreo***) en la vegetación secundaria arbórea de la selva mediana subcaducifolia, se han identificado un total de 18 especies que solo se identificaron en los muestreos y censo del predio. Estas especies están distribuidas de la siguiente manera:

- Ocho pertenecen al estrato arbóreo
- Dos al estrato arbustivo
- Ocho al estrato herbáceo

Tabla VI.7. Distribución de las especies registradas únicamente en predio

Especie	Distribución en México	Distribución en otros países
Estrato arbóreo		
Ficus crocata	AGS, BC, BCS, CAM., CHIS, CHIH, CDMX, COAH, COL, DGO, GTO, GRO, HGO, JAL, MÉX, MICH, MOR, NAY, NL, OAX, PUE, QRO, Q. ROO, SLP, SIN, SON, TAB, TAMPS, TLAX, VER, YUC, ZAC.	Belice, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guayana Francesa, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Nicaragua, Panamá, Perú, Surinam, Trinidad y Tobago y Venezuela.
Gliricidia sepium	AGS, BC, BCS, CAMP, COAH, COL, CHIH, DGO, GTO, GRO, HGO, SIN, SON, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, NL, OAX, PUE, QRO, Q.ROO, SLP, TAB, TAMPS, TLAX, VER, YUC Y ZAC	Belice, Brasil, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá.
Pithecellobium dulce	AGS, BC, BCS, CAM., CHIS, CHIH, CDMX, COAH, COL, DGO, GTO, GRO, HGO, JAL, MÉX, MICH, MOR, NAY, NL, OAX, PUE, QRO, Q. ROO, SLP, SIN, SON, TAB, TAMPS, TLAX, VER, YUC, ZAC.	Belice, Colombia, El Salvador, Guatemala, Guyana, Honduras, Nicaragua, Panamá, Perú y Venezuela.
Pithecellobium lanceolatum	AGS, CAMP, COAH, COL, CHIH, DGO, GTO, GRO, HGO, JAL, MICH, MOR, NAY, NL, OAX, Q.ROO, SLP, TAB, TAMPS, VER, YUC Y ZAC.	Belice, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala y Honduras
Psidium guajava	Naturalizada	Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú y Venezuela.
Simarouba amara	CAMP, COL, GRO, HGO, JAL, MICH, MOR, NAY, OAX, PUE, QRO, Q.ROO, TAB, VER y YUC.	Belice, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guyana francesa, Guatemala, Guyana, Honduras, Nicaragua, Panamá, Perú, Surinam, Trinidad-Tobago y Venezuela.
Cassia fistula	Introducida	India, Sri Lanka.
Citrus x latifolia	Hibrido	Hibrido
Estrato arbustivo		
Chrysalidocarpus lutescens	Introducida	Madagascar
Morisonia flexuosa	AGS, CAMP, COAH, COL, DGO, GTO, GRO, HGO, SIN, SON, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, OAX, PUE, QRO, Q.ROO, SLP, TAMPS, TLAX, VER, YUC y ZAC.	Argentina, Aruba, Bahamas, Belice, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Republica Dominicana, Ecuador, El Salvador, Estados unidos, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Puerto Rico, Trinidad-Tobago y Venezuela.
Estrato herbáceo		
Cymbopogon citratus	Introducida	India

Especie	Distribución en México	Distribución en otros países
Euphorbia dioeca	AGS, BC, BCS, CAMP, COL, GRO, HGO, SIN, SON, JAL, MEX, MICH, NAY, OAX, QRO, Q.ROO, TAB, VER y YUC.	Aruba, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Republica Dominicana, Ecuador, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Nicaragua, Panamá, Trinidad-Tobago y Venezuela.
Euploca procumbens	AGS, BC, BCS, CAMP, COAH, COL, CHIH, DGO, GTO, GRO, HGO, SIN, SON, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, NL, OAX, PUE, QRO, Q.ROO, SLP, TAB, TAMPS, TLAX, VER, YUC y ZAC.	Argentina, Estados Unidos, Bahamas, Belice, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Republica Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Puerto Rico, Trinidad-Tobago, Uruguay y Venezuela.
Anoda cristata	AGS, BC, BCS, CAM., CHIS, CHIH, CDMX, COAH, COL, DGO, GTO, GRO, HGO, JAL, MÉX, MICH, MOR, NAY, NL, OAX, PUE, QRO, Q. ROO, SLP, SIN, SON, TAB, TAMPS, TLAX, VER, YUC, ZAC.	Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos de América, Guatemala, Honduras, Jamaica, Nicaragua, Panamá, Perú, Puerto Rico, Uruguay y Venezuela.
Rivina humilis	AGS, BC, BCS, CAM., CHIS, CHIH, CDMX, COAH, COL, DGO, GTO, GRO, HGO, JAL, MÉX, MICH, MOR, NAY, NL, OAX, PUE, QRO, Q. ROO, SLP, SIN, SON, TAB, TAMPS, TLAX, VER, YUC, ZAC.	Argentina, Aruba, Bahamas, Belice, Bolivia, Brasil Norte, Brasil, Estados Unidos de América, Islas Caimán, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, El Salvador, Guayana Francesa, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, Islas de Sotavento, Antillas Neerlandesas, Nicaragua, Oklahoma, Panamá, Paraguay, Perú, Puerto Rico, Suroeste del Caribe, Surinam, Trinidad y Tobago, Islas Turcas y Caicos, Uruguay y Venezuela.
Ruellia blechum	AGS, BC, BCS, CAM., CHIS, CHIH, CDMX, COAH, COL, DGO, GTO, GRO, HGO, JAL, MÉX, MICH, MOR, NAY, NL, OAX, PUE, QRO, Q. ROO, SLP, SIN, SON, TAB, TAMPS, TLAX, VER, YUC, ZAC.	Bahamas, Belice, Bolivia, Islas Caimán, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guayana Francesa, Galápagos, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, Islas Sotavento, Nicaragua, Panamá, Perú, Puerto Rico, Surinam, Trinidad-Tobago y Venezuela.
Paspalum paniculatum	AGS, BC, BCS, CAMP, COAH, COL, CHIH, DGO, GTO, GRO, HGO, SIN, SON, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, NL, OAX, PUE, QRO, Q.ROO, SLP, TAB, TAMPS, TLAX, VER, YUC y ZAC	Argentina, Bahamas, Belice, Bermudas, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guayana Francesa, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Puerto Rico, Surinam, Trinidad-Tobago, Uruguay y Venezuela.
Serjania trifoliolata	AGS, CAMP, COL, DGO, GTO, GRO, HGO, SIN, SON, JAL, MEX, MICH, MOR, NAY, OAX, PUE, QRO, Q.ROO, SLP, TAMPS, TLAX, VER, YUC y ZAC	El Salvador, Honduras y Panamá

Distribución especies. Se incorpora un plano de la distribución de las especies arbóreas obtenidas de la plataforma Plants Of the World Offline (POWO). Esto proporciona una apreciación visual de la disposición espacial de estas plantas.

Las especies herbáceas muestran un dinamismo en el recambio de los nichos ocupados y tienen ciclos biológicos más rápidos que las especies de los estratos arbóreos y arbustivos. Esto les permite adaptarse a los cambios bruscos, como el cambio de uso del suelo. Por lo tanto, no se incluye un plano con su distribución geográfica específica, ya que no representan una preocupación crítica para los aspectos del estudio técnico justificativo. Por consiguiente, su mención se limitará a lo ya mencionado en la tabla anterior.

Distribución especies del estrato arbóreo

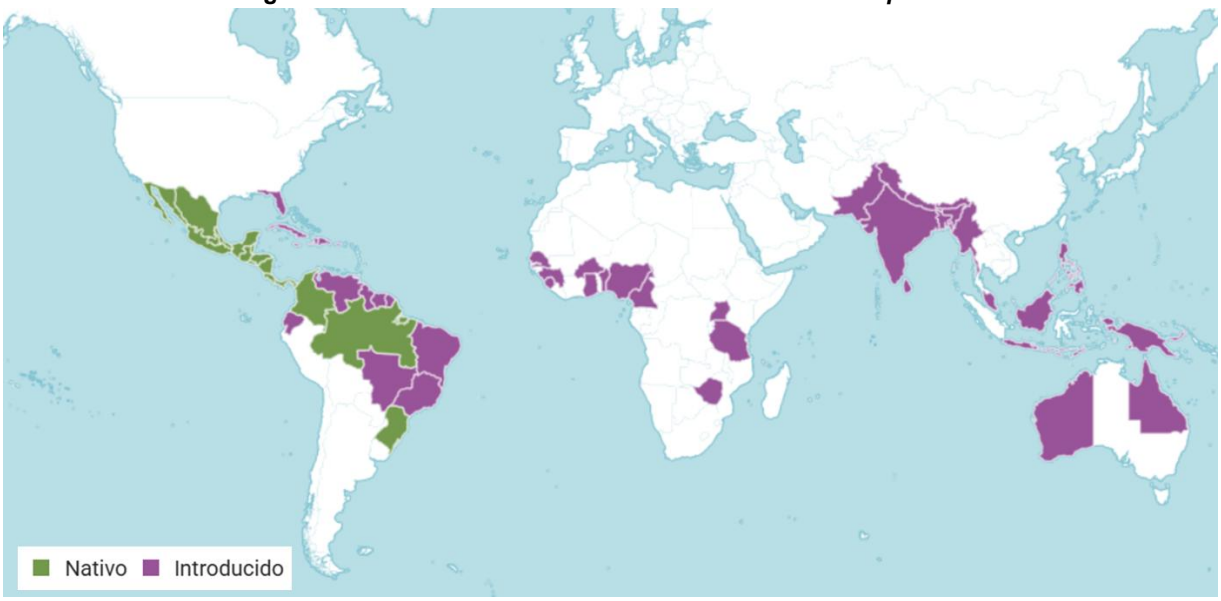
Figura VI.4. Estrato arbóreo. Distribución de *Ficus crocata*



Ficus crocata. Árbol hemiepifítico o estrangulador, de (3-) 10-40 m. Corteza pardo verdosa a pardo oscura, con exudado pardo pálido que al secarse se torna oscuro, escaso, denso. Yema foliar terminal de 7-25 mm de largo × 2-6.3 mm de ancho en la base, pardo oscura o negra, blanco pubescente al menos hacia la base o glabra. Lámina foliar de 4.5-24 (-30) × 3- 10.7 (-13) cm, 1.7-2.6 veces más larga que ancha, elíptica, estrecha a ampliamente elíptica y raramente estrechamente lanceolada, coriácea, base atenuada, cuneada, obtusa o truncada, ápice obtuso, redondeado, agudo o cortamente apiculado, haz glabro, envés

glabro a ligeramente pubescente, con pelos blanquecinos. Siconos con pedúnculo de 2-27 × 1-3 mm, rollizo a sulcado, pardo o negro al secar, glabro; brácteas basales conspicuas, de 2-4 × 3.3-6 mm, pardo oscuras o negras.

Figura VI.5. Estrato arbóreo. Distribución de *Gliricidia sepium*



Gliricidia sepium. Árbol/Arbusto caducifolio, de 2 a 15 m (hasta 20) m de altura. Copa Copa irregular. Hojas compuestas, alternas, e imparipinnadas. La forma del árbol es variable, desde erecta y recta en algunas procedencias, hasta retorcida y muy ramificada, con tallos múltiples originados cerca de la base. Corteza escamosa a ligeramente fisurada, pardo amarillento a pardo grisácea. Las flores son rosadas y se agrupan en racimos densos de 10 a 20 cm de largo, situados en las axilas de las hojas caídas. Cada racimo tiene de 15 a 50 flores zigomorfas, de 2 a 3 cm de largo, dulcemente perfumadas. Corola en forma de mariposa. Fruto. Vainas lineares y dehiscentes a lo largo de 2 suturas, aplanadas, de 10 a 20 cm de largo y 1 a 3 cm de ancho, agudas, péndulas, con nervadura fina, verde limón o pardo claras cuando nuevas y oscuras al madurar.

Figura VI.6. Estrato arbóreo. Distribución de *Pithecellobium dulce*



Pithecellobium dulce. Árbol o arbusto, espinoso, perennifolio, de 15 a 20 m de altura, con ramas provistas de espinas. Copa piramidal o alargada, ancha y extendida (diámetro de 30 m), muy frondosa. Hojas en espiral, aglomeradas, bipinnadas, de 2 a 7 cm de largo, con un par de folíolos primarios, cada uno con un par de folíolos secundarios sésiles. Tronco derecho. Corteza lisa o ligeramente fisurada, gris plomiza a gris morena con bandas horizontales protuberantes y lenticelas pálidas en líneas longitudinales. Inflorescencias axilares de 5 a 30 cm de largo, panículas péndulas de cabezuelas tomentosas, cada cabezuela sobre una rama de 2 a 5 mm; cabezuelas de 1 a 1.5 cm de diámetro; flores pequeñas ligeramente perfumadas, actinomórficas, blanco-cremosas o verdes. Fruto. Vainas delgadas de hasta 20 cm largo por 10 a 15 mm de ancho, enroscadas, tomentosas, péndulas, rojizas o rosadas, constreñidas entre las semillas y dehiscentes. Se abren por ambos lados para liberar numerosas semillas.

Figura VI.7. Estrato arbóreo. Distribución de *Pithecellobium lanceolatum*



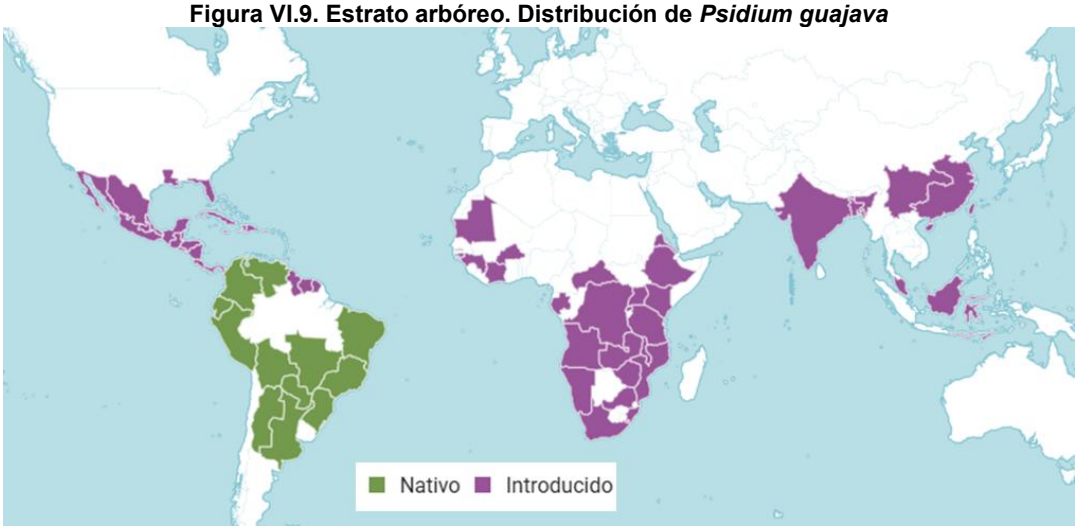
Pithecellobium lanceolatum. Árbol o arbusto, espinoso, perennifolio, de 15 a 25 m de altura, con ramas provistas de espinas. Hojas coriáceas, alternas, pinnadas, de entre 5 a 10 cm de largo y 2.0 a 3.5 cm de ancho. Tronco derecho. Corteza lisa o ligeramente fisurada, gris plomiza a gris morena con bandas horizontales protuberantes y lenticelas pálidas en líneas longitudinales. Presenta inflorescencias axilares, de 3 a 8 cm, hermafroditas, pequeñas, de color blanco con amarillo, se agrupan en espigas; cada flor o cabezuela midede0.6a1.0cmde largo y 1.0 mm de diámetro. Fruto. Vainas de color verde cuando jóvenes, miden entre 5 a20cmdelargoy1.5cm de ancho, en promedio; cuando maduran se enrollan, se tornan un color verde a café, dehiscentes, dejando al descubierto las semillas.

Figura VI.8. Estrato arbóreo. Distribución de *Simarouba amara*



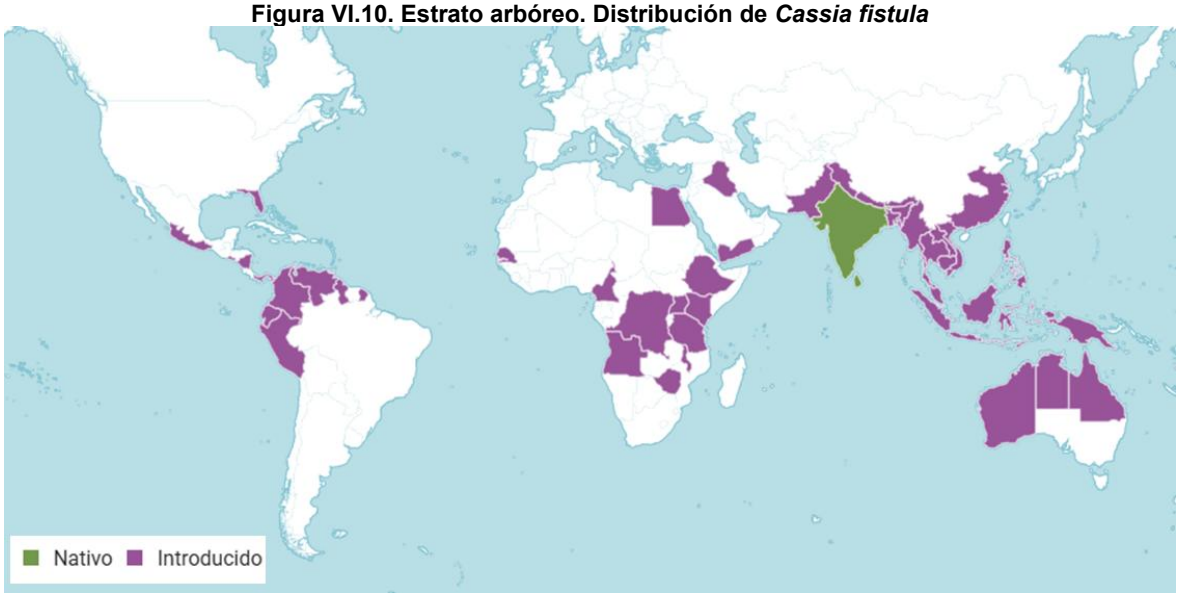
Simarouba amara. Árbol caducifolio, de 15 a 20 m (hasta 30 m) de altura. Copa irregular. Hojas alternas, pinnadas, de 10 a 40 cm de largo, incluyendo el pecíolo, compuestas por 8 a 16 folíolos de forma irregular, oblongos u oblanceolados. Corteza fisurada, pardo/amarillenta a moreno grisácea. Flores en panículas axilares y terminales laxas y amplias, de 20 a 30 cm de largo, glabras; flores actinomórficas, 8 a 9 mm de diámetro; cáliz verde, cupular; pétalos de color crema verdoso o crema amarillenta. Fruto. crema amarillenta, ligeramente angulosas, amarillo rojizas a rojas, muy astringentes cuando inmaduras, contienen una semilla.

Figura VI.9. Estrato arbóreo. Distribución de *Psidium guajava*



Psidium guajava. Árbol o arbusto perennifolio o caducifolio, de 3 a 10 m (hasta 20 m) de altura. Copa irregular. Hojas decusadas simples; láminas de 3 a 13.5 cm de largo por 1.5 a 6 cm de ancho, oblanceoladas, oblongas o elípticas, margen entero; verde brillantes a verde parduscas. Tronco generalmente torcido y muy ramificado. Ramas gruesas, ascendentes y retorcidas. Corteza escamosa en piezas lisas, delgadas e irregulares, pardo rojizo, las escamas grisáceas. Flores solitarias o en cimas hasta de 8 cm, axilares; flores dulcemente perfumadas, actinomórficas; sépalos 4 a 5, verdes en el exterior y blancos en el interior; pétalos 4 a 5, blancos. Fruto. Bayas hasta de 8 cm de diámetro, globosas a ovoides, con el cáliz persistente en el ápice, carnosas, de color crema amarillento a rosado, de olor fragante y sabor agridulce.

Figura VI.10. Estrato arbóreo. Distribución de *Cassia fistula*



Cassia fistula. Árbol de entre 10 a 15 m de altura y hasta 45 cm de diámetro, caducifolio, corteza lisa, gris o castaño rojiza, escamosa. Ramillas color verde oscuro, cubiertas de pelillos. Hojas grandes paripinadas, de 15 a 30 cm de largo. Flores color amarillo dorado, que forman racimos largos y colgantes. Vainas de 37.5 a 60 cm de longitud y 1.0 a 2.5 cm de diámetro, cilíndricas, negruzcas.

Citrus* x *latifolia. Al ser un hibrido no tiene distribución natural. Árbol frutal híbrido, de porte bajo (hasta 5 m), perenne, con hojas ovaladas de color verde brillante y flores blancas fragantes. Su fruto, conocido como lima persa o de Tahití, es una lima grande, sin semillas, con piel lisa y fina, que madura de verde a amarillo. Es más resistente al frío que otros limones, pero es sensible a las heladas y prefiere climas cálidos y subtropicales.

De las especies que solo se identificaron en el censo del arbolado, solamente *Pithecellobium lanceolatum* contribuyen de manera significativa a la estructura de la vegetación secundaria arbórea de la selva mediana subcaducifolia en el predio. Es importante destacar que todas estas especies son especies muy comunes en México, como se puede observar en las figuras y tablas anteriores. Por lo tanto, el impacto negativo causado por el desarrollo del proyecto no afectará significativamente su distribución. Esta conclusión está respaldada por la distribución real de estas especies tanto dentro del Sistema Ambiental Regional como en el país en general.

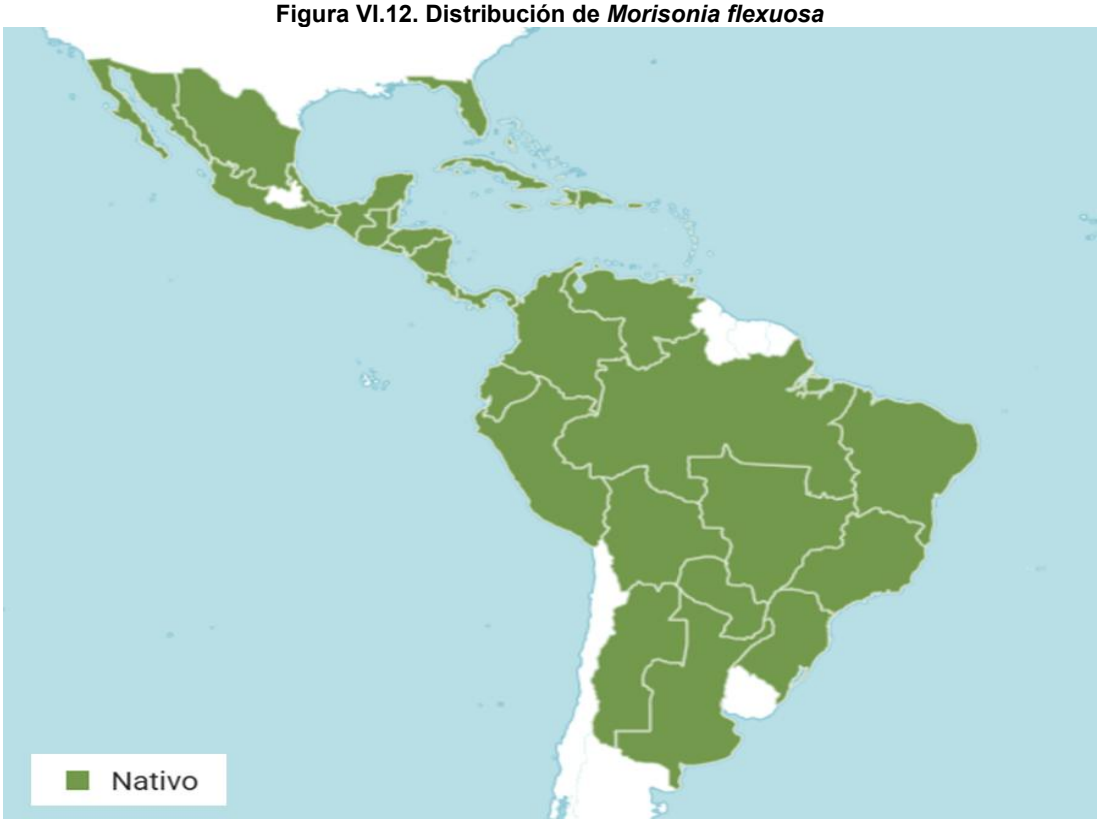
Estrato arbustivo. La baja diversidad en este estrato se explica por el hecho de que el área del proyecto está cubierta principalmente por el estrato arbóreo, solo se observaron dos especies pertenecientes a este estrato, siendo una de ellas una especie exótica.

Figura VI.11. Distribución de *Chrysalidocarpus lutescens*



Chrysalidocarpus lutescens. Es una palmera de crecimiento agrupado con múltiples troncos anillados, similares al bambú, que pueden alcanzar de 6 a 9 metros de altura. Sus hojas son pinnadas, arqueadas y de color verde amarillento, compuestas por 40 a 60 pares de foliolos lanceolados. Produce racimos de flores amarillas, seguidas de frutos ovoides que maduran de amarillo a negro.

Figura VI.12. Distribución de *Morisonia flexuosa*



Morisonia flexuosa. Arbusto de 2-9 m de alto, completamente glabro. Ramas en sarmientos colgantes. Hojas esparcidas regularmente a lo largo de la rama, en apariencia dísticas, con una glándula axilar en forma de botón; estípulas nulas; pecíolo de 5-10 mm de largo, acanalado; lámina obovada, estrechamente oval o linear-lanceolada, de 3-9(-10) x 2-4(-5) cm, coriácea. Inflorescencias en racimos breves, subsésiles, terminales (3-7-floros) o subterminales axilares y 1-3-floros. Fruto cilíndrico, de 7-15(-26) x 1-2 cm, dehiscente; pulpa roja.

B. Fauna

Con la finalidad de garantizar que los impactos ambientales que surjan como consecuencia del cambio de uso de suelo de terreno forestal no tendrán repercusiones significativas sobre la fauna que habita en el sitio del proyecto, se realizó una comparación de la fauna registrada en ambos sitios (SAR y predio), así como para los índices de diversidad de Shannon (H'). Dado que se tienen datos de ambas áreas en dos temporalidades diferentes (lluvia y secas/estiaje), las comparaciones se realizarán de la siguiente manera:

- Comparación 1: Datos de la Temporada de Seca/Estiaje entre el SAR y el Predio.
- Comparación 2: Datos de la Temporada de Lluvia entre el SAR y el Predio.

Para explicar la presencia, ausencia o especies compartidas entre sitios, la información se presenta a manera de tabla. En esta tabla se incluyen las especies junto con el número de individuos observados. Esta metodología se utilizó con el propósito de destacar la representatividad de las especies en cada ubicación comparada (el predio y el Sistema Ambiental Regional). Se tienen tres escenarios que se explican a continuación:

- **Aquellas registradas exclusivamente en el Sistema Ambiental Regional**
- **Aquellas registradas exclusivamente en el predio**
- **Aquellas registradas en ambos sitios**

Se ha utilizado un esquema de colores para diferenciar claramente entre los grupos exclusivos y compartidos, de la siguiente manera:

Tabla VI.8. Patrón de colores que indican la presencia de las especies en SAR y área del proyecto

	Sólo en sistema ambiental regional
	Sólo en predio
	Ambos sitios

Temporada de seca. Para el proyecto "Alisia", se registraron **6 especies** distribuidas entre los 3 grupos faunísticos (*Mastofauna*, *Avifauna* y *Herpetofauna*). En contraste, en el Sistema Ambiental Regional (SAR) se registraron **50 especies** para esos mismos tres grupos. El grupo con mayor número de especies registradas fue el de las aves **38 especies** observadas en el SAR, mientras que solo se identificaron **4 especies** de aves en el predio. Por otra parte, para este grupo faunístico (avifauna) se registraron un total de **227 individuos** para el SAR y **10 individuos** para el predio (Proyecto "Alisia"). Por otro lado, el grupo con menor número de registros fue el de los mamíferos, con **6 especies** y 10 individuos en total. Es importante notar que estos últimos datos (6 especies y 10 individuos de mamíferos) son solo para el SAR.

Avifauna/Aves

En total se registraron ***40 especies***, tomando como referencia las especies registradas tanto los muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional (SAR) como en los muestreos en el terreno del proyecto "***Alisia***".

Para el área del proyecto, se identificaron **2 especies** que solo se registraron en los muestreos para el predio, las cuales son: *Ardea alba* y *Larus heermanni*. Sin embargo, basándose en los registros históricos de la zona, (como se registra en el listado potencial

del SAR) se estima que estas especies también se distribuyen en el SAR y no nativas del predio. Su presencia en el predio se explica por los siguientes factores:

- Afinidad a cuerpos de agua: Ambas especies son comúnmente avistadas en costas, playas y zonas de manglar (principalmente *Ardea alba*).
- Proximidad al Estero El Salado: Este cuerpo de agua se sitúa aproximadamente a 250 metros del proyecto.
- Adaptabilidad urbana: Debido a la cercanía con su hábitat natural, estas aves aumentan sus posibilidades de avistamiento y abundancia incluso en zonas urbanas.

Por otro lado, se registraron **2 especies** presentes tanto en el predio como en el Sistema Ambiental Regional (SAR): el Cacique mexicano (*Cassiculus melanicterus*) y el Luis bienteveo (*Pitangus sulphuratus*). Finalmente, durante los muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional, se identificaron una mayor cantidad de especies, con un total de **36 especies** de avifauna que no tuvieron presencia dentro del área del proyecto. Esta diferencia resalta la mayor riqueza biológica de las zonas menos urbanizadas del Sistema Ambiental en comparación con el predio.

Tabla VI.9. Temporada seca. Comparación de las especies de aves entre el SAR y el área de proyecto

Especie	Predio	SAR
Amazilia rutila		4
Ara militaris		16
Ardea alba	1	
Buteo albonotatus		1
Calocitta colliei		6
Cardelina pusilla		1
Cassiculus melanicterus	5	19
Cathartes aura		18
Chondrohierax uncinatus		1
Columba livia		8
Columbina inca		5
Contopus pertinax		1
Coragyps atratus		2
Cyanocorax sanblasianus		12
Egretta thula		22
Eupsittula canicularis		11
Fregata magnifiscens		12

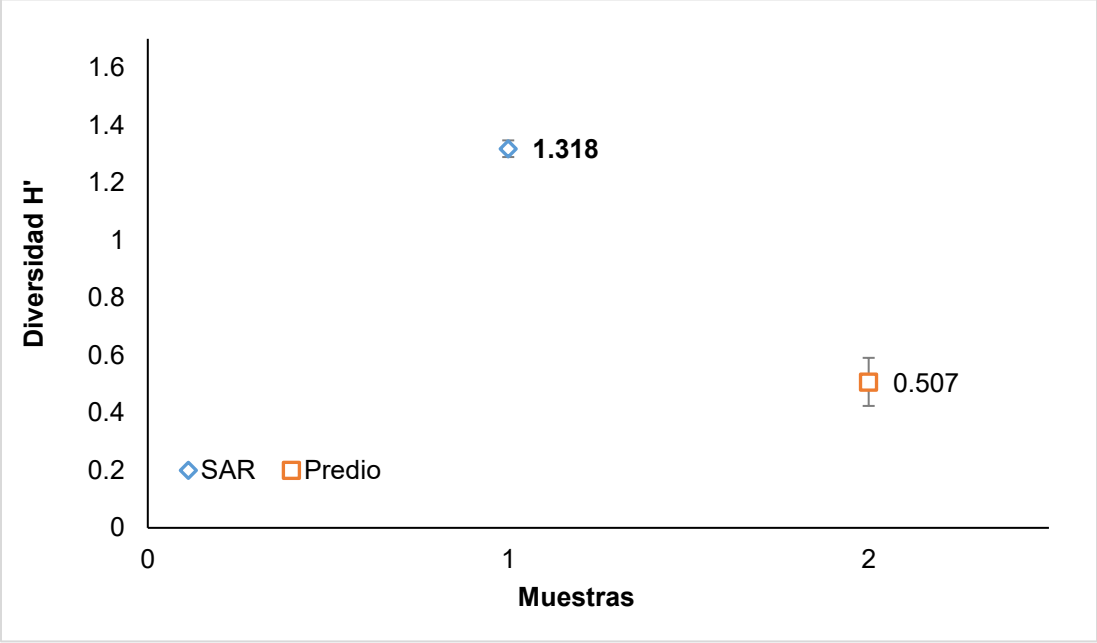
Especie	Predio	SAR
Icterus pustulatus		3
Larus heermanni	3	
Leiothlypis celata		1
Leiothlypis ruficapilla		2
Leptopila verreauxi		1
Melanerpes chrysogenis		3
Myiozetetes similis		6
Nannopterum brasilianum		2
Parkesia noveboracensis		1
Passerina caerulea		2
Passerina versicolor		2
Piranga rubra		1
Pitangus sulphuratus	1	2
Polioptila caerulea		1
Quiscalus mexicanus		38
Setophaga nigriscens		1
Streptopelia decaocto		2

Especie	Predio	SAR
Tityra semifasciata		4
Trogon elegans		1
Tyrannus crassirostris		3

Especie	Predio	SAR
Tyrannus melancholicus		9
Vireo gilvus		1
Xiphorhynchus flavigaster		2

Diferencia en la diversidad de Shannon. Se registran diferencias significativas para la diversidad de Shannon según el valor de P para este grupo, pues este fue menor a 0.05, lo cual podría indicar que el SAR es ampliamente más diverso que el predio, lo cual nos dice que el estado de conservación del SAR es mejor a comparación del predio, esto tiene sentido, pues el área del proyecto, es un parche de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia que ya no está conectada con el sistema ambiental, por lo que su degradación a través del tiempo ha influido también en la diversidad del área del proyecto, siendo esta muy baja.

Figura VI. 13. Temporada seca. Comparación de las aves del SAR y el área de proyecto



Especies en riesgo. En los muestreos del predio se registró una sola especie bajo alguna categoría de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. *Larus heermanni*, se encuentra en **sujeta a protección especial** (**Pr**). Es una especie migratoria, por lo que, no se va a observar durante todo el año en este sitio.

Especies en riesgo del Sistema Ambiental Regional. En el listado potencial del Sistema Ambiental Regional (SAR) se identificaron 38 especies pertenecientes a la avifauna bajo

alguna categoría de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. Mientras que, en los muestreos del SAR, para este grupo zoológico específico se identificaron **4 especies**: las primeras 3 son *Chondrohierax uncinatus*, *Buteo albonotatus* y *Eupsittula canicularis*, las cuales se encuentran en la categoría de "**sujeta a protección especial** (**Pr**)", y cuarta especie reportada es *Ara militaris*, clasificada en la categoría de "**En peligro de extinción** (**P**)".

Tabla VI.10. Temporada seca. Especies de avifauna en la NOM-059SEMARNAT-2010

Especie	NOM-059		Distribución
Cairina moschata	P	Listado potencial	Nativa
Penelope purpurascens	A	Listado potencial	Nativa
Aramides axillaris	A	Listado potencial	Nativa
Aramus guarauna	A	Listado potencial	Nativa
Anarhynchus nivosus	A	Listado potencial	Residente/migratoria
Limosa fedoa	A	Listado potencial	Migratoria
Calidris mauri	A	Listado potencial	Migratoria
Larus heermanni	**Pr**	**Listado potencial/Predio**	**Migratoria**
Sternula antillarum	Pr	Listado potencial	Migratoria
Thalasseus elegans	Pr	Listado potencial	Migratoria
Tachybaptus dominicus	Pr	Listado potencial	Nativa
Mycteria americana	Pr	Listado potencial	Migratoria
Sula nebouxii	Pr	Listado potencial	Nativa
Tigrisoma mexicanum	Pr	Listado potencial	Nativa
Botaurus exilis	Pr	Listado potencial	Residente/migratoria
Egretta rufescens	P	Listado potencial	Nativa
Chondrohierax uncinatus	**Pr**	**Listado potencial/SAR**	**Nativa**
Accipiter striatus	Pr	Listado potencial	Residente/migratoria
Astur cooperii	Pr	Listado potencial	Residente/migratoria
Geranospiza caerulescens	A	Listado potencial	Nativa
Rostrhamus sociabilis	Pr	Listado potencial	Nativa
Buteogallus anthracinus	Pr	Listado potencial	Nativa
Buteogallus urubitinga	Pr	Listado potencial	Nativa
Parabuteo unicinctus	Pr	Listado potencial	Nativa
Buteo albonotatus	**Pr**	**Listado potencial/SAR**	**Residente/migratoria**
Buteo swainsoni	Pr	Listado potencial	Migratoria
Glaucidium palmarum	A	Listado potencial	Endémica
Campephilus guatemalensis	Pr	Listado potencial	Nativa
Micrastur semitorquatus	Pr	Listado potencial	Nativa
Falco peregrinus	Pr	Listado potencial	Residente/migratoria
Amazona finschi	P	Listado potencial	Endémica
Forpus cyanopygius	Pr	Listado potencial	Endémica

Especie	NOM-059		Distribución
Eupsittula canicularis	**Pr**	**Listado potencial/SAR**	**Nativa**
Ara militaris	**P**	**Listado potencial/SAR**	**Nativa**
Ramphotrigon flammulatum	Pr	Listado potencial	Endémica
Vireo atricapilla	P	Listado potencial	Migratoria
Geothlypis tolmiei	A	Listado potencial	Migratoria
Passerina ciris	Pr	Listado potencial	Residente/migratoria

Herpetofauna

En total se registraron ***7 especies***, tomando como referencia las especies registradas tanto los muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional (SAR) como en los muestreos en el terreno del proyecto "***Alisia***".

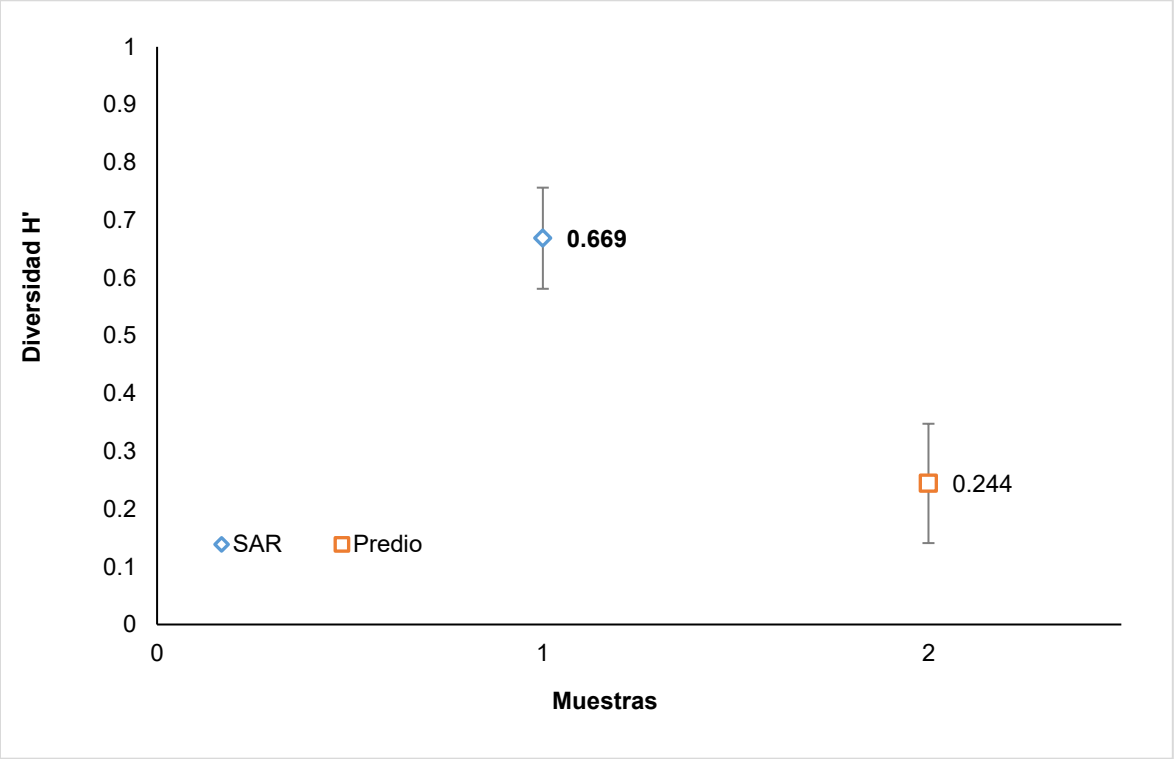
Se registraron **2 especies** presentes tanto en el predio como en el Sistema Ambiental Regional (SAR): *Anolis nebulosus* e *Iguana rhinolopha*. Finalmente, durante los muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional, se identificaron una mayor cantidad de especies, con un total de **3 especies** de herpetofauna que no tuvieron presencia dentro del área del proyecto. Esta diferencia resalta la mayor riqueza biológica de las zonas menos urbanizadas del Sistema Ambiental Regional en comparación con el predio.

Tabla VI.11 Temporada seca. Comparación de las especies de herpetofauna entre el SAR y área del proyecto

Especie	Predio	SAR
Anolis nebulosus	1	5
Aspidoscelis lineattissimus		1
Ctenosaura pectinata		3
Iguana rhinolopha	3	1
Sceloporus utiformis		1

Diferencia en la diversidad de Shannon. De acuerdo a los resultados del índice de Shannon la diversidad es mala para ambos sitios y el valor de p (menor a 0.05), indica que hay diferencia significativa entre el SAR y el predio , siendo el SAR el que mostró ser más diverso, esto supone que el SAR sigue siendo un lugar con mejor grado de conservación en comparación al predio, donde de las tres especies registradas, existe una clara dominancia por la Iguana verde, se puede suponer que, esto es a causa de que el parche quedo aislado dentro de una zona urbana que limito el traslado natural de esta especie a espacios más adecuados para su sobrevivencia.

Figura VI.14. Temporada seca. Comparación de diversidad de la herpetofauna a través de la prueba T de Hutchenson



Especies en riesgo. En los muestreos del predio se registró una sola especie bajo alguna categoría de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. *Iguana rhinolopha* (sinónimo *Iguana iguana*), se encuentra en sujeta a protección especial (Pr). Es una especie nativa de México.

Especies en riesgo del Sistema Ambiental Regional. En el listado potencial del Sistema Ambiental Regional (SAR) se identificaron 17 especies bajo alguna categoría de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. Mientras que, en los muestreos del SAR, para este grupo zoológico específico se identificaron **3 especies**: las primeras 2 son *Aspidoscelis lineattissimus* e *Iguana rhinolopha*, las cuales se encuentran en la categoría de "**sujeta a protección especial** (**Pr**)", y la tercera especie reportada es *Ctenosaura pectinata*, clasificada en la categoría de "**Amenazada** (**A**)".

Tabla VI.12. Temporada seca. Especies de herpetofauna en la NOM-059SEMARNAT-2010

Especie	NOM-059	Distribución	
Crocodylus acutus	Pr	Nativa	Listado potencial
Hypsiglena torquata	Pr	Endémica	Listado potencial
Imantodes gemmistratus	Pr	Nativa	Listado potencial
Lampropeltis polyzona	A	Nativa	Listado potencial
Leptodeira maculata	Pr	Endémica	Listado potencial
Leptophis diplotropis	A	Endémica	Listado potencial

Especie	NOM-059	Distribución	
Rhadinaea hesperia	Pr	Endémica	Listado potencial
Salvadora mexicana	Pr	Endémica	Listado potencial
Tantilla calamarina	Pr	Endémica	Listado potencial
Heloderma horridum	A	Endémica	Listado potencial
Ctenosaura pectinata	**A**	**Endémica**	**Listado potencial/SAR**
Iguana rhinolopha **(sinónimo *Iguana iguana*)**	**Pr**	**Nativa**	**Listado potencial/SAR/Predio**
Sceloporus asper	Pr	Endémica	Listado potencial
Aspidoscelis communis	Pr	Endémica	Listado potencial
Aspidoscelis costatus	Pr	Endémica	Listado potencial
Aspidoscelis lineattissimus	**Pr**	**Endémica**	**Listado potencial/SAR**
Crotalus basiliscus	Pr	Endémica	Listado potencial

Mamíferos

En este grupo se registró un total de seis especies mediante la observación de huellas, restos y excretas en el SAR, sin embargo, de estas especies ninguna fue registrada para el predio, ya que este se encuentra en un área urbanizada y aislada, por lo que, al no contar con una unión al SAR, la diversidad de mamíferos es nula, sin embargo, en la visita de campo, se notó la presencia de gato domestico feral, lo cual indica la alta perturbación del sitio debido a la urbanización de sus alrededores y la perdida de naturalidad de este mismo.

Tabla VI.13. Temporada seca. Comparación de las especies entre el SAR y el predio

Especie	SAR	Predio
Didelphis virginianus	2	
Nasua narica	1	
Odocoileus virginianus	1	
Procyon lotor	1	
Sciurus colliaei	4	
Urocyon cinereoargenteus	1	

Temporada de lluvia. Para el proyecto "Alisia", se registraron **21 especies** distribuidas entre los 3 grupos faunísticos (*Mastofauna*, *Avifauna* y *Herpetofauna*). En contraste, en el Sistema Ambiental Regional (SAR) se registraron **50 especies** para esos mismos tres grupos. El grupo con mayor número de especies registradas fue el de las aves **38 especies** observadas en el SAR, mientras que solo se identificaron **18 especies** de aves en el predio. Por otra parte, para este grupo faunístico (avifauna) se registraron un total de **227 individuos** para el SAR y **127 individuos** para el predio (Proyecto "Alisia"). Por otro lado, el grupo con menor número de registros fue el de los mamíferos, con **6 especies** y 14

individuos en total. Es importante notar que estos últimos datos (6 especies y 14 individuos de mamíferos) son solo para el SAR.

Avifauna/Aves

En total se registraron ***63 especies***, tomando como referencia las especies registradas tanto los muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional (SAR) como en los muestreos en el terreno del proyecto "***Alisia***".

Para el área del proyecto, se identificaron **8 especies** que solo se encontró en los muestreos para el predio, las cuales son: *Cynanthus latirostris, Dryobates scalaris, Fregata magnificens, Hirundo rustica*, *Myiozetetes similis*, *Pelecanus occidentalis, Pitangus sulphuratus* y *Turdus rufopalliatus*. Durante la temporada de seca en los muestreos del SAR, se encontraron 3 de estas especies: *Fregata magnificens*, *Myiozetetes similis* y *Pitangus sulphuratus.* Aunque, basándose en los registros históricos de la zona, (como se registra en el listado potencial del SAR) se estima que estas especies también se distribuyen en el SAR y no nativas del predio.

Por otro lado, se registraron **10 especies** presentes tanto en el predio como en el Sistema Ambiental Regional (SAR): *Cassiculus melanicterus*, *Columbina inca*, *Icterus pustulatus*, *Melanerpes chrysogenys*, *Ortalis wagleri*, *Quiscalus mexicanus*, *Saltator grandis*, *Trogon citreolus*, *Tyrannus melancholicus* y *Zenaida asiatica*. Finalmente, durante los muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional, se identificaron una mayor cantidad de especies, con un total de **45 especies** de avifauna que no tuvieron presencia dentro del área del proyecto. Esta diferencia resalta la mayor riqueza biológica de las zonas menos urbanizadas del Sistema Ambiental en comparación con el predio.

Tabla VI.14. Temporada de lluvia. Comparación de las especies de aves entre el SAR y el área de proyecto

Especie	Predio	SAR
Actitis macularis		1
Amazilia rutila		1
Ara militaris		18
Basileuterus culicivorus		1
Buteo brachyurus		1
Buteogallus anthracinus		1
Cardinalis cardinalis		1
Cassiculus melanicterus	7	9
Cathartes aura		1
Chlorophonia elegantissima		1
Columbina inca	4	10
Contopus pertinax		1
Coragyps atratus		7
Corthylio calendula		1
Crotophaga sulcirostris		2
Cyanocorax sanblasianus		10
Cynanthus auriceps		2

Especie	Predio	SAR
Cynanthus latirostris	2	
Dryobates scalaris	1	
Dryocopus lineatus		2
Empidonax difficilis		1
Eupsittula canicularis		90
Fregata magnificens	10	
Glaucidium brasilianum		6
Hiruno rustica	8	
Icterus pustulatus	3	24
Melanerpes chrysogenys	5	2
Melanerpes uropygialis		2
Melanotis caerulescens		1
Melozone kieneri		1
Morococcyx erythropygus		2
Myiodynastes luteiventris		2
Myiozetetes similis	7	
Nannopterum brasilianum		1
Ortalis polyocephala		7
Ortalis wagleri	2	4
Pandion haliaetus		1
Passerina versicolor		1
Pelecanus occidentalis	7	
Phaethornis mexicanus		1

Especie	Predio	SAR
Pheugopedius felix		15
Pitangus sulfuratus	26	
Pitangus sulphuratus		9
Polioptila caerulea		3
Quiscalus mexicanus	15	3
Ramosomyia violiceps		1
Riparia riparia		5
Saltator grandis	2	6
Saucerottia beryllina		2
Setophaga coronata		1
Setophaga petechia		2
Spinus psaltria		1
Sporophila torqueola		2
Streptopelia decaocto		4
Thryophilus sinaloa		11
Tityra semifasciata		3
Trogon citreolus	2	13
Trogon elegans		1
Turdus rufopalliatus	6	
Tyrannus melancholicus	15	6
Vireo atricapilla		1
Xiphorhynchus flavigaster		1
Zenaida asiatica	5	6

Diferencia en la diversidad de Shannon. Se registran diferencias significativas para la diversidad de Shannon según el valor de P para este grupo, pues este fue menor a 0.05, lo cual podría indicar que el SAR es ampliamente más diverso que el predio, lo cual nos dice que el estado de conservación del SAR es mejor a comparación del predio, esto tiene sentido, pues el área del proyecto, es un parche de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia que ya no está conectada con el sistema ambiental, por lo que su degradación a través del tiempo ha influido también en la diversidad del área del proyecto, siendo esta muy baja.

Figura VI.15. Temporada de lluvia. Comparación de las aves del SAR y el área de proyecto



Especies en riesgo. En los muestreos del predio no se registraron especies bajo alguna categoría de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Especies en riesgo del Sistema Ambiental Regional. En el listado potencial del Sistema Ambiental Regional (SAR) se identificaron 38 especies bajo alguna categoría de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. Mientras que, en los muestreos del SAR, para este grupo zoológico específico se identificaron **4 especies**: las primeras 2 son *Buteogallus anthracinus* y *Eupsittula canicularis*, las cuales se encuentran en la categoría de "**sujeta a protección especial** (**Pr**)", y las últimas dos especies reportadas son *Ara militaris* y *Vireo atricapilla* clasificadas en la categoría de "**En peligro de extinción** (**P**)".

Herpetofauna

En total se registraron ***7 especies***, tomando como referencia las especies registradas tanto los muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional (SAR) como en los muestreos en el terreno del proyecto "***Alisia***".

Para el área del proyecto, se identificó **1 especie** que solo se encontró en los muestreos para el predio, la cual es: *Sceloporus melanorhinus*. Sin embargo, basándose en los

registros históricos de la zona, se estima que estas especies también se distribuyen en el SAR y no nativas del predio.

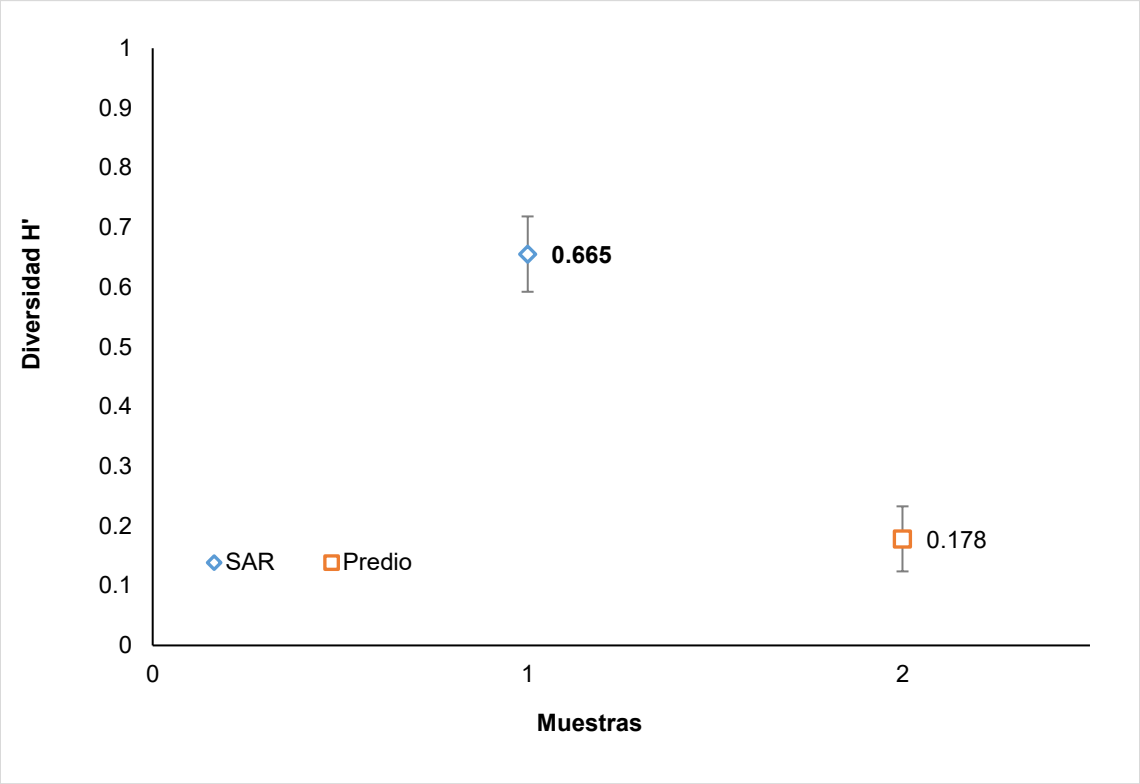
Se registraron **2 especies** presentes tanto en el predio como en el Sistema Ambiental Regional (SAR): *Anolis nebulosus* e *Iguana rhinolopha*. Finalmente, durante los muestreos realizados en el Sistema Ambiental Regional, se identificaron una mayor cantidad de especies, con un total de **4 especies** de herpetofauna que no tuvieron presencia dentro del área del proyecto. Esta diferencia resalta la mayor riqueza biológica de las zonas menos urbanizadas del Sistema Ambiental en comparación con el predio.

Tabla VI.15. Temporada de lluvia. Comparación de las especies de herpetofauna entre el SAR y área del proyecto

Especie	Predio	SAR
Anolis nebulosus	4	1
Aspidoscelis lineattissimus		10
Holcosus undulatus		3
Iguana rhinolopha	39	4
Inicilius marmoreus		4
Scelosporus melanorhinus	1	
Trimorphodon biscutatus		1

Diferencia en la diversidad de Shannon. De acuerdo a los resultados del índice de Shannon la diversidad es mala para ambos sitios y el valor de p (menor a 0.05), indica que hay diferencia significativa entre el SAR y el predio , siendo el SAR el que mostró ser más diverso, esto supone que el SAR sigue siendo un lugar con mejor grado de conservación en comparación al predio, donde de las tres especies registradas, existe una clara dominancia por la Iguana verde, se puede suponer que, esto es a causa de que el parche quedo aislado dentro de una zona urbana que limito el traslado natural de esta especie a espacios más adecuados para su sobrevivencia.

Figura VI.16. Temporada seca. Comparación de diversidad de la herpetofauna a través de la prueba T de Hutchenson



Especies en riesgo. En los muestreos del predio se registró una sola especie bajo alguna categoría de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. *Iguana rhinolopha* (sinónimo *Iguana iguana*), se encuentra en sujeta a protección especial (Pr). Es una especie nativa de México.

Especies en riesgo del Sistema Ambiental Regional. En el listado potencial del Sistema Ambiental Regional (SAR) se identificaron 17 especies pertenecientes a la avifauna bajo alguna categoría de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. Mientras que, en los muestreos del SAR, para este grupo zoológico específico se identificaron **2 especies**: ambas especies *Aspidoscelis lineattissimus* e *Iguana rhinolopha*, se encuentran en la categoría de "**sujeta a protección especial** (**Pr**)".

Fichas de las especies de Avifauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010

LARIDAE FAMILIA	*Larus heermanni* Nombre común: Gaviota de Heermann	**Sujeta a protección especial (Pr)**

Descripción: Gaviota de tamaño medio; sexos similares (longitud total 46-53 cm; masa corporal 371-643 g). Adultos en plumaje reproductor (alterno definitivo) distintivo con la cabeza y la parte superior del cuello blancos, y la parte inferior del cuello. Cola negra con clara punta blanca. Iris marrón oscuro a tostado, y patas y pies negros a gris oscuro. El Pico de los individuos adultos es claramente bicolor con rojo en la base y negro en la punta. Adultos de invierno (plumaje básico definitivo) similar, pero con la cabeza muy moteada de gris, marrón y blanco.

Dieta: Depredador generalista que se alimenta de una gran variedad de peces pequeños como la sardina del Pacífico (*Sardinops sagax*), la anchoa del norte (*Engraulis mordax*) y la caballa del Pacífico (*Scomber japonicus*), el eperlano (Osmeridae)

Distribución: Se encuentra a lo largo de las costas del Pacífico de México y raramente de Estados Unidos. La gran mayoría (90-95%) de la población global se reproduce en Isla Rasa, Golfo de California, México.

Hábitat: Se le encuentra mar adentro persiguiendo bancos de arenques. También frecuenta costas y playas marinas rocosas, fangales costeros, estuarios, puertos, lagunas, bahías y lechos de algas mar adentro. Rara vez se encuentra tierra adentro y lejos del medio marino.

Estado de Conservación: La especie se considera, Sujeta a protección especial ya que el 90-95% de la población reproductora mundial está restringida a Isla Rasa, Golfo de California, México, lo que hace a esta especie especialmente vulnerable a las perturbaciones provocadas por el hombre y por otros factores.



ACCIPITRIDAE FAMILIA	*Chondrohierax uncinatus* Nombre común: Gavilán Pico de Gancho	**Sujeta a protección especial (Pr)**

Descripción: Tiene un pico muy grande y fuertemente decurvado, una cola alargada y tarsos relativamente cortos. En vuelo, las alas tienen forma de pala, con las bases estrechadas. Mantiene las alas ligeramente arqueadas durante el vuelo. Los machos, en su plumaje más común, tienen la cabeza y el dorso totalmente gris oscuro, y las partes inferiores barradas uniformemente de gris y blanquecino. Las alas son gris oscuro con las primarias barradas, mientras que la cola, larga y oscura, tiene dos bandas anchas blancas y la punta gris. Las hembras son similares a una versión pardusca de los machos, oscuras en el dorso, más rojizas en el cuello y las partes inferiores, pero tienen barrados similares por debajo.

Dieta: En toda su área de distribución, se alimenta de numerosas especies de caracoles, aunque normalmente sólo se reporta que se alimente de 1 a 3 especies en un lugar determinado, presumiblemente debido a la disponibilidad local.

Distribución: Tiene un área de distribución muy extensa. Se reproduce desde el norte de México y el extremo sur de Estados Unidos, hacia el sur a través de Centroamérica y Sudamérica hasta Paraguay, Bolivia y el norte de Argentina. También se encuentra en Granada y en Trinidad y Tobago

Hábitat: Se ha encontrado en casi todos los tipos de vegetación. Se ha registrado desde el nivel del mar hasta los 3.100 m en toda su considerable área de distribución, pero suele ser más común por debajo de los 1.500 m.

Estado de Conservación: Extendida pero discreta, y en general parece ser poco común, con evidencias de disminuciones locales.








ACCIPITRIDAE FAMILIA	*Buteo albonotatus* Nombre común: Gavilán Pico de Gancho	**Sujeta a protección especial (Pr)**

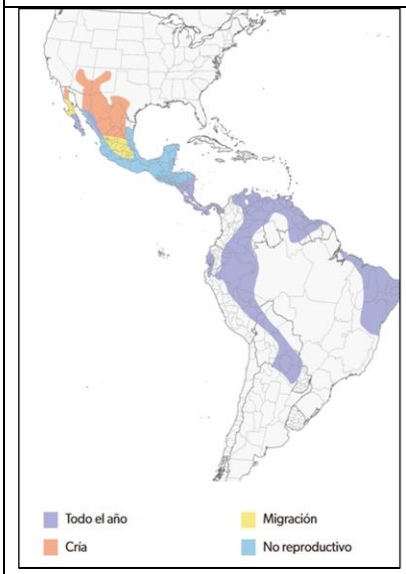
Descripción: De tamaño mediano (45-56 cm de longitud, 119-140 cm de envergadura alar, 610-940 g de peso). Es negro pizarroso con un tenue tinte parduzco, excepto la cola con 2 ó 3 bandas claras (que parecen blancas desde abajo y grises desde arriba) y las partes inferiores del ala son de dos tonos, con los bordes de las alas negras y las plumas de vuelo (rémiges) pálidas, de color gris claro con bandas finas y oscuras y un borde de fuga ancho y oscuro. Patas amarillo brillante.

Dieta: Mayoritariamente vertebrados, por ejemplo, aves, especialmente paseriformes; mamíferos, especialmente ardillas de tierra.

Distribución: Desde estados Unidos de América, hasta el norte de Argentina.

Hábitat: Más común cerca de arroyos, ya sea en árboles ribereños o en acantilados, pero a menudo cazando sobre bosques de coníferas de alta elevación o tierras bajas desérticas.

Estado de Conservación: Tiene una tasa reproductiva muy baja. Son muy recurrentes de la vegetación ribereña, vegetación que usualmente es aprovechada por las personas. Además, es un ave rapaz que usualmente cazan.







PSITTACIDAE FAMILIA	*Ara militaris* Nombre común: Papagayo verde	**En peligro de extinción (P)**

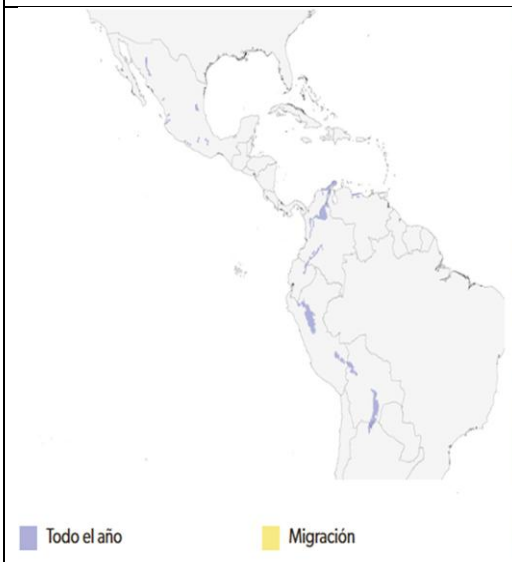
Descripción: Guacamayo, de 70-71 cm; 972-1134 g. Principalmente verde, tiene la frente roja y la zona facial blanca y desnuda, bordeada de líneas negras, y un tinte azul en el cuello posterior. Las plumas de vuelo son azules por encima y oliváceas por debajo, y la cola es azul y roja. Su pico es negro mate y el iris es de color amarillo. Sus patas y dedos de color gris oscuro.

Dieta: Su dieta incluye palma *Oenocarpus bataua*, frutos de *Melia azedarach* e higos. Tiene una dieta estrecha pero variable durante el año que consiste principalmente en semillas (39% de las observaciones de forrajeo) pero que incluye también frutos (*Bunchosia montana*, *Cephalocereus tetetzo*), hojas (*Cyrtocarpa procera*) e incluso látex (de los tallos de *Plumeria rubra)*

Distribución: La Guacamaya Militar tiene un área de distribución amplia pero claramente irregular, que se extiende desde México hasta el norte de los Andes y las cordilleras adyacentes, hasta Bolivia y el noroeste de Argentina.

Hábitat: Se encuentra en una gama comparativamente amplia de tipos de bosque, tanto húmedos como secos, pero siempre requiere zonas razonablemente grandes de hábitat relativamente inalteradas.

Estado de Conservación: Área de distribución muy extensa, pero fragmentada. En México, de poco común a frecuente en la parte norte del área de distribución, pero posiblemente extinta en el sur, en gran parte debido al comercio.







PSITTACIDAE FAMILIA	*Eupsittula canicularis* Nombre común: Perico atolero	**Sujeta a protección especial (Pr)**

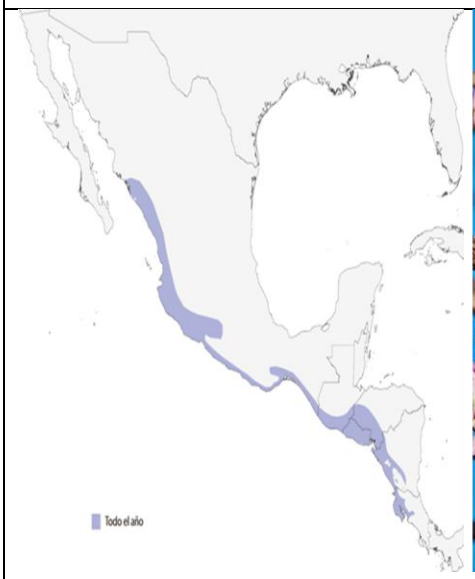
Descripción: Principalmente de color verde apagado, tiene la frente y los lores de color melocotón anaranjado, la parte media de la corona azul apagado, la garganta y el pecho marrón oliva, el vientre verde amarillento y las plumas de vuelo azules. Mide de 23-25 cm; y pesa 68-80 g.

Dieta: Se alimenta principalmente de frutas y flores, pero fuera de la temporada reproductiva, se sabe que grandes bandadas causan daños al maíz y los plátanos en maduración

Distribución: El loro más numeroso de la vertiente del Pacífico de Centroamérica, la Cotorra Frente Naranja se encuentra desde el oeste de México al sur de Costa Rica.

Hábitat: Habita en una gran variedad de hábitats, como el borde de los bosques, los bosques caducifolios, los bosques pantanosos del Pacífico, la sabana, los matorrales áridos espinosos e incluso los pastos para vacas y las zonas urbanas.

Estado de Conservación: Sus poblaciones han disminuido por la captura ilegal para el tráfico de mascotas y la pérdida/degradación de su hábitat (deforestación, agricultura) en México y Centroamérica







ACCIPITRIDAE FAMILIA	*Buteogallus anthracinus* Nombre común: Gavilán cangrejero negro	**Sujeta a protección especial (Pr)**

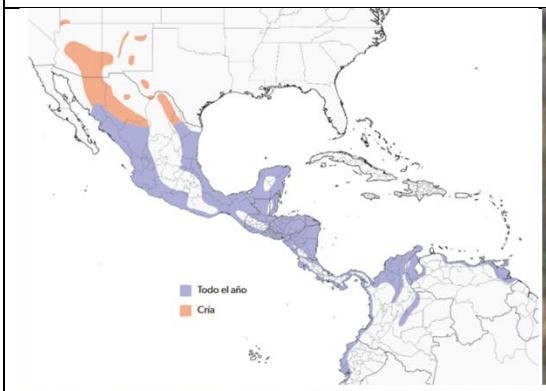
Descripción: En vuelo, los adultos lucen básicamente negros, con la excepción de una banda ancha blanca en la parte media y una fina banda terminal blanca en la cola. Los ejemplares pueden presentar sutiles marcas pálidas en el plumaje en diversas zonas, como la nuca, el pecho, las muñecas o las plumas tarsales. Es un ave rapaz de tamaño mediano a grande, con una longitud de entre 43 y 53 centímetros y una envergadura de 115 a 143 cm (con un promedio aproximado de 127 cm).

Dieta: El tipo de alimento es variado; se alimenta de aves juveniles, reptiles, crustáceos, insecto, peces, y lo que puedan cazar.

Distribución: Se reproduce desde el suroeste de EE. UU. hacia el sur, a través de las vertientes del Pacífico y del Golfo de México, así como por Centroamérica. Se tienen registros de su presencia en el norte de Sudamérica hasta Perú en el oeste, además de las islas de Trinidad, Tobago y San Vicente.

Hábitat: Recurrente de bosques ribereños, así como pantanos de agua dulce, estuarios, marismas, bosques inundados, ríos que atraviesan llanuras costeras y, especialmente, manglares costeros. Pero solo anidar en zonas ribereñas de EE.UU. y el noroeste de México.

Estado de Conservación: Sus poblaciones están amenazadas por la pérdida y fragmentación de su hábitat (bosques, manglares), además tienen una baja tasa reproductiva y localizada. También es un ave rapaz que se suele cazar.













VIREONIDAE FAMILIA	*Vireo atricapilla* Nombre común: Vireo cabecinegro	**Sujeta a protección especial (Pr)**

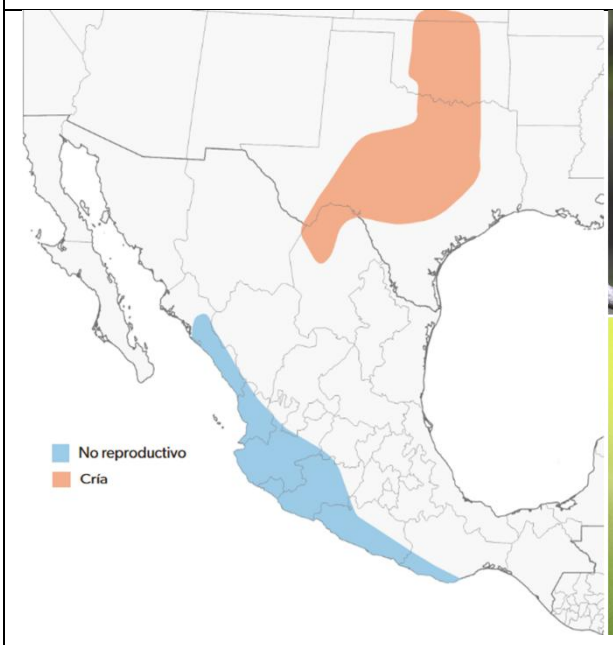
Descripción: Es un pájaro cantor activo, pequeño. Esta especie muestra claras diferencias en el color del frente del plumaje entre los sexos. Reconocible por su cabeza negra distintiva (en machos), un anillo blanco alrededor del ojo rojo, cuerpo verdoso arriba y blanco abajo con tonos amarillentos en los lados, y dos barras alares amarillas.

Dieta: Se alimenta de insectos y bayas en hábitats de roble y enebro, migra a México en invierno

Distribución: El área de reproducción actual incluye porciones del oeste de Oklahoma, el centro de Texas y Coahuila, México. Durante el invierno migra a la Vertiente del Pacifico.

Hábitat: Matorrales bajos, en su mayoría caducifolios y de altura y distribución irregulares, pero con espacios entre pequeños matorrales y matas y con cobertura vegetal hasta el nivel del suelo. También se encuentra en las selvas caducifolias y subcaducifolias.

Estado de Conservación: Sus poblaciones han disminuido considerablemente debido a la pérdida y degradación de su hábitat (incendios, expansión urbana, agricultura). Además, su área de distribución es restringida, el Tordo de Cabeza Marrón parasita sus nidos.









Fichas de las especies de Herpetofauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010

IGUANIDAE FAMILIA	*Iguana rhinolopha* Nombre común: Iguana verde	**Sujeta a protección especial (Pr)**

Descripción: Es un lagarto arbóreo que puede alcanzar hasta 2 metros de longitud total (hocico-cola) y un peso superior a los 15 kg. Presenta una cabeza angosta, hocico redondeado y ojos grandes con pupilas verticales. Sus extremidades son robustas, provistas de garras fuertes y alargadas que facilitan el desplazamiento en el estrato arbóreo. Morfológicamente, se distingue por poseer un número reducido y un tamaño pequeño de tubérculos nucales, una placa subtimpánica pequeña, ausencia de hinchazón en la zona subtimpánica e iris de color marrón con la esclerótica (el blanco del ojo) visible.

Dieta: Las iguanas son herbívoras.

Distribución: México y Centroamérica

Hábitat: Se les suele observar en zonas de vegetación espesa y en alturas (manglares, selvas, pastizales, riberas de ríos, acahuales) donde las temperaturas varían de los 27-28 °C y con humedad por encima del 70%. Se encuentra en zonas que van de los 0 a los 1000 msnm.

Estado de Conservación: Debido a la caza ilegal especialmente hembras preñadas.





TEIIDAE FAMILIA	*Aspidoscelis lineattissimus* Nombre común: Huico de líneas de Jalisco	**Sujeta a protección especial (Pr)**

Descripción: Lagartija diurna y terrestre de la costa del Pacífico mexicano (Nayarit a Colima), caracterizada por sus líneas dorsales claras y cola azul

Dieta: Es principalmente insectívora, se alimenta de una variedad de artrópodos como escarabajos (coleópteros), moscas, hormigas grandes, arañas y termitas, con posibles variaciones estacionales (consume más termitas en lluvias) y diferencias sutiles entre machos y hembras en cuanto a la variedad de presas.

Distribución: Costa del Pacífico desde Nayarit hasta Colima

Hábitat: Selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia, bosque de encino, campos de cultivo y terrenos baldíos. Desde el nivel del mar hasta los 1,700 m.

Estado de Conservación: Debido a que sus poblaciones podrían enfrentar problemas por actividades humanas o factores naturales







Distribución de las especies reportadas solo para el predio. En el desarrollo de este apartado, se señala la presencia de especies que solo se registraron en el predio. Sin embargo, es importante destacar que la distribución de estas especies no se restringe al área del proyecto, ya que no son endémicas de esta región específica. Existen registros de su presencia en otras áreas del Sistema Ambiental Regional e incluso en otros estados de México y/o países.

Adicionalmente, estas especies que solo se identificaron en los muestreos del predio y censo no se encuentran bajo ninguna categoría de riesgo de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Se puede concluir que su ausencia en los muestreos del Sistema Ambiental Regional (SAR) se debe probablemente a que no fueron detectadas durante el proceso de muestreo, y no necesariamente a problemas de conservación o a que sean especies que solo viven en áreas muy pequeñas.

En los tres grupos zoológicos muestreados en la vegetación secundaria arbórea de la selva mediana subcaducifolia, se han identificado un total de 8 especies (considerando las dos temporadas; seca y de lluvia) que solo se identificaron en los muestreos. Estas especies están distribuidas de la siguiente manera:

- 7 pertenecen a la avifauna
- 1 perteneciente a la herpetofauna

Tabla VI.16. Distribución de las especies registradas solamente en los muestreos en predio

Especie	Distribución en México	Distribución en otros países
Avifauna		
Ardea alba	AGS., BC., BCS, CAMP., CHIS., CHIH., CDMX, COAH., COL., DGO., GTO., GRO., HGO., JAL., EDOMÉX, MICH., MOR., NAY., NL, OAX., PUE., QRO., Q. ROO., SLP, SIN., SON., TAB., TAMPS., TLAX., VER., YUC. Y ZAC.	Presente en todo tipo de humedales de regiones templadas y tropicales, de los continentes Asia, América, África, Europa y Oceanía.
Larus heermanni	BC., BCS, JAL., NAY., SIN. Y SON.	Canadá y Estados Unidos de América
Cynanthus latirostris	AGS., CHIH., CDMX, COAH., COL., DGO., GTO., GRO., HGO., JAL., EDOMÉX, MICH., MOR., NAY., NL, OAX., PUE., QRO., Q. ROO., SLP, SIN., SON., TAMPS., TLAX., VER. Y ZAC.	Estados Unidos de América

Especie	Distribución en México	Distribución en otros países
Dryobates scalaris	AGS., BC., BCS, CAMP., CHIS., CHIH., CDMX, COAH., COL., DGO., GTO., GRO., HGO., JAL., EDOMÉX, MICH., MOR., NAY., NL, OAX., PUE., QRO., Q. ROO., SLP, SIN., SON., TAB., TAMPS., TLAX., VER., YUC. Y ZAC.	Belice, Guatemala, El Salvador, Estados Unidos de América y Nicaragua
Hirundo rustica	AGS., BC., BCS, CAMP., CHIS., CHIH., CDMX, COAH., COL., DGO., GTO., GRO., HGO., JAL., EDOMÉX, MICH., MOR., NAY., NL, OAX., PUE., QRO., Q. ROO., SLP, SIN., SON., TAB., TAMPS., TLAX., VER., YUC. Y ZAC.	Presente en todo tipo de humedales de regiones templadas y tropicales, de los continentes Asia, América, África, Europa y Oceanía.
Pelecanus occidentalis	BC., BCS, CAMP., CHIS., COL., GRO., JAL., MICH., NAY., OAX., Q. ROO., SIN., SON., TAB., TAMPS., VER., YUC. Y ZAC.	Belice, Canadá, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos de América, Guyana, Guyana Francesa, Haití, Honduras, Nicaragua, Panamá, Perú, Puerto Rico, República Dominicana, Surinam, Trinidad y Tobago y Venezuela.
Turdus rufopalliatus	AGS., CAMP., CHIH., CDMX, COAH., COL., DGO., GTO., GRO., HGO., JAL., EDOMÉX, MICH., MOR., NAY., NL, OAX., PUE., QRO., Q. ROO., SLP, SIN., SON., TLAX., VER., Y ZAC.	-
HERPETOFAUNA		
Sceloporus melanorhinus	COAH., COL., GTO., GRO., JAL., EDOMÉX, MICH., MOR., NAY., OAX., PUE. Y VER.	Guatemala

Figura VI.17. Distribución de *Ardea alba*

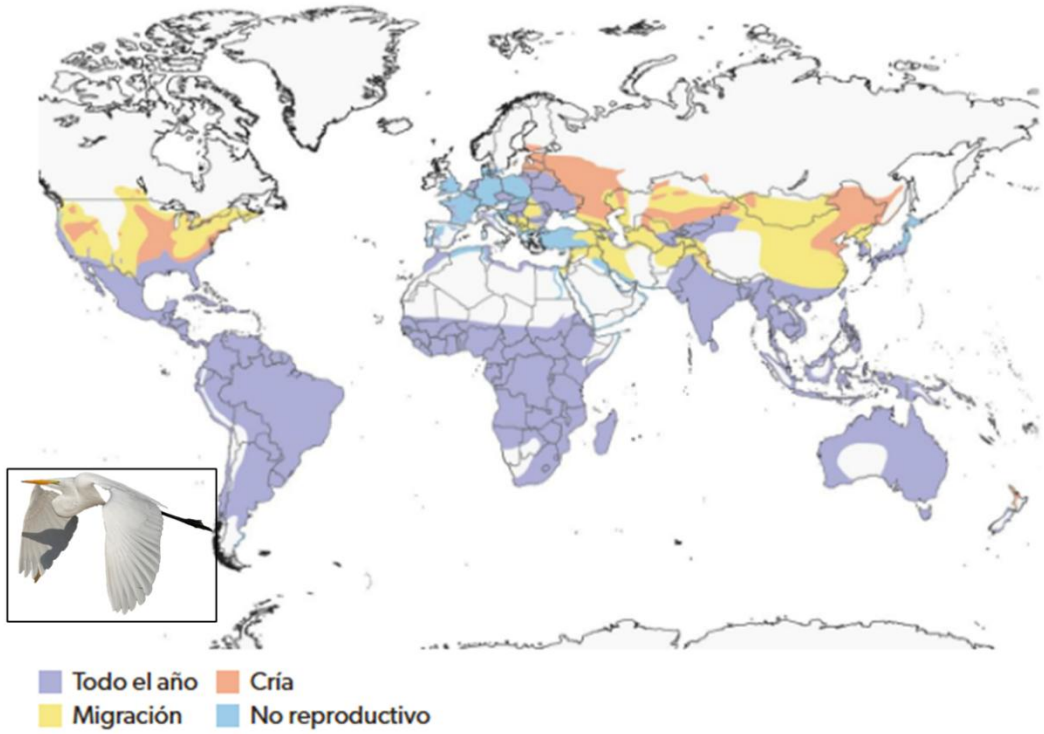


Figura VI.18. Distribución de *Larus heermanni*



Figura VI.19. Distribución de *Cynanthus latirostris*

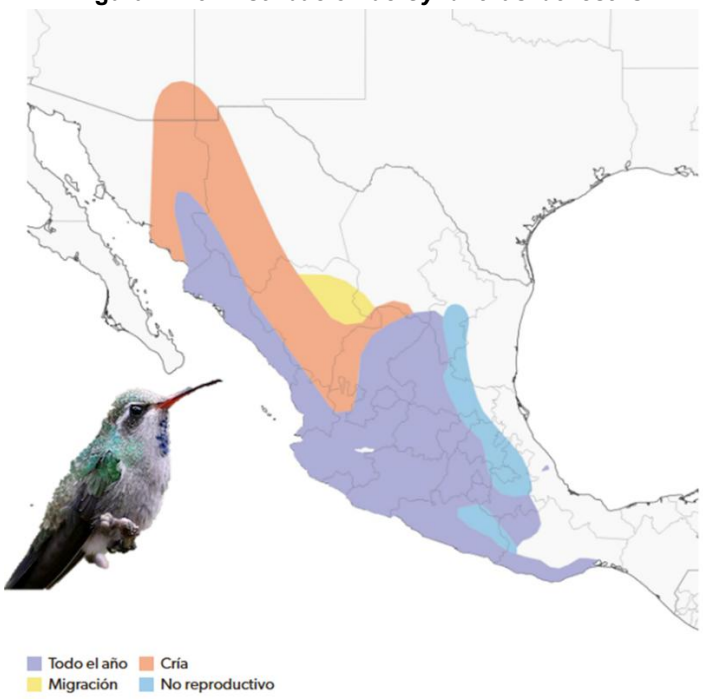


Figura VI.20. Distribución de *Dryobates scalaris*



Figura VI.21. Distribución de *Pelecanus occidentalis*

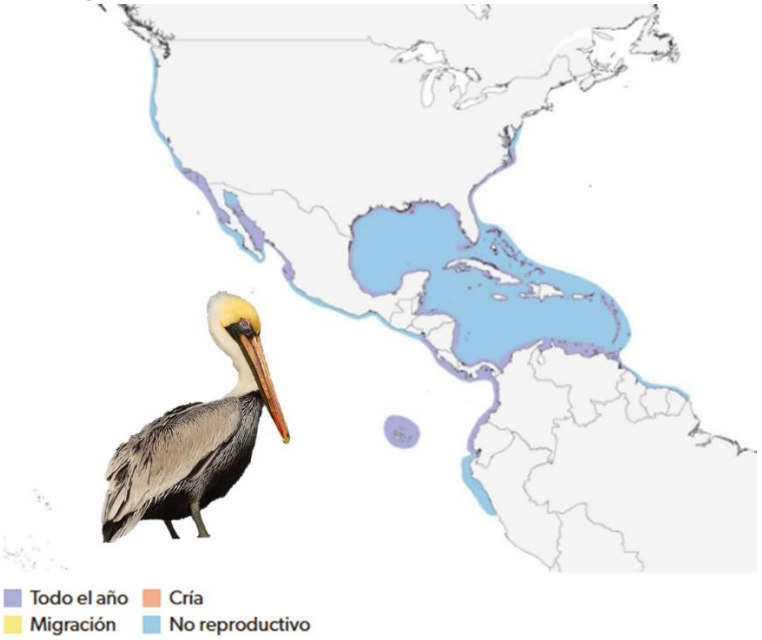


Figura VI.22. Distribución de *Hirundo rustica*

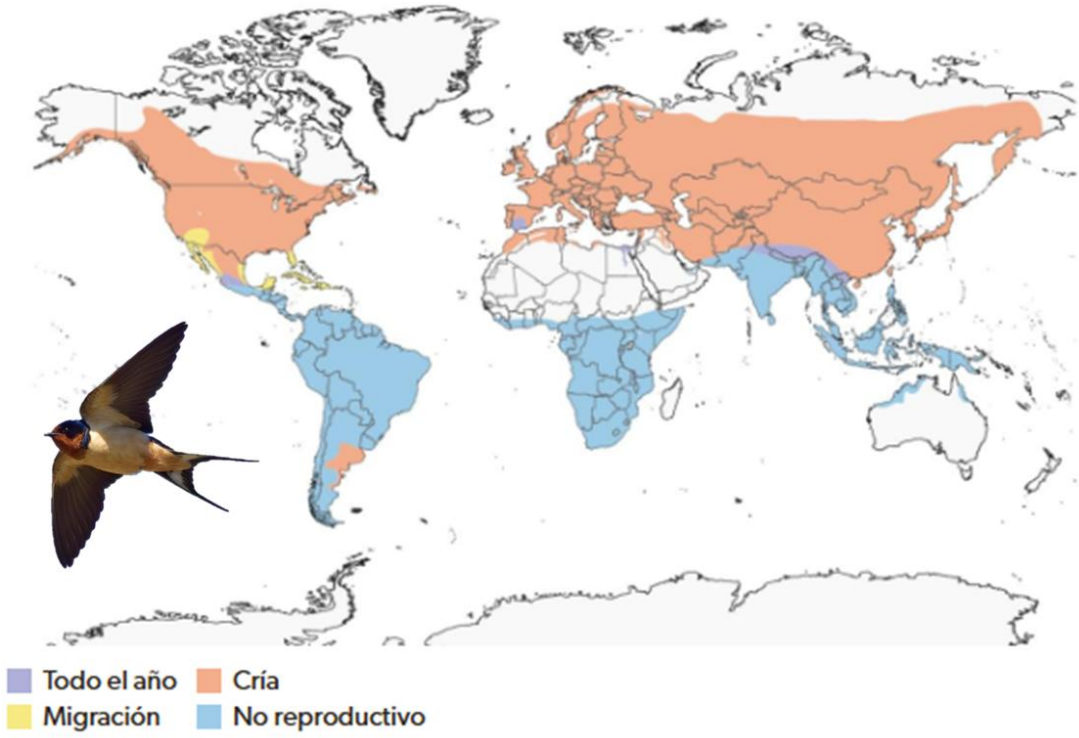


Figura VI.23. Distribución de *Turdus rufopalliatus*

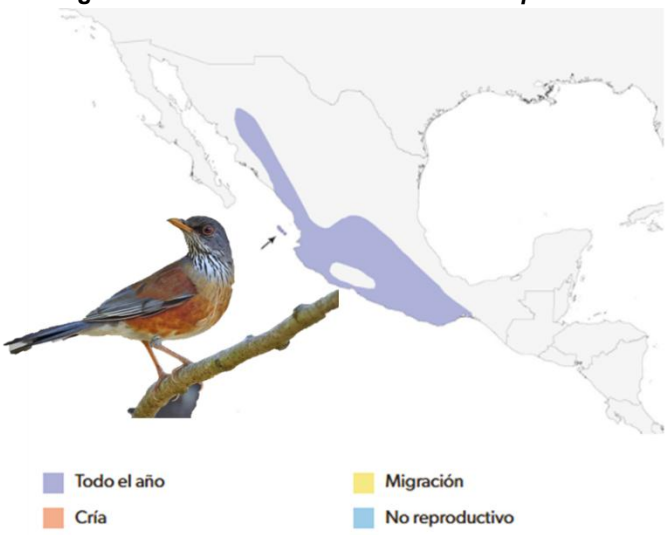
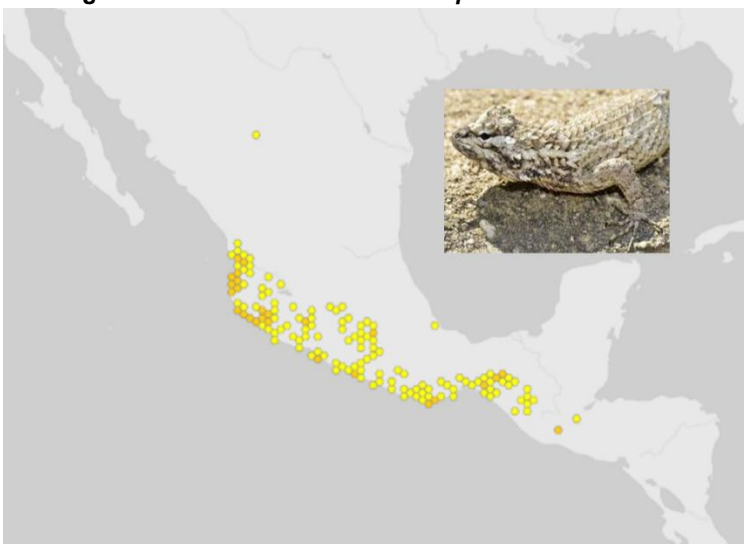


Figura VI.24. Distribución de *Sceloporus melanorhinus*



VI.2. LA EROSIÓN DE LOS SUELOS SE MITIGARÁ

La erosión es un proceso de desgaste que ocurre naturalmente, no obstante, es casi siempre magnificado por la acción del hombre (Marelli, 2004).

Sobre el suelo actúan básicamente dos tipos de erosión:

- Geológica (a largo tiempo): incluye los procesos de erosión y formación de suelo en forma balanceada. Esto dio origen a la mayor parte de la topografía actual.
- Antrópica: la acción del hombre acelera los procesos erosivos debido a la eliminación de la vegetación natural, al exceso de laboreo, etc.

Por lo tanto, se prevé que, con la implementación del proyecto, principalmente durante las actividades de desmonte y despalme, el suelo quede expuesto hasta que se inicien las actividades de construcción, por lo que a continuación, se presenta el análisis para determinar la cantidad de suelo que podría perderse a partir del desarrollo de este, detallando la erosión actual, erosión potencial (posterior a las actividades de desmonte y despalme) y con proyecto.

En el ***Capítulo IV***, en el apartado “Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso de suelo propuesto” del presente DTU-B, se describe la metodología para llevar a cabo la estimación de la erosión del suelo del predio; de acuerdo con la metodología de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2005).

Como se mencionó anteriormente y de acuerdo con lo presentado en el capítulo citado en el párrafo anterior, el proyecto podría ocasionar erosión durante la etapa de preparación del terreno, especialmente en las actividades de desmonte y despalme. Esto se debe a que el suelo estará desnudo y desprovisto de vegetación, lo que facilita que los factores erosivos como el agua y el aire tengan un mayor efecto. Sin embargo, posteriormente, las actividades constructivas evitarán que ocurra la erosión, aunque también limitarán la regeneración del suelo.

El área del proyecto donde se pretende realizar el **CUSTF es de 4,624.89 m^2** (**0.4624 ha**), la tasa de erosión actual presenta un valor de **0.0064 Ton/ha/año**, siendo la que presenta el valor más bajo. Una vez realizadas las actividades de desmonte y despalme, el suelo quedará expuesto por lo que la tasa de erosión aumentará a **0.5413 Ton/ha/año** (***valor que no rebasa la tasa máxima permitida de erosión según SAGARPA; 10/ton/año***) y, de no aplicarse medidas de mitigación, durante el tiempo que se realicen las actividades de construcción, por año podría erosionarse lo equivalente a la superficie predial. No obstante, una vez establecido el proyecto, la tasa de erosión volverá a disminuir a **0.0108 Ton/ha/año**, debido a que, una vez establecida la capa de tejido urbano, esta evitará la exposición del suelo.

Tabla VI.17. Tasa de erosión actual, potencial y posterior al proyecto

	Total de suelo erosionado en un año (ton)	Toneladas por hectárea al año
Erosión actual	0.0030	0.0064
Erosión potencial	0.2503	0.5413
Erosión con proyecto	0.0050	0.0108

Comparativa de la erosión entre el SAR y la superficie de CUSTF

La erosión del suelo es un proceso natural que forma parte del reciclaje constante de los materiales de la tierra. Una vez formado el suelo, el agua y el viento mueven los componentes del suelo de un lugar a otro, dando lugar al proceso erosivo. Por lo tanto, todos los ecosistemas tendrán diferentes tasas de erosión, dependiendo del tipo de cobertura vegetal que presenten. En el Sistema Ambiental Regional del presente proyecto, presenta diversos tipos de vegetación, los cuales son descritos en el Capítulo IV, del presente DTU-B.

El Sistema Ambiental Regional tiene una tasa de erosión de **0.0384 Ton/ha/año** por hectárea al año. Por su parte, el área de CUSTF registra una erosión de solo **0.0064**

Ton/ha/año. ***Valor que no rebasa la tasa máxima permitida de erosión según SAGARPA; 10/ton/año***. Las actividades en el predio provocarán un incremento en la erosión del área de CUSTF, elevándola a **0.2503 toneladas por hectárea al año**. Sin embargo, tras aplicar las medidas de mitigación en el área de CUSTF, la erosión en este sitio disminuirá a **0.0108 toneladas**.

Tabla VI.18. Diferencia de la erosión entre el Sistema Ambiental Regional y el Área del CUSTF

Sitio	Actual	Ton/ha/año con el CUSTF	Ton/ha/año con medidas
Sistema Ambiental Regional	0.0384	0.0384	0.0384
Área del CUSTF	0.0064	0.2503	0.0108

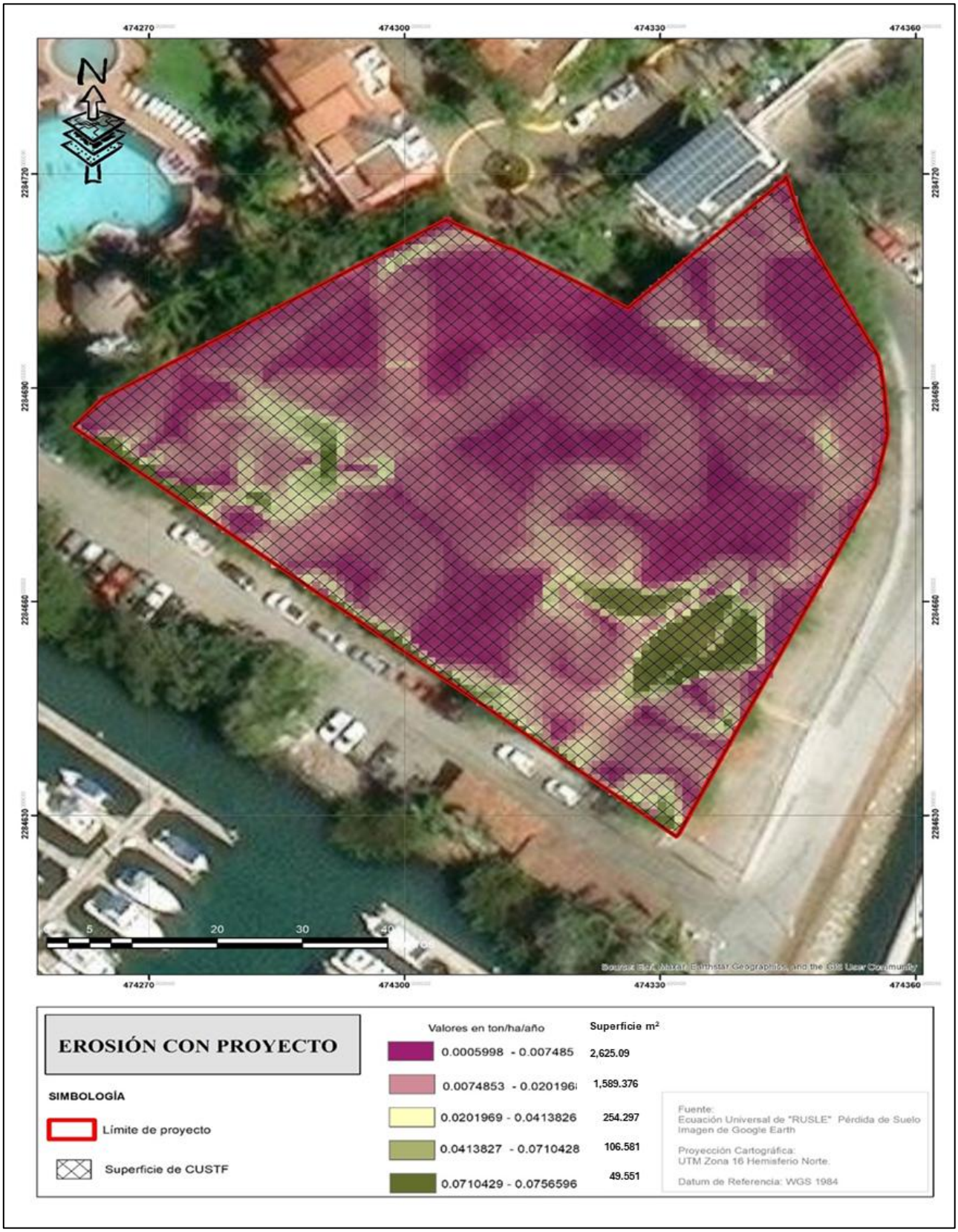
Plano VI.1. Erosión actual con vegetación en el área del proyecto



Plano VI.2. Erosión potencial en suelo desnudo



Plano VI.3. Erosión con el Proyecto



Tras el desmonte y despalme del predio el suelo permanecerá expuesto, sin embargo, esta condición será temporal y, por la topografía del predio, no se espera que se comprometa la integridad del suelo. Inmediatamente después de la remoción de vegetación se comenzarán las actividades relacionadas a la contención de taludes, lo que funcionará como una barrera física entre el suelo desmontado y las vialidades aledañas al predio. Posteriormente, una vez terminados los muros Milán, se comenzará con la excavación y construcción del sótano, por lo que no se espera que el suelo se erosione de manera significativa durante las primeras etapas del proyecto.

A pesar de que no se espera un gran grado de erosión, durante la etapa de construcción se implementarán dos medidas que buscan disminuir y mitigar la erosión del suelo, así como mantener su integridad, lo que podría ocurrir si no se tiene una adecuada protección del suelo. La medida “Control de la compactación del suelo” en conjunto con la “Delimitación de obra y accesos de maquinaria” buscan cumplir con la protección y preservación del suelo, evitando el paso de maquinaria por sitios no requeridos y la acumulación de peso en suelos húmedos que pudiera alterar su estructura.

Posteriormente, en la etapa de operación, se implementarán medidas vegetativas para contener los suelos mediante la integración de las áreas verdes. Por ello, se diseñó la medida “Programa de reforestación en el predio” así como el “Programa de Rescate y Reubicación de Flora”, que buscan implementar áreas verdes con vegetación nativa de los estratos arbóreos, arbustivos y herbáceos, con lo que se busca retener el suelo y reincorporar una fracción del entorno natural al desarrollo.

VI.2. EL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN, SE MITIGARÁN

Teniendo en cuenta que la cobertura del área donde se realizará el CUSTF corresponde a vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia y vegetación secundaria herbácea de selva mediana subcaducifolia. Actualmente no se generan residuos asociados con desarrollo urbano, puede concluirse que actualmente, el área del proyecto presenta una calidad del agua favorable. Sin embargo, ésta podría verse modificada como consecuencia de un mal manejo de residuos sólidos, cambios en la cobertura vegetal, descarga de aguas negras u otros contaminantes, entre otras actividades.

Tomando en cuenta las actividades que se llevarán a cabo en las distintas etapas del proyecto, se prevé que durante la etapa de construcción exista el riesgo de generación de

residuos tóxicos que puedan infiltrarse alterando la calidad del agua. Es por ello que se aplicarán medidas de prevención y mitigación respecto al manejo del equipo utilizado, evitando de esta manera que se pueda ocasionar un derrame de residuos tóxicos, estas medidas se describen en el Capítulo VII del este documento.

Captación del agua

Para demostrar que no se alterará la captación del agua, se calculó el potencial de infiltración en el SAR, así como en el área propuesta para CUSTF.

Estimación de la infiltración en el predio

Escenario sin proyecto. En el primer escenario planteado para determinar la infiltración del predio, se toman en consideración las condiciones actuales del mismo. Este cálculo se basa solamente en la superficie cubierta por vegetación forestal, ya que de los usos de suelo presentes en el predio es la única que permite la infiltración hídrica.

Escenario con proyecto. En este segundo escenario, la estimación de la infiltración toma en consideración cómo sería la recarga hidrológica de la superficie del proyecto una vez que se emplace el desarrollo de la infraestructura y las áreas construidas, pero sin considerar el establecimiento de las zanjas de infiltración u otras medidas de mitigación.

Resultados y afectación a la infiltración de agua por el desarrollo del proyecto

Escenario sin proyecto

Derivado del cálculo de la infiltración, se determinó que la combinación de los elementos presentes en proyecto (vegetación, pendiente, el tipo de material donde se ubica el predio), permite que este sitio tenga una recarga neta de **822.33 m^3/año**. Un factor que favorece la infiltración en el sitio es la topografía plana del suelo. En el sitio del predio se puede considerar prácticamente plana con una variación de un metro entre la cota 2.60 y la cota 3.60 dentro del mismo predio, lo cual facilita la infiltración en la actualidad.

Tabla VI.19. Condiciones de infiltración en el área del proyecto antes del CUSTF

Unidades geohidrológicas	Condiciones antes del CUSTF			KV	KP	KFC	Recarga potencial (mm)	Recarga neta (m^3)
	Pendiente %	Superficie m^2	BC					
Material no consolidado con posibilidades medias	0-1	1,317.909	357.25	0.2	0.15	0.15	178.625	235.41
	1.001-3	1,411.155	357.25	0.2	0.15	0.15	178.625	252.07
	3.01-15	1,764.478	357.25	0.2	0.15	0.15	178.625	315.18
	15.01-30	126.279	357.25	0.2	0.07	0.15	150.045	18.95
	30.01-50	5.069	357.25	0.2	0.05	0.15	142.900	0.72
		4,624.890						**822.33**

Escenario con proyecto

Posteriormente, se realizó la estimación de la recarga hídrica, tomando en cuenta el cambio del uso de suelo del terreno forestal y la implementación de las obras.

Como se mencionó en el Capítulo II, el desplante de nivel Sótano abarcará una superficie de 5,192.527 m^2, lo cual impactará directamente en la capacidad de infiltración del suelo. Considerando que la construcción de la estructura disminuirá completamente la capacidad de infiltración del suelo, ya que prácticamente toda la superficie del predio será impermeabilizada, se asume que la infiltración tras la implementación del proyecto es despreciable (recarga neta ≈ **0 m^3/año**), por lo que será necesaria la implementación de medidas que compensen el déficit de infiltración que se genere.

Déficit de la infiltración

El déficit de la infiltración es la cantidad de agua que deja de infiltrarse por el desarrollo del proyecto. Se calcula a partir de la resta entre la infiltración actual y la infiltración después del CUSTF.

$$Déficit\ de\ infiltración = Infiltración\ actual - infiltración\ después\ del\ CUSTF$$

$$\boldsymbol{Déficit\ de\ infiltración = 822.33\ m^3 - 0\ m^3 = 822.33\ m^3}$$

Partiendo de esa operación, se obtuvo que lo que en el predio se tendrá un déficit de **822.33 m^3** anuales, lo que representa el 100% de disminución respecto a la infiltración actual del área sujeta al CUSTF.

En contraste, en el acuífero Puerto Vallarta se infiltra, de manera vertical, 67.75 hm^3/año de agua. La pérdida de infiltración en el acuífero generada por la implementación del proyecto representa un 0.0012%. A pesar de que esta fracción de infiltración podría ser despreciable

a nivel regional, el acuífero donde se encuentra el proyecto tiene una disponibilidad media anual en déficit, por lo tanto, para disminuir los efectos de los impactos regionales y recuperar las zonas impermeabilizadas derivado de la implementación del proyecto, será necesario implementar medidas como zanjas que permitan la infiltración al acuífero del volumen de agua que se perderá.

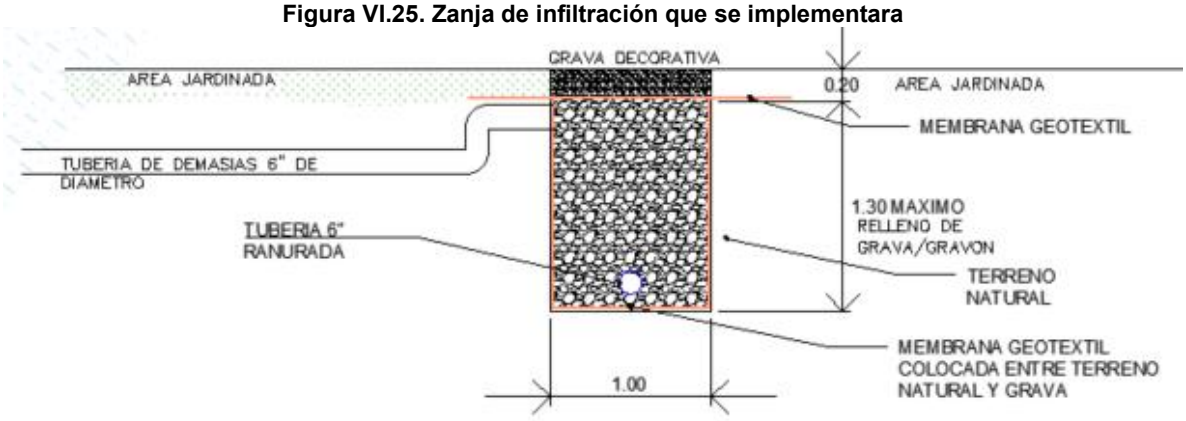
Zanjas de infiltración

Con la finalidad de mitigar el impacto generado por la posible pérdida de recarga neta anual, se propone la implementación de un mecanismo de infiltración artificial, el cual contribuirá en la continuidad de las recargas y así mantener la capacidad de infiltración en el predio.

Para fines prácticos, se eligió al método por diseño de zanjas de infiltración, dado que se integra con facilidad a la estructura turística, no irrumpe con el paisaje, son poco visibles, y ocupan sólo una franja delgada del suelo que puede ser rellenada y utilizada como área verde, además de que tienen un bajo costo de construcción. Es necesario realizar mantenimiento cada cinco años aproximadamente, debido al posible taponamiento del espacio poroso por sedimentos acarreados con el agua de entrada.

Considerando que las zanjas de infiltración tendrán una profundidad de 1.3 m y una base de 1 m, se determina que cada metro lineal de zanja proporciona un área de contacto efectiva de **5.02 m^2**. Para aumentar la capacidad de recarga hídrica en el sitio, se propone triplicar el coeficiente de infiltración estimado, resultando en un área de diseño reforzada. Por lo tanto, se ha proyectado la construcción de **15 metros lineales de zanjas de infiltración**, dimensión calculada para compensar el déficit de infiltración hídrica generado por el desarrollo del proyecto y promover la recuperación del acuífero local.

Figura VI.25. Zanja de infiltración que se implementara



Características de las zanjas de infiltración. La ubicación de las zanjas se determinó con base en el análisis de relieve, seleccionando sitios con una pendiente inferior al 20%. De esta manera, las zanjas de infiltración se dispondrán de forma colindante al Océano Pacífico. Para el sistema de filtrado, se seleccionó una combinación de áridos compuesta por grava de 7.5 cm y gravón de 3.5 cm de diámetro promedio; esta granulometría permite alcanzar una porosidad estimada del 30%, garantizando el flujo constante y la capacidad de almacenamiento durante la temporada de lluvias.

Conforme al detalle lateral que se aprecia en la figura anterior, la sección transversal de la zanja (1.00 m de base por 1.30 m de profundidad de relleno) contempla el uso de una membrana geotextil dispuesta perimetralmente entre el terreno natural y el material pétreo para evitar la migración de finos. El sistema incluye una tubería ranurada de 6" de diámetro en la base para facilitar la distribución del agua, así como una tubería de demasías de 6" para el control de excedentes. Finalmente, la estructura se remata superficialmente con una capa de grava decorativa de 0.20 m de espesor, integrada estéticamente con las áreas jardinadas circundantes.

Conclusiones

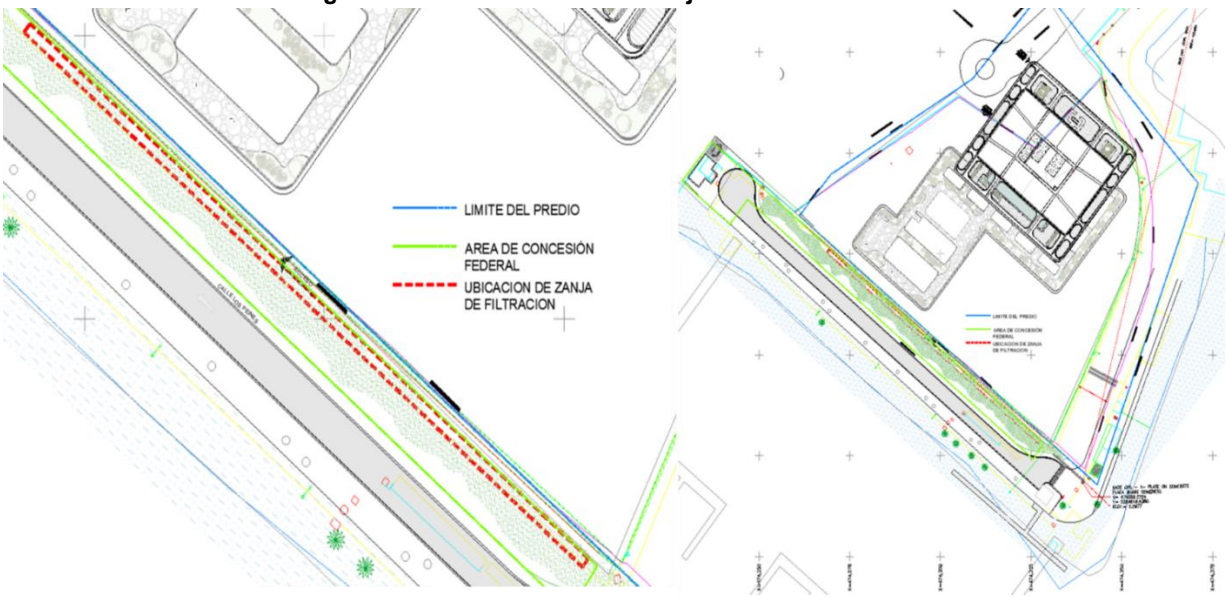
Con el interés de cuantificar los impactos sobre la capacidad de captación de agua (R) que podrían derivarse como consecuencia del CUSTF propuesto, se estimaron los valores de recarga potenciales y anuales para el predio y específicamente para la superficie donde se llevará a cabo el cambio de uso de terreno forestal. Para lo anterior, se utilizó la metodología elaborada por Matus-Silva (2007).

Para estimar la capacidad de infiltración de agua de la zona de estudio, fue necesario determinar el balance climático (determinado por la precipitación y la evapotranspiración real en la zona de estudio), así como el coeficiente de infiltración (determinado por la permeabilidad del suelo, el coeficiente de pendiente y la evapotranspiración asociada a la cobertura de suelo) en la zona de estudio. Una vez obtenidos estos valores, se determinó que en el área propuesta para el CUSTF existe una recarga neta de **822.33 m^3/año**, la cual se verá afectada por la impermeabilización del área.

Con la finalidad de mitigar el impacto generado por la posible pérdida de recarga neta anual, se propone la implementación de zanjas de infiltración, las cuales contribuirán en que se sigan produciendo las recargas y se mantenga la capacidad de infiltración en el predio. Para los cálculos de la infiltración, así como de los metros lineales de zanja necesarios para

mitigación de este impacto, se utilizaron variables como la precipitación media anual, la textura del suelo, las unidades Geohidrológicas, la superficie del predio, la pendiente, entre otras. Con la finalidad de mitigar el impacto generado por la posible pérdida de recarga neta anual, se propone la implementación de zanjas de infiltración, las cuales contribuirán en que se sigan produciendo las recargas y se mantenga la capacidad de infiltración en el predio. Para los cálculos de la infiltración, así como de los metros lineales de zanja necesarios para mitigación de este impacto, se utilizaron variables como la precipitación media anual, la textura del suelo, las unidades Geohidrológicas, la superficie del predio, la pendiente, entre otras.

Figura VI.26. Ubicación de las zanjas de infiltración



Comparativa entre la infiltración del Sistema Ambiental Regional y el Área de CUSTF

El Sistema Ambiental Regional tiene una superficie mayor que el área de CUSTF, por lo que su capacidad de infiltración de agua también es superior. Según las estimaciones, el SAR infiltra **18,776,926.63 m^3 anuales**, mientras que el área de CUSTF infiltra **822.33 m^3 al año**. Durante las actividades de CUSTF, la recarga anual de agua en el predio se reducirá a cero debido a la apertura del sótano del proyecto. Como consecuencia, la infiltración del Sistema Ambiental Regional disminuye a **18,776,104.3 m^3 anuales**. Sin embargo, tras aplicar las medidas previstas, se estima que la infiltración en ambos sitios se recuperará hasta mantener los niveles que tienen en la actualidad.

Tabla VI.20. Diferencias en la infiltración entre el Sistema Ambiental Regional y Área de CUSTF

Sitio	Actual	m^3/año con el CUSTF	m^3/año con medidas
Sistema Ambiental Regional	**18’776,926.6**	**18’776,104.3**	**18’776,926.6**
Área del CUSTF	**822.33**	**0**	**822.33**

VI.3. LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE CARBONO DEL PREDIO SE MANTENDRÁ

Los bosques y selvas capturan carbono atmosférico y lo almacenan en diferentes reservorios (biomasa, suelo, materia orgánica, madera, entre otros). Este servicio ambiental ha ido adquiriendo cada vez mayor relevancia a nivel global. El interés en la captura de carbono surge de los avances en la investigación científica y por consecuencia un mejor entendimiento del proceso de cambio climático. Los resultados de la investigación en torno al tema han hecho cada vez más evidente la relación causa y efecto que existe entre el cambio climático y la emisión de gases de efecto invernadero por actividades humanas (IPCC 2001 en Vargas-Mena y Yáñez, 2000).

La vegetación, a través de la fotosíntesis, tiene la capacidad de asimilar el carbono atmosférico e incorporarlo a su estructura, almacenándolo por largos periodos de tiempo. Debido a lo anterior es que se considera a como sumideros de carbono.

La investigación en esquemas de captura de carbono (CC) por sistemas naturales se encuentra relacionada con el estudio del valor de las funciones ecológicas de los ecosistemas naturales. Aunque el concepto de ciclo de carbono en la naturaleza y la capacidad de absorción del suelo y los océanos ha sido conocido durante largo tiempo, no fue sino hasta 1976 que la idea de los bosques como “sumideros de carbono” fue propuesto por primera vez (WRI 2001). El renovado interés en esta función ecológica de los ecosistemas terrestres aparece cuando los investigadores y administradores públicos empiezan a entender el valor total de la naturaleza.

Estimación de la captura de carbono

Se llevaron a cabo los análisis de captura de carbono para los tres escenarios.

- **Escenario 1**: Condiciones actuales
- **Escenario 2**: Condiciones durante el CUSTF

- **Escenario 3**: Condiciones después de aplicar medidas de compensación, reforestación del estero el Salado y la reubicación de individuos en las jardineras del proyecto.

IV.3.2.1. Estimación de los valores de biomasa y biomasa anual producida

Para calcular cuánto carbono puede capturar un área, primero se necesita saber qué tipo de uso de suelo y vegetación se distribuyen en el sitio de interés. El primer paso es consultar la última propuesta de clasificación del INEGI respecto al uso de suelo y vegetación. Posteriormente, estos datos se corroboran con la fotointerpretación del área y la visita del predio. La clasificación de uso de suelo se llevó a cabo mediante fotointerpretación y la validación mediante visita a campo.

Estimación de la biomasa

El INECC propuso la Metodología para calcular la captura de carbono en Áreas Naturales Protegidas (INECC 2022). Este análisis toma como base los sistemas de información geográfica para realizar las estimaciones de captura de carbono. Los cálculos toman como base, los tipos de vegetación por superficie y la biomasa aérea y subterránea a partir de factores de absorción.

Estos datos se obtienen de las capas del INEGI de la Serie VII de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI (2018) y de los datos de Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, 1990-2019. El Cálculo de la captura de carbono asociada al polígono se realiza con la siguiente formula:

$$\Delta \boldsymbol{C} = \sum(\boldsymbol{BA} + \boldsymbol{BS}) * \frac{\boldsymbol{44}}{\boldsymbol{12}}$$

Donde:

ΔC = Captura de Carbono (tCo_2e)

BA= Biomasa aérea ($\frac{t}{ha}$)

BS= Biomasa subterránea ($\frac{t}{ha}$)

Cada tipo de vegetación tiene una capacidad diferente para absorber carbono, lo que se refleja en distintas tasas de absorción de biomasa aérea y subterránea. Los cuerpos de agua y áreas sin vegetación arbórea por lo general contribuyen mínimamente o nada a la captura de carbono. Por lo que se descartan al identificar las superficies dentro del sitio en

cuestión. De manera similar, los asentamientos humanos no se consideran debido a su heterogeneidad y la baja densidad de especies vegetales. Por esta razón, se asignan constantes de 0 en la biomasa aérea y subterránea para el cálculo de la captura de carbono

Tabla VI.21. Constantes de absorción de carbono por uso de suelo y tipo de vegetación presentes en el predio

Vegetación	Suma de sup. ha	FE biomasa aérea (ton C/ha/año)	FE biomasa subterránea (ton C/ha/año)
VSaSMS	0.462489	0.573	0.150
VSaSMS: Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia			

Por consiguiente, en este caso, el tipo de vegetación en el área del proyecto es "***Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia***". Utilizando las constantes de biomasa aérea y subterránea correspondientes, se realizan los cálculos anuales de la captura de carbono, se calcularon los parámetros de absorción de carbono.

IV.3.2.2. Estimación de la captura anual de carbono (Escenario 1)

Para realizar el cálculo de la captura anual de carbono cada uno de los tipos de vegetación que contribuyen en la captura de carbono se debe multiplicar su de FE biomasa aérea (ton C/ha/año) y la de FE biomasa subterránea (ton C/ha/año), por la superficie que cubre dentro del predio.

Para la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia:

$$\boldsymbol{BA} = 0.573 * 0.4624672$$

$$\boldsymbol{BS} = 0.150 * 0.4624672$$

El cálculo para el tipo de vegetación se muestra en la siguiente tabla

Tabla VI.22. Cálculos de captura de carbono

Vegetación	Suma de sup ha	FE biomasa aérea (ton C/ha/año)	FE biomasa subterránea (ton C/ha/año)	BA	BS
SMS	0.462489	0.573	0.15	0.265	0.069

El área total del proyecto tiene una superficie de 0.4639203 ha con base a la siguiente formula se determinó que la vegetación secundaria de selva baja caducifolia en el área del proyecto, captura **1.226 toneladas de carbono anuales**.

$$\Delta C = \sum(0.265 + 0.069) * 3.6666667 = \mathbf{1.226}$$

IV.3.2.2.1. Estimación de la captura anual de carbono (Escenario 2)

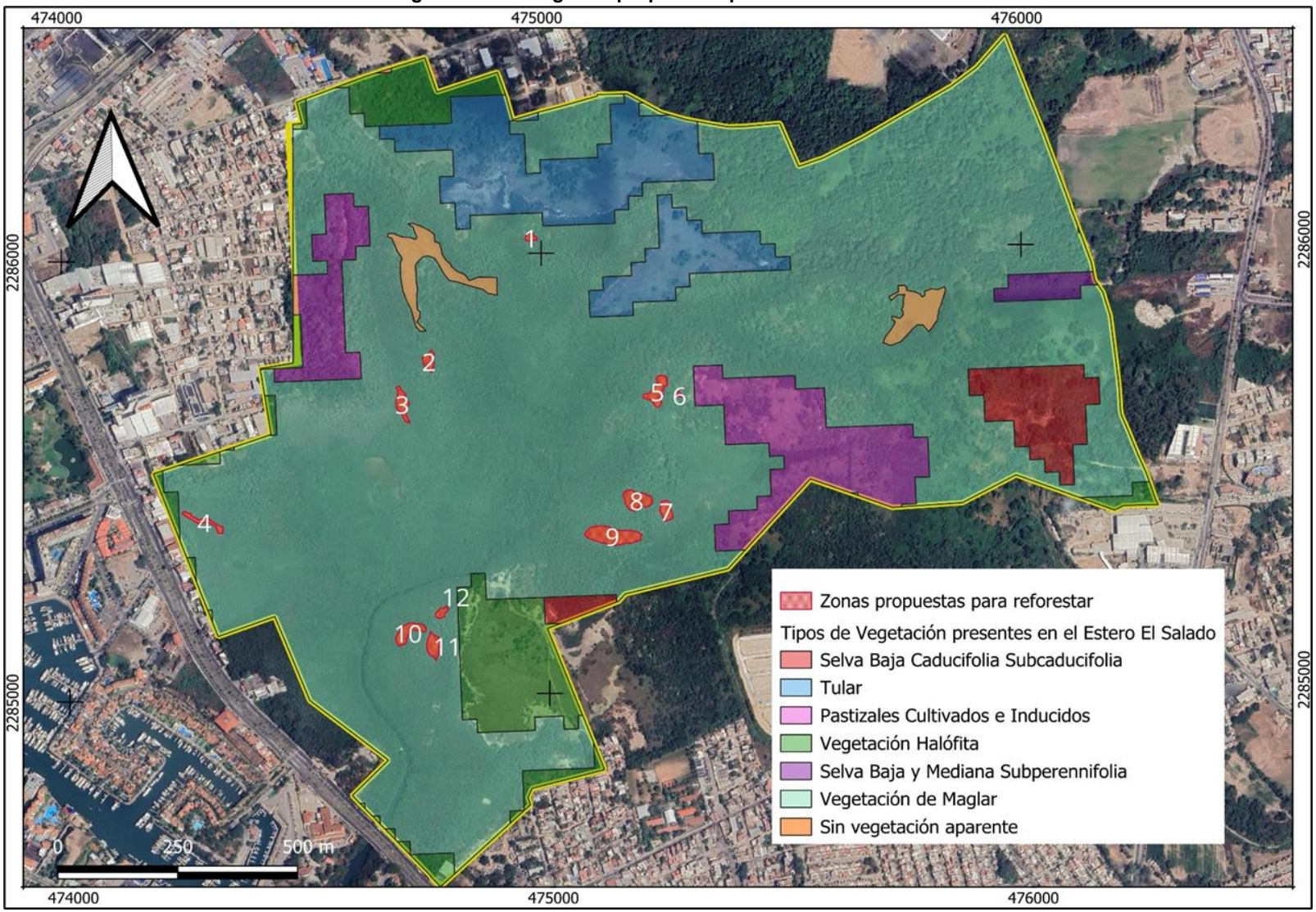
Efecto del CUSTF en la captura de carbono. El cambio de uso de suelo en terrenos forestales solo afectará a toda la superficie del proyecto. El CUSTF impactará 0.4639203 hectáreas de la vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia. Por lo tanto, durante el desmonte y sin la implementación de medidas de rescate y reubicación del arbolado, la captura de carbono disminuirá. ***Dejando de capturar 1.226 toneladas anuales***.

IV.3.2.2.1. Estimación de la captura anual de carbono (Escenario 3)

Aplicando las medidas de restauración y reforestación, se incrementará la superficie de captura de carbono, obteniendo una mayor captación de carbono, ya que se tiene previsto la reforestación de 1.4175 hectáreas de manglar dentro de la ANP Estero El Salado.

Usos de suelo y tipos de vegetación. En la superficie del Estero El Salado, se identifican dos usos de suelo que no contribuyen a la captura de carbono: Urbano y Construido y Zonas sin Vegetación Aparente. Por el contrario, los tipos de vegetación que desempeñan un papel activo en el secuestro y almacenamiento de carbono son: la Selva Baja y Mediana Subcaducifolia, la Vegetación de Manglar, la Selva Baja Caducifolia, la Vegetación de Tular, así como los Pastizales Cultivados e Inducidos.

Figura VI.27. Polígonos propuestos para la reforestación



Estimación de la biomasa

El INECC propuso la Metodología para calcular la captura de carbono en Áreas Naturales Protegidas (INECC 2022). Este análisis toma como base los sistemas de información geográfica para realizar las estimaciones de captura de carbono. Los cálculos toman como base, los tipos de vegetación por superficie y la biomasa aérea y subterránea a partir de factores de absorción.

Estos datos se obtienen de las capas del INEGI de la Serie VII de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI (2018) y de los datos de Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, 1990-2019. El Cálculo de la captura de carbono asociada al polígono se realiza con la siguiente formula:

$$\Delta \boldsymbol{C} = \sum(\boldsymbol{BA} + \boldsymbol{BS}) * \frac{\boldsymbol{44}}{\boldsymbol{12}}$$

Donde:

ΔC = Captura de Carbono (tCo_2e)

BA= Biomasa aérea ($\frac{t}{ha}$)

BS= Biomasa subterránea ($\frac{t}{ha}$)

Cada tipo de vegetación tiene una capacidad diferente para absorber carbono, lo que se refleja en distintas tasas de absorción de biomasa aérea y subterránea. Los cuerpos de agua y áreas sin vegetación arbórea por lo general contribuyen mínimamente o nada a la captura de carbono. Por lo que se descartan al identificar las superficies dentro del sitio en cuestión. De manera similar, los asentamientos humanos no se consideran debido a su heterogeneidad y la baja densidad de especies vegetales. Por esta razón, se asignan constantes de 0 en la biomasa aérea y subterránea para el cálculo de la captura de carbono.

Tabla VI.23.Constantes de absorción de carbono por uso de suelo y tipo de vegetación

Vegetación	Suma de sup ha	FE biomasa aérea (ton C/ha/año)	FE biomasa subterránea (ton C/ha/año)
SMS	1.089	0.872	0.216
VM	159.3145	1.146	0.285
SBC	5.005	0.264	0.069
VT	15.296	0.82	0.199
PC y PI	13.174	0.041	0.012

SMS: selva mediana subcaducifolia; **VM**: Vegetación de Manglar; **SBC**: Selva Baja Caducifolia; **VT**: Vegetación de Tular; **PC** y **PI**: Pastizales Cultivados e Inducidos

Estimación de los valores de biomasa y biomasa anual producida

Para realizar el cálculo de la captura anual de carbono cada uno de los tipos de vegetación que contribuyen en la captura de carbono se debe multiplicar su de FE biomasa aérea (ton C/ha/año) y la de FE biomasa subterránea (ton C/ha/año), por la superficie que cubre en el Estero el Salado. Los cálculos para los tipos de vegetación se muestran en la siguiente tabla.

Tabla VI.24. Cálculos de captura de carbono

Vegetación	Suma de sup ha	FE biomasa aérea (ton C/ha/año)	FE biomasa subterránea (ton C/ha/año)	BA	BS
SMS	1.089	0.872	0.216	0.949608	0.235224
VM	157.897	1.146	0.285	180.95	45.00065
SBC	5.005	0.264	0.069	1.32132	0.345345
VT	15.296	0.82	0.199	12.54272	3.043904
PC y PI	13.174	0.041	0.012	0.540134	0.158088

El área total del Estero el Salado tiene una superficie de 208.8339 ha, considerando los 5 tipos de vegetación y los dos usos de suelo. La superficie del Estero que tiene vegetación forestal es de **192.461 ha**. Con base a la siguiente formula se determinó que la vegetación del Estero el Salado, captura **898.65 toneladas de carbono anuales**.

$$\Delta C = \sum(196.304 + 48.783) * 3.6666667 = \mathbf{898.65}\ \boldsymbol{toneladas\ de\ carbono\ anual}$$

Estimación de los valores de biomasa y biomasa anual producida después de la reforestación

Se proponen 12 sitios para realizar la reforestación, sumando una superficie de 1.4175 hectáreas que podrán almacenar el carbono proveniente de la ciudad de Puerto Vallarta.

Vegetación	Suma de sup ha	FE biomasa aérea (ton C/ha/año)	FE biomasa subterránea (ton C/ha/año)	BA	BS
VM	1.4175	1.146	0.285	1.624455	0.4039875

Realizando la restauración reforestación, se incrementará la superficie de captura de carbono, obteniendo una mayor captación de carbono del que actualmente almacena esta ANP. Bajo este escenario, se podrá capturar un total de **7.44** toneladas de carbono anuales, adicionales.

$$\Delta C = \sum(1.624455 + 0.4039875) * 3.6666667 = \mathbf{7.44}\ \boldsymbol{toneladas\ de\ carbono\ anual}$$

Posteriormente de la reforestación la vegetación en conjunto tendrá una captura anual de 906.09 toneladas anuales de carbono.

$$\mathbf{7.44\ toneladas\ de\ carbono\ anual + 898.65\ toneladas\ de\ carbono\ anual = 906.09}$$

Estimación de la biomasa de los individuos en las jardineras

La biomasa de los árboles se estimó utilizando ecuaciones alométricas tanto para la biomasa aérea (tronco, ramas y hojas), como para la biomasa subterránea (raíces). El desarrollo y aplicación de este tipo de ecuaciones representa una metodología estándar para estimar la biomasa tanto aérea como subterránea de los individuos arbóreos con base en variables medibles, y de las cuales existen modelos tanto teóricos como empíricos (Navar, 2014).

Para los individuos de *Bursera simaruba* que se van a reubicar se decidió utilizar una de las fórmulas evaluadas por Navar (2014) para calcular la biomasa aérea (BA) y con aplicación en los árboles del Bosque Tropical Caducifolio. La fórmula utilizada se presenta a continuación.

$$BA = 0.1874 * pw^{0.35}(DAP^{3.2})$$

Donde pw es la gravedad específica de las especies arbóreas (Barajas-Morales, 1987; Miles & Smith, 2009) y DAP es el diámetro a la altura del pecho en cm.

Para el cálculo de la biomasa subterránea (BS) se utilizó la fórmula propuesta por (Navar, 2011) utilizada en un matorral espinoso de Tamaulipas. La fórmula se presenta a continuación.

$$Bs = 1.9524 * pw^{0.35}(DAP)^{.71}$$

Una vez obtenidos los dos tipos de biomasa (aérea y subterránea) se procedió a calcular la biomasa total de los individuos sumando ambas.

Estimación de la captura anual de CO2

Para realizar el cálculo de la captura anual de CO2, se procedió bajo el supuesto de que un 50% de la biomasa vegetal (BPA) consiste en contenido de carbono, por lo que:

$$CPA = BPA * 0.5$$

Donde CPA es el carbono producido anualmente por individuo arbóreo. Dicho supuesto sobre el contenido de carbono ha sido ampliamente utilizado en grandes sistemas tropicales, templados y escalas menores (Thomas & Martin, 2012), por lo que se considera que se ajusta adecuadamente para los fines de este trabajo.

Una vez obtenido el carbono producido anualmente, se procedió a realizar el cálculo del carbono secuestrado por los individuos arbóreos. Para ello, se tomaron como referencia los pesos atómicos del dióxido de carbono y el carbono para realizar la relación entre ellos tal como se muestra a continuación.

$$Peso\ atómico\ del\ carbono\ (C) = 12.0111$$

$$Peso\ atómico\ del\ oxígeno(O) = 15.9994$$

$$Peso\ atómico\ del\ dióxido\ de\ carbono\ (Co2) = (12.0111) * 2(15.9994) = 43.9999$$

$$Proporción\ de\ CO2\ en\ C = \frac{Peso\ atómico\ del\ CO2}{Peso\ atómico\ del\ C} = \frac{43.9999}{12.0111} = 3.66$$

$$Cantidad\ total\ de\ carbono\ secuestrado\ anualmente\ por\ invididuo = 3.66 * CPA$$

El cálculo del carbono secuestrado anualmente se realizó en relación con la cantidad potencial de árboles presentes en el predio, utilizando los valores de biomasa obtenidos a la superficie de muestreo y realizando una extrapolación a la superficie total en la que se pretende realizar el CUSTF, como se muestra en las siguientes tablas.

Tabla VI.25. Cantidad de carbono producido y capturado de los individuos que se reubicaran

Especie	Carbono producido en un año (kg)	Carbono capturado (kg)
Bursera simaruba	**31.905**	**116.972**

Resumen de los escenarios. Actualmente, la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia presente en el área del proyecto captura aproximadamente ***1.2226 toneladas de carbono al año***. Debido al Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), la superficie del predio transitará de una cobertura forestal a un uso de suelo urbano. En consecuencia, durante el periodo de desarrollo del proyecto, la tasa de fijación de carbono decrecerá en el área intervenida, cesando la función de captura que el ecosistema realiza actualmente.

En consecuencia, y con el objetivo de mitigar la reducción en la tasa de fijación de carbono, se propone el establecimiento y mantenimiento de 967.886 m² de áreas verdes, distribuidas en la Planta Baja y el Nivel 26 del proyecto. En este primer nivel, se integrará 14 individuos de *Bursera simaruba*, cuya reubicación permitirá una captura estimada de ***0.116972 toneladas de carbono anual***. Complementariamente, se ha previsto la reforestación de 1.4175 hectáreas de manglar en el Estero El Salado; derivado de esta acción de restauración, se estima una captura aproximada de ***7.44 toneladas de carbono al año***.

Por lo que se podrá capturar más carbono de lo que se captura actualmente, siendo **7.556972 toneladas** anuales contra las **1.226 toneladas** anuales actuales.

Escenarios	Captura de carbono
Escenario 1	**1.226** toneladas de carbono anual
Escenario 2	**0** toneladas de carbono anual
Escenario 3	**7.44** toneladas de carbono anual
	0.116972 toneladas de carbono anual

Comparativa de captura de carbono entre el SAR y la superficie de CUSTF

El Sistema Ambiental Regional (SAR) tiene una mayor capacidad de captura de carbono. Esto se debe a que posee una mayor superficie, y se distribuyen una mayor cantidad de tipos de vegetación. Unos más eficientes al momento de capturar el carbono, como es el caso de la Vegetación de Manglar. Actualmente, el SAR captura **50,859.58 toneladas** de CO^2. Por su parte, el área de CUSTF captura **1.226 toneladas**. Durante el proceso de CUSTF, el predio dejará de capturar carbono. Por esta razón, el Sistema Ambiental Regional también reducirá su capacidad de captura a **50,858.39 toneladas**. Una vez que se apliquen las medidas de reforestación, la captura en la superficie de CUSTF subirá a **0.116972 toneladas**. Al mismo tiempo, el Sistema Ambiental Regional aumentará su capacidad total a **50,865.94 toneladas**

Tabla VI.26. Comparativa de la captura de carbono entre la superficie del Sistema Ambienta Regional y el Área de CUSTF

Sitio	Actual	CO2.con el CUSTF	Co2.Con medidas
Sistema Ambiental Regional	**50,859.58** toneladas	**50,858.39** toneladas	**50,865.94** toneladas
Área del CUSTF	**1.226** toneladas	**0** toneladas	**0.116972** toneladas

VII. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 3

VII.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA O SISTEMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN 3

VII.1.1. Gerencia ambiental 11
VII.1.2. Plática de concientización ambiental 12
VII.1.3. Uso de equipo de protección personal 14
VII.1.4. Instalación de sanitarios portátiles 16
VII.1.5. Manejo de residuos sólidos urbanos 17
VII.1.6. Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial 20
VII.1.7. Disminución de polvos 24
VII.1.8. Disminución de ruido 26
VII.1.9. Delimitación de obra y accesos de maquinaria 27
VII.1.10. Mantenimiento de vehículos y maquinaria 29
VII.1.11. Instalación de señalamientos de seguridad y cuidado al ambiente 31
VII.1.12. Zanja de infiltración 32
VII.1.13. Control de la compactación del suelo 36
VII.1.14. Programa de reforestación en el predio 38
VII.1.15. Barreras físicas flotantes 41
VII.1.16. Monitoreo, manejo y reubicación de fauna 44
VII.1.17. Programa de manejo y reubicación de Iguana verde (*Iguana rhinolopha*) 55
VII.1.18. Control de luminaria 56
VII.1.19. Programa de prevención de colisiones de la avifauna 58
VII.1.20. Programa de Reforestación de Estero El Salado 60
VII.1.21. Programa de Rescate y Reubicación de Flora 61

VII.2 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL 63

VII.2.1 Introducción 63
VII.2.2. Responsable 64
VII.2.3 Estructura del Programa de Manejo Ambiental 65
VII.2.3.1 Reglamento interno para el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental 65
VII.2.3.2 Programa de mantenimiento de sanitarios 66
VII.2.3.3 Programa de mantenimiento preventivo de vehículos 67
VII.2.3.4 Programa de monitoreo de generación, manejo y disposición de residuos 68
VII.2.3.5 Programa de capacitación en seguridad ambiental y laboral 68
VII.2.3.6 Monitoreo de suelos 70
VII.2.3.7 Monitoreo, rescate y reubicación de fauna 70

VII.2.3.8 Programa de manejo y reubicación de Iguana Verde (Iguana rhinolopha) 71

VII.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO) 72

VII.3.1 Reglamento interno para el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación ambiental 72
VII.3.2 Programa de mantenimiento de sanitarios 73
VII.3.3 Programa de mantenimiento de vehículos 74
VII.3.4 Programa de monitoreo de generación y disposición de residuos 75
VII.3.5 Capacitación en seguridad ambiental y laboral 77
VII.3.6 Monitoreo rescate y reubicación de fauna 78
VII.3.7 Programa de monitoreo de suelos 78

VII.4 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS 79
VII.5 ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO 81
VII.6 PREVENCIÓN DE DESASTRES 89
VII.7 BIBLIOGRAFÍA 92

VII. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

VII.1 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA O SISTEMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Las medidas de mitigación ambiental son un conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que ocasiona la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas. Estas estrategias no solo buscan el uso sostenible de los recursos naturales, sino también la protección y conservación del entorno natural (Merchán *et al.* 2021). De acuerdo con los estudios de Fernández-Vitora (1993), cada proyecto introduce cambios en su medio, definiéndose el impacto ambiental como cualquier modificación adversa en el entorno o en sus componentes ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza. Por lo tanto, es fundamental la implementación de medidas de protección ambiental enfocados a la prevención, disminución o compensación de los impactos ambientales negativos que se espera se generen durante el desarrollo de un proyecto.

Estas medidas abarcan desde el uso de tecnologías para reducir impactos hasta la reforestación para la conservación de hábitats. La efectividad de estas estrategias se ve reforzada por la participación de las comunidades y la educación ambiental, fundamentales para una gestión ambiental exitosa y sostenible.

Las medidas de mitigación ambiental constituyen un conjunto de acciones, estas medidas pueden anticipar afectaciones ambientales y de esta manera elegir las alternativas que mejor disminuyan la magnitud de dichos impactos, que invariablemente se suscitarán durante las actividades. Estas se pueden dividir en medidas de: Prevención, mitigación y compensación.

- **Medidas preventivas:** Se aplican antes de la implementación de la actividad que causará impacto y están encargadas de proteger el entorno y los diferentes elementos del ambiente, evitando la ocurrencia de impactos o su magnitud y actúan fundamentalmente sobre la obra y sus partes, es decir, protegiendo los ecosistemas con la realización de cambios en la tecnología de aprovechamiento, en las

dimensiones, en la calendarización de las actividades y en el diseño mediante la zonificación de áreas para la protección y su conservación dentro del área que será influenciada por las actividades.

- **Medidas de mitigación:** Corrigen o mitigan los efectos generados por las actividades del proyecto una vez que se produjo el impacto sobre los elementos ambientales, la implementación de estas medidas se aplica después que ha ocurrido la acción que provoca el impacto.
- **Medidas de compensación:** De acuerdo con la Comisión Nacional Forestal, son las obras y actividades de restauración de suelos, reforestación, protección y mantenimiento, que se realizan con el fin de rehabilitar ecosistemas deteriorados, de controlar o evitar los procesos de degradación de estos y de recuperar de manera parcial o total las condiciones que propicien su persistencia y evolución. Por lo tanto, estas acciones se implementarán dentro del proyecto como soporte y complemento en la región de incidencia, fomentando la compatibilidad e integración ambiental, pudiendo modificar los procesos constructivos y añadiendo elementos de valor ambiental que no fueron previstos en el diseño original.

El desarrollo del proyecto conlleva la posibilidad de generar impactos ambientales y alteraciones dentro del sistema ambiental regional. Sin embargo, la magnitud, extensión y duración de estos impactos puede ser significativamente atenuada a través de un diseño cuidadoso y una planificación adecuada que incorpore consideraciones ambientales desde la preparación hasta la operación del proyecto. Al adoptar un enfoque centrado en la sostenibilidad y la conservación, es posible preservar y proteger los ecosistemas y los recursos naturales. Una vez identificados los impactos potenciales por el proyecto, se definen con detalle las medidas de protección ambiental que se implementarán en las etapas del proyecto.

Las medidas de prevención, mitigación y compensación que se describen en el presente capítulo responden a las características particulares al tipo de actividades a desarrollar y a la sensibilidad ambiental del contexto del Sistema Ambiental Regional del proyecto **“Alisia”**, buscando, en todo momento, preservar la funcionalidad ecológica y social del territorio en cuestión, por lo que su cumplimiento y su aplicación efectiva son de suma importancia para disminuir los impactos perjudiciales que podrían surgir de la construcción del desarrollo.

En el Capítulo V de este DTU-BR fueron identificados y evaluados los impactos que potencialmente pueden ser generados por la implementación del proyecto de manera

directa o indirecta hacia los diferentes elementos ambientales, los cuales son presentados en la **Tabla VII.1**. La mayoría de los impactos presentan la ventaja de que pueden ser prevenidos, mitigados o, en su caso, es posible retribuir los efectos generados en el SAR mediante medidas de compensación.

Tabla VII. 1. Impactos potenciales identificados para el proyecto

Elemento ambiental	Indicador de impacto ambiental	Impacto ambiental
Aire	Emisión de gases de efecto invernadero	Contaminación del aire
	Generación de polvos y partículas suspendidas	
	Malos olores provenientes de materia orgánica	
	Generación de altos niveles de ruido	Contaminación acústica
	Emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV)	Contaminación atmosférica
Agua	Remoción de cobertura vegetal	Disminución de la infiltración
	Impermeabilización del suelo	Disminución de la superficie de infiltración
	Infiltración de hidrocarburos	Contaminación de agua subterránea
	Infiltración de lixiviados orgánicos	Contaminación de agua subterránea
	Cimentación	Alteración del balance hídrico
	Arrastre de residuos solidos	Contaminación de agua superficial
	Arrastre de residuos peligrosos	
	Arrastre de lixiviados orgánicos	
	Consumo de agua	Disminución de disponibilidad del agua
Suelo	Exposición del suelo desnudo tras el desmonte	Erosión
	Movimientos de tierra	Cambio estructural del suelo
	Cimentación	
	Compactación del suelo	Reducción de la porosidad
	Presencia de residuos solidos	Contaminación del suelo
	Derrame de hidrocarburos y otras sustancias	
	Derrame de hidrocarburos y otros residuos	
	Derrame de lixiviados de materia orgánica	
Flora	Remoción de la cobertura vegetal	Pérdida de individuos vegetales
	Cambio de uso de suelo	Pérdida de superficie forestal
Fauna	Manejo de maquinaria	Mortalidad de individuos
	Modificación de hábitat	
	Cambio de uso de suelo	Disminución del hábitat
Paisaje	Implementación de infraestructura temporal	Pérdida de naturalidad
	Remoción de la cobertura vegetal	Alteración del paisaje
	Cambios en la topografía	
	Acumulación de residuos	Disminución de naturalidad
	Altura de la torre	Modificación del paisaje

Elemento ambiental	Indicador de impacto ambiental	Impacto ambiental
Economía	Adquisición de insumos	Aumento de la derrama económica
	Generación de empleos	

A partir del análisis del proyecto y la estimación de los alcances y limitaciones de este, así como de su interacción con los elementos ambientales identificados en el predio, se diseñaron las estrategias de prevención, mitigación y compensación dirigidas a aquellos impactos ambientales que deban ser mitigados y, en su caso, compensados. Dichas medidas son enlistadas en la siguiente tabla, las cuales son puntualmente descritas posteriormente.

Inicialmente, se aclara que las medidas denominadas “Gerencia ambiental”, “Plática de concientización ambiental” y la “Instalación de señalamientos de seguridad y cuidado del medio ambiente” son medidas generales, que buscan prevenir y mitigar los efectos de todos los impactos potenciales generados por el proyecto, así como facilitar la implementación del resto de medidas propuestas.

Tabla VII. 2. Medidas propuestas para minimizar los impactos ambientales

No.	Medida	Etapa	Tipo de medida	Componente ambiental por proteger
1	Gerencia Ambiental	Preparación y Construcción	Prevención y mitigación	Todos
2	Plática de concientización ambiental	Preparación y Construcción	Prevención y mitigación	Todos
3	Uso de equipo de protección personal	Preparación y Construcción	Prevención	Socioeconómico
4	Instalación de sanitarios portátiles	Preparación y Construcción	Prevención	Aire, agua y suelo
5	Manejo de residuos sólidos urbanos	Preparación, Construcción y Operación	Prevención y mitigación	Aire, agua, suelo, paisaje y socioeconómico
6	Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial	Preparación y Construcción	Prevención y mitigación	Aire, agua, suelo, paisaje y socioeconómico
7	Disminución de polvos	Preparación y Construcción	Prevención y mitigación	Aire y socioeconómico
8	Disminución de ruido	Preparación y Construcción	Prevención y mitigación	Aire y socioeconómico
9	Delimitación de obra y accesos de maquinaria	Preparación y Construcción	Prevención	Aire, agua, suelo y fauna
10	Mantenimiento de vehículos y maquinaria	Preparación y Construcción	Prevención y mitigación	Aire, agua y suelo

11	Instalación de señalamientos de seguridad y cuidado del medio ambiente	Preparación, Construcción y Operación	Prevención y compensación	Todos
12	Zanja de infiltración	Construcción y Operación	Compensación	Agua
13	Control de la compactación del suelo	Preparación y Construcción	Mitigación	Suelo y agua
14	Programa de Reforestación en el Predio	Construcción y Operación	Compensación	Aire, agua, suelo, flora, fauna, paisaje.
15	Barreras físicas flotantes	Preparación y Construcción	Prevención y mitigación	Agua
16	Monitoreo, rescate y reubicación de fauna	Preparación, Construcción y Operación	Prevención y mitigación	Fauna
17	Programa de manejo y reubicación de Iguana Verde (*Iguana rhinolopha*)	Preparación, Construcción y Operación	Prevención y mitigación	Fauna
18	Control de luminaria	Preparación, Construcción y Operación	Prevención y mitigación	Fauna
19	Programa de prevención de Colisiones de la Avifauna	Construcción y Operación	Prevención y mitigación	Fauna
20	Programa de Reforestación de Estero El Salado	Preparación, Construcción y Operación	Compensación	Aire, Agua, Suelo, Flora, Fauna, Paisaje
21	Programa de Rescate y Reubicación de Flora	Preparación, Construcción y Operación	Mitigación	Aire, agua, suelo, flora, fauna y paisaje

Las medidas anteriormente enlistadas fueron diseñadas específicamente para reducir los efectos de los impactos ambientales evaluados que necesiten ser prevenidos o mitigados, en especial aquellos de significancia notoria que requerirán de especial atención para evitar que sus efectos en el SAR puedan generar daño a los ecosistemas o propicien el deterioro ambiental a largo plazo. A continuación, se relacionan los impactos ambientales adversos con las medidas de prevención, mitigación y compensación que serán aplicadas durante las diferentes etapas del proyecto. Las medidas de compensación prevalecerán incluso durante la etapa de operación del proyecto, asegurando que el ambiente no se deteriore, la biodiversidad no disminuya y que los servicios ambientales se mantengan.

Tabla VII. 3. Impactos ambientales y medidas con las que serán mitigados

Elemento ambiental	Impacto ambiental	Indicador de impacto ambiental	Estrategias de prevención, mitigación y compensación
Aire	Contaminación del aire	Emisión de gases de efecto invernadero	• Mantenimiento de vehículos y maquinaria • Programa de Reforestación en el Predio • Programa de Reforestación de Manglar
		Generación de polvos y partículas suspendidas	• Disminución de polvos • Delimitación de obra y accesos de maquinaria
		Malos olores provenientes de materia orgánica	• Instalación de sanitarios portátiles • Manejo de residuos sólidos urbanos • Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial
	Contaminación acústica	Generación de altos niveles de ruido	• Uso de equipo de protección personal • Disminución de ruido • Mantenimiento de vehículos y maquinaria
	Contaminación atmosférica	Emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV)	• Mantenimiento de vehículos y maquinaria • Programa de Reforestación en el Predio • Programa de Rescate y Reubicación de Flora
Agua	Disminución de la infiltración	Remoción de cobertura vegetal	• Zanja de infiltración • Programa de Reforestación en el Predio • Programa de Reforestación de Manglar • Programa de Rescate y Reubicación de Flora
	Disminución de la superficie de infiltración	Impermeabilización del suelo	• Zanja de infiltración
	Contaminación de agua subterránea	Infiltración de hidrocarburos	• Delimitación de obra y accesos de maquinaria • Mantenimiento de vehículos y maquinaria
		Infiltración de lixiviados orgánicos	• Instalación de sanitarios portátiles • Manejo de residuos sólidos urbanos • Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial
	Alteración del balance hídrico	Cimentación	• Zanja de infiltración
	Contaminación de agua superficial	Arrastre de residuos solidos	• Manejo de residuos sólidos urbanos • Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial

Elemento ambiental	Impacto ambiental	Indicador de impacto ambiental	Estrategias de prevención, mitigación y compensación
			• Barreras físicas flotantes
		Arrastre de residuos peligrosos	• Delimitación de obra y accesos de maquinaria • Mantenimiento de vehículos y maquinaria • Barreras físicas flotantes • Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial
		Arrastre de lixiviados orgánicos	• Manejo de residuos sólidos urbanos • Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial
	Disminución de disponibilidad del agua	Consumo de agua	Instalación de señalamientos de seguridad y cuidado del medio ambiente • Zanja de infiltración • Programa de reforestación de manglar
Suelo	Erosión	Exposición del suelo desnudo tras el desmonte	• Programa de Reforestación en el Predio • Programa de Rescate y Reubicación de Flora
	Cambio estructural del suelo	Movimientos de tierra	• Delimitación de obra y accesos de maquinaria • Control de la compactación del suelo
		Cimentación	• Delimitación de obra y accesos de maquinaria • Control de la compactación del suelo
	Reducción de la porosidad	Compactación del suelo	• Delimitación de obra y accesos de maquinaria • Control de la compactación del suelo • Programa de Reforestación en el Predio
	Contaminación del suelo	Presencia de residuos solidos	• Manejo de residuos sólidos urbanos • Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial
		Derrame de hidrocarburos y otras sustancias	• Delimitación de obra y accesos de maquinaria • Mantenimiento de vehículos y maquinaria
		Derrame de hidrocarburos y otros residuos	• Mantenimiento de vehículos y maquinaria • Manejo de residuos sólidos urbanos • Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial
		Derrame de lixiviados de materia orgánica	• Instalación de sanitarios portátiles • Manejo de residuos sólidos urbanos • Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial

Elemento ambiental	Impacto ambiental	Indicador de impacto ambiental	Estrategias de prevención, mitigación y compensación
Flora	Pérdida de individuos vegetales	Remoción de la cobertura vegetal	• Programa de Reforestación en el Predio • Programa de Rescate y Reubicación de Flora
	Pérdida de superficie forestal	Cambio de uso de suelo	• Programa de Reforestación en el Predio • Programa de Reforestación de Manglar. • Programa de Rescate y Reubicación de Flora
Fauna	Mortalidad de individuos	Manejo de maquinaria	• Delimitación de obra y accesos de maquinaria • Control de luminaria • Monitoreo, manejo y reubicación de fauna • Programa de manejo y reubicación de Iguana Verde (*Iguana rhinolopha*)
		Modificación de hábitat	• Monitoreo, manejo y reubicación de fauna • Programa de manejo y reubicación de Iguana Verde (*Iguana rhinolopha*) • Control de luminaria • Programa de prevención de colisiones de la avifauna
	Disminución del hábitat	Cambio de uso de suelo	• Programa de Reforestación en el Predio • Monitoreo, manejo y reubicación de fauna • Programa de manejo y reubicación de Iguana Verde (*Iguana rhinolopha*) • Control de luminaria • Programa de Reforestación de Manglar • Programa de Rescate y Reubicación de Flora
Paisaje	Pérdida de naturalidad	Implementación de infraestructura temporal	• Programa de Reforestación en el Predio • Programa de Rescate y Reubicación de Flora
	Alteración del paisaje	Remoción de la cobertura vegetal	• Programa de Reforestación en el Predio • Programa de Reforestación de Manglar • Programa de Rescate y Reubicación de Flora
		Cambios en la topografía	• Delimitación de obra y accesos de maquinaria
	Disminución de naturalidad	Acumulación de residuos	• Manejo de residuos sólidos urbanos • Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial
	Modificación del paisaje	Altura de la torre	• Programa de Reforestación en el Predio • Programa de Rescate y Reubicación de Flora

A continuación, se realiza la descripción de las medidas propuestas, en donde se incluye la duración de cada medida, la etapa en la que esta será llevada a cabo, el componente ambiental a proteger y las características de la medida.

VII.1.1. Gerencia ambiental

Tipo de medida	Prevención y mitigación.
Duración de la medida	De acuerdo con el cronograma de trabajo.
Etapa en la que se lleva a cabo	Preparación y Construcción.
Componente ambiental al que va dirigido	Aire, agua, suelo, flora, fauna, paisaje, economía.
Impacto ambiental al que va dirigido	Dirigido a todos los impactos en las etapas de Preparación y Construcción.

Descripción de la medida

Esta medida consiste en contratar a un “Gerente Ambiental”, quien deberá tener una amplia experiencia en biología, ecología, manejo de recursos naturales y gestión ambiental, pues será el encargado de supervisar el cumplimiento del resto de las medidas que aquí se proponen, así como llevar a cabo algunas de ellas. Deberá ser contratado previo al inicio de la etapa de Preparación y hasta que concluya la etapa de Construcción.

Esta es una medida general, que tiene el objetivo de asegurar el cumplimiento del resto de medidas de prevención y mitigación que se realicen durante el desarrollo de la obra sean cumplidas, con lo cual se asegure la mínima afectación a todos los componentes ambientales.

El Gerente Ambiental estará a cargo de supervisar y organizar todo lo relacionado con los aspectos ambientales del proyecto; promoverá asegurar el cumplimiento de todas las medidas de Prevención, Mitigación y Compensación establecidas en este capítulo y sus respectivos anexos. Este Gerente Ambiental deberá llenar una bitácora donde se incluya toda la información sobre el cumplimiento de las distintas medidas y acciones a su cargo. Será su responsabilidad supervisar y organizar todo lo relacionado con los aspectos ambientales del proyecto y entre sus actividades estarán:

- Impartición de pláticas de concientización ambiental.
- Monitoreo constante y en su caso, rescate y reubicación de fauna.
- Llevar a cabo el seguimiento de las medidas propuestas en este estudio y supervisar que se realicen en tiempo y forma.

- Generar un informe con el cumplimiento de los términos y condicionantes de acuerdo con lo especificado en el resolutivo del dictamen de impacto ambiental.
- Llevar una bitácora donde se registren accidentes del personal, derrames de combustible, manejo de residuos, mantenimiento de maquinaria y equipo, entre otros hechos de importancia que deben estar registrados.
- Tomar evidencia fotográfica de la implementación de las medidas propuestas.
- Monitorear las diferentes actividades del proyecto, para evitar impactos no evaluados en este estudio.
- En caso de identificar impactos no evaluados, establecer las medidas pertinentes para su prevención o mitigación.

VII.1.2. Plática de concientización ambiental

Tipo de medida	Prevención y mitigación.
Duración de la medida	Aplicación intermitente, acorde como el cronograma lo marque.
Etapa en la que se lleva a cabo	Preparación y Construcción.
Componente ambiental al que va dirigido	Aire, agua, suelo, flora, fauna, paisaje, economía.
Impacto ambiental al que va dirigido	Dirigdo a todos los impactos en las etapas de Preparación y Construcción.

Descripción de la medida

Esta medida consiste en la impartición de pláticas o capacitaciones hacia todos los trabajadores de la obra. Esta es una medida general, que tiene el objetivo de asegurar el cumplimiento del resto de medidas de prevención y mitigación que se realicen durante el desarrollo de la obra sean cumplidas, con lo cual se asegure la mínima afectación a todos los componentes ambientales.

Previo al comienzo de las actividades, el gerente ambiental tendrá la responsabilidad de dar una plática a todo el personal que trabajará en el sitio. Esta plática deberá darse a todo el personal que vaya a laborar en el sitio del proyecto, en caso de que la contratación del personal se realice de manera paulatina, el gerente ambiental tiene la obligación de dar la plática dará cada vez que ingrese personal nuevo y será de carácter obligatorio para todos. Al finalizar la plática, el Gerente Ambiental entregará un documento didáctico e ilustrativo sobre los temas tratados, así como el reglamento donde se señale lo que se permite y no se permite hacer dentro del sitio del proyecto. Se espera que la plática tenga alta

repercusión sobre los trabajadores, de acuerdo con el “Libro Blanco de la Educación Ambiental” (1999), esta puede lograr:

- Favorecer el conocimiento de los problemas ambientales, tanto locales como globales, lo que puede tener un impacto en la forma en la que las personas interactúan con el medio ambiente.
- Favorecer la adquisición de nuevos valores proambientales.
- Fomentar actitudes críticas y constructivas.
- Apoyar el desarrollo de una ética que promueva la protección del medio ambiente.
- Ser instrumento que favorezca modelos de conducta sustentable en todos los ámbitos de la vida.

Entre los puntos que se tocarán en la charla están los siguientes:

- Importancia de los ecosistemas y sus componentes (flora, fauna, suelo, cuerpos de agua), procesos ecológicos y de los servicios ambientales que proveen.
- La importancia de la flora y fauna de la Región especificando que queda prohibida la captura, caza y/o aprovechamiento o extracción de cualquier especie silvestre ya sea de flora o de fauna. Para fortalecer este punto se revisarán los fundamentos legales establecidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley General de Vida Silvestre, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y sus consecuencias del incumplimiento de estos, así como de, la NOM-059-SEMARNAT-2010, sobre las especies en riesgo que de acuerdo con la ubicación del proyecto se pudieran encontrar. La platica deberá contener un lenguaje claro y didáctico para la comprensión adecuada por parte del personal involucrado. Además, se dará a conocer la fauna local por medio de fotografías y sobre todo las especies que tengan más probabilidad de ser observadas en el sitio o que sean de importancia medica por sus implicaciones a la salud humana.
- Se enfatizará que toda persona que encuentre, dentro del área del proyecto un animal silvestre, deberá notificarlo al Gerente Ambiental o al residente de obra para garantizar la seguridad del animal, evitando que corra riesgo en las zonas de paso de los trabajadores y áreas de trabajo; en caso de ser necesario, el animal deberá ser trasladado a una zona segura.
- Se despejarán dudas y mitos sobre la peligrosidad de las especies como reptiles y mamíferos.

- Se especificará claramente la necesidad de mantener el área de trabajo limpia y ordenada. Se detallarán las instrucciones sobre cómo se deben separar los materiales de trabajo, así como la correcta separación de todos los residuos generados.
- Se especificará que está prohibido hacer fogatas (salvo autorización previa de la OPD) y la quema de cualquier tipo de material, y que, en caso de presentarse algún indicio de incendio, este deberá ser reportado inmediatamente al supervisor, gerente ambiental o la persona que se encuentre a cargo en ese momento.
- Se dará una introducción detallada sobre el manejo que deberán tener los diferentes residuos que se generen en la obra. En este punto se capacitará al personal sobre las prácticas correctas para disponer o almacenar temporalmente cada tipo de residuo, asegurando su correcta separación hasta el momento de su recolección o transporte.
- Se establecerán el reglamento de obra y reglas de sana convivencia, donde se detallen las prohibiciones específicas en materia ambiental, así como las sanciones administrativas en caso del incumplimiento de los reglamentos.

Figura VII. 1. Ejemplo de una plática de concientización ambiental



VII.1.3. Uso de equipo de protección personal

Tipo de medida	Prevención.
Duración de la medida	Durante todo el tiempo de trabajo dentro de la obra.
Etapa en la que se lleva a cabo	Preparación y Construcción.
Componente ambiental al que va dirigido	Socioeconómico.

Impacto ambiental al que va dirigido	Contaminación acústica por la generación de altos niveles de ruido. Proteger la integridad de los trabajadores.

Descripción de la medida

Esta medida tiene como objetivo prevenir accidentes durante el desarrollo del proyecto e impulsar una cultura de prevención de riesgos laborales entre los trabajadores. Los Equipos de Protección Personal (EPP) pretenden resguardar la integridad física de los trabajadores en el caso de algún accidente de trabajo durante el movimiento de tierras o la construcción del proyecto.

Los EPP son elementos de uso individual destinados a dar protección al trabajador frente a eventuales riesgos que pueden afectar su integridad durante el desarrollo de sus labores, por lo que los trabajadores de la obra están obligados a contar con su equipo de protección y usarlo durante toda la jornada de trabajo, buscando disminuir los riesgos laborales dentro de la obra y beneficiando de este modo a los trabajadores y permitiendo que estos conserven su calidad de vida.

El equipo de protección personal deberá ser proporcionado por el promovente de obra, en conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2024, que establece los lineamientos para que el empleador seleccione, adquiera y provea a sus trabajadores el equipo de protección personal adecuado. Se proveerá a los trabajadores de obra con Equipo de Protección Personal (EPP) y este deberá incluir:

- Casco de seguridad
- Cubrebocas industrial
- Chaleco reflejante
- Guantes
- Botas con casquillo
- Lentes de seguridad
- Protección auditiva
- Arnés con línea de vida (en trabajos en altura)

El contratista y el encargado de seguridad serán responsables de supervisar el uso adecuado del equipo durante toda la jornada laboral.

Figura VII. 2. Ejemplo de equipo de protección personal (EPP)



VII.1.4. Instalación de sanitarios portátiles

Tipo de medida	Prevención.
Duración de la medida	De manera ininterrumpida durante todo el proceso de las etapas de Preparación y Construcción.
Etapa en la que se lleva a cabo	Preparación y Construcción.
Componente ambiental al que va dirigido	Aire, agua y suelo.
Impacto ambiental al que va dirigido	Contaminación del aire por malos olores provenientes de materia orgánica, Contaminación de agua subterránea infiltración de lixiviados orgánicos, Contaminación del suelo por derrame de lixiviados de materia orgánica.

Descripción de la medida

Con el fin de prevenir la contaminación directa del suelo y agua con materia fecal, así como del aire por los gases de descomposición de materia orgánica, se propone la instalación de sanitarios portátiles durante las etapas de preparación del sitio y construcción. La colocación de los baños portátiles se deberá llevar a cabo previo al inicio de actividades de preparación y construcción y deberán estar disponibles durante todo el proceso de ambas etapas para tener un mejor control de las aguas residuales generadas por el uso de sanitarios. Los sanitarios se ubicarán en sitios estratégicos a razón de 1 baño cada 15 trabajadores. La recolección de los residuos generados estará a cargo de una empresa que brinde el servicio de renta de dichos sanitarios y el cual cuente con las autorizaciones vigentes para el manejo de residuos sanitarios.

La limpieza de los sanitarios se deberá realizar por lo menos cada tercer día con la finalidad de evitar malos olores. El gerente ambiental deberá confirmar que la empresa se encuentra debidamente autorizada para la recolección, transporte y disposición final de residuos sanitarios. Se deberá realizar un registro del mantenimiento, así como de los volúmenes

que son generados para llevar un control específico. Asimismo, el Gerente ambiental, deberá verificar que el equipo de recolección de residuos sanitarios por medio de succión (manguera y tanque) se encuentre en óptimas condiciones y no presente ningún tipo de fuga, para evitar la contaminación del suelo.

Figura VII. 3. Ejemplo de sanitarios portátiles



VII.1.5. Manejo de residuos sólidos urbanos

Tipo de medida	Prevención y mitigación.
Duración de la medida	Permanente.
Etapa en la que se lleva a cabo	Preparación, Construcción y Operación y mantenimiento.
Componente ambiental al que va dirigido	Aire, agua, suelo, paisaje y socioeconómico.
Impacto ambiental al que va dirigido	Contaminación del aire por malos olores provenientes de materia orgánica, Contaminación de agua superficial por arrastre de residuos sólidos, Contaminación de agua subterránea por infiltración de lixiviados orgánicos, Contaminación del suelo por presencia de residuos sólidos, Contaminación del suelo por derrame de lixiviados de materia orgánica, Disminución de naturalidad por acumulación de residuos.

Descripción de la medida

La presencia de personal en el área del proyecto y sus actividades, generarán residuos como el resto de los alimentos, envolturas de plásticos, envases, entre otros. La generación de RSU por parte de los trabajadores será durante la etapa de preparación y construcción. Esta medida aplica durante todo el tiempo de vida del proyecto, sin embargo, el nivel de aplicabilidad variará conforme este avance y las etapas cambien. Se estima que durante las etapas de Preparación y Construcción se generen Residuos Sólidos Urbanos (RSU),

para los cuales se recomienda llevar a cabo por lo menos una separación primaria (orgánicos e inorgánicos). Una vez iniciada la etapa de Operación, se propone continuar con el manejo de los RSU producidos por los usuarios del proyecto, realizando una separación secundaria de los residuos.

Para el manejo de estos residuos se establecerán contenedores para su separación y almacenamiento temporal. Con el fin de facilitar el correcto uso de los contenedores se propone rotularlos, identificarlos con colores y colocar letreros con ejemplos de los residuos que se deben de colocar en cada uno de ellos.

Residuos Sólidos Urbanos: Son aquellos que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques. Son los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de los establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias y los resultantes de la limpieza de las vías públicas.

Para este proyecto, los RSU generados durante las etapas de preparación y construcción tendrán una separación primaria y serán dispuestos en el vertedero autorizado más cercano, mientras que para la etapa de operación se propone una separación secundaria en las áreas comunes de Proyecto. Dado que la generación de residuos dentro de las unidades habitacionales estará a cargo de los usuarios de estos, se propone, como mínimo, una separación primaria. Todos los RSU serán colocados en distintos contenedores que serán rotulados para su correcta separación.

Para el correcto manejo de los RSU deberán seguirse los siguientes pasos:

1. Adquirir contenedores para la separación primaria de los residuos que se generarán.
2. Identificar puntos estratégicos para la localización de los contenedores, en congruencia con el cronograma de trabajo y, si fuera necesario, por etapas.
3. Acordar o firmar contratos de servicio con las autoridades o empresas privadas autorizadas para la recolección periódica de los residuos y su disposición final en sitios autorizados.
4. Capacitar al personal que laborará durante el transcurso de la obra (obreros, maquinistas, transportistas, oficinistas, personal de limpieza y seguridad, etc.) para el correcto funcionamiento del sistema de separación de residuos.

5. Implementar calendarios de trabajo y rutas de recolección de los residuos para su traslado al centro de acopio temporal (este se define durante el transcurso de la obra, de acuerdo con el tiempo en que tardan en llenarse los contenedores).

Figura VII. 4. Sistema de separación primaria de RSU



Figura VII. 5. Ejemplo de separación primaria de residuos por su tipo



Para facilitar el correcto uso de los contenedores de residuos se propone, de manera ilustrativa, la colocación de grabados con ejemplos de los residuos que se deben de colocar en cada uno de los contenedores además de que, en la parte superior se les colocarán letreros donde se enlisten los residuos correspondientes.

Figura VII. 6. Colores propuestos para los contenedores de acuerdo a su tipo



Se recomienda que los contenedores de basura tengan en su interior bolsas plásticas para el fácil manejo de los residuos, así como contar con tapas, las cuales deben estar bien colocadas al finalizar la jornada de trabajo, esto con el fin de evitar atraer fauna silvestre.

Durante la etapa de operación, se procurará una separación secundaria de los residuos sólidos urbanos en las áreas comunes del Proyecto. Para que esta separación suceda, deberá establecerse en el reglamento de los habitantes del proyecto, con el fin de que los residuos sean valorizados y reincorporados a un proceso o tratamiento. A continuación, se describe como deberá ser la separación secundaria de los residuos, así como el color de contenedor en donde deberán ser colocados.

Tabla VII. 4. Descripción de los contenedores para la separación secundaria

Color y nombre del contenedor	Tipo de residuo que almacenará
Amarillo: Papel y cartón	Cartón, papel, periódico, libros, revistas y hojas.
Gris: Metales	Metales reciclables como latas de refresco, cerveza y comida. Estructuras metálicas, llaves, alambres, grapas, corcholatas.
Azul: Plásticos	Plásticos como envases para alimentos y bebidas
Verde: Orgánico	Residuos orgánicos tales como deshechos de comida, frutas y sus cáscaras.
Naranja: Vidrio	Vidrio, envases vacíos de alimentos, refrescos, cervezas. Platos y cristalería.

VII.1.6. Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial

Tipo de medida	Prevención y mitigación.
Duración de la medida	Temporal durante la duración de las etapas de preparación y construcción.
Etapa en la que se lleva a cabo	Preparación y Construcción.
Componente ambiental al que va dirigido	Aire, agua, suelo, paisaje y socioeconómico.
Impacto ambiental al que va dirigido	Contaminación de agua superficial por arrastre de residuos peligrosos, Contaminación del suelo por

	derrame de hidrocarburos y otros residuos, Contaminación atmosférica por emisión de compuestos orgánicos volátiles, Disminución de naturalidad por acumulación de residuos.

Descripción de la medida

El manejo de residuos peligrosos y de manejo especial consiste en la aplicación de estrategias para facilitar el manejo integral de estos residuos, realizando su separación desde el origen, con el correcto almacenamiento según el tipo de residuos y asegurándose que el transporte y disposición final sean los adecuados. La promovente deberá asegurarse que todo residuo que sea generado durante el desarrollo del proyecto tenga un tratamiento o disposición final adecuados. De esta manera, se busca asegurar que no se produzca un deterioro ambiental por la implementación del proyecto y que los impactos potenciales relacionados con la generación de residuos sean los mínimos.

El desarrollo de la obra generará diversos residuos, tanto peligrosos como de manejo especial, entre los que se incluyen escombros, restos de madera, aceites usados, envases contaminados, metales, solventes, pinturas, textiles impregnados, entre otros. Para el manejo adecuado de estos residuos se implementará una estrategia integral que contemple lo siguiente:

- **Contenedores diferenciados:** Se instalarán contenedores claramente rotulados y de distintos colores para facilitar la separación y disposición adecuada de los residuos. Estos incluirán recipientes específicos para materiales inorgánicos reciclables (metal, plástico, cartón), residuos orgánicos, residuos de construcción y demolición (escombro), así como un almacén de residuos peligrosos.
- **Sitios de acopio temporal:** Se habilitarán zonas específicas dentro del área de obra para el acopio temporal de residuos de manejo especial. Estas áreas deberán estar delimitadas, con señalización visible, piso impermeable y techado para evitar escurrimientos o dispersión por lluvia y viento. Su diseño deberá facilitar la recolección periódica por parte de transportistas autorizados.
- **Almacén de residuos peligrosos:** Se establecerá un almacén exclusivo para residuos peligrosos, el cual cumplirá con las especificaciones establecidas en el Artículo 82 del Reglamento de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos y demás normativas aplicables. Este almacén contará con ventilación

adecuada, sistema contra incendios, contención secundaria (diques o charolas antiderrames), acceso controlado y bitácora de entradas y salidas.

- **Prevención de riesgos:** Se contará con equipo de protección personal, kits de emergencia (absorbentes, neutralizantes, extintores) y protocolos de actuación en caso de derrames o accidentes para garantizar la seguridad de los trabajadores y evitar impactos ambientales.
- **Capacitación del personal:** Todos los trabajadores involucrados en la gestión de residuos recibirán capacitación en el manejo adecuado de cada tipo de residuo, identificación de residuos peligrosos, uso correcto del equipo de protección y procedimientos ante contingencias.

Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos que no reúnen las características para ser considerados como Peligrosos o como Residuos Sólidos Urbanos. En el presente proyecto, estos residuos estarán representados por restos de material de construcción y demolición, escombro, madera, PVC, etc. Estos deberán ser almacenados temporalmente en sitios específicos del proyecto para posteriormente llevarse a un centro de acopio autorizado. Otro RME que se generará en el proyecto es el material producto del desmonte y despalme, conformado por troncos, ramas, restos de herbáceas, arbustos y material edáfico. Estos residuos serán almacenados temporalmente en montículos cubiertos con lona para evitar que se generen polvos y sólidos suspendidos en el aire, debe ser un sitio plano y alejado de cuerpos de agua. El material de despalme será reutilizado en actividades de conformación de áreas verdes o actividades de restauración de suelo o relleno, lo que permitirá que se reincorpore la materia orgánica al suelo.

Figura VII. 7. Ejemplo del resguardo y separación de los RME



Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, embalajes y suelos que hayan sido contaminados. Se incluyen también estopas o trapos impregnados con estas sustancias. Ejemplos de estos son grasas, aceites, solventes, pinturas, combustibles, etc.

Este proyecto no generará una gran cantidad de Residuos Peligrosos, estos únicamente estarán compuestos por el aceite de la maquinaria en caso de generarse, así como la pintura y sus recipientes que se utilizarán en los acabados, por lo que la gestión de esos residuos se propone como sigue:

- Contratar a una empresa autorizada por la SEMARNAT para la recolección, transporte y disposición final de los RP. Esto implica solicitar Manifiesto de entrega, transporte y recepción de los Residuos Peligrosos con el volumen recolectado, fecha, sello y firma cada que sea necesario.
- Construir un almacén temporal de residuos peligrosos, donde se podrán resguardar por un periodo máximo de seis meses. Debe cumplir con área cerrada (paredes y techo) con plancha de concreto con pendiente y canaletas que transfieran derrames líquidos a un recipiente de contención, para evitar transferencia del residuo al suelo.
- Todos los contenedores con residuos almacenados deben estar etiquetados y tener tapa, para evitar incompatibilidad entre distintos productos.
- Colocar señalamientos
- Contar con materiales absorbentes por si existiesen derrames, como arena y absorbentes como *Sphagnum moss*.
- Sistema de seguridad en caso de accidentes como extintores, etc.

Figura VII. 8. Ejemplo de almacén temporal de RP con señalamiento de seguridad



VII.1.7. Disminución de polvos

Tipo de medida	Prevención y mitigación.
Duración de la medida	Intermitente durante las actividades que generan polvos.
Etapa en la que se lleva a cabo	Preparación y Construcción.
Componente ambiental al que va dirigido	Aire y socioeconómico.
Impacto ambiental al que va dirigido	Contaminación del aire por la generación de polvos y partículas suspendidas.

Descripción de la medida

Los impactos de levantamiento de polvos, al igual que la generación de ruidos y gases contaminantes, están relacionados con el uso de maquinaria y vehículos. Como medida de mitigación, para evitar la alteración de la calidad del aire por emisión de polvos, evitar las enfermedades por vías respiratorias a los trabajadores, además de prevenir accidentes por falta de visibilidad, tanto a los operadores de la maquinaria como a los automovilistas que circulen en el área de trabajo o en las vialidades cercanas, se propone lo siguiente:

- Durante la temporada de secas se implementará un sistema de riego periódico en toda el área donde se lleven a cabo las actividades de construcción, manejo de material y en general todas las zonas con suelos expuestos, esto mediante el uso de pipas, para evitar la suspensión y dispersión de partículas de polvo. El riego en temporada de lluvia se realizará de manera puntual, solo sobre las áreas donde se requiera.

- Durante el transporte, los materiales de construcción se humedecerán y cubrirán con lonas en buen estado para evitar la generación de polvos a lo largo de su trayectoria. Una vez cargado el camión de volteo, se deberá colocar la lona y esta debe ser ajustada, cubriendo la totalidad de la superficie, de forma que no se pueda dispersar el material. El gerente ambiental es el encargado de verificar que todos los camiones de volteo que transporten material fino tengan puesta correctamente la lona.
- Se establecerá una velocidad máxima de 10 km/h para toda la maquinaria que opere dentro del predio del proyecto, con el objetivo de evitar el levantamiento de polvo durante su circulación. Se deberá colocar señalización referente al límite de velocidad en el terreno. Además, durante la plática ambiental, se les notificará a los operadores de la maquinaria sobre esta velocidad límite, se vigilará su cumplimiento y se emitirán sanciones para quienes incumplan esta norma.

Figura VII. 9. Ejemplo de riego periódico con pipa de agua



Figura VII. 10. Uso de cubierta para transporte de materiales



VII.1.8. Disminución de ruido

Tipo de medida	Prevención y mitigación.
Duración de la medida	Horario de uso de maquinaria.
Etapa en la que se lleva a cabo	Preparación y Construcción.
Componente ambiental al que va dirigido	Aire y socioeconómico.
Impacto ambiental al que va dirigido	Contaminación acústica por la generación de altos niveles de ruido.

Descripción de la medida

Uno de los impactos que presenta la mayor incidencia durante las diferentes etapas del proyecto es la generación de ruido por la maquinaria. Para tratar de evitar estos efectos negativos sobre las poblaciones humanas y de fauna en la zona, se propone implementar que toda la maquinaria que opere en el proyecto se encuentre condiciones óptimas de uso para evitar la generación de ruido que sobrepase la NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de los vehículos automotores. En la medida de lo posible, la maquinaria deberá usar silenciadores, que reducen el ruido que genera el motor. Estos silenciadores funcionan a través de una cámara expansora que baja la velocidad del gas haciéndolo fluir por un laberinto que permite bajar de nuevo la velocidad y transformar el gas en un soplido de velocidad leve que genera menor ruido. Toda la maquinaria que se utilice en el área del proyecto deberá estar en buenas condiciones y contar con la verificación vehicular en curso.

Tabla VII. 5. Límites máximos permisibles de automóviles, camionetas, camiones y tractocamiones

Peso Bruto vehicular (Kg)	Límites máximos permisibles dB(A)
Hasta 3,000	86
Más de 3,000 y hasta 10,000	92
Más de 10,000	99

Fuente: NOM-080-SEMARNAT-1994

Los límites máximos establecidos en dicha NOM serán cumplidos cabalmente durante las etapas de preparación y construcción, manteniendo los niveles de emisión por debajo de los 86 dB en vehículos con peso menor a las 3 toneladas y 92dB en vehículos de mayor peso. Para el cumplimiento de esta medida se llevará un registro de maquinaria en donde se incluirá:

- Marca
- Modelo
- Placas
- Nombre de la persona que lo opera
- Horario de trabajo de diario de cada vehículo
- Fecha de la última afinación y/o verificación vehicular
- Fecha de la próxima afinación y/o verificación vehicular
- Si cumple con el uso de silenciador

El gerente ambiental a cargo se mantendrá al pendiente de la próxima fecha de mantenimiento que le corresponda a cada vehículo y será registrado en una bitácora. Así como de coordinar con la empresa que se cumpla la aplicación de esta medida previo al ingreso de los vehículos. Este programa será implementado durante las primeras dos etapas del proyecto (preparación y construcción).

VII.1.9. Delimitación de obra y accesos de maquinaria

Tipo de medida	Prevención.
Duración de la medida	Temporal durante obras de construcción.
Etapa en la que se lleva a cabo	Preparación y Construcción.
Componente ambiental al que va dirigido	Aire, agua, suelo y fauna.
Impacto ambiental al que va dirigido	Contaminación del aire por generación de polvos, Cambio estructural del suelo por movimiento de tierras, alteración del paisaje por cambios en la topografía, Reducción de porosidad por compactación del suelo, mortalidad de individuos por atropellamiento de fauna, Contaminación de agua subterránea por infiltración de hidrocarburos,

	Contaminación de agua superficial por arrastre de residuos peligrosos, Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburos y otras sustancias.

Descripción de la medida

Esta medida consiste en delimitar físicamente el área del proyecto y las áreas por las que transitarán los vehículos y maquinaria pesada que sean usados durante el desarrollo de la obra. De esta manera, se busca evitar la afectación a superficies de suelo que no sean requeridas, así como evitar el almacenamiento de residuos en lugares no autorizados, previniendo de esta manera la contaminación del agua y suelo.

Con esta delimitación se mantendrá un orden de ingreso de equipo y maquinaria, para evitar mantener condiciones de desorden en la obra, por lo que se contemplara una superficie dentro del predio de 450 m^2 el cual se habilitara para ser un patio de maniobras temporal para la descarga de materiales, estacionamiento momentáneo de maquinaria, almacenamiento de prefabricados, estructuras y habilitado de acero, entre otras obras provisionales que darán servicio a la obra. Estas áreas, superficies y accesos pueden ir cambiando conforme el avance de las obras, de acuerdo con el cronograma de trabajo.

Un equipo de topógrafos deberá delimitar las áreas por donde ingresará la maquinaria y el equipo al área del proyecto, lo anterior con el objetivo de evitar que se afecten áreas no necesarias para el emplazamiento del proyecto o se pueda contaminar el agua por derrame de combustibles o presencia de otros residuos. Se prevé realizar esta delimitación con cinta de precaución o peligro o algún color distintivo, se podrá utilizar también malla sombra que indique los límites de estos accesos para la maquinaria y el equipo y ayude a la delimitación y restringa el acceso de personal no deseado (como transeúntes o usuarios de las instalaciones contiguas al proyecto. La barrera deberá representar una barrera física al paso de residuos y personal al cuerpo de agua correspondiente a la marina, de tal manera que se eviten incidencias en la contaminación del agua.

Figura VII. 11. Ejemplo de materiales para delimitación de áreas



VII.1.10. Mantenimiento de vehículos y maquinaria

Tipo de medida	Prevención y mitigación.
Duración de la medida	Durante el tiempo que sea necesario el uso de maquinaria.
Etapa en la que se lleva a cabo	Preparación y Construcción.
Componente ambiental al que va dirigido	Aire, agua y suelo.
Impacto ambiental al que va dirigido	Contaminación del aire por la emisión de gases de efecto invernadero, Contaminación acústica por la generación de altos niveles de ruido, Contaminación de agua subterránea por infiltración de hidrocarburos, Contaminación de agua superficial por arrastre de residuos peligrosos, Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburos y otras sustancias.

Descripción de la medida

Esta medida buscará evitar y mitigar las afectaciones a la atmósfera por la emisión de gases contaminantes generados por la maquinaria. El objetivo es mantener en óptimas condiciones la maquinaria y equipo, con el fin de reducir la emisión de gases de combustible, disminuir las posibilidades de derrames de diésel, aceites, entre otras sustancias y, finalmente, disminuir la generación de ruido durante la operación de la maquinaria por efecto de descompostura, lo que pudiera rebasar los límites máximos establecidos en la normatividad.

Para llevar a cabo esta medida se propone lo siguiente:

- **Verificación vehicular:** Toda la maquinaria que se utilice en el predio deberá estar en buenas condiciones y contar con la verificación vehicular en curso.
- **Mantenimiento preventivo:** Antes de iniciar con la etapa de preparación y construcción de la obra, debe verificarse si el equipo, la maquinaria y los vehículos

a utilizar se encuentran en condiciones óptimas para trabajar. Además, cada 200 horas de labor, deberán recibir mantenimiento preventivo, el cual deberá ser realizado en un lugar autorizado para dichas actividades evitando en medida de lo posible realizarlo en el área de proyecto o directamente sobre el suelo desnudo.

- **Cumplimiento con la normatividad:** Todos los vehículos deberán cumplir con lo establecido en las NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006 y NOM-050-SEMARNAT-1993, las cuales establecen los límites máximos permisibles de emisiones contaminantes a la atmósfera procedentes de vehículos automotores. Deben atender también lo establecido por la NOM-080-SEMARNAT-1994 con relación a los límites permisibles de emisión de ruido de los vehículos automotores, para lo cual debe considerarse el uso simultaneo de distintas unidades automotores.
- **Filtros en escapes:** Será obligatorio el uso de filtros para los escapes de las maquinarias.
- **Uso de silenciadores:** Toda la maquinaria deberá usar silenciadores. Estos funcionan a través de una cámara expansora que baja la velocidad y transforma el gas en un soplido leve, lo cual reduce el ruido que genera normalmente.

Figura VII. 12. Ejemplo de silenciadores para maquinaria



El gerente ambiental será el encargado de coordinar con la empresa que se cumpla la aplicación y el uso de silenciadores y se cuente con las verificaciones actualizadas del vehículo previo a su ingreso. Asimismo, durante la obra, el gerente ambiental será el encargado de solicitar los documentos oficiales emitidos por los centros de verificación vehicular para comprobar que la maquinaría y los equipos no emitan humo, que no haya fugas o goteo de combustibles y, finalmente, que el nivel de ruido no supere los límites permitidos. En caso de encontrar alguna irregularidad, se deberá realizar el reporte directo a la empresa contratista, para que sea la encargada de realizar el mantenimiento o

correcciones correspondientes. Se sugiere que para mayor control se lleve el registro de la maquinaria y sus condiciones en una bitácora.

VII.1.11. Instalación de señalamientos de seguridad y cuidado al ambiente

Tipo de medida	Prevención y compensación.
Duración de la medida	Permanente.
Etapa en la que se lleva a cabo	Preparación, Construcción y Operación.
Componente ambiental al que va dirigido	Aire, agua, suelo, flora, fauna, paisaje, económico.
Impacto ambiental al que va dirigido	Dirigido a la prevención y disminución de todos los impactos negativos identificados.

Descripción de la medida

Esta medida consiste en la instalación de carteles y señalética en puntos estratégicos del área del proyecto con la finalidad de ser un recordatorio constante hacia los trabajadores sobre los temas vistos en las pláticas de concientización. De esta manera, se espera que la ocurrencia de incidentes relacionados a los impactos ambientales potenciales se reduzca de manera significativa.

Esta es una medida general, que tiene el objetivo de asegurar el cumplimiento del resto de medidas de prevención y mitigación que se realicen durante el desarrollo de la obra sean cumplidas, con lo cual se asegure la mínima afectación a todos los componentes ambientales.

La instalación de señalamiento deberá ser una medida permanente para el proyecto, adaptando la señalética conforme el avance de las obras desde la preparación del predio y que permanecerá activa durante la operación. Se instalarán señalamientos sobre el cuidado de los diferentes componentes ambientales que podrían verse afectados a causa de ciertas acciones por parte de trabajadores y usuarios. Estos deben ser colocados en los sitios más concurridos y deben ser colocados de manera que todos puedan verlos.

Los principales temas serán:

- El cuidado de la flora y la fauna.
- La correcta separación y disposición de los residuos.
- El cuidado de cuerpos de agua.
- El uso del equipo de protección personal.

Estos señalamientos servirán para recordarles a los trabajadores sus responsabilidades con el ambiente y, ya que estos se conservarán incluso durante la etapa de operación, también servirán para que los usuarios adquieran conciencia ambiental.

Figura VII. 13. Ejemplo de señalética que puede utilizarse durante las diferentes etapas del proyecto



Figura VII. 14. Ejemplo de señalética que deberá estar presente durante la Preparación y Construcción del proyecto



VII.1.12. Zanja de infiltración

Tipo de medida	Compensación.
Duración de la medida	Permanente.
Etapa en la que se lleva a cabo	Construcción y Operación.
Componente ambiental al que va dirigido	Agua.
Impacto ambiental al que va dirigido	Disminución de la infiltración por remoción de cobertura vegetal, Alteración del balance hídrico

	por cimentación, Disminución de la superficie de infiltración por impermeabilización del suelo.

Descripción de la medida

La pérdida del servicio ecosistémico de infiltración es un impacto ambiental inherente a la remoción de vegetación, por lo que esta medida se propone con la finalidad de compensar este impacto al agua, de tal manera que, tras la implementación del proyecto, se mantenga la infiltración de agua en cantidad *in situ*.

Se propone la implementación de un mecanismo de infiltración artificial para mitigar el impacto generado por la posible pérdida de recarga neta anual. Su implementación contribuirá en la continuidad de las recargas y así mantener la capacidad de infiltración en el predio del proyecto. Esta medida surge a partir de las estimaciones realizadas en el Capítulo IV del presente DTU-BR respecto a la pérdida de infiltración que se originaria por la implementación del proyecto. Para estimar la infiltración actual del predio sin proyecto se toma en consideración las condiciones actuales del mismo, basándose en la cobertura vegetal presente, el tipo de suelo y las pendientes del terreno. Así mismo, se estima la infiltración, una vez emplazado el proyecto, sin considerar la aplicación de las zanjas de infiltración y el déficit total que se generará por el proyecto. A continuación, se presenta una tabla en donde se presenta la recarga hídrica del predio actual sin proyecto, la estimación de recarga hídrica con el proyecto sin medida y el cálculo del déficit total de infiltración en el área del proyecto.

Tabla VII. 6. Déficit de Infiltración por la implementación del proyecto

Recarga neta (m^3/año) actual	Recarga neta (m^3/año) con proyecto sin medidas	Déficit total de infiltración del proyecto (m^3/año)
822.33	0	822.33

Esta pérdida representa el 100% de la infiltración actual que tiene el predio, por lo que, para fines prácticos, se eligió el método por diseño de zanjas de infiltración, debido a que se integra con facilidad a la estructura, no irrumpe con el paisaje, son poco visibles y ocupan sólo una franja delgada del suelo que puede ser rellenada y utilizada como área verde, además de que tienen un bajo costo de construcción y su implementación contribuirá en la continuidad de las recargas y así mantener la capacidad de infiltración en el predio del proyecto después del CUSTF. En su operación, será necesario realizar mantenimiento aproximadamente cada cinco años, debido al posible taponamiento del espacio poroso por sedimentos acarreados con el agua de entrada.

Criterios de diseño

Para el diseño de obras de infiltración se deben considerar cuatro elementos hidrológicos: periodo de retorno, curvas de intensidad-duración-frecuencia, coeficiente de escorrentía y la velocidad de infiltración. La factibilidad de la construcción de zanjas como método artificial de infiltración depende de que la pendiente sea menor al 20%, que la tasa de infiltración sea mayor a 7 mm/hr, que el contenido de arcilla sea menor al 30% y que la superficie del área a drenar sea menor a 5 hectáreas (Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile, 1996). El suelo presenta principalmente clase textural gruesa, lo que indica una elevada proporción de arena.

Tabla VII. 7. Valores típicos de Tasas de infiltración para diferentes texturas de suelos

Textura del suelo	Tasa de infiltración
Arenosa	50 mm/h
Franco-Arenosa	25 mm/h
Franca	12 mm/h
Franco-Arcillosa	7 mm/h

Fuente: Navarro Hevia, *et al*., 2009

Es importante considerar el principio fundamental del diseño de las zanjas de infiltración (Pizarro, 2004) que implica que la zanja debe tener la capacidad suficiente de almacenaje del agua de lluvia que cae en la zona de impluvio, es decir, que no se debe sobrepasar la capacidad de la zanja con las aportaciones de agua pluvial que reciba. La precipitación media anual se estimó a partir de promediar los datos de las estaciones climatológicas más cercanas “La Desembocada” y “El Cuale. Se obtuvo que la precipitación media anual es de **1,423.25 mm al año**, así como una lluvia máxima promedio de 62.73 mm en 24 horas, valores que se utilizaron para el diseño de las zanjas para una captación de este caudal.

Para el diseño de la zanja se debe utilizar la tasa de infiltración mínima, para que se construyan con cierto rango de seguridad y con ello se evite que las zanjas sean sobrepasadas por la intensidad de las lluvias en cantidad y/o periodicidad. Es por ello por lo que, aunque la tasa de infiltración pueda ser mayor, se tomó en cuenta un valor de **25 mm/h**.

Considerando que el promedio de la máxima lluvia en 24 horas (según el promedio de las estaciones meteorológicas El Cuale y La Desembocada) es de 62.75 mm, lo cual, considerando la superficie de infiltración perdida (6424.89 m^2), la zanja deberá de tener la capacidad de infiltrar, por lo menos, 290.21 m^3 de agua de lluvia al día. Por lo que, la superficie mínima de infiltración que deberá de tener la zanja se establece en 48 m^2.

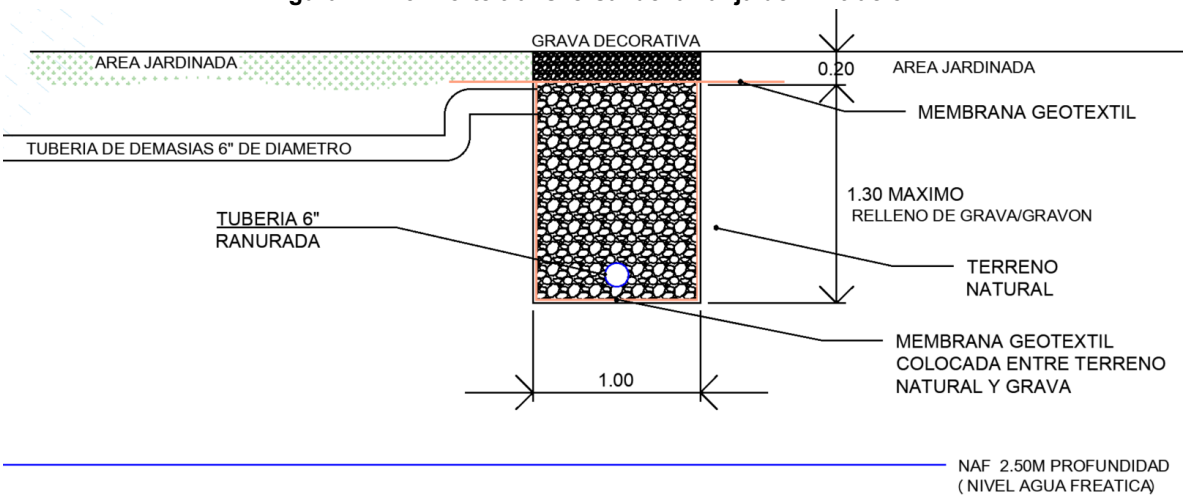
Considerando que las zanjas tendrán una profundidad máxima de **1.5 m** y una base menor de **1 m**, se establece que cada metro lineal de zanja tendrá un área de infiltración efectiva de **4 m²** (proveniente de la multiplicación de la profundidad por la base). Para asegurar la recuperación de la infiltración del volumen obtenido del déficit de infiltración por el desarrollo del proyecto, se proyecta la construcción de **15 m lineales de zanjas de infiltración**.

La zanja de 15 metros tendrá una superficie efectiva de infiltración de 60 m^2. Esto representa 1.25 veces la superficie mínima de infiltración que sería requerida para infiltrar el volumen de agua que cae en promedio sobre la superficie del predio, de tal manera que se considera suficiente para compensar el impacto provocado por la impermeabilización del área. Se estima que el diseño de **la zanja permita la infiltración de 362.88 m^3 de agua cada 24 horas**.

Características de las zanjas de infiltración

El material de relleno de la zanja será grava de diámetro entre 3.5 y 7.5 cm, lo que le otorga una porosidad de un 30%. Entre el suelo de la zanja y el material de relleno se colocará un geotextil. Debido al material de relleno el volumen de agua que cabe en la zanja es menor al volumen de ella. La ubicación de las zanjas se determinó con base en las pendientes, eligiendo aquellos sitios que presentaran una pendiente menor al 20%. A continuación, se muestra un corte transversal de la zanja.

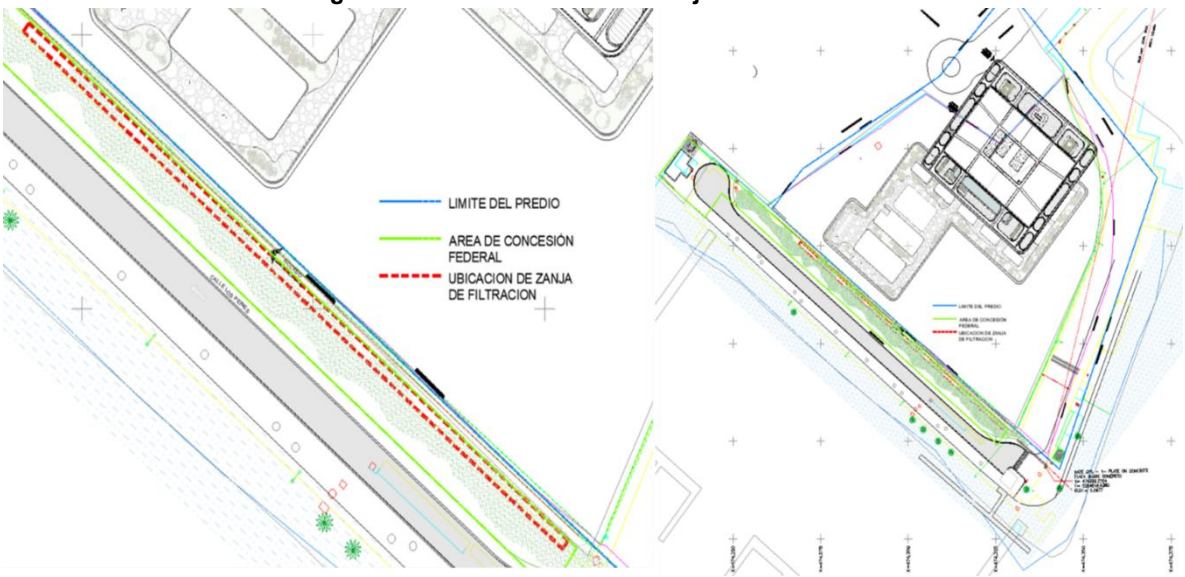
Figura VII. 15. Corte transversal de la zanja de infiltración



Conforme al detalle lateral que se aprecia en la figura anterior, la sección transversal de la zanja (1.00 m de base por 1.50 m de profundidad de relleno) contempla el uso de una membrana geotextil dispuesta perimetralmente entre el terreno natural y el material pétreo

para evitar la migración de finos. El sistema incluye una tubería ranurada de 6" de diámetro en la base para facilitar la distribución del agua, así como una tubería de demasías de 6" para el control de excedentes. Finalmente, la estructura se remata superficialmente con una capa de grava decorativa de 0.20 m del espesor de la zanja, integrada estéticamente con las áreas ajardinadas circundantes.

Figura VII. 16. Ubicación de la zanja de infiltración



VII.1.13. Control de la compactación del suelo

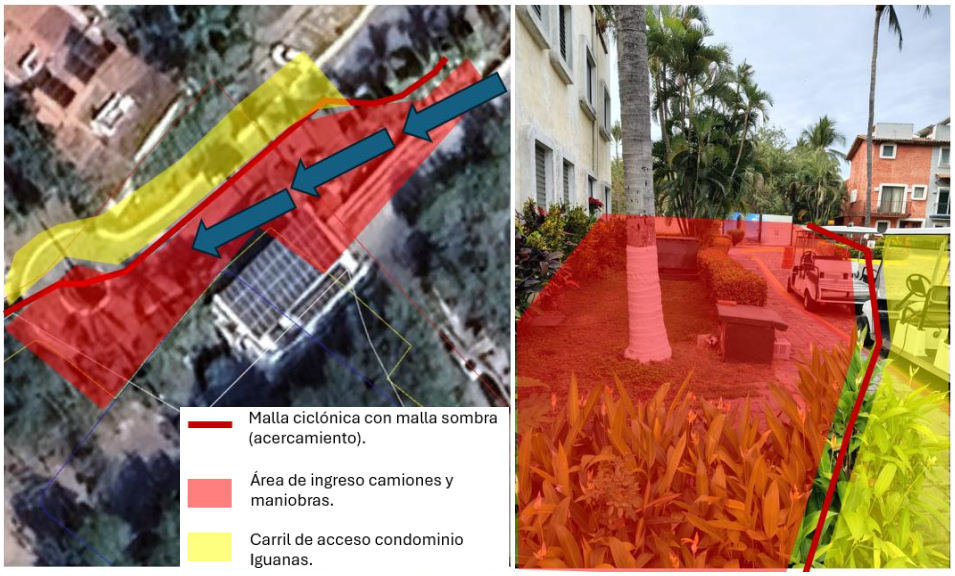
Tipo de medida	Mitigación.
Duración de la medida	Durante las actividades que implican uso de vehículos y maquinaria.
Etapa en la que se lleva a cabo	Preparación y Construcción.
Componente ambiental al que va dirigido	Suelo y agua.
Impacto ambiental al que va dirigido	Cambio estructural del suelo por movimiento de tierras, Reducción de la porosidad por compactación del suelo.

Descripción de la medida

La medida de control de la compactación del suelo en el proyecto se considera importante para mantener la estructura saludable del suelo y la funcionalidad hidrológica del área. Durante la evaluación de impactos se identificó que los cambios estructurales al suelo y la reducción de porosidad aceleran la compactación de suelos, lo que puede conducir a una erosión acelerada y a cambios en los patrones de la infiltración de agua del sitio. Por ello, a continuación, se describen las prácticas que se implementarán durante el tiempo que duren las etapas de Preparación y Construcción del proyecto para evitar la compactación del terreno que no deba verse afectado por la presencia de infraestructura:

- **Delimitación de rutas de maquinaria y acceso provisional al sitio de obra:** Se establecerán rutas que definirán el tránsito de maquinaria pesada, limitando su movimiento a áreas específicas y evitando la circulación repetida e innecesaria sobre el mismo suelo para prevenir la compactación excesiva. Además, se evitará el paso de maquinaria por áreas que no se encuentren contempladas en el Plan Maestro del Proyecto. Estas rutas se delimitarán en dos accesos controlados:
    - *Ingreso técnico y de personal:* a través de la vialidad interna del Condominio Isla Iguana, para poder realizar este ingreso se cuenta con un *Contrato de reconocimiento y entrega de posesión con concesiones recíprocas* (**Anexo II.3**) que dan solvencia a poder establecer este acceso.
    - *Ingreso de maquinaria pesada y materiales:* A través de la zona de "Los Peines", mediante un acceso temporal habilitado para camiones y equipo de gran volumen.

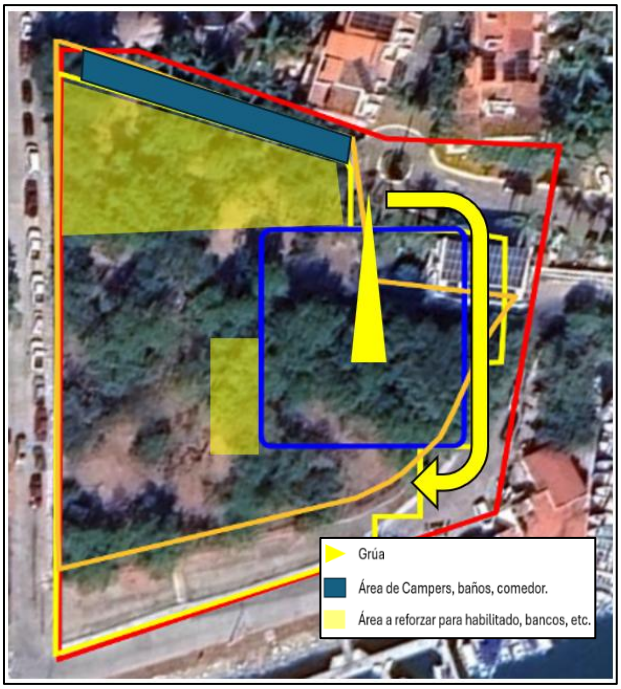
Figura VII. 17. Accesos provisionales a obra



- *Patio de maniobras y zona de acopio de materiales:* la habilitación de un patio de maniobras temporal con una dimensión aproximada de 450 m^2 dentro del predio permitirá la carga y descarga de materiales de construcción, estacionamiento temporal de maquinaria y almacenaje de prefabricados, evitando que estas actividades se realicen en otras áreas no establecidas.

- *Áreas de abastecimiento de maquinaria:* tener espacios exclusivos para la maquinaria y sus abastecimientos controlados, permite que estos no circulen por áreas no propuestas provocando la compactación del suelo.
- *Área para infraestructura provisional técnica:* durante la ejecución del proyecto se contempla el uso de maquinaria pesada como grúa trepadora y apuntalamiento estructural, estos por sus dimensiones y evitar los daños al suelo, tendrán un espacio provisional establecido al centro del predio evitando movimientos continuos de estos equipos dentro que afecten el suelo.

Figura VII. 18. Ubicación de las obras provisionales



- **Programación de actividades de construcción:** Las actividades de preparación y construcción se programarán de manera que el suelo no quede expuesto a cargas pesadas cuando esté en condiciones de alta humedad, lo cual podría aumentar la susceptibilidad a la compactación.

VII.1.14. Programa de reforestación en el predio

Tipo de medida	Compensación.
Duración de la medida	Permanente.
Etapa en la que se lleva a cabo	Construcción y Operación.
Componente ambiental al que va dirigido	Aire, agua, suelo, flora, fauna, paisaje.

Impacto ambiental al que va dirigido	Contaminación atmosférica por emisión de compuestos orgánicos volátiles, Disminución de la infiltración por remoción de cobertura vegetal, Erosión por la exposición del suelo desnudo tras el desmonte, Pérdida de individuos vegetales por la remoción de cobertura vegetal, Pérdida de superficie forestal por cambio de uso de suelo, Disminución del hábitat por el cambio de uso de suelo, Alteración del paisaje por la remoción de cobertura vegetal.

Descripción de la medida

El Programa de Reforestación en el Predio contempla la reforestación con especies nativas en las áreas verdes y jardineras que serán instaladas en el desarrollo habitacional y vialidades. Esta medida busca la retribución de diferentes servicios ecosistémicos que ofrece la vegetación, como pueden ser los de soporte, provisión, regulación e, incluso, culturales, en particular, busca prevenir la erosión del suelo durante la etapa de operación del proyecto. A su vez, la implementación de vegetación aumenta la calidad paisajística del entorno y mejora la calidad de vida de la población, a la vez que ayuda a mitigar las islas de calor y permite la infiltración del agua de lluvia.

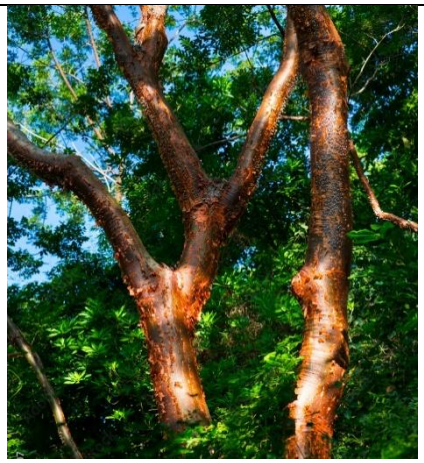
Este programa tiene como objetivos el implementar las estrategias que garanticen el desarrollo optimo y funcional de la vegetación que será instalada en el predio para asegurar su supervivencia durante todo el tiempo de vida útil del proyecto. Los árboles y arbustos en la propuesta de reforestación serán provenientes de viveros cercanos tomando en cuenta parámetros morfológicos que garanticen mayores porcentajes de sobrevivencia como son: mejor porte, menor ramificaciones, buen grosor del fuste, buena lignificación y una altura determinada.

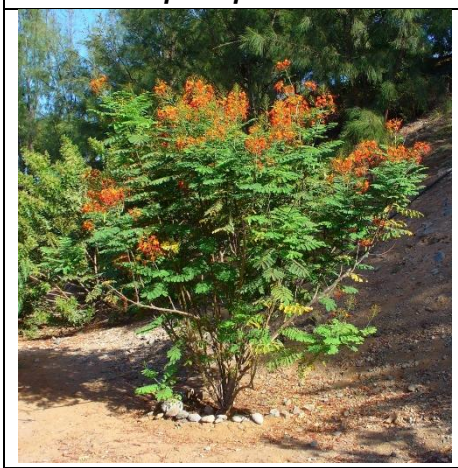
Así mismo se hizo la selección de las especies considerando aspectos como la adaptación a la infraestructura, requerimientos de mantenimiento, requerimientos de agua, belleza paisajística que otorgan en las estacionalidades distintas presentes, se tomaron en cuenta especies nativas como Palo mulato, Primavera, Flor de mayo, entre otras enlistadas en la **Tabla VII.8**. La cantidad de individuos dependerá de la superficie destinada para área verde del proyecto, priorizando las especies con mayor abundancia.

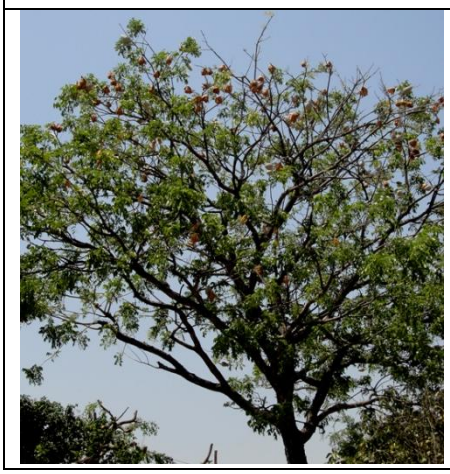
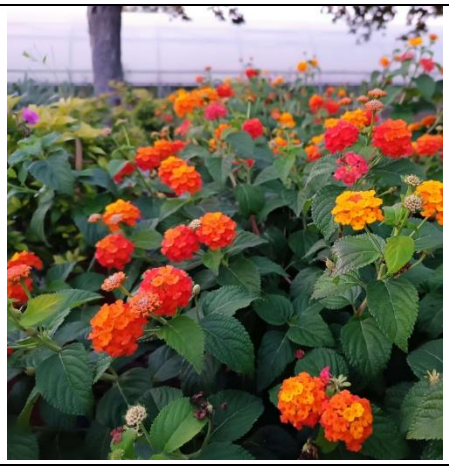
La descripción de las actividades dentro del programa de reforestación, áreas sujetas a reforestar e indicaciones de seguimiento, mantenimiento y cuidados particulares de las especies se presentan en el **Anexo VII.1. Programa de Reforestación en el Predio**.

Esta medida será conformada a la par de la aplicación del **Programa de Rescate y Reubicación de Flora**, presentado como **Anexo VII.2** a este DTU-BR presentado como medida de mitigación en este mismo capítulo. En este programa se propone la identificación, rescate y reubicación de 14 individuos arbóreos que se encuentran en el área donde será realizado el CUSTF. De esta manera, se conservará parte de la naturalidad del área y se contribuirá a la prevención de la erosión del suelo, entre otros servicios ambientales.

Tabla VII. 8. Especies nativas propuestas para la reforestación del predio

Palo mulato (Árbol) ***Bursera simaruba***	**Primavera (Árbol)** ***Roseodendron donnell-smithii***	**Rosamorada (Árbol)** ***Tabebuia rosea***
		

Bigotillo (Árbol-arbusto) ***Caesalpinia pulcherrima***	**Timboco (Árbol-arbusto)** ***Tecoma stans***	**Flor de Mayo (Árbol)** ***Plumeria rubra***
		

Caoba del Pacífico (Árbol) *Swietenia humilis*	Cinco negritos (Arbusto) *Lantana cámara*	Trompetilla (Arbusto) *Bouvardia ternifolia*
		

Cola de zorra amarilla (Arbusto) *Justicia aurea*


VII.1.15. Barreras físicas flotantes

Tipo de medida	Prevención y mitigación.
Duración de la medida	Temporal durante las actividades relacionadas a la construcción del proyecto.
Etapa en la que se lleva a cabo	Preparación y Construcción.
Componente ambiental al que va dirigido	Agua.
Impacto ambiental al que va dirigido	Contaminación de agua superficial por arrastre de residuos sólidos, Contaminación de agua superficial por arrastre de residuos peligrosos.

Descripción de la medida

Las actividades que contemplan el uso de maquinaria y generación de residuos sólidos o peligrosos, aumentan las probabilidades de que durante tiempo de lluvias se formen escorrentías dentro del predio que pueden arrastras estos componentes contaminantes a

cuerpos de agua cercanos, por la ubicación del proyecto, el cuerpo de agua más cercano es el mar dentro de la Marina de Puerto Vallarta y la boca natural que conecta el mar con el Estero El Salado, cuerpo de agua que puede albergar los contaminantes arrastrados generados por el proyecto afectando a la fauna estuarina presente, así como a la vegetación de bosque de mangle causando la degradación de ese ecosistema.

Para prevenir la dispersión de residuos de construcción hacia las aguas de la Marina de Puerto Vallarta y evitar su potencial transporte al Estero El Salado, se propone la instalación de barreras físicas flotantes alrededor del perímetro de agua cercano a las áreas de trabajo donde se manipulen o almacenen materiales susceptibles de ser arrastrados al agua. Estas barreras utilizadas comúnmente en cuerpos de agua marinos, lacustres y fluviales consisten en estructuras flexibles flotantes con faldones sumergidos que actúan como mecanismos de **control de derrames, contención de residuos sólidos, sedimentos y material particulado** que pudieran derivarse de las actividades de obra.

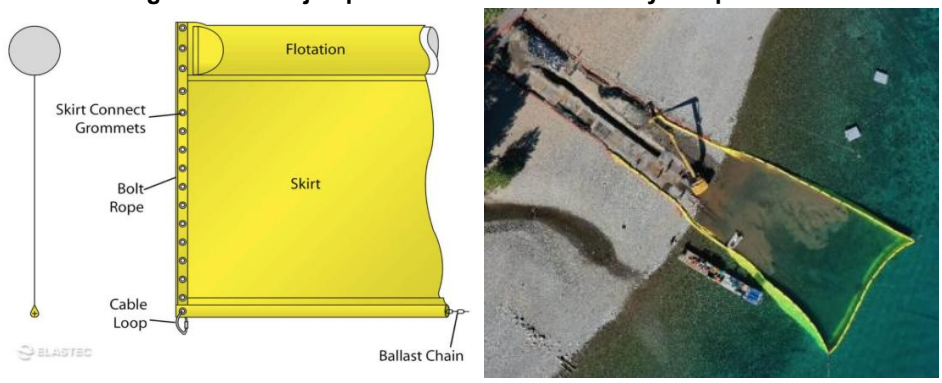
Esta medida actuará en conjunto con la medida denominada “Delimitación de obra y accesos de maquinaria”, evitando que aquellos residuos que puedan llegar al cuerpo de agua de la marina se dispersen afectando al ecosistema inmediato. Los tipos de barreras flotantes que se pueden utilizar en la Marina de Puerto Vallarta incluyen:

- **Barreras de cortina:** Son un muro temporal desplegado en cuerpos de agua para controlar el movimiento de partículas suspendidas como tierra, arcilla y escombros. Estas cuentan con tres partes principales, que varían en material dependiendo el fabricante.
    - *Flotador:* Es fabricada con materiales flotantes como espuma o plástico par mantener la cortina erguida y visible en la superficie del agua
    - *Falda:* puede estar fabricada de geotextiles tejidos o laminas impermeables, esta cuelga por debajo del flotador y debe llegar hasta el fondo del cuerpo de agua, por lo que se fabrican en longitud de acuerdo con el tipo de aplicación y condiciones del agua que se requiera.
    - *Lastre:* es el peso que asegura la estabilidad de la cortina ante corrientes y mareas, pueden ser cadenas o bloques de hormigón.

  La implementación de este tipo de barreras ayudará a disminuir la dispersión de partículas como polvos, tierra, residuos sólidos de manejo especial como escombros

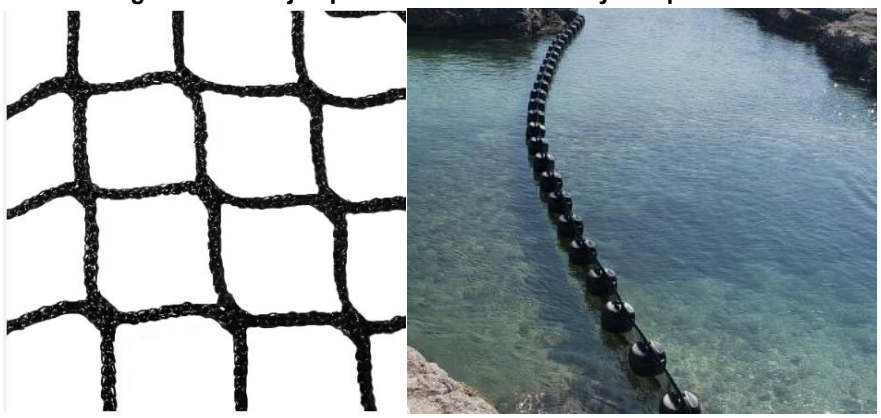
y sustancias peligrosas que, dependiendo su tamaño pueden afectar a la fauna marina al obstruir sus branquias e imposibilitando su adecuada respiración, también sirven para prevenir la reducción de la penetración de luz al agua que puede provocar afectaciones sobre la fotosíntesis en plantas acuáticas y podría derivar en la proliferación de algas toxicas.

Figura VII. 19. Ejemplo de barreras de cortina y su aplicación



- **Barreras de malla o red:** Estas barreras consisten en una malla resistente suspendida de flotadores. Son particularmente útiles para contener residuos sólidos de mayor tamaño y permiten el flujo del agua, lo que las hace adecuadas para áreas con corrientes más significativas donde una barrera sólida podría generar una presión excesiva. El tamaño de la luz de malla se debe seleccionar en función del tipo de residuo que se espera contener.

Figura VII. 20. Ejemplo de barrera de malla y su aplicación



- **Barreras inflables:** Estas barreras son similares a las de turbidez, utilizan tubos inflables para proporcionar flotabilidad y una cortina sumergida para la contención con lastre para mantenerlas estables contra corrientes de agua. Son ligeras, fáciles de transportar e instalar y pueden adaptarse a diferentes configuraciones y condiciones del agua.

Figura VII. 21. Ejemplo de barreras inflables y su aplicación



La selección del tipo específico de barrera o la combinación de diferentes tipos de barreras se realizará en función de las características del sitio de construcción, los tipos de residuos generados, las condiciones de viento y oleaje en la Marina y la profundidad del agua, inclusive se sugiera la combinación de dos distintos tipos de barrera, ejemplo combinar barrera inflable o barrera de cortina con barrera de malla. Así mismo, en refuerzo a esta medida, se tendrán disponibles kits antiderrames durante las actividades de construcción.

La instalación de estas barreras se deberá realizar antes del inicio de las actividades de obra, **previo consentimiento formal de los concesionarios del área marina y con apego a las autorizaciones que correspondan**, garantizando el cumplimiento del marco normativo en materia de uso de bienes nacionales, conforme a la **Ley General de Bienes Nacionales** y el **Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables y ZOFEMAT.** Se asegurará su correcta colocación y anclaje para evitar desplazamientos por corrientes o viento. Como parte del Programa de manejo ambiental para el proyecto, se verificará la integridad de las barreras y se retirará cualquier residuo que haya quedado contenido en ellas.

VII.1.16. Monitoreo, manejo y reubicación de fauna

Tipo de medida	Prevención y mitigación.
Duración de la medida	Permanente.
Etapa en la que se lleva a cabo	Preparación, Construcción y Operación.
Componente ambiental al que va dirigido	Fauna.
Impacto ambiental al que va dirigido	Disminución del hábitat por el cambio de uso de suelo, mortalidad de individuos por atropellamiento de fauna.

Descripción de la medida

La fauna del predio, de acuerdo con los estudios de diversidad aplicados y presentados en el *Capítulo IV* del presente estudio, es de clase baja, esto debido a la influencia urbana que tiene el predio, sin embargo, es importante realizar las prácticas de conservación de los individuos de las especies dentro del predio, ya que cumplen una función dentro del ecosistema. Así mismo, se debe de considerar que la fauna al ser móvil y al no reconocer barreras físicas como limitantes para hacer uso de otros sitios, pueden entrar y salir libremente del predio, por lo que existe la probabilidad de encontrar fauna previamente no registrada, es por lo que es importante aplicar medidas que nos permitan conservar a las especies. Las actividades de monitoreo, manejo y reubicación de fauna buscan conservar, rescatar y reubicar la fauna silvestre, por lo que las actividades que son necesarias deberán comenzar antes del inicio de actividades de cambio de uso de suelo.

Durante todo el transcurso de las actividades en las etapas de Preparación y Construcción, el Gerente ambiental se encargará de monitorear la zona y los sitios de trabajo, para asegurarse de que ningún individuo faunístico se encuentre en riesgo por las actividades de obra. En la etapa Operativa se propone se lleve a cabo un monitoreo ocasional para identificar la fauna que comience a utilizar los espacios modificados por el proyecto, de ser necesario, al significar un riesgo para la fauna o de los usuarios, se deberá realizar la reubicación de estos individuos.

Técnicas de ahuyentamiento

Para la aplicación de esta medida, se enviará una cuadrilla de personal capacitado en manejo de fauna para ahuyentar a la fauna que pueda encontrarse dentro de las áreas donde la maquinaria operará, estas actividades deberán ser realizadas antes y durante el inicio de cualquier actividad con maquinaria, sobre todo en las actividades para desmonte y despalme del predio.

Los miembros de la cuadrilla se situarán en una fila cubriendo el ancho del área que se trabajara y comenzarán a caminar de frente golpeando el piso con varas y haciendo ruido a fin de alentar a todos los organismos presentes en el sitio a alejarse por sí mismos, al mismo tiempo se reconocerá si en el lugar hay sitios de anidación, madrigueras y ejemplares de baja movilidad o heridos, en cuyo caso se aplicaran las técnicas descritas para cada grupo.

El equipo siempre deberá mantener la misma distancia entre ellos y nadie podrá adelantarse o atrasarse por que los organismos podrían correr sin sentido o de un lado a

otro y podrían terminar aplastados por otro integrante de la barricada. Como técnicas de amedrentamiento, la continua circulación de personal y vehículos en el área del proyecto, serán suficiente perturbación para ahuyentar a mamíferos de pequeña y mediana talla.

Para maximizar la efectividad de las actividades, se recurrirá a algunas técnicas como la eliminación de conjuntos arbustivos, malezas y otros residuos con el fin de motivar a roedores y pequeños mamíferos a abandonar el área haciéndola poco atractiva. En el caso de mamíferos de talla mediana se inducirá el abandono de madrigueras; una vez localizada la madriguera, se procede a excavar para ampliar la entrada, esto con la finalidad de que la abandonen. Por último, para los reptiles (lagartijas y serpientes) lo más indicado es eliminar del área que ocupará el proyecto restos de alimentos y elementos de refugio, mediante el corte de la hierba, remoción de pilas de leña, basura y desperdicios, pero, sobre todo, de acumulaciones de piedras y otros materiales, troncos y restos de madera. Con estas prácticas se espera transformar a los sitios en los que se realizarán actividades de construcción, en áreas que provean pocos recursos para muchas de las especies de vertebrados.

Con la aplicación de dichas prácticas se disminuirá la diversidad y densidad de aquellas especies cuya capacidad de desplazamiento les permita alejarse de las zonas de afectación

Monitoreo y rescate

Previo al inicio de actividades se deberá hacer un monitoreo para identificar especies potenciales a rescate y acondicionar un espacio de resguardo temporal para la fauna. Este monitoreo se deberá realizar previo a cualquier inicio de actividades dentro del predio con maquinaria y que impliquen el cambio de uso de suelo, durante estas actividades y posterior a ellas. Todos los vertebrados de baja movilidad que sean detectados y capturados serán relocalizados en otros sitios, sin embargo, se pondrá especial cuidado en las especies endémicas o aquellas que están protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010. En esta sección se describen algunas consideraciones para su captura, traslado y relocalización.

Se llevarán a cabo jornadas diurnas y nocturnas, se empleará el método “búsqueda generalizada”. No obstante, en las giras nocturnas se colocarán trampas en aquellos lugares donde se tenga indicios de presencia animal (huellas, madrigueras, restos de alimentos, etc.). Una vez capturado el espécimen, se le inmovilizará, se identificará adecuadamente por Género y Especie (si es posible de inmediato), se le tomarán sus

dimensiones y se levantará la información de campo que permita confirmar posteriormente su identificación. Se le trasladará al sitio de liberación y se documentará la soltura.

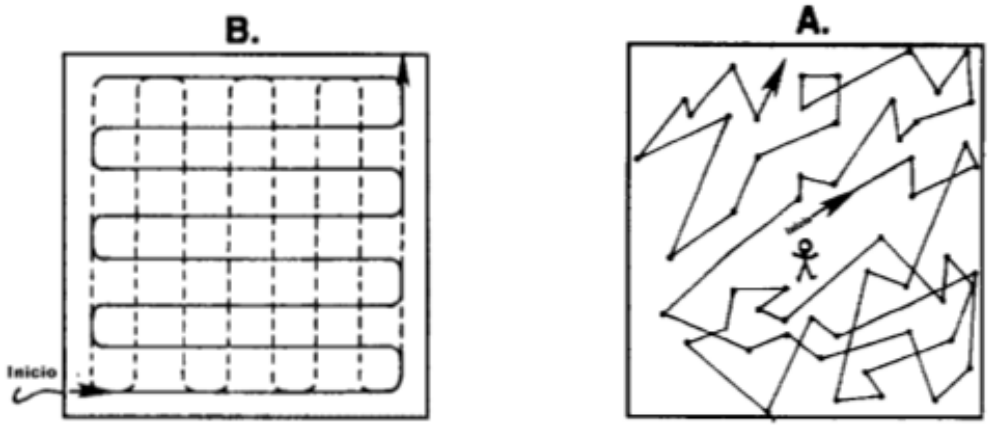
- *Observación directa y reconocimiento por sonidos (cantos/vocalización):* Se realizará un reconocimiento para identificar la presencia de forma directa (visual) o indirecta (sonidos) de animales, de nidos con pichones, camadas, etc., que puedan correr riesgos de daños durante la ejecución de la obra. Estas giras se realizarán entre las 6:00 a.m. y las 10:00 a.m. en las mañanas, y a partir de las 6:00 p.m., así como en horas nocturnas.
- *Traslados:* Se tratará de que los traslados sean lo más cortos posible (por ello, se escogieron sitios de reubicación cercanos a los puntos de la obra). El traslado se realizará en un auto pick-up de doble tracción, para contener cómodamente los tamaños de los animales. El traslado se hará durante la mañana para evitar la insolación y/o la deshidratación de los animales. Para evitar que el traslado se realice a sol abierto se cubrirá el vagón con una lona y en caso de demora, se remojarán los individuos cada media hora. Para garantizar la seguridad se sujetarán las jaulas con sogas de algodón y se les cubrirán los ojos a los animales para que no se lastimen, ni pongan en peligro la vida del personal que realiza el rescate. Algunos animales menores se trasladarán en cajas de plástico, cartón y sacos de henequén.
- *Albergue para animales heridos o enfermos:* De ser necesario, se contará con el apoyo de una organización certificada para el rescate de fauna con disposición de custodiar de manera temporal los animales que pudiesen resultar heridos o estar enfermos. Se contará con un especialista médico veterinario que proveerá atención médica y determinará el momento adecuado para su liberación.
- *Monitoreo posterior a la liberación:* Para dar seguimiento al rescate y establecer la eficacia de la medida ambiental, en este caso, la salvaguarda de la fauna silvestre será necesario visitar las distintas áreas de construcción del proyecto con regularidad y detectar posibles rescates de animales, adicionales a los ya efectuados durante la etapa inicial. Para ello, se utilizará el método de captura y recaptura el cual consiste en la captura constante de una parte de la población, por medio de trampas. Los individuos liberados son identificados por medio del marcaje, para estimar la supervivencia de estos. Es importante determinar el número de individuos que se reproducen en el año para estimar la adaptación de la población

a su nuevo ambiente. El monitoreo del grupo de reptiles deberá realizarse a los 15 y 30 días después de su reubicación, debido a que mudan de piel y si el marcaje es por escamas desaparecerá rápidamente. El monitoreo de mamíferos pequeños y medianos deberá realizarse a los 30 y 60 días después de su liberación, con el objetivo de abarcar la temporada de reproducción y evaluar su adaptación.

Técnicas de captura de reptiles

Para el rescate de reptiles se realizarán transectos y búsquedas activas, removiendo madrigueras y levantando piedras, en toda el área de cambio de uso de suelo de los diferentes polígonos.

Figura VII. 22. Diseños experimentales para el conteo de reptiles por encuentros visuales. A) Recorrido aleatorio B) Variantes del diseño de cuadrante (modificado de Heyer et al. 2001)



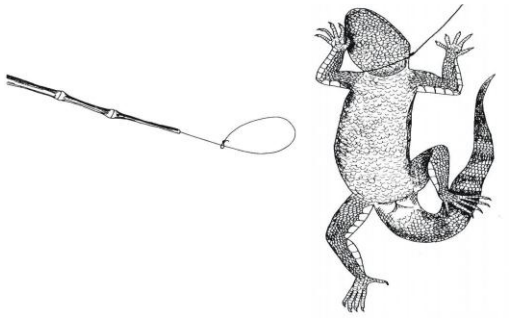
El método para la captura viva de Reptiles dependerá del grupo (tortugas, lagartijas, serpientes, etc.), dentro del área del proyecto, fueron registrados individuos del grupo de las lagartijas, sin embargo, existe probabilidad de encontrar individuos de otros grupos como serpientes o tortugas terrestres debido a la cercanía con el ANP Estero El Salado, por lo que se describirá a continuación la metodología para cada uno de los grupos:

Lagartos

Para este grupo existen varios métodos de captura como lo son los lazos corredizos para especies de tamaño medio, las ligas de látex para organismos pequeños (lagartijas), los ganchos herpetológicos, la captura manual directa (Mella 2004 (En prensa), Donoso-Barros 1966) y la captura con trampas y barreras de desvío**.** El uso de una lazada de cuerda delgada sujeta al extremo de una vara o de una caña de pescar es una técnica efectiva

para atrapar por el cuello a lagartijas de diversos tamaños y de comportamiento huidizo cuando se posan momentáneamente en lugares al alcance de una persona.

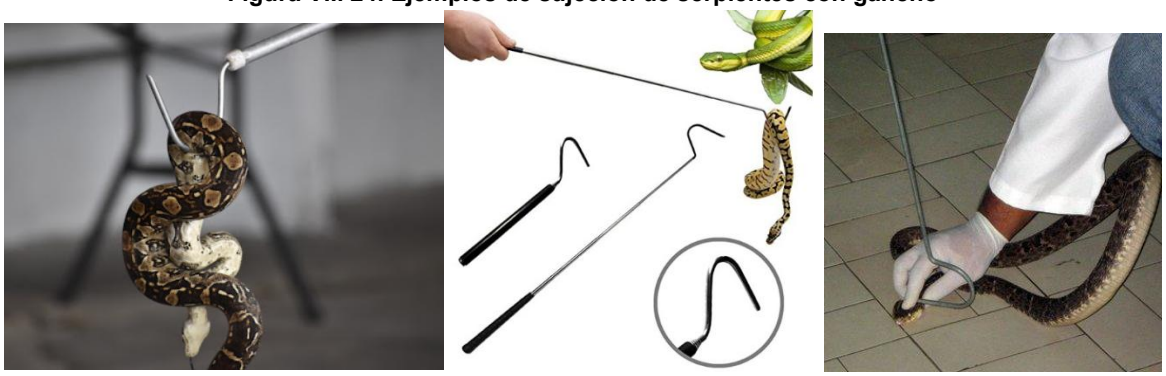
Figura VII. 23. Lazo montado en una vara o caña de pescar y lagartija lazada por el cuello (tomado de Vanzolini y Nelson 1990).



Serpientes

Los ganchos o bastones herpetológicos son de gran ayuda para la captura de reptiles, sobre todo serpientes, ya que, al remover hojas, piedras, troncos, ramas, etc., se puede evitar una mordedura además de no maltratar a los organismos por capturar. La captura de serpientes requiere de un procedimiento que consiste en inmovilizar la cabeza. Primero se sujeta la cabeza con un bastón herpetológico contra el suelo en un lugar firme y se toma de la parte posterior de la cabeza con los dedos pulgar y medio, al mismo tiempo colocando el dedo índice en la parte superior, con la otra mano se sujeta el cuerpo, posteriormente se deposita en una bolsa de tela, introduciendo primero la parte posterior, el saco debe torcerse, doblarse y amarrarse en el extremo, es conveniente transportar la bolsa alejada del cuerpo y no es recomendable que un solo colector lleve una serpiente venenosa, ya que podría necesitar ayuda en caso de una mordedura (Casas–Andreu et al. 1991).

Figura VII. 24. Ejemplos de sujeción de serpientes con gancho



Tortugas

Para las tortugas se realizará una captura directa con las manos, llevando cuidado de no permitir alguna mordida de estos organismos. La sujeción debe ser por los costados del caparazón abarcando el plastrón para una mejor sujeción.

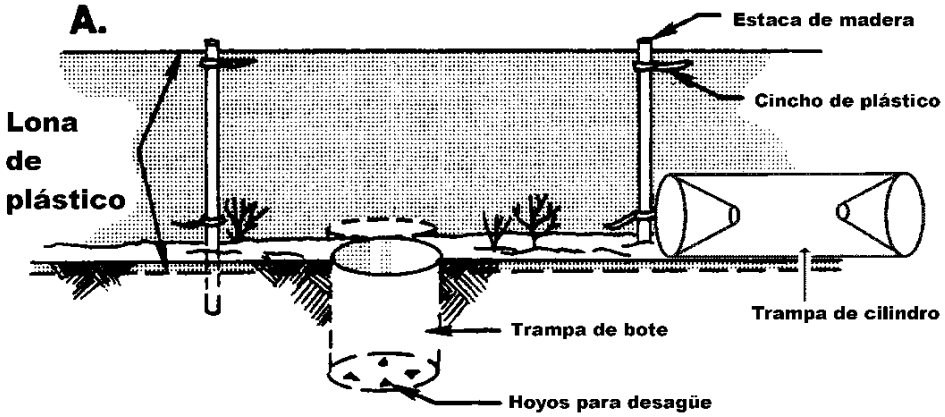
Figura VII. 25. Ejemplo de sujeción de tortugas terrestres



Trampas

Las trampas terrestres con barrera de desvío han sido ampliamente utilizadas en inventarios de la herpetofauna, debido a su efectividad en la captura de reptiles y anfibios que difícilmente se pueden capturar por otros métodos. Se han probado diferentes materiales con la finalidad de facilitar su instalación y disminuir costos. Como su nombre lo indica, este tipo de trampa consiste en construir una barrera física que impide el libre tránsito de los animales que deambulan en un área dada los que pueden ser atrapados al entrar en trampas de foso y/o trampas de cilindro o de embudo colocadas junto a la barrera.

Figura VII. 26. Trampa terrestre de cerco de desvío en combinación con trampas de fosos (bote) y de cilindro (modificado de Heyer et al. 2001).



Las trampas de foso son cubetas o botes de 5 a 20 litros de capacidad que se instalan junto a la barrera enterrados a ras de suelo y separadas entre 5 y 10 m dependiendo de la longitud

de la barrera. Cada trampa de foso requiere de orificios de drenaje en el fondo y de una cubierta de madera o plástico levantada del suelo unos 5 cm. La revisión de las trampas se realiza visitando cada una diariamente o en días alternados.

Los organismos capturados serán introducidos temporalmente en bolsas ecológicas de género (algodón o Ixtle), adecuadamente ventiladas, para luego ser transportados a terrarios adecuadamente prediseñados (terrarios de policarbonato transparente de 70x50x40, con sustrato de 5 cm de tierra, con piedras y rocas pequeñas).

Se georreferenciará cada captura y los ejemplares serán identificados a nivel de especie (usando literatura específica), sexados, medidos (largo total y largo de cuerpo) con pie de metro (precisión 0,05 mm) y fotografiados. Los lugares donde se realicen las capturas serán caracterizados mediante una ficha, indicando aspectos tales como el sustrato, cobertura vegetal, pendiente y exposición.

Debido a que los reptiles son seres vivos que requieren de una fuente de energía externa para poder desarrollar sus actividades diarias, el mayor esfuerzo de captura se realizará durante el período del día con más alta insolación que son las horas en que ellos resulten con mayor actividad en orden a facilitar la captura, entre las 9:00 y las 13:00 horas y entre las 15:00 y 18:00 horas, período en que los reptiles se encuentran activos (comportamiento bimodal de reptiles).

- Manejo y liberación: Luego, los organismos serán transportados y relocalizados cuidadosamente en los sitios previamente seleccionados. Los ejemplares capturados serán trasladados en terrarios (antes descritos) adecuadamente prediseñados, apropiadamente ventilados y previamente rociados de una pequeña cantidad de agua que mantendrá la humedad en su interior. Las distintas especies serán dispuestas en terrarios diferentes.

  Para su liberación, se seleccionarán sectores con condiciones similares al ambiente original, y serán liberados principalmente en horas con temperaturas altas, para facilitar su movilidad y búsqueda de refugio. Las actividades serán supervisadas por un Biólogo o profesional afín, con experiencia de al menos 3 años en manejo de herpetofauna, quien se encargará de realizar las bitácoras e informes, además de que la relocalización deberá realizarse en un lapso no mayor a 24 horas, la hora de la liberación dependerá de los hábitos de cada especie, debido a que muestran gran

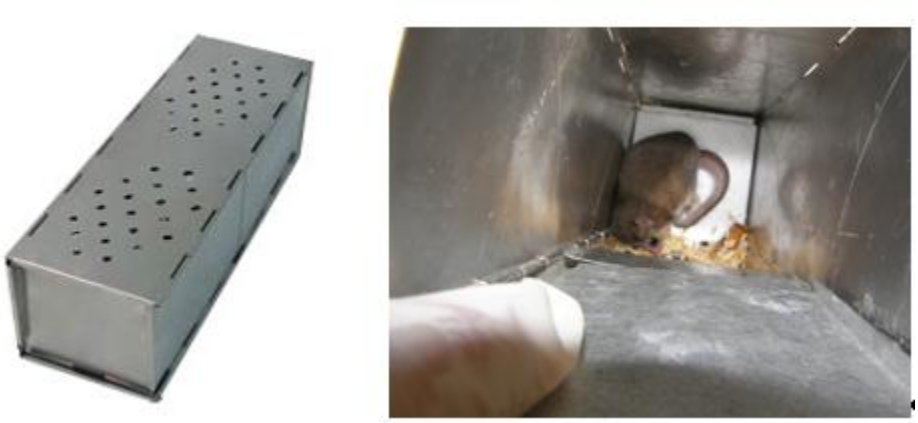
variación horaria. En caso de tener múltiples individuos de una misma especie se liberarán en parejas reproductoras.

Técnicas de captura de mamíferos

Si bien, de acuerdo con el estudio presentado dentro del *Capítulo IV* del presente DTU-BR, no se realizó el registro de mamíferos silvestres dentro del área del proyecto, existe la posibilidad por la cercanía del ANP Estero El Salado de presenciar el avistamiento de pequeños roedores, mapaches y coatís que se han adaptado a las áreas urbanas de Puerto Vallarta. Es por eso por lo que se presentan las técnicas de captura por utilizar en caso de su reporte dentro de las áreas de trabajo.

Los mamíferos pequeños (roedores) serán capturados mediante trampas de tipo Sherman, cebadas con una combinación de avena, crema de cacahuate y esencia de vainilla. El éxito en los trabajos de trampeo con el fin de capturar animales depende del uso y selección de los señuelos y cebos que ejerzan una atracción efectiva. El cebado previo constituye un importante prerrequisito para cualquier programa de trampeo.

Figura VII. 27. Trampas Sherman para captura de pequeños mamíferos



Las trampas serán dispuestas en transectos lineales, con 8 - 10 m entre cada trampa, dentro de los polígonos de cambio de uso de suelo.

Las trampas serán revisadas diariamente, a primera hora del día siguiente. Los individuos capturados serán identificados a nivel de especie (usando literatura específica), sexados, pesados y fotografiados. Los lugares donde se realicen las capturas serán caracterizados mediante una ficha, indicando aspectos tales como especies vegetales dominantes, cobertura vegetal y exposición. Al igual que para anfibios y reptiles, se rescatará todos los ejemplares capturados.

- Manejo y liberación: Luego de capturados, los individuos serán trasladados al sitio de liberación en las mismas trampas tipo Sherman; esto permitirá disminuir la manipulación de los animales con el objeto de reducir el estrés.

  Los roedores capturados serán liberados teniendo en cuenta las características de sustrato, cobertura vegetal, exposición y pendiente, presentes en sus respectivos lugares de captura.

Para **los mamíferos de tamaño mediano a grande** se utilizarán trampas Tomahawk, las cuales se utilizan principalmente para carnívoros, pero también se pueden ocupar para otros tipos de especies. Estas trampas se colocarán en lugares propicios donde pueden circular los animales (ej. lugares con bastante vegetación, cercano a senderos, etc.). Se pueden instalar de forma uniforme (ej. transectos) o de forma de maximizar la captura (ej. cercano a madrigueras, cercano a huellas y heces de animales). Dependiendo de la especie a capturar es el cebo que se colocará dentro de la jaula, para el caso de mapaches o coatí, se recomienda el uso de mezcla de frutos y verduras.

Figura VII. 28. Trampas Tomahawk para mamíferos de mayor tamaño



Las trampas serán revisadas diariamente, a primera hora del día siguiente. Los individuos capturados serán identificados a nivel de especie (usando literatura específica), sexados y fotografiados. Los lugares donde se realicen las capturas serán caracterizados mediante una ficha, indicando aspectos tales como especies vegetales dominantes, cobertura vegetal y exposición.

- Manejo y liberación: Luego de capturados, los individuos serán trasladados al sitio de liberación en las mismas trampas; esto permitirá disminuir la manipulación de los animales con el objeto de reducir el estrés.

  Los mamíferos capturados serán liberados teniendo en cuenta las características de sustrato, cobertura vegetal, exposición y pendiente, presentes en sus respectivos

lugares de captura. La liberación de los mamíferos en general se realizará en un corto periodo de tiempo previo a la captura y se realizará en los sitios previamente seleccionados.

Técnica de rescate de aves

El grupo de las aves debido a su alta movilidad, se espera que con las acciones de ahuyentamiento sea suficiente para retirarlos de las áreas de trabajo, sin embargo, existe la posibilidad de la presencia de individuos que por alguna razón ajena no puedan volar o alejarse o que nos encontremos con especies en temporada de reproducción, en esos casos se recomiendan las siguientes técnicas de manejo.

Rescate y protección de nidos

Antes de realizar las actividades de desmonte, se deberá de recorrer el predio en busca de nidos activos en los árboles dentro del predio, en caso de localizar un nido activo, se marcará con cinta preventiva, para evitar que se realicen trabajos en esa área y que los trabajadores del proyecto molesten a los individuos que se acerquen a la zona.

- Manejo y liberación: Luego de conocer el número de nidos (activos) presentes en el área de manejo los cuales, en primera instancia, se reubicarían en árboles cercanos que no se verían afectados por el proyecto, sin dejar de lado la posibilidad de llevarlos a las entidades existentes como centros de manejo de fauna silvestre. Si el nido con huevos y/o polluelos es trasladado al árbol más cercano, es importante continuar con un seguimiento para conocer si esta práctica fue efectiva y la especie tuvo éxito reproductivo. Esta información es importante ya que algunos casos (nidos con huevos), se ha registrado que los parentales no regresan al nido y no se cumple con el ciclo. Por lo cual lo más viable en caso de que un nido activo presente huevos, sería permitir que termine el periodo de incubación, eclosión y desarrollo del juvenil.

  En caso de encontrar varios nidos en el predio, se suspenderán las actividades, hasta que pase la época de reproducción.

Los individuos que fueron traslados tras un proceso de rescate y fueron manejados por una crianza artificial deberán ser apropiadamente marcados y podrán ser liberados en sitios naturales cercanos con condiciones similares a las encontradas donde originalmente fueron rescatados.

El Gerente Ambiental deberá llevar un cronograma de actividades que sea coincidente con el cronograma o calendario de trabajo con maquinaria o actividades que impliquen riesgo a la fauna. A pesar de que el predio no mostro gran diversidad de especies, es necesaria la implementación de este tipo de medidas para salvaguardar la diversidad presente y que atribuye a la diversidad representada para el SAR. Las actividades de recate propuestas se han tomado de los manuales de buenas prácticas, mencionadas en múltiples documentos técnicos realizados por especialistas, por lo que se asegura la viabilidad y efectividad del programa.

VII.1.17. Programa de manejo y reubicación de Iguana verde (*Iguana rhinolopha*)

Tipo de medida	Prevención y mitigación.
Duración de la medida	Permanente.
Etapa en la que se lleva a cabo	Preparación, Construcción y Operación.
Componente ambiental al que va dirigido	Fauna.
Impacto ambiental al que va dirigido	Disminución del hábitat por el cambio de uso de suelo, Mortalidad de individuos por atropellamiento de fauna

Descripción de la medida

El programa de manejo y reubicación de Iguana verde se deberá realizar de manera intensiva en la etapa de Preparación, con énfasis previo a las actividades de desmonte y despalme del terreno. Este programa deberá manejarse de manera permanente, inclusive en su etapa de Operación de manera ocasional cuando se reporte una incidencia de algún individuo dentro de instalaciones en las cuales el espécimen pueda correr peligro o pueda causar daños a usuarios.

Este programa trabaja en conjunto con la medida de monitoreo, rescate y reubicación de fauna, sin embargo, al ser la Iguana verde (*Iguana rhinolopha*) una especie bajo la categoría de Protección Especial (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se propone la implementación de técnicas específicas para el manejo de esta especie. A su vez, a pesar de no haber sido encontrada en el predio, se incluye en este programa la Iguana mexicana de cola espinosa (*Ctenosaura pectinata*), la cual se encuentra estrechamente relacionada con las características de la Iguana verde y suelen encontrarse en las mismas áreas.

El programa tiene como objetivo principal evitar la afectación directa de ejemplares de esta especie durante las actividades de desmonte y despalme, movimiento de tierras y construcción del proyecto, mediante su manejo adecuado y reubicación en hábitats seguros

considerando las características particulares de estos individuos. Las acciones contempladas incluyen:

- Realización de recorridos previos al inicio de actividades de obra, a cargo de personal capacitado en el manejo de fauna silvestre, para la detección y captura de individuos presentes en el sitio.
- Captura manual y cuidadosa de ejemplares, utilizando equipo adecuado y técnicas que eviten el estrés o daño físico a los animales.
- Registro y evaluación sanitaria de cada ejemplar, para determinar su estado físico antes de su reubicación.
- Liberación de los ejemplares en sitios previamente identificados y evaluados, que cuenten con condiciones ambientales similares, buena cobertura vegetal y disponibilidad de alimento, asegurando su supervivencia y reintegración al entorno natural.
- Monitoreo posterior a la reubicación, cuando sea posible, para evaluar la adaptación de los individuos al nuevo sitio.
- Capacitación al personal de obra y supervisión ambiental, con el fin de reconocer la presencia de esta especie y reportarla oportunamente.
- Coordinación con la autoridad ambiental competente para el cumplimiento de la normatividad aplicable y el registro de las acciones realizadas.

Esta medida busca minimizar el impacto sobre la fauna silvestre, particularmente sobre una especie nativa de amplia distribución, pero susceptible al cambio de uso de suelo, evitando su desplazamiento forzado, captura ilegal o mortalidad. El **Programa de manejo y reubicación de Iguana Verde (*Iguana rhinolopha*) e Iguana mexicana de cola espinosa (*Ctenosaura pectinata*)** se presenta como **Anexo VII.3** a este DTU-BR, en el cual se establecen las metodologías particulares para la aplicación de esta medida.

VII.1.18. Control de luminaria

Tipo de medida	Prevención y mitigación.
Duración de la medida	Permanente.
Etapa en la que se lleva a cabo	Preparación, Construcción y Operación.
Componente ambiental al que va dirigido	Fauna.
Impacto ambiental al que va dirigido	Disminución del hábitat por el cambio de uso de suelo, Mortalidad de individuos por atropellamiento de fauna, Mortalidad de individuos por colisión de avifauna.

Descripción de la medida

La aplicación de esta medida deberá ser constante durante todo el tiempo de duración de las etapas de Preparación y Construcción, así como implementar técnicas de control para la etapa de Operación y mantenimiento. Esta medida se toma a consideración debido a que la fauna es susceptible a sentirse atraídos por las luces o de causar encandilamientos a los mismos que les pueden causar desorientación en un sitio, lo cual podría significar ponerlos en riesgo de un atropellamiento, de que queden atrapados entre materiales o se lastimen dentro de la obra.

Durante la etapa de preparación y construcción, se **limitará el uso de iluminación nocturna exclusivamente a zonas y horarios necesarios**, evitando el uso de luminarias de alta intensidad o sin dirección controlada. Se emplearán lámparas con reflectores direccionados hacía en suelo en el área del Proyecto y con barreras opacas que eviten la dispersión lateral de luz, reduciendo así el efecto de contaminación lumínica sobre la fauna de la zona.

Figura VII. 29. Ejemplo de luminaria dentro de obra



En la etapa de operación, la torre deberá contará con luminarias exteriores dirigidas hacia la misma y no hacía el exterior, se recomienda el uso de luminaria con sensores de movimiento y temporizadores, además de incorporar tecnología de bajo consumo (como LED ámbar o luz cálida de temperatura inferior a 3,000 K), la cual es menos disruptiva para los ritmos biológicos de las especies.

Figura VII. 30. Ejemplo de luminaria en edificios



Las ventanas y fachadas acristaladas deberán contemplar películas o soluciones que reduzcan la emisión de luz interna hacia el exterior. Se priorizará el uso de luminarias con certificación “Dark Sky” o equivalentes, con el objetivo de minimizar el halo lumínico visible desde áreas naturales cercanas, protegiendo así los procesos biológicos de la fauna del estero, especialmente durante horas nocturnas, cuando algunas especies llevan a cabo la alimentación, anidación o desplazamiento de muchas especies.

Se espera que esta medida evite la alteración del comportamiento de la fauna del litoral y el estero cercano al área del Proyecto, de tal manera que estas especies continúen realizando sus procesos biológicos de forma natural. Por otro lado, aunque el área del proyecto no colinda con ninguna playa arenosa donde las especies de tortuga marina puedan realizar anidación, se evitará la iluminación directa del cuerpo de agua cercano con el fin de evitar la alteración del comportamiento de la fauna marina de la zona.

VII.1.19. Programa de prevención de colisiones de la avifauna

Tipo de medida	Prevención y mitigación.
Duración de la medida	Permanente.
Etapa en la que se lleva a cabo	Construcción y Operación.
Componente ambiental al que va dirigido	Fauna.
Impacto ambiental al que va dirigido	Mortalidad de individuos por colisión de avifauna.

Descripción de la medida

La colisión de aves con vidrios en ventanas es un problema creciente que afecta a millones en todo el mundo. A medida que las áreas urbanas y suburbanas se expanden, las ventanas se han convertido en un peligro invisible para las aves (y en algunos casos también para los humanos), que chocan con ellas debido a la falta de visibilidad o la confusión causada

por los reflejos, tanto de vidrios reflectantes o transparentes. Si bien es común que las aves mueran inmediatamente debido al impacto, cuando el sitio del que vienen volando es cercano a la ventana el evento puede no ser mortal. En algunos casos pueden sobrevivir a la colisión, pero presentar traumatismos craneales o hemorragias internas que resulten ser fatales a la larga; asimismo, un ave que no muere inmediatamente por la colisión puede ser fácilmente atacada por algún depredador oportunista. Estas colisiones pueden tener consecuencias devastadoras para sus poblaciones, especialmente para aquellas especies que son residentes urbanas o migratorias. Las aves residentes son aquellas que habitan en un área durante todo el año, mientras que las migratorias son aquellas que viajan largas distancias entre áreas de reproducción y áreas de invernada. Ambos tipos de aves están en riesgo de colisionar con ventanas, pero por diferentes razones.

Las colisiones de aves con las ventanas de los edificios ocurren mayormente durante el amanecer, cuando es el periodo de mayor actividad de estos organismos. De acuerdo con Hager y cols. (2013), las colisiones ocurren con mayor frecuencia durante las épocas migratorias de primavera y otoño. Por otro lado, también se ha observado que las aves pequeñas que migran durante la noche pueden ser atraídas por las luces de los edificios, y se han llegado a contabilizar centenas de colisiones en un único edificio durante una noche (por ejemplo, en la ciudad de Galveston, Texas, de acuerdo con Bartels, 2017).

El área del proyecto se encuentra muy cercano al ANP Estero El Salado, el cual presenta un ecosistema de bosque de mangle, conocidos por ser fuentes primarias de alimento para distintos grupos faunísticos y que es hogar y área de descanso de especies residentes y migratorias de al menos 227 especies distintas de aves, de las cuales algunas están presentes dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El proyecto estima una altura total de 105.971 m de altura, si bien, las alturas a las que vuelan la mayoría de las aves en migración están muy por encima de la altura de la torre, una vez que las especies llegan a sus áreas de descanso, en conjunto con las especies residentes de la localidad, no sobrepasan alturas de los 150 metros para buscar alimento, refugio o trasladarse de un punto a otro por lo que la presencia de la estructura si implica un riesgo para las aves que transitan la zona hacia sus áreas de descanso, alimentación o reproducción. Es por esto por lo que se presenta el **Programa de prevención de colisiones de la avifauna** como **Anexo VII.4**, en la cual se describen técnicas reales aplicables para disminuir los riesgos de colisión, como son el uso de marcadores visuales

en ventanales, iluminación controlada y técnicas de paisajismo, así como la metodología del monitoreo continuo que se deberá realizar para identificar los puntos de la torre más susceptibles a los impactos.

VII.1.20. Programa de Reforestación de Estero El Salado

Tipo de medida	Compensación.
Duración de la medida	Permanente.
Etapa en la que se lleva a cabo	Preparación, Construcción y Operación.
Componente ambiental al que va dirigido	Aire, Agua, Suelo, Flora, Fauna, Paisaje.
Impacto ambiental al que va dirigido	Contaminación del aire por la emisión de gases efecto invernadero, Disminución de la infiltración por la remoción de cobertura vegetal, Contaminación del agua por arrastre de residuos peligrosos, Reducción de la porosidad por la compactación del suelo, Perdida de superficie forestal por cambio de uso de suelo, Disminución del hábitat por el cambio de uso de suelo, Alteración del paisaje por remoción de cobertura vegetal.

Descripción de la medida

Uno de los servicios ecosistémicos reducidos por la remoción de la vegetación en el predio es la capacidad de captura de carbono. De acuerdo con los estudios presentados en el *Capítulo IV*, se estima la captura de carbono que la vegetación presente otorga al SAR en 3 distintos escenarios (actual, con cambio de uso de suelo, con aplicación de medidas). Para realizar los cálculos de cuanto captura un área, se consultó la última propuesta de clasificación del INEGI respecto al uso de suelo y vegetación. Posteriormente, estos datos se corroboran con la fotointerpretación del área y la visita del predio para determinar la Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia. Con base en la metodología propuesta por el INECC para calcular captura de carbono, en la cual se dice que cada tipo de vegetación tiene una capacidad diferente para absorber carbono, para la vegetación del predio se obtuvo que actualmente por el tipo de vegetación se producen **1.226 ton C al año**, los cuales se perderían en su totalidad por realizar el CUSTF:

Escenario actual
1.226 ton C/ha/año

Para compensar la pérdida de este volumen de captura de carbono producida por la Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia, se contactó al ANP Estero El

Salado mediante su actual Director, debido a su cercanía con el proyecto, con la finalidad de proponer un programa de reforestación de manglar dentro del ANP, se presenta cono **Anexo VII.5** la **Solicitud de vinculación** con este parque estatal para la colaboración en conjunto para la reforestación de un polígono de suelo dentro del parque, debido a la capacidad de captación de carbono que tienen los ecosistemas de manglar, se considera una medida compensatoria efectiva para la pérdida de la captura del predio.

En la superficie del Estero El Salado, se identifican dos usos de suelo que no contribuyen a la captura de carbono: Urbano y Construido y Zonas sin Vegetación Aparente. Por el contrario, los tipos de vegetación que desempeñan un papel activo en el secuestro y almacenamiento de carbono son: la Selva Baja y Mediana Subcaducifolia, la Vegetación de Manglar, la Selva Baja Caducifolia, la Vegetación de Tular, así como los Pastizales Cultivados e Inducidos. Conociendo los datos de la biomasa de los distintos tipos de vegetación presente en el Estero y aplicando las metodologías del INECC, se estima que el Estero El Salado captura **898.65 toneladas de carbono anuales**, en su superficie total de 192.461 ha forestales presente.

El programa de reforestación propone 12 polígonos aptos para reforestar con una superficie total de 1.4175 ha, esta reforestación ayudará a incrementar la superficie de captura de carbono, bajo este escenario, se estima que se podrían generar **7.44 ton C anuales** adicionales al valor actual. Por lo que, para lograr esta meta a mediano plazo, se presenta como **Anexo VII.6** el **Programa de Reforestación de Estero El Salado**, en el cual se definen las actividades a elaborar en conjunto con la Dirección del Parque para el éxito del programa y sumar apoyo en el mejoramiento y cuidado del estero.

VII.1.21. Programa de Rescate y Reubicación de Flora

Tipo de medida	Mitigación.
Duración de la medida	Permanente.
Etapa en la que se lleva a cabo	Preparación, Construcción y Operación.
Componente ambiental al que va dirigido	Aire, agua, suelo, flora, fauna y paisaje.
Impacto ambiental al que va dirigido	Contaminación atmosférica por emisión de compuestos orgánicos volátiles, Disminución de la infiltración por remoción de cobertura vegetal, Erosión por la exposición del suelo desnudo tras el desmonte, Pérdida de individuos vegetales por la remoción de cobertura vegetal, Pérdida de superficie forestal por cambio de uso de suelo, Disminución del hábitat por el cambio de uso de

	suelo, Alteración del paisaje por la remoción de cobertura vegetal.

La remoción de la vegetación sobre cualquier superficie forestal inherentemente generará impactos sobre los servicios ecosistémicos, produciendo una disminución de estos en el ecosistema en que se realice el cambio de uso de suelo. El predio del proyecto se ubica en la zona urbana de Puerto Vallarta, por lo que la vegetación forestal del predio se encuentra fragmentada y no tiene conectividad con otras áreas forestales mejor conservadas en el SAR, sin embargo, es importante considerar medidas que mitiguen los impactos puntuales por la remoción de vegetación.

Por lo anterior, se propone la implementación del rescate y reubicación de flora descrito en el Programa de Rescate y Reubicación de Flora, el cual se presenta como **Anexo VII.2** de este DTU-BR. Esta tiene relación con el Programa de Reforestación en el Predio (**Anexo VII.1**) ya que en conjunto integrarán las áreas verdes del proyecto.

La implementación de esta medida busca contribuir a la disminución de la erosión del suelo del área del proyecto, mitigar la captura de carbono, dar refugio y alimento a la fauna silvestre que pueda incidir en el área y retribuir parte de la naturalidad al área del proyecto tras el CUSTF mediante el rescate y reubicación de 14 individuos arbóreos de *Bursera simaruba*. El rescate será realizado antes del inicio de las actividades de CUSTF y los árboles serán reubicados una vez sean conformadas las áreas verdes y ajardinadas durante la construcción, sin embargo, el mantenimiento de la vegetación deberá realizarse durante toda la vida útil del proyecto.

La elección de la especie sujeta a rescate y reubicación fue basada en los resultados del índice de importancia para el predio, dado que se identificó que esta es la especie más abundante y se identifican individuos en crecimiento con un estado fitosanitario suficiente para asegurar su supervivencia. Además, se consideró la adaptación de la vegetación en la infraestructura urbana, así como su distribución, ya que, al ser una especie nativa que se encuentra en la región, tiene la resiliencia suficiente para adaptarse a su nuevo entorno, además de la belleza escénica que esta especie proporciona.

La promovente será responsable de que el rescate sea realizado por profesionales con conocimiento en flora nativa, trasplante de flora y en evaluación fitosanitaria, quienes capacitarán a un equipo de trabajo para realizar las actividades de rescate, mantenimiento y reubicación de los individuos. El profesional aplicará las estrategias establecidas en el

Programa y tendrá la capacidad de implementar mejoras al mismo de acuerdo con las condiciones físicas del sitio.

Entre las actividades se encuentra la preparación del sitio de reubicación, el rescate de los árboles, la plantación del individuo en su nuevo sitio y las acciones de mantenimiento y supervivencia. Para asegurar el éxito del Programa se implementará un Seguimiento del rescate y reubicación, el cual incluye la realización de monitoreos y la generación de informes.

Se espera que con la aplicación de esta medida se logre una reintegración paisajística con el entorno natural a pesar de encontrarse en un área urbanizada, además de la preservación de los servicios ecosistémicos que ofrecen estos individuos. En particular, se espera que se genere una captura de **0.116972 toneladas de carbono al año**, conservando una fracción de este servicio ambiental en el predio.

VII.2 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL

VII.2.1 Introducción

En este apartado se presenta la propuesta de un “Programa de Manejo Ambiental”, documento que servirá para darle seguimiento de forma sistemática a cada una de las medidas de mitigación y compensación propuestas en el presente Capítulo VII. Asimismo, permitirá dar seguimiento a aquellas medidas que establezca la SEMARNAT, así como garantizar su cumplimiento.

En esta sección se presentan las herramientas que permitirá que el promovente, a través de su Gerente Ambiental, pueda elaborar los informes sobre los avances del proyecto, y estos informes, a su vez, puedan ser presentados ante la autoridad en la periodicidad que la misma lo establezca en caso de obtener una autorización por su parte.

Mediante la implementación de este “Programa de Manejo Ambiental”, se pretende establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en el Capítulo VII del presente DTU-BR.

Además, mediante este programa se espera comprobar la eficiencia de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para que, en caso de detectar deficiencias en el cumplimiento de sus objetivos, determinar las causas y establecer los

ajustes necesarios para que la medida se lleve con éxito y cumpla con los objetivos esperados.

VII.2.2. Responsable

La persona encargada de aplicar el Programa será el Gerente Ambiental permanente contratado por el promovente. Este Gerente representará al promovente en el área del proyecto y será directamente responsable del funcionamiento sustentable durante las actividades que conlleva el proyecto. Este profesionista deberá contar con experiencia en áreas de biología, ecología, ingeniería ambiental, manejo de recursos naturales y gestión ambiental, con el fin de que vigile que el desarrollo del proyecto presente un desempeño ambiental apropiado acorde a la normativa ambiental aplicable.

Entre las funciones que tendrá el Gerente Ambiental están:

- Coordinar y supervisar que cada una de las medidas de prevención, mitigación y compensación se lleven a cabo en los tiempos estipulados y de la manera correcta.
- Tomar decisiones para aplicar medidas de mitigación y compensación que no estaban previstas o modificarlas según considere necesario.
- Llevar el control de las bitácoras utilizadas para el seguimiento de las medidas y detectar desviaciones en los procedimientos que puedan implicar impactos ambientales y así poder diseñar medidas de prevención efectivas.
- Atender al personal de instancias gubernamentales que realicen visitas de inspección en materia ambiental.
- Elaborar los informes que sean requeridos por las autoridades en materia ambiental.
- Realizar las pláticas de concientización ambiental para el personal, voluntarios y visitantes.
- Generar un acervo fotográfico del cumplimiento de las medidas propuestas para este estudio, mismo que fungirá como evidencia visual de la realización de las actividades y complemento de las bitácoras de seguimiento.

Para dar cabal cumplimiento a las medidas de mitigación y prevención de los impactos generados, el Gerente ambiental deberá realizar un monitoreo constante de la obra y reportar cualquier anomalía en la bitácora diaria. Para esto se realizará una inspección diaria al inicio de las actividades para identificar la condición de la obra y previo a la hora

de salida en la cual se describirán las actividades que se realizaron durante la jornada laboral.

VII.2.3 Estructura del Programa de Manejo Ambiental

El Programa de Manejo Ambiental (PMA) estará dividido en 7 actividades de verificación las cuales están pensadas para cubrir el monitoreo de las medidas de prevención, mitigación y compensación expuestas en el presente proyecto.

El PMA cuenta con las siguientes actividades de verificación:

1. Reglamento interno para el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental
2. Programa de mantenimiento de sanitarios
3. Programa de mantenimiento preventivo de vehículos
4. Programa de monitoreo de generación y disposición de residuos
5. Programa de capacitación en seguridad ambiental y laboral
6. Programa de monitoreo, rescate y reubicación de fauna
7. Programa de monitoreo de suelos

VII.2.3.1 Reglamento interno para el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental

Se desarrollará un reglamento interno en el cual se establezcan las distintas actividades y/o prohibiciones que se deberán seguir para dar cumplimiento a las medidas de prevención, mitigación y compensación que fueron expuestas en el presente documento. Este reglamento contempla las etapas de preparación, construcción y operación.

Objetivo: Establecer un conjunto de normas y procedimientos obligatorios diseñados para asegurar la adhesión a las políticas ambientales del proyecto durante las etapas de preparación, construcción y operación, para garantizar la alineación con los objetivos de sostenibilidad y responsabilidad ambiental del proyecto, así como de la seguridad laboral.

El reglamento incluirá, pero no se limitará a, lo siguiente:

- **Protocolos de actuación:** Pasos específicos y protocolos de operación que minimicen los impactos ambientales.

- **Lista de prohibiciones:** Conductas y prácticas prohibidas que podrían resultar en impactos ambientales negativos.
- **Roles y responsabilidades:** Definición clara de las responsabilidades de los empleados y contratistas en relación con las prácticas ambientales.

Actividades para el Cumplimiento:

- **Supervisión de las buenas prácticas:** Implementación de un sistema de supervisión para asegurar que las actividades cumplan con las directrices ambientales.
- **Capacitación y concienciación:** Programas regulares de formación para los trabajadores sobre la importancia de las prácticas de sostenibilidad y las consecuencias de no seguir el reglamento.
- **Auditorías ambientales:** Realización periódica de auditorías para verificar la adhesión al reglamento y la eficacia de las medidas adoptadas.

VII.2.3.2 Programa de mantenimiento de sanitarios

Para tener un control del correcto funcionamiento de los sanitarios portátiles instalados en el proyecto se desarrollará un Programa de mantenimiento de sanitarios. Para este servicio se contratará una empresa debidamente autorizada por las autoridades competentes. La empresa contratada entregará manifiestos en donde se establezca el sitio de recolección.

Objetivo: Garantizar la operación eficiente y la higiene de los sanitarios portátiles del proyecto, manteniendo las mejores prácticas de salud pública y cumpliendo con las regulaciones ambientales.

Descripción de las Actividades de Mantenimiento:

- Establecer un cronograma regular para el mantenimiento y la limpieza de los sanitarios.
- Determinar los procedimientos estándar para el manejo y disposición de residuos sanitarios.

Actividades para el Cumplimiento:

- **Contratación de Servicios:** Selección y contratación de una empresa especializada y autorizada para el mantenimiento y manejo de sanitarios y los residuos generados por su uso.

- **Supervisión de operaciones:** Verificación regular del trabajo de la empresa contratada para asegurar que se cumplan los estándares de calidad y ambientales.
- **Evaluación de servicios:** Revisión periódica de los manifiestos de la empresa para asegurar que el sitio de recolección y disposición es el adecuado y cumple con la normativa aplicable.

VII.2.3.3 Programa de mantenimiento preventivo de vehículos

El programa de mantenimiento preventivo de maquinaria busca que el uso de estas genere menor magnitud de impactos, al contratar maquinaria que cuente con sus servicios y verificaciones en tiempo y forma, así mismo, pretende tener un monitoreo sobre las vibraciones generadas, emisiones de ruido y gases emitidos a la atmosfera por el uso de maquinaria y vehículos para en caso de notar anormalidades, tomar acciones en tiempo y forma durante las etapas de construcción del proyecto.

Objetivo: Implementar un conjunto de procedimientos estandarizados para el mantenimiento preventivo de la maquinaria y vehículos automotores utilizados en el proyecto, con el fin de controlar y minimizar las vibraciones, emisiones de ruido y gases emitidos a la atmósfera, asegurando la conformidad con las normativas ambientales a lo largo de todas las etapas del proyecto.

Descripción de las Actividades de Mantenimiento:

- Se establecerán protocolos detallados para llevar el control del mantenimiento regular que incluirán la inspección, el servicio y la reparación de vehículos para prevenir la ocurrencia de emisiones excesivas y ruido. La empresa contratada para la maquinaria será la responsable de elaborar las reparaciones y servicios y será el Gerente Ambiental quien administre y solicite los comprobantes y lleve en tiempo y forma las bitácoras de los mantenimientos.

Actividades para el Cumplimiento:

- **Verificaciones Periódicas:** Planificación de inspecciones y mantenimientos regulares conforme a las normativas vigentes y mejores prácticas de la industria. La empresa encargada de la maquinaria será el responsable.
- **Registro y Documentación:** Mantenimiento de registros actualizados de todas las actividades de mantenimiento, verificaciones vehiculares y reparaciones realizadas.

El Gerente Ambiental deberá llevar la carpeta de registros desde los inicios de obra hasta su conclusión.

VII.2.3.4 Programa de monitoreo de generación, manejo y disposición de residuos

Se realizará un plan de manejo de residuos en el cual se estimarán los volúmenes de generación, así como se establecerán las acciones para el desarrollo del manejo integral.

Objetivo: Desarrollar un sistema de manejo de residuos que permita la cuantificación, segregación, almacenamiento adecuado, transporte y disposición final de todos los residuos generados en el proyecto, incluyendo residuos de manejo especial, sanitarios, sólidos urbanos y peligrosos, minimizando así los impactos ambientales.

Descripción del Plan de Manejo de Residuos:

- **Estimación de volumen:** Métodos para estimar los volúmenes de generación de cada tipo de residuo. Los manifiestos de recolección podrán ser utilizados en la cuantificación.
- **Clasificación de residuos:** Categorización de los residuos según su naturaleza y peligrosidad.
- **Acciones de manejo integral:** Definición de procedimientos para el manejo adecuado de cada categoría de residuos, desde su generación hasta su disposición final.

Actividades para el Cumplimiento:

- **Protocolos por tipo de residuo:** Desarrollo de protocolos específicos para el manejo, almacenamiento temporal y disposición final de residuos de manejo especial, sanitarios, sólidos urbanos y peligrosos.
- **Programas de reducción y reciclaje:** Iniciativas para reducir la generación de residuos y fomentar el reciclaje y la reutilización cuando sea posible.

VII.2.3.5 Programa de capacitación en seguridad ambiental y laboral

Se ofrecerá un curso de Seguridad laboral a los trabajadores en donde se tratarán temas de seguridad para la vida, los recursos naturales y la propiedad, responsabilidad ambiental, efectividad y eficiencia. Se registrará en una bitácora el nombre del curso, expositor, fecha y lista de asistentes.

Al inicio de actividades se ofrecerá un curso a los trabajadores sobre temas de seguridad ambiental aplicada a su lugar de trabajo como, separación de basura, manejo y disposición de residuos de manejo especial y peligrosos, conservación de flora y fauna, entre otros. Algunos cursos podrán estar dirigidos únicamente a un segmento del personal que requiera de la capacitación.

Si la contratación del personal se hace de manera paulatina, las pláticas se darán cada vez que ingrese personal nuevo. Al finalizar las pláticas, el gerente ambiental en conjunto con el personal coordinador de seguridad entregará un documento didáctico e ilustrativo sobre los temas tratados en caso de verse necesario, así como el reglamento donde se señale lo que queda prohibido realizar dentro del proyecto.

Es importante señalar que en estas pláticas se tratará el tema de la seguridad durante el trabajo en las alturas, con la intención de instruir al personal sobre el uso de los dispositivos de seguridad como el de protección contra caídas, redes de seguridad en los lugares de trabajo a más de 1.80 m de altura, el uso de barandal, arnés de seguridad, así como el casco y líneas de vida tanto verticales como horizontales.

Objetivo: Desarrollar y ejecutar un programa de capacitación integral que eleve la competencia y la conciencia de los trabajadores sobre la seguridad laboral y ambiental en el lugar de trabajo, incluyendo la gestión adecuada de residuos, la conservación de la biodiversidad y la prevención de accidentes, contribuyendo a la protección de la vida, los recursos naturales y la propiedad.

Descripción del Programa de Capacitación:

- **Temas de capacitación:** El programa abarcará temas críticos como la separación y disposición adecuada de residuos, conservación de la flora y fauna y procedimientos de seguridad para trabajar en alturas.
- **Material didáctico:** Se desarrollarán y utilizarán materiales didácticos e ilustrativos para facilitar la comprensión de los temas tratados.

Actividades para el Cumplimiento:

- **Cursos ofrecidos:** Planificación y ejecución de cursos de seguridad laboral y ambiental y registro detallado de estos eventos en una bitácora oficial.

- **Seguridad en alturas:** Capacitaciones específicas sobre el uso de equipos de protección individual y colectiva para el trabajo en alturas, incluyendo arneses de seguridad y redes de seguridad.
- **Cumplimiento y prohibiciones:** Instrucción sobre el reglamento interno y las acciones prohibidas dentro del proyecto para asegurar el cumplimiento.

VII.2.3.6 Monitoreo de suelos

Para garantizar la eficacia de las medidas implementadas contra la erosión y la compactación del suelo, el Gerente Ambiental llevará a cabo inspecciones periódicas en diversas áreas del proyecto. Estas inspecciones tienen como finalidad la detección temprana de erosión, la verificación del correcto funcionamiento de las barreras de retención de suelos y la correcta instalación de las delimitaciones físicas del Proyecto. Además, se asegurará de que las barreras ya instaladas se mantengan en condiciones óptimas y, si es necesario, coordinará su mantenimiento o reemplazo.

Objetivos específicos: Evaluación constante del estado y estabilidad del suelo en las zonas de trabajo para la prevención de su degradación.

Actividades para su cumplimiento:

- **Inspecciones rutinarias:** El Gerente Ambiental llevará a cabo evaluaciones regulares para identificar áreas susceptibles a la erosión.
- **Implementación de barreras:** Cuando se detecten zonas de riesgo, se instalarán o reforzarán barreras de retención de suelos para proteger y conservar la integridad del terreno.
- **Recorridos de supervisión:** Se realizarán recorridos constantes para supervisar el estado y funcionamiento de las barreras y delimitaciones ya instaladas.
- **Acciones correctivas:** En caso de identificar barreras en mal estado o zonas de nueva erosión, se tomarán medidas inmediatas para su reparación o implementación de nuevas soluciones de contención.

VII.2.3.7 Monitoreo, rescate y reubicación de fauna

En la etapa de preparación, el gerente ambiental realizará monitoreos diarios para la localización de fauna de baja movilidad (mamíferos, reptiles). En caso de ser necesario, se capturará a los ejemplares y posteriormente serán reubicados en un lugar seguro, el cual deberá cumplir con condiciones ambientales similares a las del hábitat de donde se capturó.

También se deberá monitorear la zona en busca de madrigueras o nidos, en caso de encontrarlos y de ser posible, se procederá a la reubicación de estos.

Para la etapa de construcción los monitoreos se realizarán dos veces por semana siguiendo las pautas ya mencionadas.

En la etapa operativa se realizarán monitoreos una vez a la semana. Independientemente de las fechas establecidas, si es necesario realizar un rescate fuera de calendario, es deber de el gerente ambiental llevar a cabo dicha acción.

Objetivo: Establecer procedimientos para el monitoreo, rescate y reubicación de fauna, así como para el tratamiento de la flora en las áreas impactadas por el proyecto, asegurando así la conservación de la biodiversidad local y la minimización de los impactos negativos sobre la flora y fauna.

Actividades para el cumplimiento:

- Recorridos periódicos a los alrededores del proyecto.
- Monitoreo y vigilancia mediante herramientas de observación como binoculares, con el fin de identificar a las especies de la zona.
- Rescates y reubicaciones en caso de identificarse una especie que pudiera correr riesgo. Se procederá a realizar su rescate y posterior reubicación en una zona con condiciones similares a la zona donde se rescató.
- En caso de identificarse problemática recurrente que afecte a una especie en particular, el Gerente Ambiental tiene la responsabilidad de desarrollar un plan de manejo especializado. Este plan debe anticipar la posible entrada de la especie en las áreas operativas y establecer medidas preventivas para evitar daños. El objetivo es garantizar la protección de la biodiversidad, minimizando la interferencia con la fauna local.

VII.2.3.8 Programa de manejo y reubicación de Iguana Verde (Iguana rhinolopha)

Con el propósito de proteger a los individuos de Iguana verde (*Iguana rhinolopha*) presentes en el área del proyecto y dar cumplimiento a la normatividad ambiental vigente, se implementará un programa específico para su detección, manejo y reubicación, a fin de minimizar el impacto sobre esta especie durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

Objetivos específicos

- Identificar y capturar de manera segura a los individuos de *Iguana rhinolopha* localizados dentro del polígono del proyecto.
- Reubicar a los ejemplares en sitios adecuados y autorizados que ofrezcan condiciones similares a su hábitat natural.
- Garantizar que el proceso de manejo sea realizado por personal capacitado, bajo lineamientos técnicos y legales.

Actividades para su cumplimiento

- **Recorridos de prospección y detección:** Antes del inicio de las actividades de desmonte o movimiento de tierras, se realizarán recorridos sistemáticos por personal capacitado para el manejo de iguanas. Se registrarán los sitios de avistamiento y se evaluará el entorno inmediato.
- **Captura y manejo de individuos:** La captura se llevará a cabo utilizando métodos no invasivos, como la captura manual con redes o guantes, garantizando en todo momento el bienestar del ejemplar. El manejo será realizado por un equipo con experiencia en fauna silvestre.
- **Valoración y resguardo temporal**: Una vez capturados, los ejemplares serán evaluados visualmente para determinar su estado de salud. Se mantendrán en resguardo temporal, en contenedores adecuados, en condiciones de sombra y ventilación, antes de su traslado.
- **Reubicación en sitio receptor:** Los ejemplares serán liberados en un sitio receptor previamente identificado y autorizado por la autoridad ambiental (preferentemente dentro de un Área Natural Protegida o predios con vegetación similar), asegurando la disponibilidad de alimento, refugio y cobertura vegetal.
- **Seguimiento y reporte**: Se elaborará un informe técnico que incluirá el número de ejemplares reubicados, coordenadas del sitio receptor, condiciones del entorno y evidencia fotográfica. Este informe será entregado a la autoridad competente como parte del cumplimiento ambiental del proyecto.

VII.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO)

VII.3.1 Reglamento interno para el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación ambiental

- **Indicador de eficiencia:** Gerente ambiental.

El gerente ambiental será el encargado de evaluar la eficiencia y cumplimiento del reglamento interno del proyecto, por lo que deberá tener la autoridad para sancionar en caso de cometer faltas al reglamento.

- **Frecuencia de evaluación:** Diaria.
- **Valor umbral:** El personal del proyecto tendrá un límite de tres faltas al reglamento; con el fin de llevar un mayor control, cada trabajador contará con una credencial en la que, por cada falta cometida, se hará un señalamiento, notificando al trabajador y explicando la razón de este y las medidas que deberá tomar para evitar cometerla de nuevo. Si el trabajador hace caso omiso y acumula tres faltas, esto tendrá como consecuencia una baja definitiva del proyecto.

El gerente ambiental contará con una bitácora en la cual se haga el conteo del personal sancionado durante las horas laborales del proyecto. A continuación, en la **Tabla VII.9**, se presenta un ejemplo de lo que pudiera usarse como la bitácora de control.

Tabla VII. 9. Bitácora de control para el cumplimiento del reglamento interno

Nombre del personal	Tipo de falta	Número del reglamento incumplido	Número de señalamientos	Observaciones

VII.3.2 Programa de mantenimiento de sanitarios

- **Indicador de eficiencia**: bitácora de mantenimiento. La bitácora registrará los días que los sanitarios reciben el mantenimiento, la empresa que realizó el servicio, tipo de vehículo y cantidad aproximada del residuo sanitario recolectado. Estos datos podrán ser avalados con los manifiestos que la empresa encargada del mantenimiento entregue al proyecto.
- **Frecuencia de evaluación**: tres veces por semana/mensual.
- **Valor umbral**: no se dejarán pasar más de tres días sin mantenimiento.

Tabla VII. 10. Bitácora de mantenimiento de sanitarios

Área de sanitario	Fecha de mantenimiento	Empresa que realizó el mantenimiento	Volumen de residuos	Observaciones

VII.3.3 Programa de mantenimiento de vehículos

- **Indicador de eficiencia:** Se supervisará que todos los vehículos cuenten con los sellos de verificación vehicular y se confirmará que se les de mantenimiento a su debido tiempo y en talleres legalmente establecidos. También se le dará seguimiento al uso de filtros y silenciadores en los escapes de la maquinaría que labore en el proyecto. El encargado de este programa tendrá un registro de los vehículos que se estén usando en el sitio del proyecto. El registro contará con los siguientes datos **(Tabla VII.11)**.
- **Frecuencia de evaluación:** Diaria
- **Valor umbral:** se establecerán los valores máximos permitidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994.

Tabla VII. 11. Bitácora de mantenimiento de vehículos

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS	
Nombre del supervisor	
Actividad en supervisión: Monitoreo Preventivo de vehículos	
Marca del vehículo	
Modelo	
Placas	
Nombre de la persona que lo opera	
Horario de trabajo de la persona que lo opera	
Fecha de la última verificación vehicular	
Fecha de la próxima verificación vehicular	
Observaciones:	

Además de la bitácora anterior, los vehículos y maquinaria recibirán mantenimiento periódico, mismo que permitirá que la emisión de contaminantes no rebase los límites permitidos por las normas oficiales. El mantenimiento se deberá dar en establecimientos autorizados para dicho fin y no en el área del proyecto; sin embargo, si por alguna eventualidad extraordinaria este debiera de realizarse en el área del proyecto, se deberán colocar cubiertas impermeables en el suelo con el fin de no permitir que aceites y/o grasas puedan infiltrarse al subsuelo. La bitácora que podrá ser utilizada para el monitoreo

periódico de la maquinaria y vehículos automotores durante las dos primeras etapas del proyecto es el que se presenta a continuación en la siguiente tabla:

Tabla VII. 12. Formato de bitácora de mantenimiento preventivo de vehículos

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS				
Nombre del operador				
Marca	Modelo	Placas		
Fecha	Tipo de servicio	Fecha del próximo servicio	Nombre del supervisor	Firma
Observaciones:				

VII.3.4 Programa de monitoreo de generación y disposición de residuos

- **Indicador de eficiencia:** Con el fin de llevar un control de la disposición de los residuos que se generen dentro de la obra o a partir de ellas, todo el personal tendrá a su disposición contenedores para el depósito de los residuos sólidos urbanos iniciando con una separación primaria. Al finalizar el día el encargado del programa supervisará que todas las áreas de trabajo queden limpias. Para llevar un control de la disposición y manejo de los residuos, se llevará un registro de ellos con el fin de que el encargado del programa supervise si el sitio donde se almacenarán los residuos está limpio, si los residuos están debidamente almacenados, etiquetados y cerrados, se presenta en la **Tabla VII.13** la bitácora sugerida para el registro y control de lo antes mencionado.
- **Frecuencia de evaluación:** Diaria
- **Valor umbral:** N/A

Tabla VII. 13. Bitácora del programa de monitoreo de generación y disposición de residuos

PROGRAMA DE MONITOREO DE GENERACIÓN Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS					
Nombre del supervisor					
Fecha	Limpieza del sitio	Residuos debidamente almacenados	Recipientes debidamente etiquetados	Recipientes debidamente cerrados	Personal debidamente protegido
Observaciones:					

Para llevar un control de la disposición y manejo de los residuos peligrosos, se llevará un registro de ellos con el fin de que el encargado del programa supervise si el taller donde se

almacenarán los residuos está limpio, si los residuos están debidamente almacenados, etiquetados, cerrados y si el personal que labora ahí cuenta con el equipo de seguridad necesario para su manejo.

Para el correcto manejo de los RSU deberán seguirse los siguientes pasos:

1. Adquirir contenedores para la separación primaria de los residuos que se generarán.

2. Identificar puntos estratégicos para la localización de los contenedores, en congruencia con el cronograma de trabajo y, si fuera necesario, por etapas.

3. Acordar o firmar contratos de servicio con las autoridades o empresas privadas (autorizadas) para la recolección periódica de los residuos y su disposición final en sitios autorizados.

4. Capacitar al personal que laborará durante el transcurso de la obra (obreros, maquinistas, transportistas, oficinistas, personal de limpieza y seguridad, etc.) para el correcto funcionamiento del sistema de separación de residuos.

5. Implementar calendarios de trabajo y rutas de recolección de los residuos para su traslado al centro de acopio temporal (este se define durante el transcurso de la obra, de acuerdo con el tiempo en que tardan en llenarse los contenedores).

Para el correcto manejo de los RME deberán seguirse los siguientes pasos:

1. Llevar a cabo la separación de los residuos de construcción y demolición, conforme a la normatividad aplicable.
2. Contar con un almacenamiento temporal, dentro del área del proyecto, donde se tenga un espacio para cada uno de los RME generados, o en su defecto establecer contenedores para capacidades mayores, los cuales tendrán que ser ubicados con sus respectivos señalamientos, además de rotularlos para identificar el tipo de residuo que almacenará, evitando de cualquier manera su depósito en vía o espacios públicos.
3. La recolección la deberá llevar a cabo una empresa autorizada, que entregue manifiestos de recolección, especificando el residuo y la cantidad, así como todos los datos necesarios.

4. Realizar un registro semanal (como ejemplo se presenta la **Tabla VII.14**) donde se especifique el tipo de residuo generado, la fecha en la que fue recolectado, la cantidad generada, la empresa recolectora y el sitio de disposición final.

Tabla VII. 14. Bitácoras de separación de residuos

BITÁCORA DE SEPARACIÓN DE RESIDUOS									
	RSU			RME			RP		
	Orgánico	Inorgánico	Sanitario	Metal	PVC	Madera	Solventes	Limpiadores	Pintura
Fecha de recolección									
Cantidad									
Empresa recolectora									
Sitio de disposición final									

Además de lo anterior, se deberá contratar empresas autorizadas para la recolección de los residuos y estas deberán entregar manifiestos que fungirán como evidencia del correcto manejo de residuos ante las autoridades.

VII.3.5 Capacitación en seguridad ambiental y laboral

- **Indicador de eficiencia:** Se impartirá un examen al final de la exposición con la finalidad de comprobar los conocimientos adquiridos.
- **Frecuencia de evaluación:** Al iniciar actividades de la etapa de preparación y cada que exista rotación o entrada de nuevo personal.
- **Valor umbral:** el personal deberá aprobar el examen para poder laborar en el proyecto el valor mínimo para aprobar será 60 sobre 100.

Tabla VII. 15. Bitácora para el programa de monitoreo de la seguridad ambiental y laboral

PROGRAMA DE SEGURIDAD AMBIENTAL / LABORAL	
Nombre del Curso: Prevención de lesiones y enfermedades de trabajo	
Expositor:	Fecha:
Lista de asistentes	
Nombre:	Puesto, empresa:

VII.3.6 Monitoreo rescate y reubicación de fauna

- **Indicador de eficiencia:** Encontrar el mínimo de carcazas. Se pretende tener una disminución en la abundancia de fauna conforme pasan las etapas del proyecto.
- **Frecuencia de evaluación:** Preparación-monitoreos diarios; construcción–monitoreos 2 veces a la semana; operación-monitoreos una vez a la semana.
- **Valor umbral:** El monitoreo se tendrá que acatar de forma rigurosa.

Tabla VII. 16. Bitácora para el programa de rescate y reubicación de flora y fauna

PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA Y FAUNA			
Especie	**Área de observación/rescate**	**Fecha**	**Área de liberación**

VII.3.7 Programa de monitoreo de suelos

Indicador de eficiencia: una vez por semana el Gerente Ambiental deberá realizar recorridos de supervisión y en caso de presentarse zonas que requieran de la implementación de barreras de retención, deberá realizar el registro en la bitácora sugerida en la **Tabla VII.17** (los datos en la tabla son únicamente un ejemplo del llenado de la bitácora), así como del estado de las barreras ya implementadas.

Frecuencia de evaluación: una vez por semana.

Valor de umbral: Si es detectada una mala condición de la barrera de retención o detectada la zona donde sea requerida la implementación de una barrera, no se dejará pasar más de una semana para que esta pueda ser reparada o implementada. En temporal de lluvia la barrera deberá repararse o instalarse en un máximo de dos días.

Tabla VII. 17. Bitácora para el monitoreo de suelos

Fecha	Ubicación	Tipo de barrera instalada	Condición	Evidencia de erosión	Acciones correctivas tomadas	Observaciones
02/03/2024	Zona Sur, Sector A	Rocas	Intacta	No	N/A	N/A
02/03/2024	Zona Norte Sector B	N/A	N/A	Sí	Colocación barrera	Se ha detectado erosión, se requiere implementar barrera.

VII.4 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS

Tabla VII. 18. Desglose de costos por actividades de mitigación

Medida	Costo unitario	Costo	Etapa
Supervisión ambiental	$10,888 MXN	$436,000 MXN	Preparación y construcción
Observaciones: El sueldo que percibirá el Gerente Ambiental será de $9,000 pesos mensuales netos otorgado por el Promovente, este salario de acuerdo con lo estipulado en el catálogo de puestos y tabulador de sueldos y salarios del Gobierno Federal (SHCP) 2018 (*Técnico en saneamiento básico y ambiental).*			
Plática de concientización ambiental	-	-	Preparación y construcción
Observación: El costo de esta medida se encuentra incluida en el sueldo del Gerente ambiental y el sueldo de los encargados de la obra, debido a que ellos serán los encargados de la capacitación.			
Capacitación al personal para la prevención de accidentes	-	-	Preparación y construcción
Observación: El encargado de realizar esta medida es el gerente ambiental que será contratado por lo que los costos de esta se encuentran incluidos en la proyección de gastos especificada en la medida correspondiente.			
Uso de Equipo de Protección	Costo unitario	Costo	Preparación y construcción
Chaleco de seguridad	$ 80	$ 12,400	-
Casco de protección	$ 84	$ 13,020	
Tapones auditivos	$ 12	$ 1,860	
Total		$ 27,280	
Instalación de sanitarios portátiles	Costo unitario	Costo	Preparación y construcción
Renta de sanitarios portátiles	$ 1,150	$ 11,500	-
Instalación de almacén temporal	-	-	Preparación y construcción
Observación: El encargado de realizar esta medida es el gerente ambiental que será contratado por lo que los costos de esta se encuentran incluidos en la proyección de gastos especificada dicha medida			
Rescate y reubicación de fauna de baja movilidad	Costo unitario	Costo	Preparación y construcción

Medida	Costo unitario	Costo	Etapa
Gancho herpetológico pleg.39" a 17"(cl-hk-bk/-81061)	$728.00	$728.00	-
Bolsa p/serpientes 48"l (sn-bg)	$1,484.00	$7,420.00	–
Guantes de cuero	$45.00	$450.00	–
Hilo nylon (capturas reptiles)	$38.00	$152.00	–
Baldes 20 lt	$40.00	$160.00	–
Trampa Sherman	$690.00	$3,450.00	–
Trampa Tomahawk	$1,250.00	$3,750.00	–
Total		$16,110.00 MXN	-
Disminución de polvos	-	-	Preparación y construcción
Pipa de agua para riegos	$520 MXN	$ 299,520 MXN por 48 meses (preparación y construcción)	-
Lonas para camiones y material	$ 1,000 MXN	$ 2,000 MXN	-
Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria	-	-	Preparación y construcción
Observación: Los costos estimados para la aplicación de esta medida se encuentran incluidos en la inversión inicial del promovente.			
Manejo de Residuos Sólidos Urbanos, Residuos de Manejo Especial	Costo unitario	Costo	Preparación y construcción
Contenedores para basura	$ 1,500	$ 9,000	-
Letrero para contenedor	$ 90	$ 540	-
Almacén temporal de residuos		$ 20,000	--
Total		$ 29,540 MXN	
Instalación de señalamientos	-	-	Preparación y construcción
Letreros de seguridad	$ 800	$ 1,600	-
Letreros velocidad máxima	$ 150	$ 750	-
Total		$ 2,350	-
Zanjas de infiltración	-	-	Preparación y construcción

Medida	Costo unitario	Costo	Etapa
Observación: Los costos estimados para la aplicación de esta medida se encuentran incluidos en la inversión inicial del promovente.			
Control de compactación de suelos	-	-	Construcción
Observación: esta medida no presenta costos para su implementación debido a que únicamente se establecerán rutas para el movimiento de vehículos.			
TOTAL: $824,300 MXN			

VII.5 ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

Restauración se refiere al conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales (INEEC, 2014). En particular, la restauración ecológica es el proceso por el cual se trata de recuperar integralmente un ecosistema que se encuentra parcial o totalmente degradado en cuanto a su estructura vegetal, composición de especies, funcionalidad y autosuficiencia, hasta llevarlo a condiciones semejantes a las presentadas originalmente.

Por su parte, la CONAFOR define la Compensación Ambiental por CUSTF como aquella que tiene como propósito llevar a cabo acciones de restauración de suelos, reforestación y mantenimiento de los ecosistemas forestales deteriorados, para que una vez lograda su rehabilitación, se compensen los servicios ambientales que prestaban los ecosistemas que fueron afectados por el cambio de uso del suelo, entre ellos, la restauración del ciclo hidrológico y los ciclos biogeoquímicos, la captura de carbono, la recuperación paulatina de la biodiversidad, la producción de oxígeno, entre otros.

Es inevitable que los proyectos de Cambios de Uso de Suelo de Terrenos Forestales ocasionen alteraciones en la estructura del suelo y la continuidad de la vegetación que, por consiguiente, genera cambios en la composición faunística y disminución en la calidad paisajística; siendo estos más severos cuando los ecosistemas están bien conservados. En este apartado se llevará a cabo una estimación monetaria del costo aproximado de las actividades propuestas para la restauración y las distintas medidas de mitigación que de alguna forma impacten en las áreas para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales.

Los ecosistemas son entidades naturales que, en función de su propia estructura, composición y funcionamiento, tienen algún grado inherente de resistencia a ciertos cambios originados por perturbaciones. Por otra parte, se ha demostrado que algunas pueden ser absorbidas o “restauradas” de manera autónoma y eficaz por un ecosistema dado, el cual se reorienta hacia una trayectoria similar a la inmediata anterior al disturbio (resiliencia). Resistencia y resiliencia son propiedades emergentes de los ecosistemas. Lo anterior les permite a los ecosistemas un cierto grado de estabilidad, pero cuando las alteraciones son mayores, rompen la resistencia y ocasionan que las capacidades de resiliencia de un ecosistema sean insuficientes. En casos de este tipo, la intervención humana puede ser la única respuesta viable para intentar recuperar la mayor cantidad posible de los componentes originales, de la estructura y de las funciones de un ecosistema dañado

La restauración ecológica no se reduce al mero hecho de plantar especies vegetales en un sitio, o de reintroducir especies animales; por el contrario, es un proceso de emulación de estadios en sucesión de distintas comunidades biológicas conocidas en un sitio, hasta lograr que éstas tomen una trayectoria autónoma y viable de establecimiento permanente en el lugar (Sánchez, 2007).

De acuerdo con el análisis de los componentes del ecosistema realizado en capítulos anteriores, así como los impactos que podrían generarse por el desarrollo del proyecto, se prevé que la restauración del sitio necesite la intervención de actividades humanas, ya que, aunque la presión sobre los recursos del ecosistema en donde se ubica es de baja magnitud por la urbanización de las áreas colindantes. Para la estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal, se presenta una estimación de lo que costaría llevar el ecosistema a una condición similar a la presente (antes del proyecto), considerando que las especies del sitio cumplirán con sus funciones ambientales en el ecosistema en un periodo de 10 años.

- **Suelo**

La Sociedad Americana de la Ciencia del Suelo (SSSA, por sus siglas en inglés) define al suelo como la capa superficial de material mineral y orgánico, no consolidado, que sirve de medio natural para el crecimiento de las plantas, y que ha sido sujeto y presenta los efectos de los factores que le dieron origen (clima, topografía, biota, material parental y tiempo) y

que, debido a la interacción de estos, difiere en sus propiedades físicas, biológicas y morfológicas del sustrato rocoso del que se originó (SEMARNAT, 2012).

El cambio en los terrenos forestales afecta significativamente la porción orgánica del suelo, ya que terminará con la actividad de los micro y macroorganismos que podrían haber estado en la zona, rompiendo el ciclo de reciclaje de nutrientes, llevándolo a perder la fertilidad. En lo relacionado con la materia inorgánica, se espera que el suelo presente alteraciones físicas importantes como la pérdida de porosidad, de permeabilidad y en general todo lo relacionado con la compactación de suelos. Las alteraciones químicas se consideran mínimas, ya que las actividades del proyecto no prevén la modificación de estas.

Para poder restaurar este suelo, compactado y escaso en materia orgánica, se conocen algunas metodologías que podrían funcionar en el predio y que a continuación se describen:

Descompactación del suelo

La compactación se refiere a la destrucción de la estructura del suelo, esto quiere decir el arreglo de las partículas de arena, limo y arcilla para formar conglomerados o agregados al suelo, las partículas se mantienen unidas por raíces o productos de la actividad microbiana (SEMARNAT, 2012). Para poder descompactar el suelo, se propone la utilización de maquinaria pesada que remueva la tierra permitiendo la aireación y descompactación de la misma, ya que esto permitirá un mejor desarrollo y crecimiento de las raíces. La maquinaria que se propone es un tractor agrícola con un equipo de labranza que permita el rompimiento del suelo y el despedazamiento de por los menos 25 cm de suelo.

Regeneración de suelo

Además de descompactar, hay que realizar una serie de labores para facilitar la implantación de la vegetación. Su objetivo es crear unas condiciones adecuadas para que las labores de implantación puedan realizarse correctamente y asegurar niveles óptimos de germinación y arraigo de la vegetación. Con el fin de mejorar las propiedades edáficas se puede desarrollar alguna de las siguientes acciones:

- Aplicación de enmiendas orgánicas para incrementar la fertilidad del suelo y mejorar sus propiedades físicas (regulación del ciclo de agua).
- Fertilización con productos químicos inorgánicos.

- Adición de productos acondicionadores, estabilizantes y absorbentes para mejorar la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua.

Para el presente proyecto se recomienda la “Aplicación de enmiendas orgánicas para incrementar la fertilidad del suelo y mejorar sus propiedades físicas”. Estas se basan en incorporar materia orgánica al suelo con el fin de aumentar la capacidad de almacenamiento de agua, favorecer la infiltración y la percolación y suministrar nutrientes para el desarrollo de la vegetación que se coloque, así como para los microorganismos del suelo. Los tipos de materia orgánica que se pueden aplicar varían dependiendo de la disponibilidad de la zona; se propone el uso de residuos de cosecha y estiércol animal, ya que entre los dos proporcionan un incremento en la infiltración, aporte de micronutrientes, control de la erosión, aporte de carbono y en general una mejora en la estructura del suelo.

La aplicación de esta materia orgánica se llevará a cabo mediante el revolvimiento de la tierra y la materia, ya que la tasa de descomposición es mayor que si se dejará en la superficie. Esto se llevará a cabo manualmente con palas y picos.

- **Vegetación**

Teniendo el suelo establecido y medianamente restaurado, el siguiente paso que se debe tomar para la restauración de una zona es el restablecimiento de la vegetación (Caamal y Armendariz, 2002) proponen tres formas básicas para el restablecimiento de la vegetación en una zona degradada:

- Recuperarla: volver a cubrir de vegetación la tierra con especies apropiadas
- Rehabilitarla: Establecer una mezcla de especies nativas y exóticas para recuperar el área
- Restaurarla: Restableciendo en el lugar el conjunto original de plantas con aproximadamente la misma población que antes.

Como la finalidad de esta estimación es la restauración de la zona, es necesario indagar en los posibles mecanismos existentes para lograr esta meta. De acuerdo con Caamal y Armendariz (2002), los mecanismos para lograr la restauración ecológica en materia vegetal de una zona son variados, sin embargo, creemos que los adecuados para este proyecto serían:

- Regeneración Natural

- Reforestaciones

Regeneración Natural

Todos los ecosistemas sufren perturbaciones naturales o antropogénicas, pero después de la perturbación, el ecosistema sufre un proceso de recuperación o regeneración vegetal. En términos generales Finegan (1993) plantea un modelo de regeneración natural que se basa en tres etapas:

1) El sitio es colonizado por especies herbáceas y arbustivas pioneras, a menudo las especies heliófitas efímeras se establecen rápidamente durante esta fase.

2) Establecimiento de heliófitas durables, que forman comunidades poco diversas y por la sombra van eliminando a las especies de la primera fase.

3) Las heliófitas durables crecen rápidamente después de la desaparición de las efímeras, dominando el bosque secundario hasta la decadencia de sus poblaciones, lo que puede significar la entrada de especies primarias por medio de dispersión de semillas de algunos remanentes de vegetación primaria.

Por su naturaleza, esta regeneración natural es la que adquiere relevancia en los procesos de restauración de terrenos, sin embargo, el éxito depende del grado de degradación del sitio. Finegan plantea que mientras más largo es el periodo de afectación, menor será la riqueza florística y productividad del ecosistema.

A este respecto se plantea que la regeneración natural sobre suelos muy degradados representa situaciones complejas ya que la colonización dependerá en un principio de especies tolerantes a suelos pobres (en su mayoría herbáceas) que durante algunos años formarán suelo y permitirán la entrada de especies arbustivas. La complejidad de esto es que no siempre existe la presencia de especies tolerantes, por lo que la factibilidad de la sucesión como proceso de restauración ecológica puede quedar comprometida.

Reforestaciones

Las actividades de reforestación restablecen la cubierta de árboles en tierras taladas, pero no sustituyen a los bosques, pues estos son más eficaces para mantener las funciones ambientales y conservar la diversidad biológica, además pueden proporcionar una fuente de ingresos más estables. Sin embargo, las labores de reforestación se justifican en tierras

previamente arboladas, que no han perdido su capacidad productiva, de tal modo que sea posible el desarrollo de diferentes tipos de especies vegetales en diferentes combinaciones.

VII.3.1 Medidas de restauración

Aquí se describirán puntualmente las actividades de restauración y sus costos, correspondientes al polígono de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales del proyecto**.**

A. Descompactación del suelo

Será necesaria la renta de un tractor agrícola con una potencia mínima de 77hP para poder arrastrar el equipo de labranza basado en un arado de cinceles que pueda romper y levantar el suelo presente a 30 cm de profundidad. De acuerdo con las especificaciones de este equipo de labranza, el ancho de trabajo es de 2.44 metros y la velocidad de operación es de 8 kilómetros por hora como mínimo, por lo que, en una hora, este equipo podrá descompactar 1 hectárea. Para la descompactación de los m^2 de CUSTF será necesario que la máquina trabaje un solo día.

Costos: El precio de renta estimado para este tractor es de $2,000 pesos diarios, sin contar diésel por lo que el total del gasto previsto para esta etapa es de $3,300 y se desglosa en la siguiente tabla:

Tabla VII. 19. Costos de la descompactación del suelo

Material	Unidad	Costo por unidad	Costo total
Renta de tractor	Día	$2,000	$2,000
Operador del tractor	Día	$500	$500
Diésel	Litro	$19.6	$800
TOTAL			$3,300

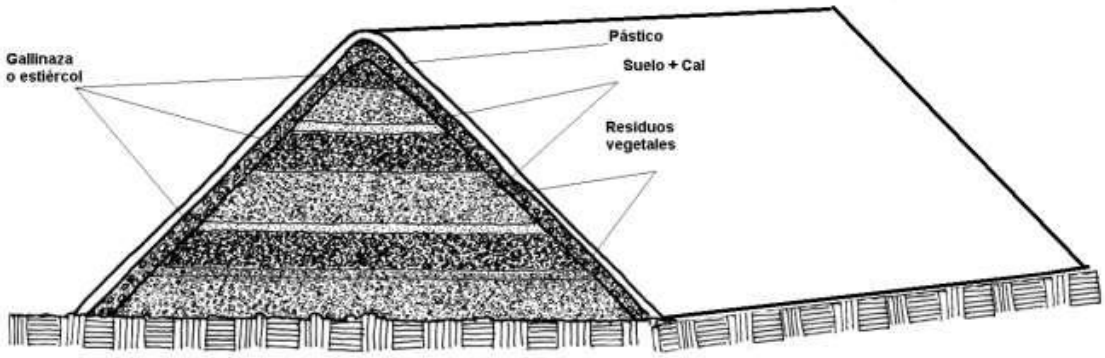
B. Regeneración del suelo

Se incorporará materia orgánica en las áreas donde se plantará vegetación arbórea nativa. La mezcla de materia orgánica se compondrá de residuos vegetales (residuos agrícolas) y excremento de vaca. La proporción de estos componentes será de 50% residuos vegetales y 50% animales, ya que, como se mencionó anteriormente, estos dos proporcionan los elementos necesarios para la regeneración de suelos.

Para potencializar las propiedades de esta materia, se implementará un proceso de composteo de acuerdo con lo establecido en el manual de Elaboración de Composta de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2006). La

metodología que se propone es la “Compuesta sobre la superficie del suelo” que se ejemplifica en la siguiente figura.

Figura VII. 31. Elaboración de composta SAGARPA



Costos:

Obtención de materia orgánica

El precio de humus de lombriz tiene un costo aproximado de 70 pesos por costal de 5 kg, se usarán 2,000 kg de este producto, sumando $28,000. El transporte de este material se tiene estimado realizarse en una camioneta de redilas con un costo aproximadamente de $1,400 pesos por el traslado, el cual se realizará en 5 días sumando un total de $7,000 pesos de traslado de material.

Composta

Para la conformación de los montículos de composteo, será necesario el uso de una retroexcavadora. Se prevé la contratación por día de una retroexcavadora Caterpillar 416D con un costo de $1,700. Teniendo los montículos formados, se cubrirán con plástico negro para fomentar la actividad microbiana. Debido a que no se puede calcular el volumen de estos montículos, es imposible calcular el área que deberá ser cubierta con este plástico.

El mantenimiento de la composta, de acuerdo con lo establecido por la SAGARPA (2006) se basará en el riego y la aireación de esta para evitar la desecación, el aumento de la temperatura y la anoxia (ausencia de oxígeno). Para esto será necesaria la contratación de personal durante dos semanas, tiempo estimado en que la composta haya reposado y las reacciones químicas se hayan realizado. El costo de esto será de $1,700 por máquina, por día y sueldo de personal (jornal a $100 pesos) y $1,500 al encargado de la composta. El costo total se desglosa en la siguiente tabla.

Tabla VII. 20. Costos de la generación de composta

Actividad	Componente	Costo
Humus de lombriz	Material	$28,000
	Transporte	$7,000
Composteo	Maquinaria	$1,700
	Personal	$1,900
TOTAL		$38,600

C. Restauración de la vegetación

Como se menciona anteriormente, la sucesión secundaria es un mecanismo natural que ocurre en terrenos que poseían vegetación forestal y que fueron degradados por actividades antropogénicas y después abandonados. En el caso particular del proyecto se estima que la sucesión secundaria podría ocurrir de manera natural con la restauración del suelo, sin embargo, tardaría décadas en llegar a comunidades clímax. Por esto, la propuesta para la restauración de la vegetación se enfocará en algo que determinamos como "sucesión guiada", y que se basará en el establecimiento de plántulas de las especies arbóreas o arbustivas más importantes del sitio. El resto de la colonización será por medio de la sucesión secundaria natural. Con esto se espera que los árboles nativos sembrados sirvan de semillero para la propagación de esas especies al mismo tiempo que su crecimiento propicie el microhábitat necesario para el desarrollo de la comunidad sucesional que lleve a la que antes existía.

De acuerdo con el análisis ecológico llevado a cabo en el *Capítulo IV*, las especies arbóreas más representativas de los diferentes sitios estudiados fueron; *Apoplanesia paniculata, Bursera simaruba, Enterolobium cyclocarpum, Guazuma ulmifolia, Haematoxylum brasiletto, Heliocarpus pallidus, Jatropha ortegae, Leucaena lanceolata, Lysiloma divaricatum,* entre otras; por lo que estas mismas se proponen para la reforestación.

Tabla VII. 21. Especies para reforestación

Especies	Individuos	Supervivencia en campo (%)
Apoplanesia paniculata	10	80
Bursera simaruba	5	80
Enterolobium cyclocarpum	5	80
Guazuma ulmifolia	15	80
Haematoxylum brasiletto	15	80
Heliocarpus pallidus	15	80
Jatropha ortegae	5	80
Leucaena lanceolata	10	80
Lysiloma divaricatum	10	80

En el predio no se llevará a cabo la producción de plántulas, si no que serán adquiridas en un vivero forestal que produzca especies de la región, o bien, se utilizarán las plantas provenientes de las áreas sujetas a CUSTF, por lo cual será necesario cumplir con lo siguiente durante el trasplante a campo.

Trasplante a campo

La reforestación con las plántulas de las especies antes mencionadas deberá llevarse a cabo después de la descompactación y regeneración del suelo. En lo que corresponde a la adición de materia orgánica al suelo, se planea que esta sea en las áreas en donde se sembrarán las plántulas, con el fin de favorecer el establecimiento de estas.

Figura VII. 32. Siembra de plántulas



La temporada de trasplante será de mayo a julio, ya que es entonces cuando se presentan las primeras lluvias, las cuales beneficiarán significativamente el establecimiento de las plántulas. Para esta labor de reforestación y con base en el Manual de Costos de Obras y Prácticas de Restauración de Suelos y Reforestación, emitido por la Comisión Nacional Forestal, en un jornal se realiza la reforestación de 1000 m^2, por lo que se prevé la contratación de 3 trabajadores por 1 semana, y dos de ellos durante 3 meses más para hacer recorridos y verificar el estado de los individuos sembrados. Para el personal que realice y vigile la reforestación se ha proyectado un gasto de $4,000 al mes por trabajador.

VII.6 PREVENCIÓN DE DESASTRES

Con el objetivo de garantizar la seguridad de los futuros usuarios y la integridad de la infraestructura del proyecto, se han incorporado una serie de medidas preventivas y de mitigación ante desastres naturales. Estas medidas han sido elaboradas con base en los

estudios de riesgo correspondientes y en la normatividad vigente aplicable en materia de protección civil, urbanismo y construcción.

Los documentos anexados detallan las estrategias implementadas para hacer frente a fenómenos como sismos, inundaciones, incendios forestales, tormentas tropicales y huracanes, considerando la ubicación geográfica y las condiciones climáticas e hidrológicas de la zona del proyecto.

Plan de contingencias ambientales

El **Plan de Contingencias ambientales** se presenta de manera digital como **Anexo VII.7** de este DTU-BR.

Entre las medidas presentadas destacan:

- Diseño y construcción de estructuras sismo-resistentes
- Inspección regular de la infraestructura
- Instalación de sistemas de amortiguamiento sísmico
- Refuerzo de fachadas y techos
- Protección de ventanas y balcones
- Revisión de los sistemas de drenaje pluvial
- Construcción de sistemas de drenaje eficientes
- Instalación verificación y mantenimiento de bombas de agua automáticas
- Refuerzo de taludes y terrenos de pendiente
- Monitoreo constante del terreno
- Análisis geotécnico regular
- Simulacros periódicos de evacuación
- Entrenamiento y capacitación del personal
- Aseguramiento de objetos internos
- Instalación de sistemas de alerta temprana
- Refugios internos
- Desarrollo de un plan de evacuación para inundaciones
- Zonificación de riesgo
- Evacuación inmediata de las áreas afectadas

Análisis de riesgo por impacto de huracanes y cambio climático (Anexo VII.8).

Entre las recomendaciones presentadas destacan:

1. Incorporación de sistemas de drenaje pluvial con bombeo forzado

Dado que el agua de lluvia tiende a acumularse, es fundamental implementar sistemas de bombeo activo que permitan desalojar el excedente de agua hacia el canal principal o hacia el mar en condiciones controladas. Estos sistemas deben contar con energía de respaldo para operar durante fallas eléctricas.

2. Revisión estructural de zonas de atraque o peines

Si se planea habilitar zonas de atraque, es crucial considerar el uso de materiales y diseños que soporten movimientos verticales por oleaje residual y eventos extremos, con mecanismos de amarre flexibles o sistemas flotantes reforzados.

3. Planes de contingencia ante ciclones tropicales

Se sugiere elaborar e implementar un plan de gestión de riesgos específico para el sitio, incluyendo simulacros, monitoreo hidrometeorológico, procedimientos de evacuación de embarcaciones y protocolos de cierre preventivo ante alertas de ciclón.

4. Coordinación con autoridades locales y portuarias

Finalmente, es recomendable mantener una coordinación activa con las autoridades municipales, marítimas y de protección civil para asegurar que los desarrollos en el predio estén alineados con las normativas vigentes y se integren a los planes de protección en caso de desastres naturales.

5. Monitoreo continuo y actualización de modelos

Se propone implementar un programa de monitoreo in situ con estaciones meteorológicas, sensores de presión y actualización de mediciones in situ, que permitan recalibrar los modelos y actualizar los escenarios de riesgo ante nuevas condiciones climáticas o cambios topográficos.

Estos anexos forman parte del expediente técnico del proyecto y serán de consulta obligatoria durante la etapa de ejecución y operación, sirviendo también como base para la obtención de dictámenes favorables por parte de las autoridades correspondientes.

VII.7 BIBLIOGRAFÍA

Camal-Maldonado, A. Armendariz-Yañez. (2002). La sucesión secundaria en los ecosistemas y agroecosistemas tropicales en el contexto de la diversificación. Tropical and subtropical agroecosystems, 1(1)28-32.

Comisión nacional forestal. (2024). Programa de compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales. Obtenido de https://www.conafor.gob.mx/transparencia/docs/2024/Programa_2024_de_Compensacion_Ambiental_por_Cambio_de_Uso_del_Suelo_en_Terrenos_Forestales.pdf.

CONAFOR. (2007). Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas. Zapopan, Jalisco. Comisión Nacional Forestal.

Fernández-Vitora, C. (1993). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Madrid, España: Mundi-Prensa.

Ruiz, J., Bravo, M., y Loaeza, G. (2001). Cubierta vegetales y barreras vivas: tecnologías con potencial para reducir le erosión en Oaxaca, México. Terra Latinoamérica 19,89-95.

Sánchez, O. (2007). Restauración ecológica: algunos conceptos postulados y debates al iniciar el siglo XXI. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Recuperado el 28 de octubre del 2020 de http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/467/sanchez.html.

SEMARNAT. (2012). Informe de la situación del medio ambiente en México, compendio de estadísticas ambientales indicadores clave y de desempeño ambiental. México, DF.

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VIII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO 2
VIII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO (SIN MEDIDAS) 6
VIII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN 9
VIII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL 18
VIII.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 20
VIII.6 BIBLIOGRAFÍA 22

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

La Fracción VII Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, señala que se debe analizar el efecto que tendrá la implementación del Proyecto en el Sistema Ambiental Regional (SAR), en donde se deberán considerar los impactos ambientales que se pudieran generar evaluados en el Capítulo V, así como el efecto que tendrán las medidas de mitigación y compensación propuestas en el Capítulo VII de este DTU-BR.

En esta sección se presenta una proyección de los diferentes escenarios ambientales hipotéticos, en donde se pretende ilustrar el resultado de la acción de las medidas de mitigación sobre los impactos ambientales identificados en el Capítulo V del presente estudio. En primer lugar, se presenta el escenario actual que considera la dinámica ambiental existente en el área de influencia, a partir del análisis realizado en el Capítulo IV del presente documento y la tendencia que este escenario ha presentado al paso del tiempo, sin que haya alguna modificación en el área mediada por actividades o acciones humanas propias de la implementación del proyecto. Por otro lado, se establece el escenario donde se emplaza el proyecto expuesto en el Capítulo II y los impactos ambientales correspondientes. Finalmente es expuesto el escenario ambiental con el emplazamiento del proyecto y la aplicación de las medidas de prevención, compensación y mitigación propuestas en el Capítulo VII, sobre los impactos identificados incluyendo aquellos no mitigables, los mecanismos de autorregulación y la estabilización de los ecosistemas.

VIII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

El área del proyecto se sitúa en una región que experimenta una expansión urbana acelerada. Datos del Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco revelan una tendencia al incremento en la demografía: el censo de 2020 registró una población de 291,839 residentes. Al contrastar esta cifra con la del año 2015, se percibe un crecimiento poblacional del 5.88% en un lapso de cinco años.

Se espera que, debido al crecimiento urbano de la ciudad de Puerto Vallarta, los servicios ambientales dependientes de la cobertura vegetal, tales como: la generación de oxígeno,

formación de suelos, captación de agua, barrera natural y captura de carbono, comiencen su declive, disminuyendo su capacidad en los próximos años.

La delimitación del sistema ambiental regional para el proyecto **"Alisia"** se estableció considerando criterios ecológicos, hidrológicos, normativos y territoriales, bajo el enfoque de entender al Destino Turístico de Puerto Vallarta como una unidad ambiental funcional, cuya dinámica está determinada por la interacción entre sus ecosistemas, su desarrollo urbano y su vocación turística.

La selección de esta unidad de análisis responde al objetivo de evaluar los impactos ambientales directos, indirectos y acumulativos del proyecto en el contexto del desarrollo regional, tomando como referencia las principales directrices de planeación y conservación establecidas para la región.

El límite occidental se definió a partir de la frontera administrativa del municipio de Puerto Vallarta, Jalisco, lo cual permite circunscribir el análisis dentro del marco jurisdiccional local y articularlo con los instrumentos de planeación urbana vigentes. En la porción marina se incorporó una franja de 500 metros hacia mar adentro desde la línea de costa, con el fin de considerar las posibles interacciones del proyecto con el ecosistema costero y con actividades asociadas como la pesca artesanal, la navegación y el turismo náutico.

Hacia el sur y noreste, la delimitación corresponde al polígono definido por el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Ventana Prioritaria "Puerto Vallarta – El Tuito", que establece las pautas para el aprovechamiento sustentable del territorio y la conservación de servicios ambientales en la región. La inclusión de esta área permite garantizar la congruencia del análisis con las estrategias de ordenamiento ecológico de escala regional.

Finalmente, el límite este y sureste se definió a partir de los contornos de la microcuenca de Puerto Vallarta, dentro de la cual se ubica el proyecto. Esta delimitación hidrológica permite incorporar los procesos ecológicos vinculados a la escorrentía superficial, recarga de acuíferos y conectividad ambiental. Además, se tomó en cuenta que el predio presenta vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia y vegetación secundaria herbácea de selva mediana subcaducifolia, por lo que se incluyeron zonas con coberturas vegetales equivalentes, pero en mejor estado de conservación, para facilitar la evaluación comparativa de impactos y de la representatividad ecosistémica.

La vegetación del sitio del proyecto se identificó como vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia y vegetación secundaria herbácea de selva mediana

subcaducifolia. Se aprecian dos de los tres estratos típicos (árboles, arbustos y herbáceas), arbóreo y herbáceo. Entre los árboles se registraron 14 especies, de las cuales dominan *Pithecellobium dulce, Bursera simaruba* y *Leucaena leucocephala.* Para el estrato arbustivo se registraron solamente 2 individuos, repartidos en 2 especies; *Chrysalidocarpus lutescens* y *Morisonia flexuosa*. En el estrato herbáceo se registraron 9 especies: *Megathyrsus maximus, Serjania trifoliolata, Paspalum paniculatum* y *Lasiacis divaricata*, registrando mayor frecuencia y cobertura la primera.

De acuerdo con la Secretaría de Marina, el municipio de Puerto Vallarta, zona turística del estado de Jalisco, es la segunda zona económica con más importancia del estado y se encuentra en el tercer lugar como el puerto más importante del país. En la actualidad, se observa una matriz urbana en expansión con una conectividad limitada entre parches de vegetación, lo que sugiere una tendencia hacia un incremento en el desarrollo urbano y turístico. Esto probablemente continuará ejerciendo presión sobre los ecosistemas locales, con posibles incrementos en la perturbación de la vegetación y una mayor presencia de residuos sólidos urbanos.

En ausencia del proyecto propuesto, se anticipa que la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia y vegetación secundaria herbácea de selva mediana subcaducifolia se mantendrá en su estado actual, con una posible tendencia hacia la degradación debido a factores externos como la expansión urbana (Bazant, 2011). Dicha expansión podría acelerar la fragmentación de hábitats y, por ende, reducir la diversidad biológica, aumentando la dominancia de ciertas especies (Santos y Tellería,2006), así como la presencia de especies sinantrópicas como los gatos domésticos (*Felis catus*). Es probable que la presión antrópica adicional resulte en un cambio en la composición de las especies arbóreas y arbustivas, afectando los tres estratos de vegetación y disminuyendo la riqueza y equidad biológica del área. Si bien las poblaciones faunísticas podrían mantenerse sin una reducción inmediata, la calidad del hábitat y la integridad ecológica estarán sujetas a las presiones del desarrollo circundante y otras influencias antropogénicas (Matteucci y Falcón, 2012).

Con base en los resultados obtenidos del estudio de fauna en el predio propuesto para el desarrollo del proyecto **“Alisia”**, se concluye que el sitio presenta una calidad ambiental significativamente degradada para el sostenimiento de comunidades faunísticas complejas. Esto se debe, en gran medida, a su localización dentro de una matriz urbana densa, específicamente en el entorno de Marina Puerto Vallarta, donde la cobertura vegetal está

altamente fragmentada y aislada, impidiendo la conectividad ecológica con otros parches naturales.

Durante los muestreos en temporada seca y de lluvias, los resultados fueron consistentes: se registró un bajo número de especies, dominancia elevada de unas pocas especies generalistas y una diversidad pobre o mala según los índices de Shannon-Wiener (H'), Pielou (J') y Berger-Parker (D). En particular, se destaca que el grupo de los mamíferos no presentó registros de fauna silvestre en ninguna temporada, y que su escasa o nula presencia podría estar influenciada por la fuerte presencia de fauna feral, como el gato doméstico (*Felis catus*), especie invasora y depredadora que altera la estructura de comunidades faunísticas.

En el caso de la herpetofauna, se observaron niveles de dominancia muy altos por parte de la iguana verde (*Iguana rhinolopha*), con valores de D = 0.75 en secas y D = 0.88 en lluvias, lo cual evidencia un ecosistema simplificado y con baja capacidad de soporte para una comunidad reptil diversa. Este mismo patrón fue observado en aves, donde la diversidad también fue baja, aunque con una distribución más equitativa.

La baja riqueza específica, la dominancia de especies urbanas tolerantes y la casi nula presencia de especies sensibles, sumado a la ubicación del predio en un entorno completamente urbanizado, indican que el sitio no constituye un hábitat de calidad ni funcional para una población compleja de especies silvestres.

En un escenario sin proyecto, a pesar del aislamiento actual del predio, la superficie forestal podría mantener un papel limitado como refugio temporal o sitio de paso para fauna adaptable, especialmente especies generalistas como ciertas aves urbanas o reptiles tolerantes a la perturbación. Sin embargo, dada la presión urbana circundante, su capacidad de recuperación ecológica o de reconexión funcional con otros hábitats estaría altamente comprometida sin intervenciones activas de restauración o manejo ecológico. En este contexto, su valor ecológico potencial seguiría siendo bajo y, sin acciones de conservación específicas, no se prevé una mejora natural en su función como hábitat faunístico.

En términos de erosión, los valores actuales estimados mediante la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE) indican una tasa de pérdida de suelo de **0.0064 ton/ha/año**, cifra muy por debajo del umbral de degradación establecido por **SAGARPA** (**10 ton/ha/año**). Esta condición favorable se debe en gran parte a la cobertura vegetal, que actúa como

barrera física frente a escurrimientos y lluvias intensas y a las características del predio, que presenta una topografía plana.

Respecto a la recarga de acuíferos, la estimación realizada mediante la metodología modificada de Schosinsky (2006) propuesta por Matus-Silva (2007) indica una recarga neta anual de **822.33 m^3/año** para la superficie sujeta al cambio de uso de suelo (**4,624.89 m^2**), producto de la permeabilidad del suelo y la cobertura vegetal. Esta cifra representa un aporte relevante al sistema hidrológico local.

Otros servicios ambientales que provee la vegetación del predio es la captura de **0.9073 toneladas de carbono anuales**, lo que refleja el papel ecológico del sitio como sumidero de carbono y regulador de calidad del aire.

VIII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO (SIN MEDIDAS)

Para el presente pronóstico, el escenario con proyecto describe la evolución esperada de los componentes ambientales en ausencia de medidas de prevención, mitigación o compensación. Este análisis permite identificar los componentes críticos y la magnitud potencial de las afectaciones.

Con base en los resultados de la evaluación de los impactos ambientales potenciales presentados en el Capítulo V, se puede apreciar que la etapa que requerirá mayor atención en cuanto a número de impactos será la de preparación, con 36 de los 71 que se registraron en total (50.7%), seguida de la etapa de construcción, que registró 28 impactos (39.4%) y por último la de operación donde se registran 7 impactos (9.8%).

La etapa de preparación es también la que presenta la significancia más alta de los impactos que se desprenden de sus actividades, siendo las actividades más significativas las de desmonte y despalme, pues verán afectados directa e indirectamente los componentes flora, fauna, aire, agua, suelo y paisaje, sin embargo, se presentan también algunos impactos positivos como lo es el componente económico, que se verá beneficiado por la inversión económica y la generación de empleos. Para la etapa de construcción no se encuentran impactos positivos, por el contrario, todos los impactos que se registraron se encuentran dentro de las categorías “insignificante”, “intrascendente”, “perceptible” o “notorio”. En ninguna etapa se encontró ningún elemento que pueda verse afectado significativamente. La etapa de operación por su parte presenta seis impactos negativos y uno positivo.

Los componentes que registraron mayor número de impactos negativos fueron el suelo y el agua, con 18 impactos. Le sigue el aire con 16; el paisaje con 9 impactos negativos, la fauna con 5 negativos, el económico con 3 impactos positivos y por último la flora con 2 negativos.

En cuanto a significancia, se registran 32 impactos perceptibles (45%), 27 impactos intrascendentes (38%), 7 impactos notorios (9.8%), 4 impactos insignificantes (5.6%) y ningún impacto significativo. Es importante aclarar que la ausencia de impactos clasificados como “significativos” corresponde a una categoría metodológica de la evaluación aplicada, no implica ausencia de afectaciones, sino que, conforme a los criterios utilizados, los impactos previstos se ubican en niveles insignificante, intrascendente, perceptible o notorio, los cuales requieren manejo y control durante la ejecución del proyecto.

En el contexto del proyecto, los **impactos residuales** se entienden como aquellas afectaciones que, aun con la aplicación de medidas, pueden persistir o manifestarse parcialmente debido a la naturaleza de las actividades y a la dinámica ambiental del sitio. En este escenario base (sin medidas), los residuales más relevantes se asocian a: cambios en la estructura del suelo por el movimiento de tierras y la cimentación; la afectación del agua por el arrastre e infiltración de residuos peligrosos, así como la disminución de la superficie de infiltración; a su vez, se prevén impactos residuales en el componente faunístico y florístico por la mortandad de individuos.

Impactos residuales con potencial de ocurrir en el proyecto. En total se identificaron 21 impactos residuales en las tres etapas que conforman el Proyecto, lo cual representa el 29.5% del total de los impactos evaluados. En la etapa de Preparación se identificaron 11, en la etapa de Construcción 9 y para la etapa de Operación se identificó 1 impacto residual. Los impactos residuales afectan al aire, suelo, fauna y agua.

Los **impactos irreversibles** en el medio ambiente se refieren a los cambios que ocurren en un ecosistema y que son tan significativos que no pueden ser revertidos a su estado original, al menos en un plazo de tiempo razonable o con tecnologías y recursos disponibles. Estos cambios pueden incluir la pérdida irreversible de biodiversidad, la degradación del suelo, la contaminación del agua o del aire, y la pérdida de hábitats

Impactos irreversibles con potencial de ocurrir en el proyecto. En total se identificaron 16 impactos irreversibles en las tres etapas, lo cual representa el 22.5% del total de los impactos evaluados. En la etapa de Preparación se identifican 6, en la etapa de Construcción 8 impactos potenciales irreversibles y en la etapa de Operación 2. Donde

resultan potencialmente afectados los componentes ambientales, suelo, el paisaje, el agua y el aire.

En relación con los impactos que afecten especies listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, el escenario con proyecto considera que las principales vías de afectación potencial se asocian a la remoción de vegetación, el ruido, el tránsito de maquinaria, y la modificación del microhábitat, lo que puede ocasionar desplazamiento, pérdida temporal de refugio/alimentación y, en casos puntuales, mortalidad accidental

Impactos sobre especies NOM con potencial de ocurrir en el proyecto. En total se identificaron 5 impactos con afectaciones a especies NOM en las tres etapas, lo cual representa el 7% del total de los impactos evaluados. En las etapas de Preparación y Construcción se identifican 2 impactos en cada etapa y 1 en la etapa de Operación se. En este caso, se potencializa la afectación a especies NOM dentro del componente fauna en el predio por las obras o actividades. Estos impactos pueden derivarse principalmente de actividades como la remoción de vegetación, el movimiento de maquinaria, el ruido y la modificación del hábitat, lo que provoca la pérdida directa de cobertura vegetal, por consiguiente, el desplazamiento de especies o incluso la fragmentación de ecosistemas.

En el caso de la **flora**, los impactos más relevantes incluyen la eliminación de especies nativa. Respecto a la **fauna** silvestre, los efectos negativos pueden manifestarse en forma de alteración de patrones de movilidad, perturbación de ciclos reproductivos y pérdida de zonas de refugio o alimentación, lo que deriva en la pérdida de individuos. Las especies más vulnerables serán aquellas con requerimientos de hábitat más específicos, baja tolerancia a la presencia humana o baja movilidad. Además, existe el riesgo de mortalidad directa por atropellamientos, caídas en excavaciones o interacción con maquinaria pesada.

Para el análisis **acumulativo**, el proyecto se evalúa en el contexto del Sistema Ambiental Regional (SAR), donde ya existen presiones asociadas a la urbanización, cambios de cobertura y aumento de superficies impermeables. En este sentido, los impactos acumulativos más relevantes se relacionan con la pérdida gradual de cobertura vegetal, la reducción de infiltración/recarga a escala local-regional, así como la fragmentación del hábitat en combinación con otras actividades presentes o previsibles en la región.

Impactos acumulativos con potencial de ocurrir en el proyecto. En total se identificaron 48 impactos acumulativos pertenecientes a las 3 etapa. Estos representan el 67.6% del total de los impactos evaluados. En la etapa de Preparación se registraron 21 impactos, en

la etapa de Construcción se contabilizaron 22 y, por último, en la etapa de Operación se identificaron 5 impactos potenciales.

En ausencia de medidas de prevención o mitigación, el desarrollo del proyecto implicaría una remoción total de la cobertura vegetal y exposición directa del suelo, lo que incrementaría de forma significativa el riesgo de erosión y reduciría la capacidad de infiltración del predio.

Las estimaciones indican que la tasa de erosión potencial se incrementaría a 0.5413 ton/ha/año debido a la pérdida de vegetación y a la mayor exposición del suelo durante las etapas de desmonte y construcción. Aunque esta cifra aún se encuentra por debajo del umbral de degradación, representa un aumento de casi 100 veces respecto al valor actual.

Asimismo, la recarga neta anual se perderá en su totalidad a consecuencia de la remoción de la vegetación y la impermeabilización del predio, lo que se verá reflejado en un déficit de 822.33 m³ anuales. Esta pérdida afectaría la capacidad del sitio para contribuir a la recarga del acuífero.

De igual forma, se registraría una pérdida de 0.9073 toneladas de captura de carbono anuales, debido a la eliminación de la vegetación que actualmente presta estos servicios.

VIII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En el análisis del escenario con proyecto, se han identificado un total de 71 impactos ambientales a lo largo de las etapas de preparación, construcción y operación. Estos impactos se han clasificado en términos de su magnitud y significancia, siendo el aire, el suelo, el paisaje, el agua, la fauna, la flora y el componente económico los más afectados. En términos de significancia, se han registrado impactos intrascendentes, perceptibles, notorios e insignificantes.

En el presente apartado, el escenario con proyecto considera la implementación obligatoria de las medidas preventivas, de mitigación y de compensación propuestas en el Capítulo VII, con el objetivo de reducir la magnitud, duración, frecuencia y extensión de los impactos identificados.

Las medidas de mitigación propuestas para este proyecto se clasifican en medidas preventivas, de mitigación y de compensación, que están diseñadas para minimizar y contrarrestar los efectos negativos particulares que potencialmente pueden ser generados

por la implementación del proyecto. Bajo el escenario con medidas, se prevé que los impactos que en el escenario base (sin medidas) se expresan con mayor intensidad durante la preparación del sitio (principalmente asociados a desmonte/despalme, movimiento de suelos, tránsito de maquinaria y manejo de materiales) reduzcan su repercusión ambiental. En consecuencia, los impactos clasificados como notorios se espera que se manifiesten en niveles perceptibles o intrascendentes, mientras que los impactos insignificantes mantendrán dicha condición.

Las medidas de mitigación propuestas con la finalidad de que los impactos ambientales que se generen tengan el efecto mínimo posible en el ecosistema se enlistan en la siguiente tabla. Posteriormente, se presenta una descripción del escenario donde el proyecto se implementa con las medidas de mitigación que aseguran que el ecosistema no se vea degradado.

Tabla VIII. 1. Medidas de mitigación propuestas para el proyecto

No.	Medida	Etapa	Tipo de medida	Componente ambiental por proteger
1	Gerencia Ambiental	Preparación y Construcción	Prevención y mitigación	Todos
2	Plática de concientización ambiental	Preparación y Construcción	Prevención y mitigación	Todos
3	Uso de equipo de protección personal	Preparación y Construcción	Prevención	Socioeconómico
4	Instalación de sanitarios portátiles	Preparación y Construcción	Prevención	Aire, agua y suelo
5	Manejo de residuos sólidos urbanos	Preparación, Construcción y Operación	Prevención y mitigación	Aire, agua, suelo, paisaje y socioeconómico
6	Manejo de residuos peligrosos y de manejo especial	Preparación y Construcción	Prevención y mitigación	Aire, agua, suelo, paisaje y socioeconómico
7	Disminución de polvos	Preparación y Construcción	Prevención y mitigación	Aire y socioeconómico
8	Disminución de ruido	Preparación y Construcción	Prevención y mitigación	Aire y socioeconómico
9	Delimitación de obra y accesos de maquinaria	Preparación y Construcción	Prevención	Aire, agua, suelo y fauna
10	Mantenimiento de vehículos y maquinaria	Preparación y Construcción	Prevención y mitigación	Aire, agua y suelo
11	Instalación de señalamientos de seguridad y cuidado del medio ambiente	Preparación, Construcción y Operación	Prevención y compensación	Todos

12	Zanja de infiltración	Construcción y Operación	Compensación	Agua
13	Control de la compactación del suelo	Preparación y Construcción	Mitigación	Suelo y agua
14	Programa de Reforestación en el Predio	Construcción y Operación	Compensación	Aire, agua, suelo, flora, fauna, paisaje.
15	Barreras físicas flotantes	Preparación y Construcción	Prevención y mitigación	Agua
16	Monitoreo, rescate y reubicación de fauna	Preparación, Construcción y Operación	Prevención y mitigación	Fauna
17	Programa de manejo y reubicación de Iguana Verde (*Iguana rhinolopha*)	Preparación, Construcción y Operación	Prevención y mitigación	Fauna
18	Control de luminaria	Preparación, Construcción y Operación	Prevención y mitigación	Fauna
19	Programa de prevención de Colisiones de la Avifauna	Construcción y Operación	Prevención y mitigación	Fauna
20	Programa de Reforestación de Estero El Salado	Preparación, Construcción y Operación	Compensación	Aire, Agua, Suelo, Flora, Fauna, Paisaje
21	Programa de Rescate y Reubicación de Flora	Preparación, Construcción y Operación	Mitigación	Aire, agua, suelo, flora, fauna y paisaje

1. **Gerencia ambiental (prevención y mitigación):** Se contratará personal que dé seguimiento al Programa de vigilancia ambiental que, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, desempeñará un papel en la planificación, supervisión y coordinación de todas las acciones dirigidas a prevenir, minimizar y controlar los impactos ambientales del proyecto mediante la implementación de las medidas de mitigación establecidas en este documento, así como la verificación constante del cumplimiento de las normativas ambientales vigentes. El equipo de gerencia ambiental será responsable de establecer protocolos claros para la gestión de residuos, control de emisiones, manejo adecuado de maquinaria y protección del suelo y la vegetación, entre otros aspectos.
2. **Pláticas de concientización ambiental (prevención y mitigación):** Esta medida se implementará durante la etapa de preparación y construcción del sitio y está orientada a fomentar una cultura de conciencia y responsabilidad ambiental entre

todos los trabajadores, contratistas y demás personas involucradas en el proyecto. Su objetivo principal es garantizar que el personal comprenda la importancia de proteger el entorno natural y esté capacitado para actuar de manera preventiva frente a posibles impactos ambientales. Las pláticas se enfocarán en informar y sensibilizar sobre temas clave como el manejo adecuado de residuos, la conservación de la flora y fauna local, la prevención de la contaminación del suelo y cuerpos de agua, así como la importancia de respetar las zonas delimitadas como áreas de protección o no intervención. También se brindarán indicaciones prácticas sobre el uso adecuado de maquinaria, control de emisiones, uso eficiente del agua y energía, así como respuesta ante contingencias ambientales. Al generar una conciencia ecológica colectiva se promueve y facilita el cumplimento de las medidas de mitigación, cumpliendo con el objetivó evitar el deterioro ambiental.

3. **Uso de equipo de protección (preventiva):** El uso de equipo de protección personal (EPP) se considera una medida de seguridad y salud ocupacional, aplicable durante todas las etapas del proyecto, para reducir riesgos a los trabajadores. Su implementación se realizará conforme a la normatividad laboral vigente y a los lineamientos internos de seguridad del promovente. De esta manera se evitarán incidentes de obra durante el desarrollo del proyecto.
4. **Instalación de sanitarios portátiles (preventiva):** Durante las etapas de preparación y construcción, se llevará a cabo la instalación de sanitarios portátiles como medida preventiva para evitar impactos negativos sobre los componentes agua y suelo. Esta acción busca asegurar el manejo higiénico y controlado de los desechos humanos, previniendo la contaminación del entorno por descargas inadecuadas o deficiencias en el saneamiento. Los sanitarios estarán distribuidos estratégicamente en el área de trabajo, en cantidades proporcionales al número de trabajadores, cumpliendo con lo establecido por la normatividad en materia de salud y seguridad laboral. Además, se contratará un servicio especializado para realizar la limpieza, desinfección y vaciado periódico de los depósitos, garantizando así que no se generen malos olores ni proliferación de vectores. Con esta medida, se evitarán las descargas de aguas residuales sobre cuerpos de agua o el suelo, así como los gases y malos olores generados por la descomposición de materia orgánica. De esta manera, se mantendrá la calidad de estos factores ambientales y no se verán afectados elementos como las aguas subterráneas, asegurando que se mantenga su calidad.

5. **Manejo de Residuos Sólidos Urbanos (prevención y mitigación):** Durante todas las etapas del proyecto (preparación, construcción y operación), se implementará un programa integral de manejo de residuos sólidos urbanos (RSU) con el objetivo de prevenir y mitigar impactos negativos en el suelo, cuerpos de agua y calidad del aire, derivados de la generación de desechos por parte de trabajadores en obra y, posteriormente, por los futuros residentes. Esta medida contempla la recolección, separación, almacenamiento temporal, valorización y disposición final de los RSU que sean generados, con énfasis en una gestión responsable y conforme a la normatividad ambiental aplicable. Durante la obra, se colocarán contenedores diferenciados (orgánicos, inorgánicos, reciclables y no reciclables) en puntos estratégicos del sitio y se brindará capacitación al personal para asegurar una correcta separación en la fuente. Con esta medida se reducen los efectos adversos que conlleva la generación de residuos como la generación de gases por una inadecuada disposición y, además, se previene la contaminación del suelo y agua en el área del proyecto, asegurando que se mantenga la calidad de estos elementos.
6. **Manejo de Residuos de Peligrosos y de Manejo Especial (prevención y mitigación):** Durante las etapas de preparación y construcción del proyecto, se llevará a cabo un plan específico para el manejo adecuado de los residuos peligrosos y de manejo especial que buscará que se cumpla con la normatividad en materia y se eviten los impactos potenciales que pudieran generarse durante las primeras dos etapas del proyecto.

   Entre los RP que pudieran ser generados se encuentran aceites usados, solventes, trapos impregnados, envases de productos químicos, filtros de aceite y residuos de pintura, mientras que los RME que podrían generarse son escombros, maderas contaminadas, envases de cemento o residuos de materiales eléctricos. Con esta medida se garantiza una gestión ambientalmente responsable, minimizando los riesgos de contaminación de suelo y agua por derrames o incorrecta disposición y protegiendo la salud tanto del personal como de los ecosistemas cercanos al sitio de construcción.
7. **Disminución de polvos (prevención y mitigación):** Durante las etapas de preparación y construcción, se implementarán medidas específicas para reducir la emisión y dispersión de partículas suspendidas (polvos) generadas por el movimiento de maquinaria, el tránsito de vehículos, excavaciones, carga y descarga de materiales. Esta acción busca mitigar los impactos negativos en la calidad del

aire y proteger tanto el componente ambiental como el componente social, al reducir molestias y riesgos a la salud de trabajadores y poblaciones cercanas.

8. **Disminución de ruido (prevención y mitigación):** Durante las etapas de preparación y construcción, se adoptarán diversas acciones para reducir la generación de ruido producido por maquinaria, vehículos pesados, herramientas de construcción y otras actividades propias de la obra. Esta medida busca mitigar impactos negativos sobre el entorno, en especial sobre el componente social (trabajadores y comunidades cercanas) y la fauna silvestre, que puede verse alterada por niveles sonoros elevados. Estas acciones se complementarán con monitoreos periódicos de niveles de presión sonora, cuando sea pertinente, a fin de verificar que se mantengan dentro de los límites establecidos por la NOM-081-SEMARNAT-1994, relativa a los niveles máximos permisibles de emisión de ruido.
9. **Delimitación de obra y acceso de maquinaria (prevención):** Durante las etapas de preparación y construcción, se implementará la delimitación precisa de las zonas de trabajo y los accesos para maquinaria pesada, con el objetivo de proteger el suelo, la flora, la fauna y evitar afectaciones innecesarias fuera del área autorizada del proyecto. Esta medida preventiva busca restringir el tránsito y operación de maquinaria, vehículos y personal únicamente a las áreas previamente definidas en los planos de ejecución de obra, minimizando así la fragmentación y alteración de ecosistemas circundantes, la compactación del suelo y la disposición de residuos en áreas no autorizadas para tal efecto.
10. **Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria (prevención y mitigación):** Durante las etapas de preparación y construcción, se implementará un programa riguroso de mantenimiento preventivo para todos los vehículos y maquinaria pesada utilizados en el proyecto, con el fin de minimizar las emisiones contaminantes y prevenir fugas de sustancias nocivas que puedan afectar el aire, el agua y el suelo. Con esta medida se contribuye a reducir la emisión de gases contaminantes (como monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas), así como a prevenir la contaminación por derrames de sustancias químicas. Esta medida aborda diferentes impactos que pudieran ser generados por el uso de maquinaria, entre los que se encuentra la contaminación del aire, suelo y agua, de tal manera que, con la implementación de esta medida, se conservará la calidad del ambiente.

11. **Instalación de señalamientos de seguridad y cuidado al medio ambiente (prevención y compensación):** A lo largo de las etapas de preparación, construcción y operación, se implementará un sistema integral de señalización ambiental y de seguridad. Esta señalización busca generar conciencia y un recordatorio constante hacia los trabajadores y usuarios del cumplimiento de los lineamientos ambientales con el objetivo de prevenir impactos negativos sobre la fauna, flora, suelo, agua, aire y la población humana involucrada o cercana al proyecto. Además, esta señalización permitirá minimizar riesgos de accidentes, proteger recursos naturales y fomentar la colaboración activa de todos los involucrados en la conservación del entorno.
12. **Zanja infiltración (compensación):** Durante las etapas de preparación, construcción y operación, se implementará la construcción y mantenimiento de la zanja de infiltración como una medida para compensar impactos negativos en el recurso hídrico derivados de la pérdida de infiltración.

    La remoción de vegetación e impermeabilización del suelo eliminará en su totalidad la posibilidad de infiltración de agua hacia el acuífero, por lo que esta medida busca compensar, por lo menos, una tasa de infiltración de 822.33 m^3/año. Por ello, se propone la instalación de 15 metros lineales de zanja de infiltración que tendrá una capacidad para infiltrar 362.88 m^3 de agua al día. Con esta medida, se asegura que, a pesar de la pérdida de vegetación, continúe habiendo una recarga hídrica del agua de lluvia que incida en el predio y que, en conjunto con otras medidas, se mantenga la calidad del agua que se infiltre.
13. **Control de compactación del suelo (mitigación):** Durante las etapas de preparación y construcción, se implementarán acciones específicas para mitigar los impactos negativos en el suelo causados por la compactación, resultado del tránsito constante de maquinaria pesada, almacenamiento de materiales y movimientos de tierra. Esta medida busca minimizar la compactación del suelo de manera innecesaria durante las etapas de operación y construcción.
14. **Programa de reforestación en el predio (compensación):** La propuesta paisajística contempla la integración de áreas verdes dentro del proyecto, distribuidas estratégicamente para contribuir tanto a la mejora estética como a la funcionalidad ambiental del desarrollo, evitando, a su vez, la erosión del suelo. Se empleará vegetación nativa adaptada a las condiciones climáticas locales, con

énfasis en especies resistentes a la salinidad, exposición solar y brisa marina, garantizando su viabilidad a largo plazo y reduciendo la necesidad de mantenimiento intensivo. Con la implementación de esta medida, la erosión potencial una vez implementado el proyecto será de 0.0108 ton/ha/año, que contrasta con los 0.5413 ton/ha/año que sería erosionado sin la implementación de medidas.

15. **Barreras físicas flotantes (prevención y mitigación):** Durante las etapas de preparación y construcción, se implementará la colocación de barreras físicas flotantes como una medida de prevención y mitigación de impactos ambientales en cuerpos de agua cercanos al área del proyecto (Estero El Salado). Estas barreras tienen como finalidad prevenir la dispersión de sólidos en suspensión, sedimentos, aceites o contaminantes líquidos que pudieran generarse durante el desmonte, excavación, movimiento de materiales o derrames accidentales. Así como mitigar impactos sobre la calidad del agua y la biota acuática, especialmente en zonas con un valor ambiental elevado como lo es el Estero el Salado. De esta manera, se asegura que los cuerpos de agua reciban la mínima carga de contaminantes y se evita la degradación de ecosistemas costeros, como lo es el océano y el Estero El Salado.
16. **Monitoreo, rescate y reubicación de fauna (prevención y mitigación):** Durante las etapas de preparación y construcción, se implementará un programa de monitoreo, rescate y reubicación de fauna, cuyo objetivo principal es prevenir impactos negativos sobre las poblaciones animales locales y evitar riesgos como atropellos, lesiones o la pérdida de individuos durante las actividades de obra. Con esta medida, se busca mantener la integridad de las poblaciones faunísticas, reducir el estrés causado por la obra y promover la conservación de la biodiversidad en el SAR, de tal manera que se mantenga la biodiversidad.
17. **Programa de manejo y reubicación de Iguana verde (*Iguana rhinolopha*) (prevención y mitigación):** Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, se implementará un Programa específico de manejo y reubicación para la iguana verde (*Iguana rhinolopha*), especie nativa común en la región, pero susceptible a la pérdida y fragmentación de hábitat, así como a la mortalidad por atropellamiento y actividades de obra en las zonas de construcción del proyecto.

El objetivo del programa es prevenir afectaciones directas a los individuos presentes en el predio mediante acciones de detección, rescate, contención temporal y reubicación en sitios adecuados conforme a criterios de bienestar animal y manejo de fauna silvestre. De esta manera, se asegura que la implementación del proyecto no propicie en el cambio de categoría de riesgo de esta o cualquier especie de fauna silvestre, manteniendo la biodiversidad del SAR.

18. **Control de luminaria (prevención y mitigación):** Durante las etapas de preparación, construcción y operación, se implementará el control del sistema de iluminación como una medida tanto preventiva como de mitigación, con el objetivo de reducir impactos en el componente fauna. Esta medida se adapta a las diferentes etapas del proyecto, asegurando que la iluminación sea ambientalmente responsable, contribuyendo al bienestar del entorno natural. Con esto se evitan daños a la fauna como la alteración de los patrones de conducta que pudiera provocar el uso de luminaria sin consideraciones ambientales.
19. **Programa de prevención de colisiones de la avifauna (prevención y mitigación):** Durante las etapas de construcción y operación, se adoptará el uso de vidrios con marcadores visuales anticolisión como una medida de prevención y mitigación orientada a proteger la fauna, especialmente las aves, que suelen chocar con superficies de vidrio transparente o reflectante al no percibirlas como obstáculos. De esta manera, se asegura que la implementación de la torre no impacte en las poblaciones locales o migratorias de avifauna que sobrevuela en la zona y que la biodiversidad del SAR y otras áreas se mantenga.
20. **Programa de Reforestación de Estero El Salado (compensación):** Una vez autorizado el proyecto, se llevará a cabo, en coordinación con la SEMARNAT y la Administración del ANP Parque Estatal Estero el Salado, un programa de reforestación de manglar en el Parque Estatal “Estero El Salado”. Con esta medida, se busca compensar la pérdida de los servicios ambientales, como la capacidad de captura de carbono, provocada por la remoción de la vegetación del predio. La remoción de vegetación en el predio generará una pérdida de captación de 0.9073 toneladas de carbono anuales. Esta reforestación busca aumentar la capacidad de captación en el área de influencia a 7.44 toneladas de carbono anuales por la reforestación con manglar y de 0.116972 toneladas de carbono anuales por el rescate y reubicación de flora.

Con la implementación de las medidas propuestas, se prevé que los impactos originalmente clasificados como notorios en la etapa de preparación y construcción reduzcan su expresión a niveles perceptibles o intrascendentes. No obstante, se reconoce que algunos efectos residuales pueden persistir, principalmente asociados al cambio permanente de cobertura en el área autorizada, la modificación del paisaje y la presencia de superficies impermeables; dichos residuales se compensan y controlan mediante obras de infiltración, reforestación y el programa de compensación ambiental planteado.

21. Programa de Rescate y Reubicación de Flora (Mitigación): Se propone realizar el rescate y reubicación de 14 individuos arbóreos de *Bursera simaruba*. La implementación de esta medida busca contribuir a la disminución de la erosión del suelo del área del proyecto, mitigar la captura de carbono, dar refugio y alimento a la fauna silvestre que pueda incidir en el área y retribuir parte de la naturalidad al área del proyecto tras el CUSTF. El rescate será realizado antes del inicio de las actividades de CUSTF y los árboles serán reubicados una vez sean conformadas las áreas verdes y ajardinadas durante la construcción, sin embargo, el mantenimiento de la vegetación deberá realizarse durante toda la vida útil del proyecto. De esta manera, se busca contribuir a la conservación de los servicios ecosistémicos y aumentar la belleza paisajística del área del proyecto.

VIII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL

Una vez considerado el escenario de implementación del proyecto con la aplicación de todas las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, se puede proyectar un desarrollo con un control ambiental efectivo, donde las afectaciones identificadas en las etapas críticas (preparación y construcción) serán limitadas en magnitud, duración y extensión espacial.

Durante la etapa de preparación del sitio, se prevé una ejecución progresiva de actividades, comenzando con la delimitación precisa del área de intervención y la implementación inmediata de las medidas preventivas como el cercado perimetral, señalización ambiental, instalación de sanitarios portátiles y la capacitación del personal en temas de manejo ambiental. Estas acciones permitirán evitar impactos fuera del polígono autorizado, reducir emisiones difusas y prevenir la contaminación del suelo y cuerpos de agua.

A lo largo de las actividades de desmonte y despalme, el monitoreo de fauna, rescate de ejemplares y reubicación controlada, particularmente de iguanas verdes, se llevará a cabo en coordinación con instancias locales. La remoción vegetal se realizará en franjas controladas, utilizando maquinaria ligera, bajo supervisión ambiental continua y evitando afectaciones innecesarias. El material vegetal generado se aprovechará para la construcción inmediata de terrazas de ramas con costales, ubicadas en los puntos del predio con mayor pendiente, lo que permitirá controlar eficientemente la erosión hídrica. Simultáneamente, se restringirá el tránsito de maquinaria a zonas específicas y se verificará el mantenimiento de vehículos para evitar derrames.

Durante la etapa de construcción, se mantendrán los controles sobre emisiones de polvo y ruido mediante riego periódico, barreras físicas y horarios de trabajo establecidos. El sistema de manejo de residuos segregará adecuadamente los residuos urbanos, peligrosos y de manejo especial, garantizando su disposición mediante empresas autorizadas. Las zanjas de infiltración estarán operando desde la fase de construcción, favoreciendo la retención de escurrimientos y permitiendo una infiltración continua.

En la etapa de operación, se prevé un entorno urbanizado estabilizado, con superficies impermeables consolidadas, zonas verdes reforestadas y estructuras de captación pluvial (zanjas y pozos de infiltración) funcionales. Estas obras asegurarán la compensación de la pérdida de recarga acuífera, mitigando en más del 100% el déficit generado por el cambio de uso de suelo. Con la implementación de áreas verdes con vegetación nativa, se reducirá la erosión del suelo en el área del proyecto y se mejorarán otros servicios ambientales como la captación de carbono.

Las medidas de compensación continuarán siendo aplicadas incluso durante la etapa de operación. La zanja de infiltración continuará recargando agua al acuífero, mitigando la pérdida de la superficie de infiltración. Las hectáreas sujetas a la reforestación con manglar en el “Estero El Salado” continuarán ofreciendo los servicios ambientales inherentes del ecosistema, como captura de carbono, protección contra fenómenos meteorológicos, paisajismo, protección de fauna silvestre y recreación. De esta manera, se asegura que la implementación del proyecto no implique la degradación del ambiente ni de los ecosistemas del Sistema Ambiental Regional.

VIII.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En esta sección se analizan las alternativas del diseño del proyecto de acuerdo a los siguientes criterios:

a) De ubicación

De acuerdo con la normativa en materia de evaluación de impacto ambiental, se analizó la posibilidad de alternativas de ubicación para el desarrollo del proyecto habitacional. Sin embargo, se concluye que no resulta viable establecer este proyecto en una ubicación distinta por razones técnicas, económicas y territoriales.

El proyecto **"Alisia"** es de carácter privado y ha sido diseñado específicamente para desarrollarse en el predio actualmente considerado, el cual cuenta con características urbanas, de conectividad, infraestructura de servicios y normatividad de uso de suelo que hacen viable su desarrollo. Este predio, ubicado en la zona de Marina Vallarta, mantiene disponibilidad para la implementación de proyectos verticales y cuya documentación de tenencia, compatibilidad de uso y factibilidad urbana ha sido debidamente gestionada y autorizada por las instancias correspondientes. Además, según los Programas de Desarrollo Urbano que regulan el uso de suelo de la zona, este territorio cuenta con la aptitud para el desarrollo de proyectos habitacionales.

La adquisición de terrenos alternativos en el entorno urbano de Puerto Vallarta, particularmente en zonas de alta plusvalía como Marina Vallarta, representa una complejidad técnica y financiera considerable. Actualmente, la oferta de terrenos con características similares en cuanto a ubicación, accesibilidad, normatividad aplicable y compatibilidad con el modelo de negocio inmobiliario planteado es sumamente limitada. A ello se suman los altos costos asociados a la adquisición de predios en esta zona, lo que afectaría la viabilidad comercial del proyecto y su congruencia con los planes de inversión.

Desde el punto de vista urbano, el predio evaluado ya se encuentra inserto en una matriz consolidada de infraestructura, con acceso a vialidades primarias, servicios de agua potable, alcantarillado, electricidad, telefonía, internet y recolección de residuos, lo cual permite minimizar la huella ambiental derivada de la provisión de servicios básicos y el desarrollo de infraestructura nueva. Por tanto, su utilización representa una opción más eficiente desde el punto de vista ambiental en comparación con la urbanización de nuevas áreas naturales o rurales.

b) De tecnología:

Los elementos estructurales de la torre fueron diseñados conforme a las características del suelo, las resistencias suficientes y la susceptibilidad de fenómenos geológicos. En este sentido, el proyecto fue diseñado con tecnologías estructurales que permitan que la torre sostenga el peso de la estructura de todos los niveles, optimizando el uso de materiales de construcción como concreto, haciendo un aprovechamiento eficiente de los recursos naturales.

En este sentido, no se contemplan alternativas en la aplicación de tecnologías constructivas o estructurales, ya que el diseño de la torre representa la alternativa que mejor se adapta a las necesidades del proyecto en equilibrio con la necesidad de recursos naturales.

c) De reducción de la superficie por ocupar:

El proyecto fue diseñado específicamente para ocupar la superficie aprovechable en el predio donde será emplazado. Como criterio de las dimensiones que puede alcanzar la torre se utiliza lo establecido en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Distrito Urbano 5, instrumento el cual regula el uso de suelo en la zona. El proyecto optimiza el espacio aprovechable dentro de la propiedad privada, de tal manera que se incluyen las áreas comunes, habitacionales y de servicios, de tal manera que reducir la superficie por ocupar comprometería la viabilidad del proyecto para aportar espacios de recreación y contribuir con el atractivo turístico de la zona.

d) De características en la naturaleza:

El plan maestro del proyecto cumple el objetivo de generar espacios habitacionales con acceso a servicios y amenidades que buscan aumentar el atractivo turístico de la zona. La obra constructiva busca optimizar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de los materiales de obra mediante el aprovechamiento efectivo del espacio y técnicas de construcción. Las dimensiones y densidades del proyecto se encuentran alineadas con lo establecido en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Distrito Urbano 5, instrumento el cual regula el uso de suelo en la zona. Disminuir o modificar las características del plan maestro comprometería la viabilidad económica y estructural del proyecto, por lo que se considera que la alternativa presentada permitirá el cumplimiento de los objetivos.

e) De compensación de impactos residuales significativos:

A pesar de que no se identifican impactos residuales significativos que puedan ser generados por las actividades del proyecto, se proponen medidas de compensación que buscan que se mantengan los servicios ambientales en el ecosistema que serán afectados por la implementación del proyecto. Algunos de estas medidas son la instalación de Zanjas de infiltración para compensar la pérdida de la superficie de infiltración y el Programa de Reforestación de Manglar para compensar la pérdida de servicios ecosistémicos proveídos por la vegetación del predio. Estas medidas fueron descritas puntualmente en el Capítulo VII de este DTU-BR. Las medidas mencionadas, que serán aplicadas con el resto de las medidas de prevención y mitigación, cumplen el objetivo de compensar los impactos residuales que serán generados por la implementación del proyecto. Estas medidas fueron diseñadas para compensar los impactos generados en mayor medida que las afectaciones que serán generadas durante la preparación y construcción del proyecto, de tal manera que no se consideran alternativas a estas medidas que no comprometan la viabilidad económica del proyecto.

VIII.6 BIBLIOGRAFÍA

Barrios-Ziolo, L. F., Robayo-Gómez, J., Prieto-Cadavid, S., & Cardona-Gallo, S. A. (2015). Biorremediación de suelos contaminados con aceites usados de motor. *Revista Cintex*, *20*(1), 69-96.

Bazant, J. (2011). Interdependencia de la expansión urbana y el medio ambiente circundante. Causas de su degradación. *Cuadernos de vivienda y urbanismo*, *4*(8), 198-223.

De La Cruz, E. S. (2007). Contaminación sonora por ruido vehicular en la Avenida Javier Prado. *Industrial data*, *10*(1), 11-15.

Gorostiaga N., Zamboni L.P., Cerezo A., Pavé R. (2020). Influencia de los atributos del paisaje en la ocupación de parches de bosque y en la demografía de *Alouatta caraya* en un ambiente fragmentado del noreste de Argentina. Revista Mexicana de Biodiversidad. DOI: https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2021.92.3475

Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco (2021). Puerto Vallarta Diagnostico Municipal agosto 2021. Recuperado de https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2021/10/Puerto-Vallarta-1.pdf

Matteucci, S. D., & Falcón, M. (2012). Efectos de la urbanización sobre la biodiversidad. Fundación de Historia Natural Félix de Azara. ISBN: 978-9-8727785-5-2. pp. 272-291.

Orduña-Villaseñor, M., Valenzuela-Galván, D., & Schondube, J. E. (2023). Tus mejores amigos pueden ser tus peores enemigos: impacto de los gatos y perros domésticos en países megadiversos. *Revista mexicana de biodiversidad*, *94*.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. Diario Oficial de la Federación (D.O.F). 30 de mayo del 2000, (México).

Santos, T., & Tellería, J. L. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas*, *15*(2).

Secretaría de Marina (s.f). Puerto Vallarta, Jalisco. Recuperado de: https://digaohm.semar.gob.mx/derrotero/cuestionarios/cnarioVallarta.pdf

Téllez, J., & Rodríguez, A. (2006). Contaminación por monóxido de carbono: un problema de salud ambiental. *Revista de salud pública*, *8*, 108-117.

Villa, P. M., Cardinelli, L. D. S., Magnago, L. F., Heringer, G., Venâncio Martins, S., Viana Campos, P., Alves Meira-Neto, J. A. (2018). Relación especie-área y distribución de la abundancia de especies en una comunidad vegetal de un inselberg tropical: efecto del tamaño de los parches. Revista de Biología Tropical, 66(2), 937-951.

IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO 2

IX.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN 2

IX.1.1 Cartografía 2
IX.1.2 Listados de flora y fauna 5
IX.1.3 Fotografías 15

IX.2 GLORSARIO DE TÉRMINOS 16
IX.3 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA 19

IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

IX.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

En esta sección se enlistan y describen los correspondientes instrumentos técnicos y fuentes de información que sustentan la elaboración del presente Documento Técnico Unificado Modalidad B-Regional (DTU-BR) del Proyecto denominado **"Alisia"**, a desarrollarse en el municipio de Puerto Vallarta, Jalisco.

IX.1.1 Cartografía

Se enlista el conjunto de planos incluidos en cada capítulo del presente DTU-BR, los cuales se presentan en conjunto con el DTU-BR.

Capítulo II. Descripción del proyecto

Plano II. 1. Ubicación del área del proyecto respecto al Recinto Portuario de Puerto Vallarta

Plano II. 2. Localización en carta topográfica

Plano II. 3. Cuadro de Construcción del Área del Proyecto "Alisia"

Plano II. 4. Vías de acceso al área del proyecto

Plano II. 5. Régimen Jurídico de las Superficies que conforman el Área del Proyecto.

Plano II. 6. Polígono de Propiedad Privada según Escritura No. 15,573

Plano II. 7. Zonificación de propiedad privada

Plano II. 8. Delimitación de ZOFEMAT del Recinto Portuario.

Plano II. 9. Superficie sujeta a C.U.S.T.F.

Plano II. 10. Superficie de C.U.S.T.F. por tipo de vegetación.

Plano II. 11. Corte arquitectónico transversal con alturas por nivel

Plano II. 12. Plan Maestro Nivel Sótano

Plano II. 13. Plan Maestro Nivel Planta Baja

Plano II. 14. Áreas techadas en Nivel Planta Baja

Plano II. 15. Plan Maestro Nivel Tipo Unit Mix 1A

Plano II. 16. Plan Maestro Nivel Tipo Unit Mix 1B

Plano II. 17. Plan Maestro Nivel Tipo Unit Mix 2A

Plano II. 18. Plan Maestro Nivel Tipo Unit Mix 2B

Plano II. 19. Plan Maestro Nivel Tipo Unit Mix 3A

Plano II. 20. Plan Maestro Nivel Tipo Unit Mix 3B

Plano II. 21. Plan Maestro Nivel Tipo Unit Mix 4B

Plano II. 22. Plan Maestro Nivel Roof Garden

Plano II. 23. Área cubierta Nivel Roof Garden

Plano II. 24. Restricciones del proyecto

Plano II. 25. Localización del proyecto en la Microcuenca Puerto Vallarta

Plano II. 26. Representación gráfica Regional

Plano II. 27. Vegetación actual en el predio de propiedad privada

Plano II. 28. Ubicación los árboles censados dentro del predio

Plano II. 29. Sitios de muestreo para arbustivas y herbáceas dentro del predio

Capítulo IV. Descripción del sistema ambiental regional (SAR) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región

Plano IV. 1. Delimitación del sistema ambiental regional

Plano IV. 2. Superficie del Sistema Ambiental Regional

Plano IV. 3. Delimitación del Área de Influencia

Plano IV. 4. Superficie del Área de Influencia

Plano IV. 5. Clima en el Sistema Ambiental Regional y el Área de Influencia

Plano IV. 6. Clima en el predio del proyecto

Plano IV. 7. Subprovincias fisiográficas

Plano IV. 8. Topoforma identificada en el área de estudio

Plano IV. 9. Tipos de roca presentes en el Sistema Ambiental Regional y Área de Influencia

Plano IV. 10. Tipo de roca presentes en predio del proyecto

Plano IV. 11. Tipos de suelo y asociaciones presentes en el sistema ambiental regional y área de influencia

Plano IV. 12. Tipos de suelo y asociaciones del área del proyecto

Plano IV. 13. Hidrología subterránea del Sistema Ambiental Regional y Área de Influencia

Plano IV. 14. Hidrología subterránea en el predio

Plano IV. 15. Hidrología superficial en el Sistema Ambiental Regional y Área de Influencia

Plano IV. 16. Hidrología superficial en el área del proyecto

Plano IV. 17. Uso de suelo y vegetación del Sistema Ambiental Regional y el Área de Influencia de acuerdo con INEGI Serie I

Plano IV. 18. Uso de suelo y vegetación del Sistema Ambiental Regional y el Área de Influencia de acuerdo con INEGI Serie VI

Plano IV. 19. Sitios de muestreo en el Sistema Ambiental Regional

Plano IV. 20. Vegetación del área del proyecto de acuerdo con INEGI Serie I

Plano IV. 21. Vegetación actual de la propiedad privada

Plano IV. 22. Arboles registrados en el Censo

Plano IV. 23. Sitios de muestreo del estrato arbustivo y herbáceo

Plano IV. 24. Muestreos de fauna en SAR

Plano IV. 25. Transectos realizados dentro del predio

Plano IV. 26. Área Natural Protegida “Estero el Salado” y su localización con respecto al proyecto

Plano IV. 27. RTP Sierra Vallejo-Río Ameca y su localización con respecto del sitio del proyecto

Plano IV. 28. RHP Cajón de Peñas-Chamela y su localización con respecto al sitio del proyecto

Plano IV. 29. RMP Bahía de Banderas y su localización con respecto al sitio del proyecto

Plano IV. 30. AICA Islas Marietas y su localización con respecto al sitio del proyecto

Plano IV. 31 Uso de suelo y vegetación del área del proyecto

Plano IV. 32. Factor R

Plano IV. 33. Factor k

Plano IV. 34. Factor LS

Plano IV. 35. Factor C

Plano IV. 36. Erosión actual con vegetación en el área del proyecto

Plano IV. 37. Erosión potencial en suelo desnudo

Plano IV. 38. Erosión con el Proyecto

Plano IV. 39. Tipos de unidades geohidrológicas

VI. Justificación técnica, económica y social que motive la autorización excepcional del cambio de uso del suelo

Plano VI. 1. Erosión actual con vegetación en el área del proyecto

Plano VI. 2. Erosión potencial en suelo desnudo

Plano VI. 3. Erosión con el Proyecto

IX.1.2 Listados de flora y fauna

Listado florístico del sistema ambiental regional

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	FB
Acanthaceae	*Dyschoriste hirsutissima*	Pie de paloma	-	H
	Entada polystachya	Bejuco prieto	-	H
	Ruellia blechum	Camarón	-	H
Anacardiaceae	*Spondias purpurea*	Ciruelo	-	A
Apocynaceae	*Cascabela ovata*	Torito	-	A/Ar
Aristolochiaceae	*Aristolochia carterae*	Guaco	-	Ht
	Aristolochia taliscana	Guaco	-	Ht

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	FB
Asteraceae	*Melanthera nivea*	Canilla de mulita	-	H
Bignoniaceae	*Handroanthus chrysanthus*	Primavera	A	A
	Tabebuia rosea	Rosa morada	-	A
Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	Rosa amarilla	-	A
Bromeliaceae	*Bromelia pinguin*	Piñuela	-	Ar
Burseraceae	*Bursera excelsa*	Copal Santo	-	A
	Bursera simaruba	Palo mulato	-	A
Commelinaceae	*Commelina erecta*	Cantillo	-	H
	Commelina obliqua	Comelina	-	H
Convolvulaceae	*Ipomoea bracteata*	Bejuco blanco	-	Ht
Euphorbiaceae	*Croton suberosus*	Oreja de tigre	-	Ar
Fabaceae	*Apoplanesia paniculata*	Arco negro	-	A
	Bauhinia divaricata	Calzoncillo	-	A/Ar
	Centrosema pubescens	Campanilla	-	H
	Enterolobium cyclocarpum	Parota	-	A
	Henrya insularis	Hierba del toro	-	H
	Hymenaea courbaril	Cuapinole	-	A
	Inga laurina	Inga	-	A
	Leucaena lanceolata	Guaje	-	A
	Lonchocarpus mutans	Chaperno	-	A
	Lysiloma divaricatum	Mauto	-	A
	Pithecellobium dulce	Guamuchil	-	A
	Senna atomaria	Palo Zorrillo	-	A
	Vachelia hindsii	Hormiguillo	-	A
	Vachelia macracantha	Algorrobo	-	A
Malpighiaceae	*Byrsonima crassifolia*	Nanche	-	A
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guásima	-	A
	Heliocarpus pallidus	Cuaulote	-	A
	Heliocarpus terebinthinaceus	Cucuito	-	A
	Luehea candida	Algodoncillo	-	A
	Pseudobombax ellipticum	Coquito	-	A
	Pseudobombax palmeri	Clavelina	-	A
	Tilia americana	Tilo americano	-	A
Moraceae	*Ficus cotinifolia*	Amate negro	-	A
	Ficus insipida	Higuera blanca	-	A
Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Arrayán	-	A
Nyctaginaceae	*Salpianthus arenarius*	Hoja de lagarto	-	H
Passifloraceae	*Passiflora ciliata*	Maracuyá	-	Ht
Piperaceae	*Piper aduncum*	Hierba santa	-	Ar
	Piper auritum	Hierba santa	-	Ar

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	FB
Poaceae	*Lasiacis divaricata*	Carricillo	-	Ht
Polygonaceae	*Antigonon leptopus*	Coralita	-	H
Rubiaceae	*Randia aculeata*	Crucecita	-	A
	Randia armata	Cruceta	-	A
	Randia malacocarpa	Cruceta	-	Ar
Salicaceae	*Casearia corymbosa*	Botoncillo	-	A
Sapindaceae	*Paullinia pinnata*	Bejuco de costilla	-	Ht
	Serjania emarginata	Serjania	-	Ht
Selaginellaceae	*Selaginella pallescens*	Doradilla	-	H
Urticaceae	*Cecropia obtusifolia*	Guarumo	-	A

Listado florístico del área del proyecto

Familia	Especie	Nombre común	FB
Acanthaceae	*Ruellia blechum*	Camarón	H
Arecaceae	*Chrysalidocarpu lutescens*	Palma areca	Ar
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Palo mulato	A
Capparaceae	*Morisonia flexuosa*	Barbas de chivo	Ar
Convolvulaceae	*Ipomoea purpurea*	Campanilla morada	H
Euphorbiaceae	*Euphorbia dioeca*	Golondrina	H
Fabaceae	*Gliricidia sepium*	Cacahuananche	A
	Leucaena leucocephala	Tepeguaje	A, Ar
	Pithecellobium dulce	Guamúchil	A
	Mimosa diplotricha	Rascapetate	H
	Pithecellobium lanceolatum	Conchil	A, Ar
	Vachellia pennatula	Tepame	A, Ar
Heliotropiaceae	*Euploca procumbens*	Cola de alacrán	H
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guácima	A, Ar
Moraceae	*Ficus pertusa*	Amatillo	A
Myrtaceae	*Psidium guajava*	Guayabo	A
Poaceae	*Cymbopogon citratus*	Pasto limón	H
	Lasiacis divaricata	Carricillo	H
	Paspalum paniculatum	Pastos de Corona	H
Sapindaceae	*Serjania triquetra*	Bejuco costillón	Ar
Simaroubaceae	*Simarouba amara*	Aceituno	A

Lista de aves registradas en sistema ambiental regional

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. Individuos	NOM	IUCN	Endemismos	Estacionalidad
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	Agulilla negra menor	1	Pr	Lc	Na	R
		Buteo brachyurus	Aguililla cola corta	1	-	Lc	Na	R
		Spp	Aguililla sp	1	-	-	-	-
	Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Águila pescadora	1	-	Lc	-	R
Caprimulgiformes	Trochilidae	*Ramosomyia violiceps*	Colibrí corona violeta	1	-	Lc	-	R
		Phaethornis mexicanus	Colibrí ermitaño mexicano	1	-	Lc	En	R
		Amazilia rutila	Colibrí canelo	1	-	Lc	-	R
		Saucerottia beryllina	Colibrí berilo	2	-	Lc	-	R
		Cynanthus auriceps	Esmeralda occidental	2	-	Lc	En	R
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	7	-	Lc	-	R
		Cathartes aura	Zopilote aura	1	-	Lc	-	R
Charadriiformes	Scolopacidae	*Actitis macularis*	Playero alzacolita	1	-	Lc	-	R
Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	10		Lc		R
		Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	6		Lc		R
		Streptopelia decaocto	Paloma de collar turca	4	-	Lc	Exo	R
Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	2	-	Lc	-	R
		Morococcyx erythropygus	Cuclillo terrestre	2	-	Lc	-	R
Galliformes	Cracidae	*Ortalis wagleri*	Chachalaca vientre castaño	4	-	Lc	En	R
		Ortalis polyocephala	Chachalaca pálida	7	-	Lc	En	R

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. Individuos	NOM	IUCN	Endemismos	Estacionalidad
Passeriformes	Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo	1	-	Lc	Na	R
		Passerina versicolor	Colorín morado	1	-	Lc	-	R
	Corvidae	*Cyanocorax sanblasianus*	Chara de san blas	10	-	Lc	En	R
	Fringillidae	*Chlorophonia elegantissima*	Eufonia gorra azul	1	-	Lc	-	R
		Spinus psaltria	Jilguerito dominico	1	-	Lc	-	R
	Furnariidae	*Xiphorhynchus flavigaster*	Trepatroncos bigotudo	1	-	Lc	-	R
	Hirundinidae	*Riparia riparia*	Golondrina ribereña	5	-	Lc	-	R
	Icteridae	*Cassiculus melanicterus*	Cacique mexicano	9	-	Lc	Ce	R
		Icterus pustulatus	Calandria dorso rayado	24	-	Lc	-	R
		Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	3	-	Lc	Na	R
	Mimidae	*Melanotis caerulescens*	Mulato azul	1	-	Lc	En	R
	Parulidae	*Basileuterus culicivorus*	Chipe cejas negras	1	-	Lc	-	R
		Setophaga petechia	Chipe amarillo	2	-	Lc	-	R
		Setophaga coronata	Chipe rabadilla amarilla	1	-	Lc	-	Mi
	Passerellidae	*Melozone kieneri*	Rascador nuca canela	1	-	Lc	En	R
	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgrís	3	-	Lc	-	Mi
	Regulidae	*Corthylio calendula*	Reyezuelo matraquita	1	-	Lc	-	R
	Thraupidae	*Sporophila torqueola*	Semillero rabadilla Canela	2	-	Lc	En	R
		Saltator grandis	Saltador gris mesoamericano	6	-	Lc	-	R
	Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira puerquito	3	-	Lc	-	R

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. Individuos	NOM	IUCN	Endemismos	Estacionalidad
	Troglodytidae	*Thryophilus Sinaloa*	Saltapared sinaloense	11	-	Lc	En	R
		Pheugopedius felix	Saltapared feliz	15	-	Lc	En	R
	Tyrannydae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano pirirí	6	-	Lc	-	R
		Pitangus sulphuratus	Luis bienteveo	9	-	Lc	-	R
		Myiodynastes luteiventris	Papamoscas rayado común	2	-	Lc	-	Mi
		Contopus pertinax	Papamoscas josé maría	1	-	Lc	-	R
		Empidonax difficilis	Papamoscas amarillo del pacífico	1	-	Lc	-	Mi
	Vireonidae	*Vireo atricapilla*	Vireo gorra negra	1	P	Nt	Na	Mi
Piciformes	Picidae	*Melanerpes uropygialis*	Carpintero del desierto	4	-	Lc	En	R
		Dryocopus lineatus	Carpintero linedo	2	-	Lc	-	R
Psittaciformes	Psittacidae	*Eupsittula canicularis*	Perico frente naranja	90	Pr	Vu	-	R
		Ara militaris	Guacamaya verde	18	P	Vu	-	R
Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño	6	-	Lc	-	R
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianum*	Cormorán neotropical	1	-	Lc	-	R
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon citreolus*	Coa citrina	13	-	Lc	En	R
		Trogon elegans	Coa elegante	1	-	Lc	En	R

Lista de aves registradas en el predio

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus	Nom-059
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	R	-
		Columbina inca	Tortolita Cola Larga	R	-
Caprimulgiformes	Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí Pico Ancho	R	-
Suliformes	Fregatidae	*Fregata magnificscens*	Fragata Tijereta	R	-
Pelecaniformes	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano Café	R	-
Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon citreolus*	Coa Citrina	E	-
Piciformes	Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero Mexicano	R	-
		Melanerpes chrysogenys	Carpintero Enmascarado	E	-
Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus sulfuratus*	Luis Benteveo	R	-
		Tyrannus melancholicus	Tirano Pirirí	R	-
		Myiozetetes similis	Luisito Común	R	-

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus	Nom-059
	Hirundinidae	*Hiruno rustica*	Golondrina Tijereta	R	-
	Turdidae	*Turdus rufopalliatus*	Mirlo Dorso Canela	R	-
	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	R	-
		Cassiculus melanicterus	Cacique Mexicano	R	-
		Icterus pustulatus	Calandria Dorso Rayado	R	-
	Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltador Gris Mesoamericano	E	-

Lista de mamíferos registradas en sistema ambiental regional

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. Individuos	NOM	IUCN	Endemismo
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo de nueve bandas	2	_	LC	_
Carnivora	Canidae	*Leopardus pardalis*	Ocelote	1	_	LC	_
	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache común	1	_	LC	_
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	1	_	LC	_
Rodentia	Sciuridae	*Sciurus colliaei*	Ardilla gris del Pacífico	8	_	LC	EN
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus spp.*	Conejo	1	_	_	_

Lista de reptiles registradas en sistema ambiental regional

Orden	Familia	Especie	Nombre común	No. Id.	NOM	IUCN	Endemismo
Squamata	Colubridae	*Trimorphodon biscutatus*	Culebra lira	1	_	LC	_
	Dactyloidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	1	_	LC	EN
	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana verde	4	Pr	LC	_
	Teiidae	*Aspidoscelis lineattissimus*	Huico de líneas de Jalisco	10	Pr	LC	EN
		Holcosus undulatus	Lagartija arcoíris	3	_	LC	_

Lista de reptiles registradas en el predio

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus	Nom-059
Squamata	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana Verde	R	Pr
	Polychrotidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo Pañuelo del Pacífico	E	-
	Phrynosomatidae	*Scelosporus melanorhinus*	Lagartija Espinosa de Hocico Negro	R	-

IX.1.3 Fotografías

Vista perimetral del predio



Estructuras y vialidad en el predio



Estructura y composición de la vegetación dentro del predio



Fauna encontrada en el predio



IX.2 GLORSARIO DE TÉRMINOS

Agente de Cambio: cualquier actividad que se desarrolle y cause un cambio del estado natural de algún o algunos de los elementos que conforman los subsistemas bióticos y abióticos del Sistema Ambiental en el que incide.

Almacenaje: La guarda de mercancías en almacén, patios o cobertizos.

Beneficioso o perjudicial: Positivo o negativo.

Calidad del agua: Es una característica que depende del uso que se le quiera dar al agua, por lo tanto, los parámetros que la determinan deben ser interpretados para generar entonces un juicio sobre su calidad.

Componentes ambientales críticos: Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Componentes ambientales relevantes: Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

Cuantificable: Que sea medible, que se represente en términos cuantitativos.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico

Descarga: El retiro de bienes o mercancías colocadas en un medio de transporte marítimo terrestre para depositarlas en cualquier lugar de la parte terrestre del recinto portuario u otros medios de transporte marítimos o terrestres.

Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Duración: El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.

a) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
b) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
c) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
d) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Magnitud: Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Microcuenca: áreas de drenaje que conjuntan sus escurrimientos en un cause común. Son territorios delimitados por la naturaleza, sus características geomorfológicas, sus recursos y habitantes. Poseen condiciones físicas, biológicas, económicas, sociales, políticas y culturales que le confieren características particulares a cada una. Representan las unidades básicas de planeación, ya que por su tamaño permiten medir indicadores de sustentabilidad.

Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

IX.3 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Arriaga, L., Aguilar, V., & Alcocer, J. (2002). Aguas continentales y diversidad biológica de México. Ciudad de México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Baeza-Ramírez, C., & Jiménez-Espinosa, M. (diciembre de 2016). Centro Nacional de Prevención de Desastres. Obtenido de Actualización de los índices de peligro y riesgo por la presencia de ciclones tropicales a nivel municipal (para el periodo 1949-2015): http://www1.cenapred.unam.mx/COORDINACION_ADMINISTRATIVA/SRM/FRACCION_XLI_A/73.pdf

Balderas-Torres, A., Ontiveros-Enriquez, R., Skutsch, M., & Lovett, J. (2013). Potentian for climate change mitigation in degraded forest: a study from La Primavera, Mexico. Forests 4, 1032-1054.

Balvanera, P., & Cotler, H. (2007). Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos. Gaceta Ecológica 84-85, 8-15.

Bautista-Cruz, A., Etcheveres-Barra, J., Del Castillo, R., & Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. Ecosistemas, 90-97.

Bravo-Bolaños, O., Sánchez-González, A., De Nova-Vázquez, J., & Pavón-Hernández, N. (2016). Composición y estructura arbórea y arbustiva de la vegetación de la zona costera de Bahía de Banderas, Nayarit, México. Botanical Sciences 94, 603-623.

CENAPRED. (septiembre de 2020). Atlas Nacional de Riesgos. Obtenido de http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/inestabilidad-laderas.html

Challenger, A., & Soberón, J. (2008). Los ecosistemas terrestres. En Capital natural de México: Conocimiento actual de la biodiversidad (Vol. I, págs. 87-108). México: CONABIO.

CONABIO. (2012).

Dunn, M. (1974). Landscape evaluation techniques: an appraisal and review of the litarature. Burminghan, United Kingdom: Centre of Urban and Regional Studies, University of Birminghan.

Escalante, P., Navarro, A. G., & Peterson, A. T. (1998). Un análisis geográfico, ecológico e histórico de la diversidad de aves terrestres de México. En T. Ramamorthy, R. Bye, A. Lot, & J. Fa, Diversidad biológica de México (págs. 279-304). Ciudad de México: UNAM.

Espinosa-Organista, D., Morrone, J., Aguilar-Zúñiga, C., & Llorente-Bousquets, J. (2001). Hacia una clasificación natural de las provincias biogeográficas mexicanas. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza Informe final SNIB CONABIO proyecto No. Q054.

Espinosa-Organista, D., Ocegueda-Cruz, S., Aguilar-Zuñiga, C., Flores-Villela, O., & Llorente-Bousquets, J. (2008). El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. En J. Sarukhán, Capital natural de México. Vol. I. Conocimiento actual de la biodiversidad (págs. 33-65). Ciudad de México: CONABIO.

Flores Villela, O., & Gerez, P. (1994). Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo. México, D.F.: UNAM.

Flores-Villela, O., & García-Vázquez, U. (2014). Biodiversidad de reptiles en México. Revista mexicana de biodiversidad 85, 467-475.

García, E. (1974). Distribución de la precipitación en la República Mexicana. Investigaciones Geográficas 5, 7-20.

García, E. (2004). Modificaciones al sistema de clasificiación climática de Köppen. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

García-Oliva, F., Camou, A., & Maass, J. (2002). El clima de la Región Central de la Costa del Pacífico Mexicano. En F. Noguera, J. Vega, A. García-Aldrete, & M. Quesada, Historia Natural de Chamela (págs. 3-10). México: Instituto de Biología de la UNAM.

Goel, N., & Norman, J. (1992). Biospheric models, measurements and remote sensing of vegetation. ISPRS Journal of photogrammetry and remote sensing 47, 163-188.

Halffter, G. (1976). Distribución de los insectos en la Zona de Transición Mexicana: relaciones con la entomofauna de Norteamérica. Folia Entomológica Mexicana 35, 1-64.

Hudiel, I. S. (2008). Topografía II. Obtenido de https://hopelchen.tecnm.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r128917.PDF

IIEG Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco. (2019). Diagnóstico Municipal de Puerto Vallarta.

IMTA. (24 de septiembre de 2019). Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Obtenido de Aguas subterráneas: https://www.gob.mx/imta/articulos/aguas-subterraneas

INEGI. (2005a). Guía para la interpretación de cartografía climatológica. Aguascalientes, Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

INEGI. (2017). Anuario estadístico y geográfico de Jalisco. Aguascalientes, Aguascalientes: INEGI.

Llorente-Bousquets, J., & Ocegueda, S. (2008). Estado del conocimiento de la biota. En J. Sarukhán, Capital Natural de México, Vol. I: Conocimiento acutal de la biodiversidad (págs. 283-322). México: CONABIO.

Lugo-Hubp, J. (1990). El relieve de la República Mexicana. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas 9, 82-111.

Marti-Vargas, J., & Pérez-González, L. (2001). Estudio de la fragilidad del paisaje como una herramienta para el análisis de la ordenación ambiental del territorio. España: Actas del III Congreso Internacional de Ordenación de Territorio.

Miranda, F., & Hernández-X., E. (1963). Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 29-179.

Mittermeier, R., Gil, P., & Mittermeier, C. (1997). Megadiversity. Earth's biologically wealthiest nations. Ciudad de México: CEMEX.

Morales-Hernández, J., Carrillo-González, F., Cornejo-López, V., Téllez-López, J., & Farfán-Molina, L. (2013). Campo de viento y temperatura en Bahía de Banderas (México): análisis espacial y temporal. Investifaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM 81, 7-17.

Morrone, J., Escalante, T., & Rodríguez Tapia, G. (2017). Mexican biogeographic provinces: Map and shapefiles. Zootaxa, 277-279.

Muñoz-Pedreros, A. (2004). La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. Revista Chilena de Historia Natural 77, 139-156.

Navarro-Singüenza, A., Rebón-Gallardo, M., Gordillo-Martínez, A., Peterson, A., Berlanga-García, H., & Sánchez-González, L. (2014). Biodiversidad de aves en México. Revista mexicana de biodiversidad 85, 476-495.

Ochoa-Ochoa, L., & Flores-Villela, O. (2006). Áreas de diversidad y endemismo de la herpetofauna mexicana. México: UNAM, CONABIO.

Paguiola, S., & Platais, G. (2002). Payments for environmental services. Washington, DC.: WorldBanck.

Parrea-Olea, G., Flores-Villela, O., & Mendoza-Almeralla, C. (2014). Biodiversidad de anfibios en México. Revista mexicana de biodiversidad, 460-466.

Pennington, T., & Sarukhán, J. (2005). Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. México: Fondo de Cultura Económica, UNAM.

Ramírez-Delgadillo, R., & Cupul-Magaña, F. (1999). Contribución al conocimiento de la flora de la Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco, México. Ciencia Ergo Sum, 6, 135-146.

Rzedowski, J. (1991). El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. Acta Botanica Mexicana 15, 47-64.

Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México. México: Edición digital, Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Sáchez-Cordero, V., Botello, F., Flores-Martínez, J., Gómez-Rodríguez, R., Guevera, L., Gutiérrez-Granados, G., & Rodríguez-Moreno, Á. (2014). Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. Revista mexicana de biodiversidad 85, 496-504.

Schaaf, P. (2002). Geología y geofísica de la costa de Jalisco. En A. Noguera, A. García Aldrete, & M. Quesada Avedaño, Historia Natural de Chamela (págs. 11-16). México, D.F.: Instituto de Biología, UNAM.

SMN. (marzo de 2022). Sistema Meteorológico Nacional. Obtenido de Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMAS): https://smn.conagua.gob.mx/es/observando-el-tiempo/estaciones-meteorologicas-automaticas-ema-s

SMN. (febrero de 2022). Sistema Meteorológico Nacional. Obtenido de Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMAS): https://smn.conagua.gob.mx/es/observando-el-tiempo/estaciones-meteorologicas-automaticas-ema-s

Tejero-Díez, J., Ledesma-Corral, J., & Torres-Díaz, A. (2008). El palmar de Orbignya guacuyule al sur de Nayarit, México. Polibotánica 26, 67-100.

Thomas, S., & Martin, A. (2012). Carbon content of tree tissues: a synthesis. Forests 3, 332-352.

Torres-Rojo, J., & Guevara-Sanginés, A. (2002). El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. Gaceta Ecológica 63, 40-59.

Vargas-Mena Amescua, A., & Yáñez-Sandoval, A. (2004). La captura de carbono en bosuqes: ¿una herramienta para la gestión ambiental? Gaceta Ecológica 70, 5-18.

Villaseñor, J. L. (2016). Checklist of the native vascular plants of Mexico. Revista Mexicana de Biodiversidad (87), 559–902.

Almeida, J.S., &P.S. Moreira Eds. (2008). Análisis y Evaluaciones de Impactos Ambientales. CETEM, Brasil, 35 pp.

Bautista, A., J. Gutiérrez - Echeverría., Barra, B. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. México: Ecosistemas

Benavides - Ballesteros H.O., G.E. Léon – Aristizabal (2007) Información técnica sobre

Garmendia S., A. Salvador, C. Crespo-Sánchez & L. Garmendia. (2005). Evaluación de Impacto Ambiental, Pearson Education, 146 p. Madrid, España.

Gómez Orea, D. (1988). Evaluación del impacto ambiental de proyectos agrarios. Estudios monográficos No. 6. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Gómez-Orea, D., M. T. Gómez-Villarino. (1998) Evaluación de Impacto Ambiental. Madrid, Barcelona, México, Ediciones: MundiPrensa

Magrini, A. (1990). A Evaluación de impactos ambientales. pp. 85-108. En: Margulis, S. (ed.) Medio Ambiente. Aspectos Técnicos y Económicos. Ipea, Brasilia. 238 p.

Ministerio de Educación y Ciencia de España (1999) Libro Blanco de la Educación Ambiental en España. Secretaria General de Medio Ambiente. España.

Perevochtchikova, M. (2013). La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. Gestión y política Pública Volumen XXII. Número 2., 300-303.

Pérez Ramírez, Carlos, Zizumbo y Lilia, González Vera, Miguel. (2009). Impacto ambiental del turismo en áreas naturales protegidas; procedimiento metodológico para el análisis en el Parque Estatal El Ocotal, México. El Periplo Sustentable. 16. Pp.25-26.

Radle, A.L. (2007) Effect of Noise on Wildlife: A Literature Review. Obtenido de http://wfae.proscenia.net/library/articles/radle_effect_noise, revisado el día 05 de mayo del 2016.

Sorensen, J. (1971). A framework for identification and control of resourse degradation and conflict on the multiple uses in the coastal zone. University of California, Berkeley: 1-79.

Beanlands, G.E. y Duinker, P.N. (1983). An Ecological Framework for Environmental Impact Assessment in Canada. (Halifax, NS, Dalhousie University), Institute for Resource and Environmental Studies.

Espinoza, G. 2001. Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo. Centro de estudios para el Desarrollo. Santiago, Chile.

Gases de efecto invernadero y el cambio climático, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, Colombia.

International Finance Corporation. (2015). Manual de Buena Práctica. Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos: Guía para el Sector Privado en Mercados Emergentes. Washington, D.C. Obtenido de: https://documents1.worldbank.org/curated/en/842971491470627336/pdf/86492-SPANISH-IFC-CIA-Esp-PUBLIC.pdf

Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Hanshaw, and J. E. Balsley. (1971). A procedure for evaluating environmental impact. U.S. Geological Survey Circular 645, Washington, D. C.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2013). Impacto Ambiental, Glosario. Obtenido de: https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/recursos/228422/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/ibi_apps/WFServlet48a1.html#:~:text=Impacto%20ambiental%20acumulativo.,est%C3%A1n%20ocurriendo%20en%20el%20presente.

Spaling, H. (1994). Cumulative effects assessment: Concepts and principles. Impact Assessment, 12(3), 231–251. https://doi.org/10.1080/07349165.1994.9725865

Caamal-Maldonado, A. e I. Armendariz-Yañez. 2002. La sucesión secundaria en los ecosistemas y agroecosistemas tropicales el henequén (Agave fourcroydes) en el contexto de la diversificación. Tropical and subtropical agroecosystems, 1(1), 28-32.

CONAFOR. (2007). Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas.ºº. Zapopan, Jalisco: Comisión Nacional Forestal.

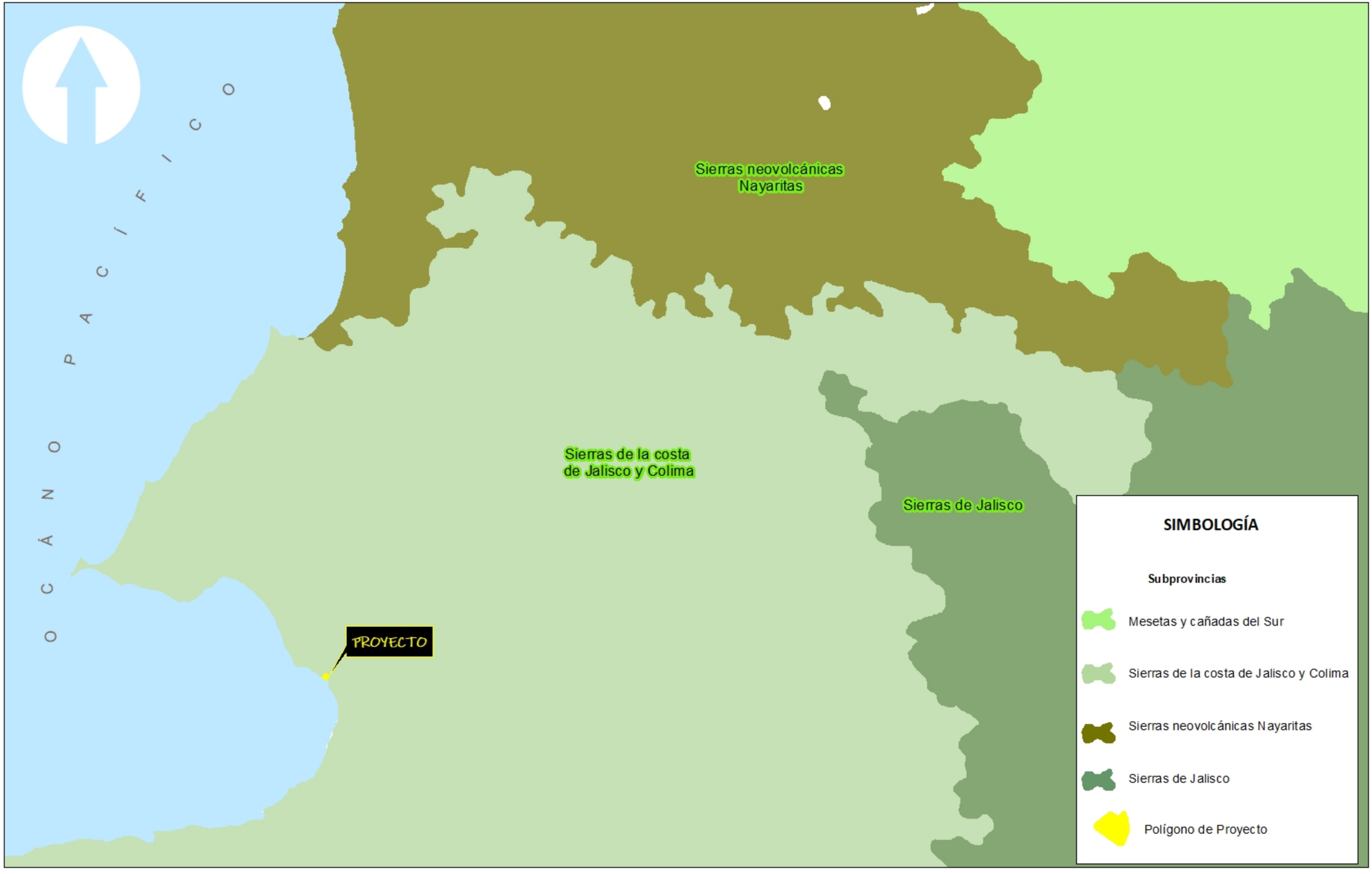
Finegan, B. 1993. Bases ecológicas para la silvicultura. CATIE Turrialba, Costa Rica

INECC. 2014. Investigación en Cambio Climático, Sustentabilidad y Crecimiento verde, Libro Blanco 2014-2018. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

Sánchez, O. 2007. Restauración ecológica: algunos conceptos postulados y debates al iniciar el siglo XXI. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Recuperado

el 28 de octubre del 2020 de http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/467/sanchez.html

SEMARNAT. 2012. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, compendio de estadísticas ambientales indicadores clave y de desempeño ambiental. México, DF.


P A C Í F I C O
O C É A N O
Sierras neovolcánicas Nayaritas
Sierras de la costa de Jalisco y Colima
Sierras de Jalisco
PROYECTO
SIMBOLOGÍA
Subprovincias
Mesetas y cañadas del Sur
Sierras de la costa de Jalisco y Colima
Sierras neovolcánicas Nayaritas
Sierras de Jalisco
Polígono de Proyecto

474000 000000

2284000 000000

N

0 0.05 0.1 0.2 0.3 0.4

Kilometros

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

474000 000000

RECINTO PORTUARIO Y EXCLUSIONES

SIMBOLOGÍA

Límite de proyecto

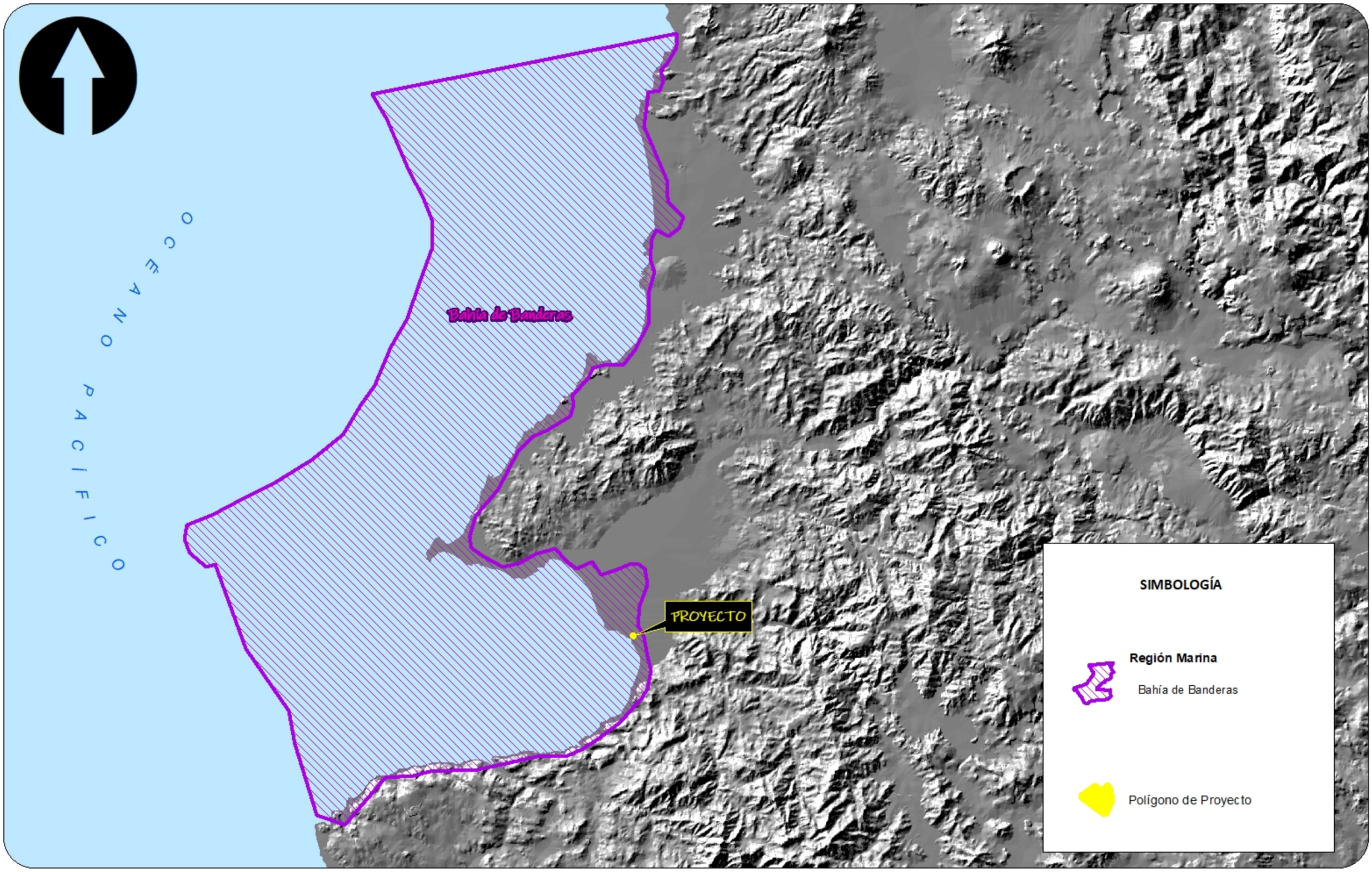
Propiedad Privada Excluida de la Marina

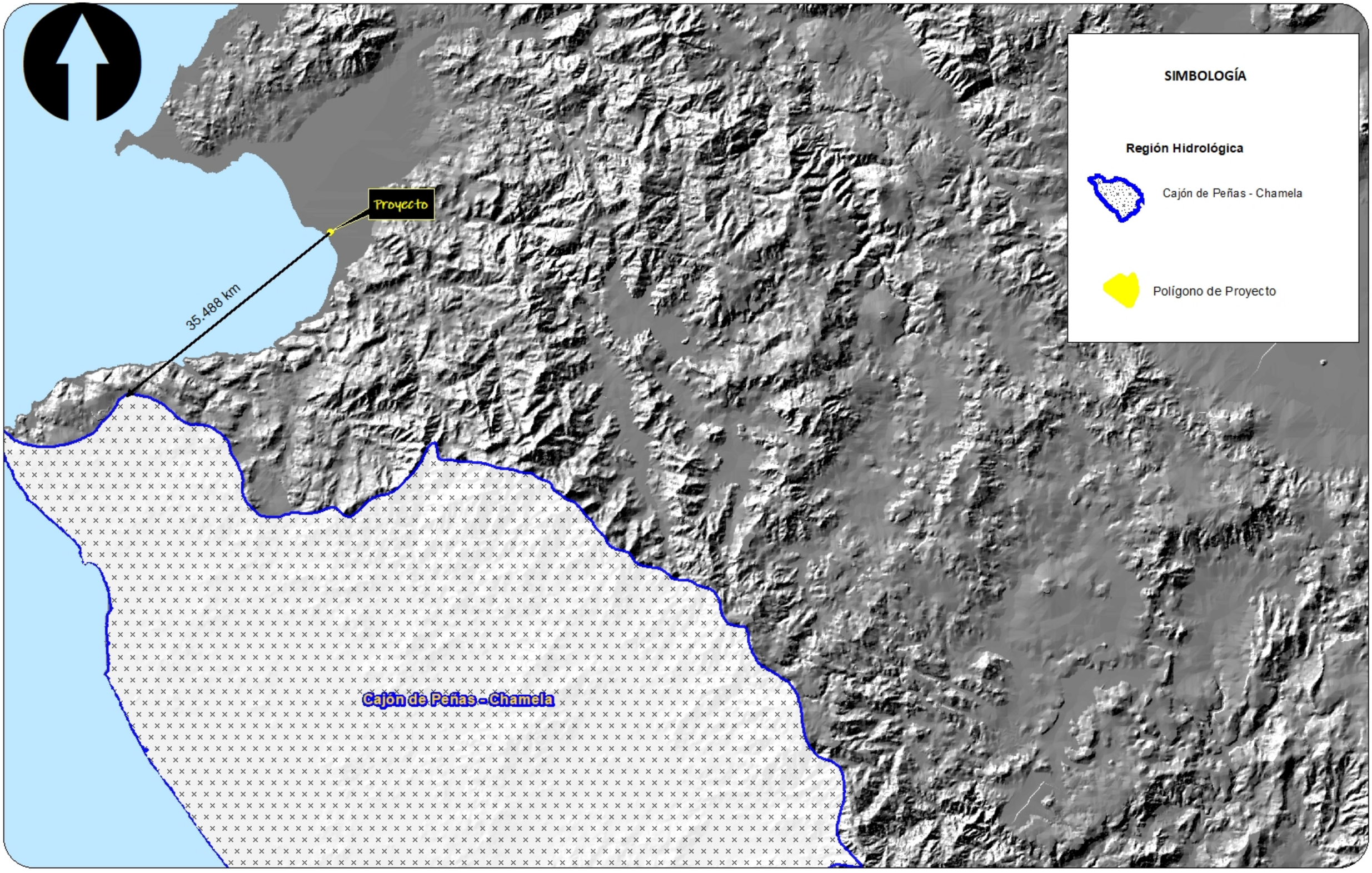
Zona Federal del Decreto de 1994

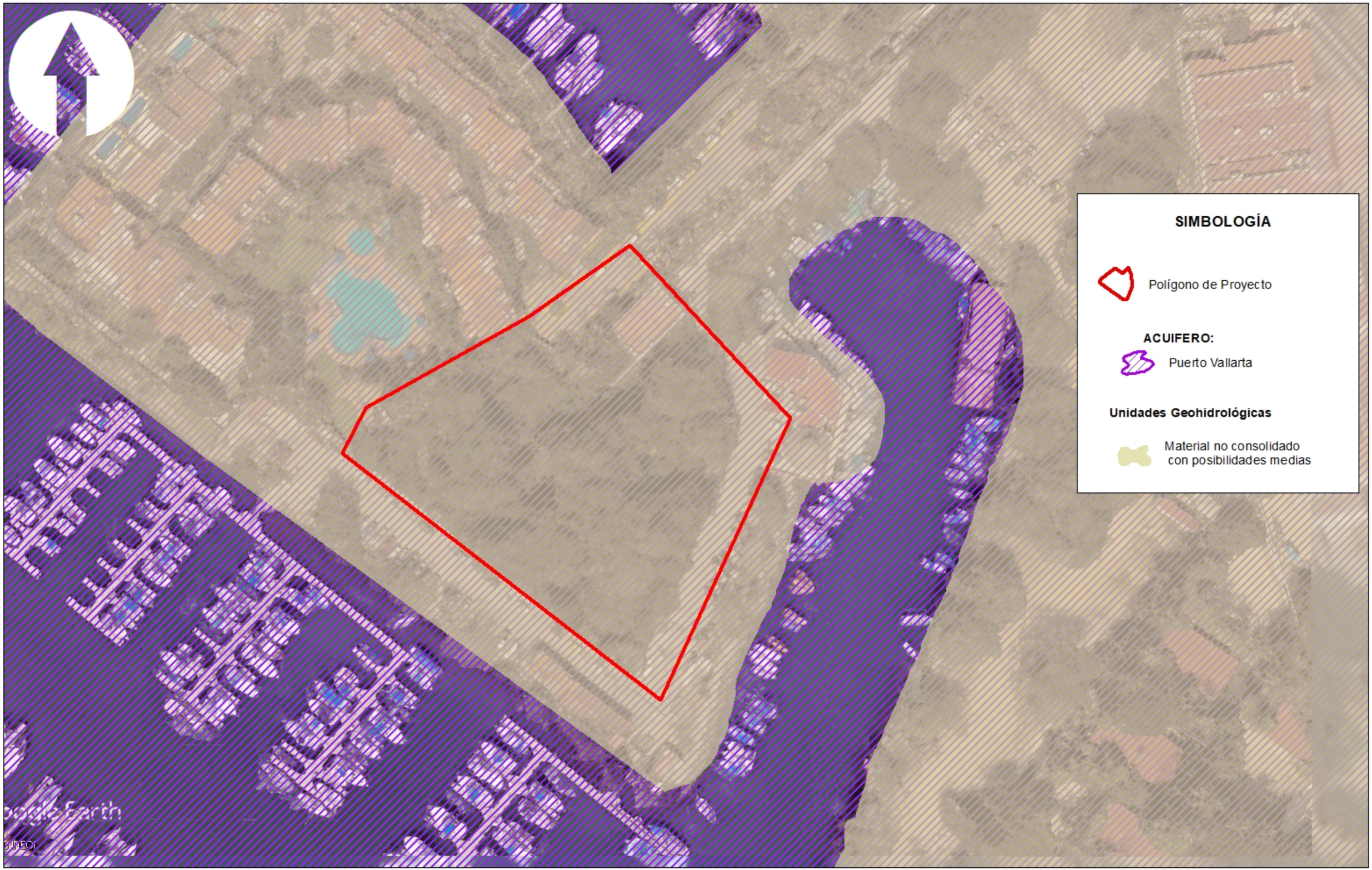
Fuente:
Elaboración Propia
Imagen de Google Earth

Proyección Cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte.

Datum de Referencia: WGS 1984


O C E A N O P A C Í F I C O
Bahía de Banderas
PROYECTO
SIMBOLOGÍA
Región Marina
Bahía de Banderas
Polígono de Proyecto


Proyecto
35.488 km
Cajón de Peñas - Chamela
SIMBOLOGÍA
Región Hidrológica
Cajón de Peñas - Chamela
Polígono de Proyecto


SIMBOLOGÍA
Polígono de Proyecto
ACUIFERO:
Puerto Vallarta
Unidades Geohidrológicas
Material no consolidado
con posibilidades medias


SIMBOLOGÍA
Polígono de Proyecto
Cuerpo de Agua
oogle Earth


Simbología
Propiedad
Fauna
Transectos: Id, Nombre
1, Transecto 1
2, Transecto 2
3, Transecto 3
4, Transecto 4
Transecto 3
Transecto 4
Transecto 1
Transecto 2
474240
474260
474280
474300
474320
474340
474360
474380
474400
474420
2284740
2284720
2284700
2284680
2284660
2284640
2284620

MUESTREO DE ARBUSTOS Y HERBÁCEAS

474250.000 474320.000 474390.000

2284730.000

2284660.000

1 2 3 4 5 6 7

0 10 20 m



SIMBOLOGÍA

- Muestreo herbaceas y arbustos Alisia
- Area del Proyecto
- Poligono de Cambio de Uso de Suelo

Fuente: Elaboración propia con base a muestreos realizados en campo.

Mapa base Google Satellite

Proyección cartográfica:

UTM Zona 13 Hemisferio Norte.
Datum de Referencia: WGS 1984

al

SIMBOLOGÍA

Polígono de Proyecto

Clave	Tipo de Roca
al	Suelo: Aluvial


Aw1
SIMBOLOGÍA
Polígono de Proyecto
Clave
Tipo de Clima
Aw 1
Cálido subhúmedo
oogle Earth


Zg-n/3
SIMBOLOGÍA
Polígono de Proyecto
Clave
Tipo de Suelos
Zg-n/3
Solochak gleyico - Sodica / Textura Fina
oogle Earth

CENSO DE ARBOLADO

474250.000 474320.000 474390.000

2284800.000 2284730.000 2284660.000 2284590.000

0 10 20 m

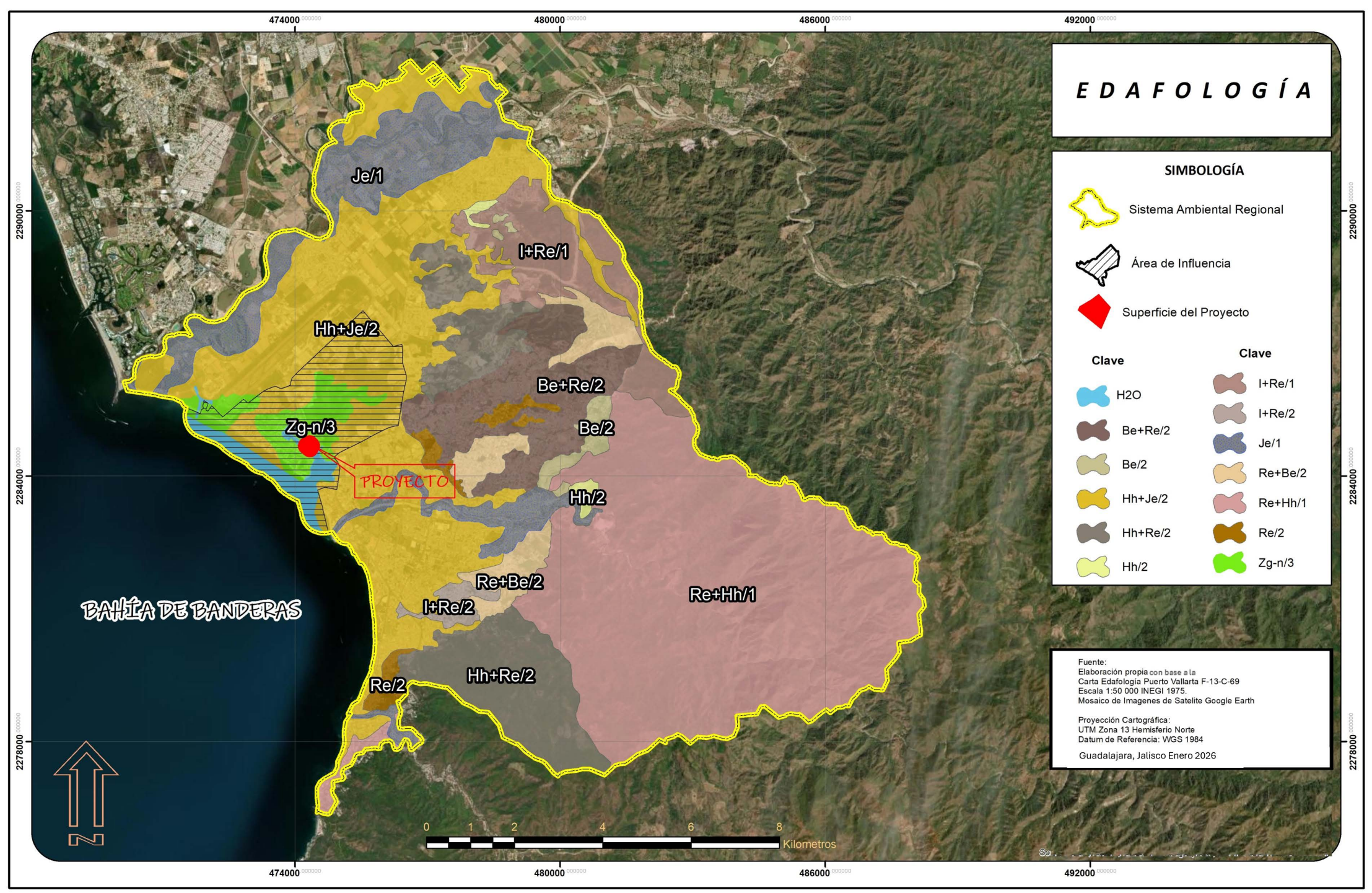
SIMBOLOGÍA

- Árboles censados
- Área del proyecto
- Poligono de Cambio de Uso de Suelo

Fuente: Elaboración propia con base a censo de arbolado llevado a cabo en el poligono del proyecto
Mapa base Google Satellite

Proyección cartográfica:

UTM Zona 13 Hemisferio Norte.
Datum de Referencia: WGS 1984


474000
480000
486000
492000
2290000
2284000
2278000
Je/1
I+Re/1
Hh+Je/2
Be+Re/2
Be/2
Zg-n/3
PROYECTO
Hh/2
Re+Be/2
I+Re/2
Re+Hh/1
Hh+Re/2
Re/2
BAHÍA DE BANDERAS
N
0 1 2 4 6 8
Kilometros
EDAFOLOGÍA
SIMBOLOGÍA
Sistema Ambiental Regional
Área de Influencia
Superficie del Proyecto
Clave
H2O
Be+Re/2
Be/2
Hh+Je/2
Hh+Re/2
Hh/2
Clave
I+Re/1
I+Re/2
Je/1
Re+Be/2
Re+Hh/1
Re/2
Zg-n/3
Fuente:
Elaboración propia con base a la
Carta Edafología Puerto Vallarta F-13-C-69
Escala 1:50 000 INEGI 1975.
Mosaico de Imagenes de Satelite Google Earth
Proyección Cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte
Datum de Referencia: WGS 1984
Guadalajara, Jalisco Enero 2026

OCEANO PACIFICO

Sierra Vallejo - Río Ameca

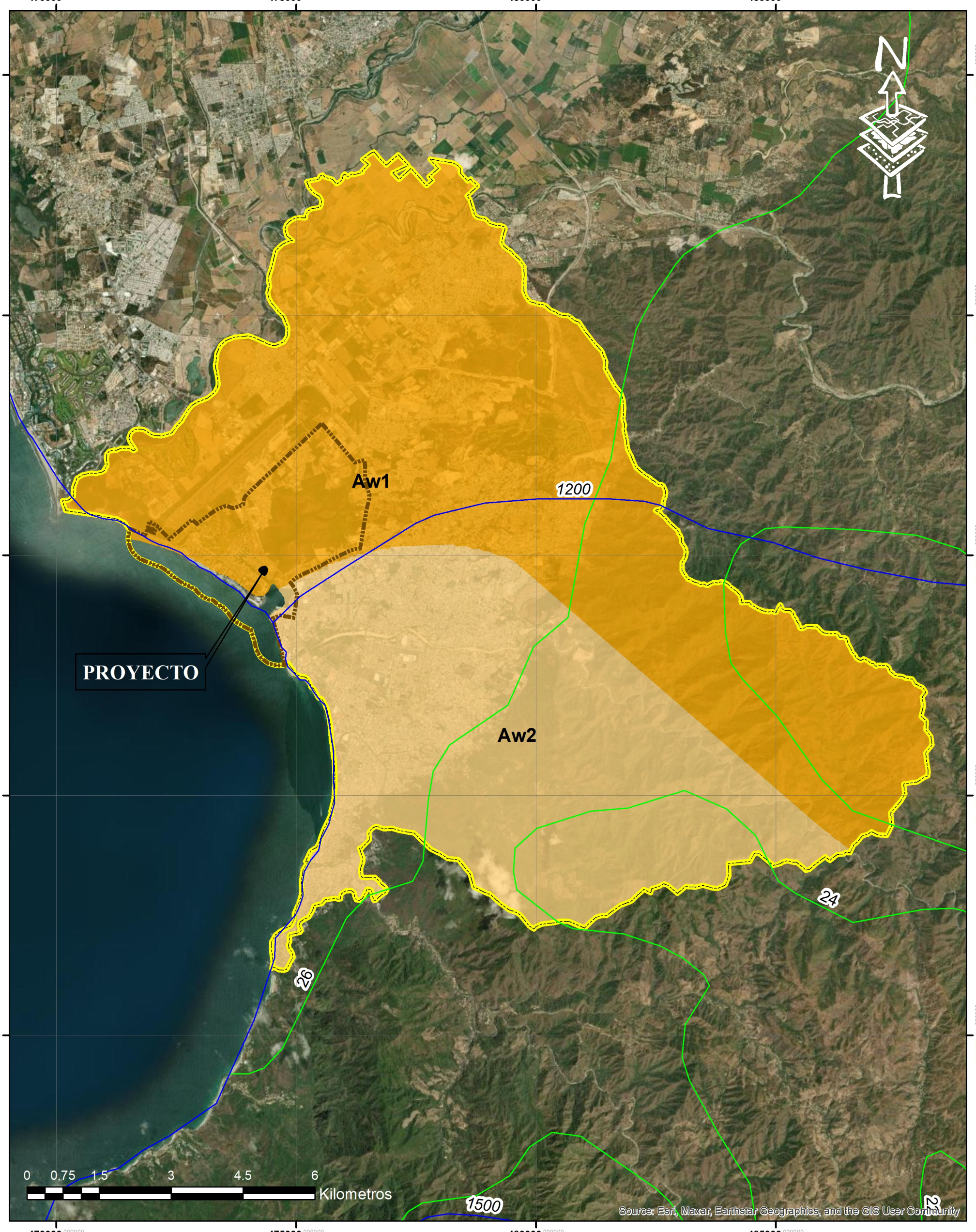
5.6 km

SIMBOLOGÍA

Región Terrestre

Sierra Vallejo - Río Ameca

Polígono de Proyecto



C L I M A

Temperatura media anual

Precipitación media anual

Límite de proyecto

Área de Influencia

Sistema Ambiental Regional

Clave

Aw1 Cálido subhúmedo

Aw2 Cálido subhúmedo

SIMBOLOGÍA

Fuente:
García, E. - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1998). 'Climas' (clasificación de Koppen, modificado por García). Escala 1:1000000.
Imagen de Google Earth

Proyección Cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte.

Datum de Referencia: WGS 1984

474280 000000 | 474320 000000 | 474360 000000

2284720 000000 | 2284680 000000 | 2284640 000000

Fuente:
Elaboración con base a la
Visita de campo

Proyección Cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte.

Datum de Referencia: WGS 1984

0 5 10 20 30 40
Metros

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

USOS DEL SUELO Y VEGETACIÓN ACTUAL

SIMBOLOGÍA

Límite de proyecto

Usos del Suelo

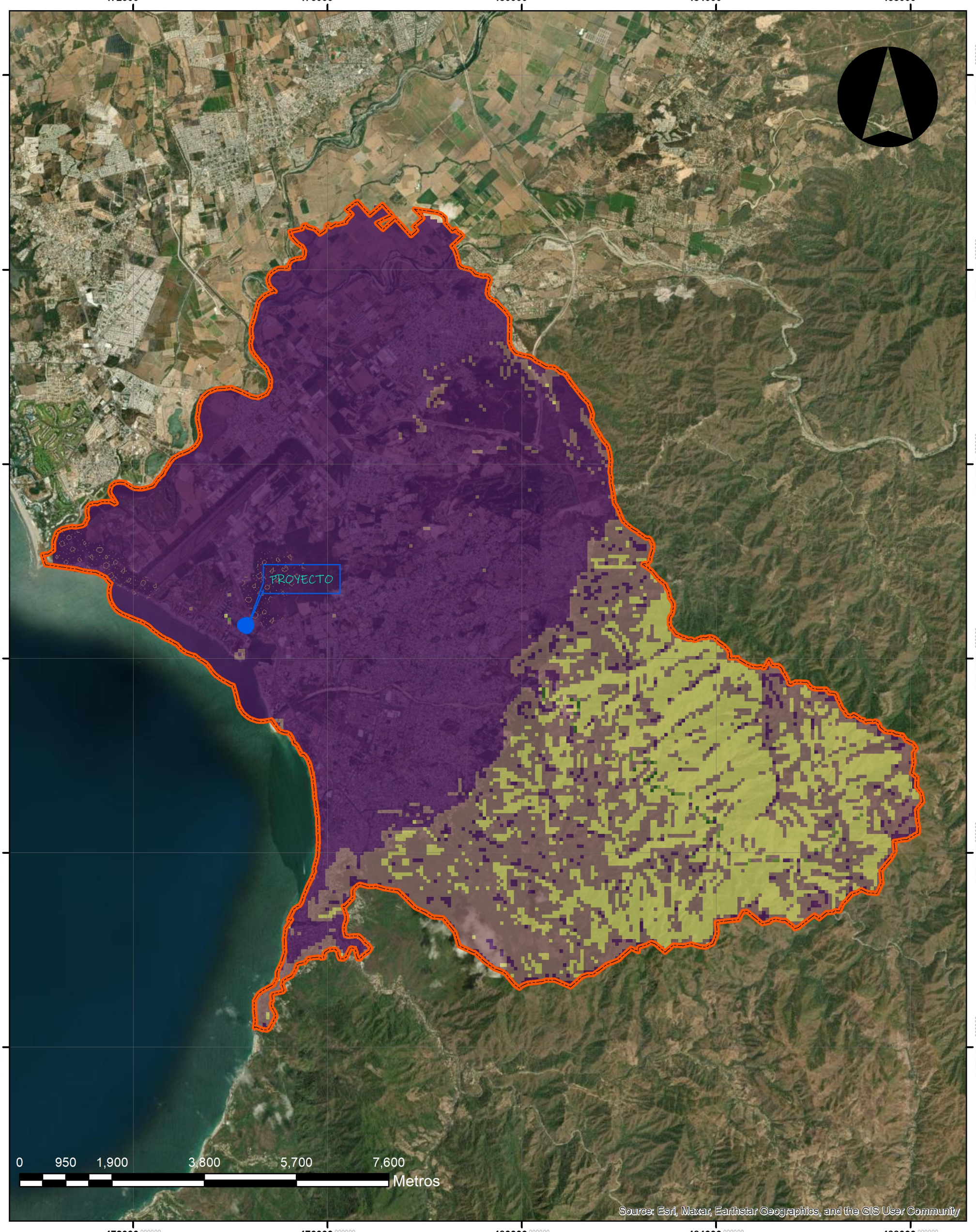
Urbano	1,896.27 m^2	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	3,422.645 m^2
Vegetación Ornamental	220.61 m^2	Vegetación Secundaria Herbácea de Selva Mediana Subcaducifolia	1,202.245 m^2

H

SIMBOLOGÍA

Polígono de Proyecto

Clave	Tipo de Vegetación
H	Vegetación Halofila



EROSIÓN ACTUAL

SIMBOLOGÍA

Proyecto

Sistema Ambiental Regional

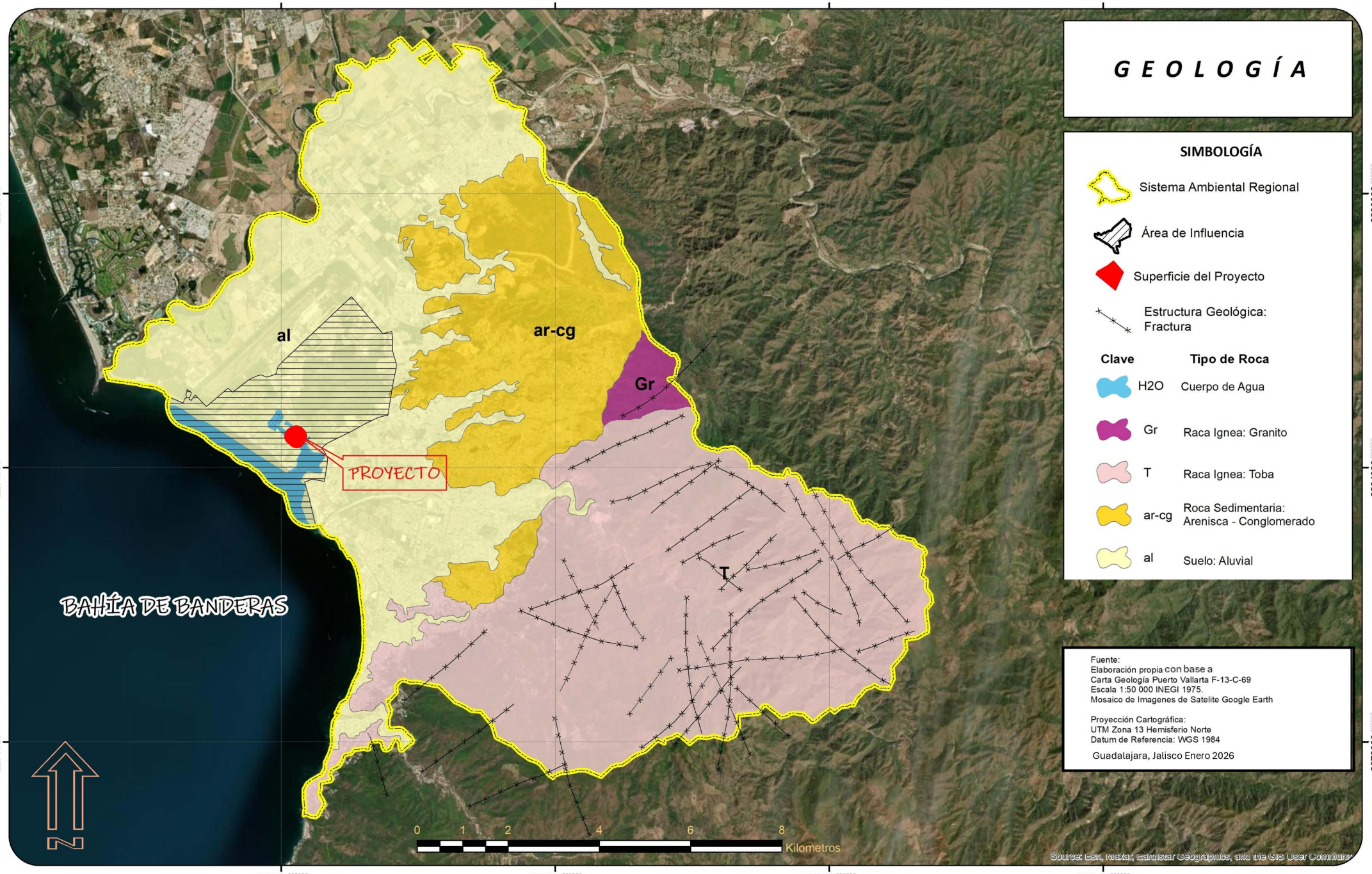
Valores en ton/ha/año

	Superficie ha
0.0002999 - 0.027077	8,731.19
0.027078 - 0.06992	3,178.44
0.069921 - 0.150251	2,440.94
0.150252 - 0.305557	23.773
0.305558 - 0.483113	10.853

Fuente:
Ecuación Universal de "RUSLE" Pérdida de Suelo
Imagen de Google Earth

Proyección Cartográfica:
UTM Zona 16 Hemisferio Norte.

Datum de Referencia: WGS 1984



GEOLOGÍA

SIMBOLOGÍA

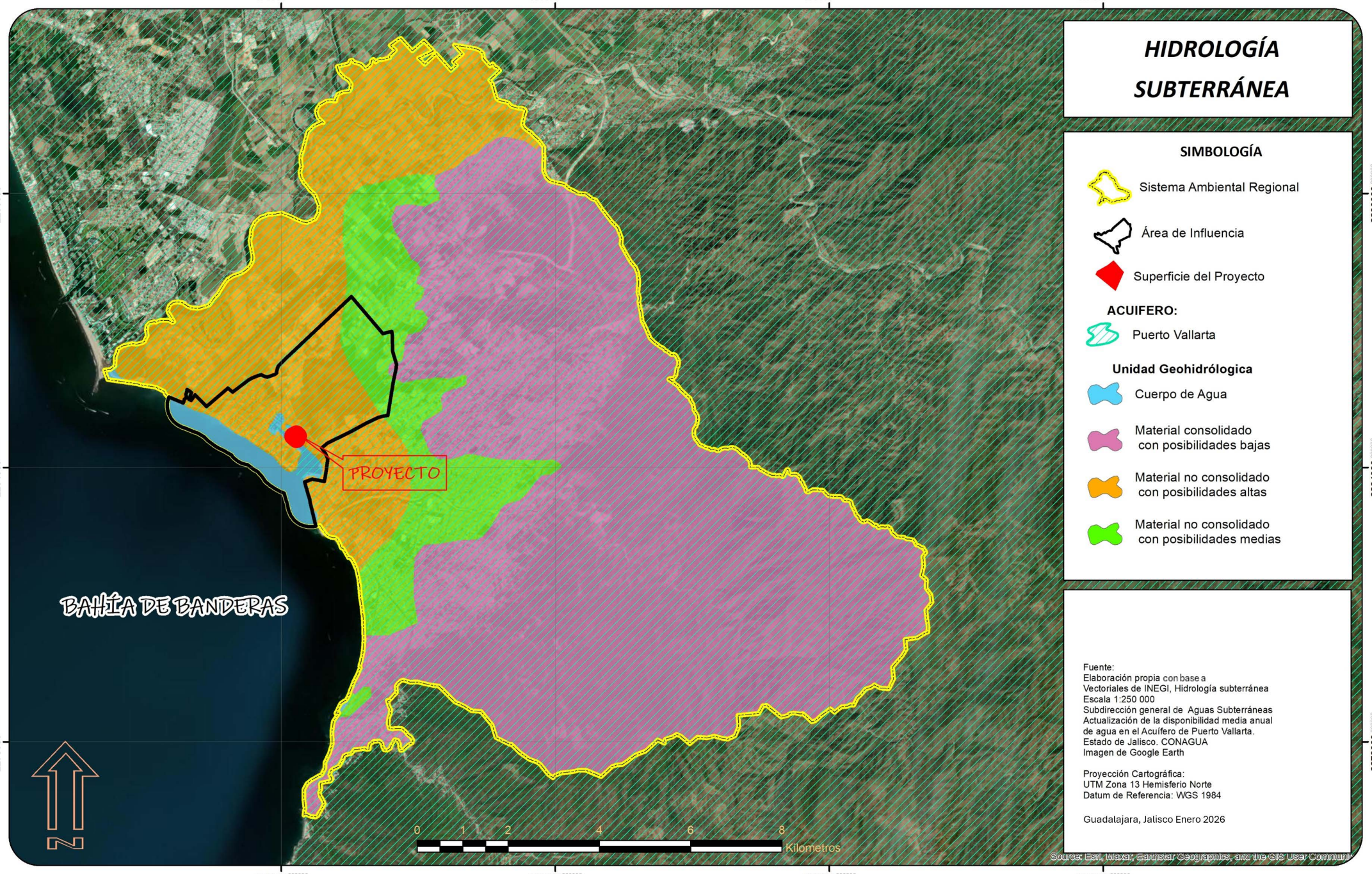
- Sistema Ambiental Regional
- Área de Influencia
- Superficie del Proyecto
- Estructura Geológica: Fractura

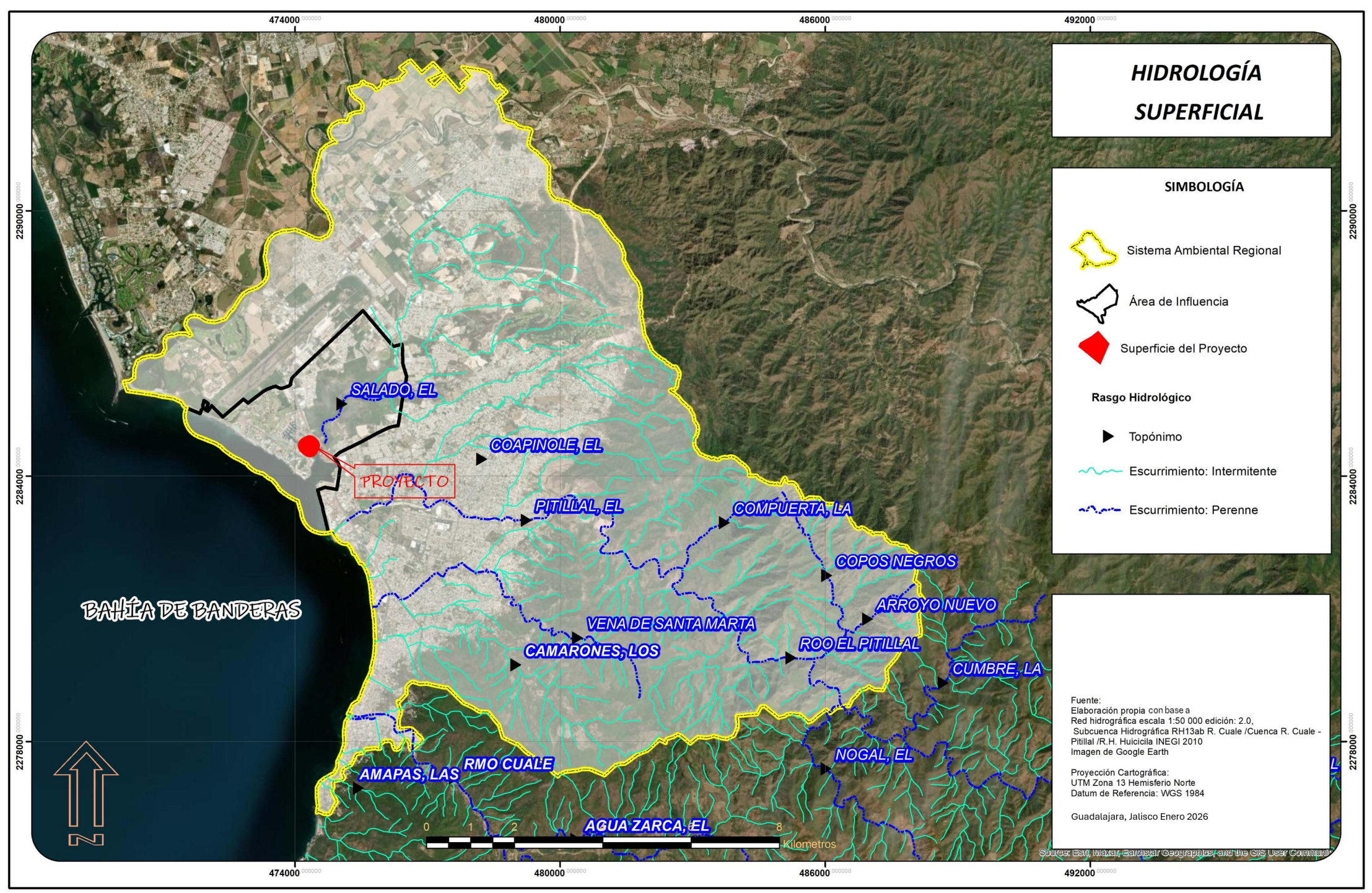
Clave	Tipo de Roca
H2O	Cuerpo de Agua
Gr	Raca Ignea: Granito
T	Raca Ignea: Toba
ar-cg	Roca Sedimentaria: Arenisca - Conglomerado
al	Suelo: Aluvial

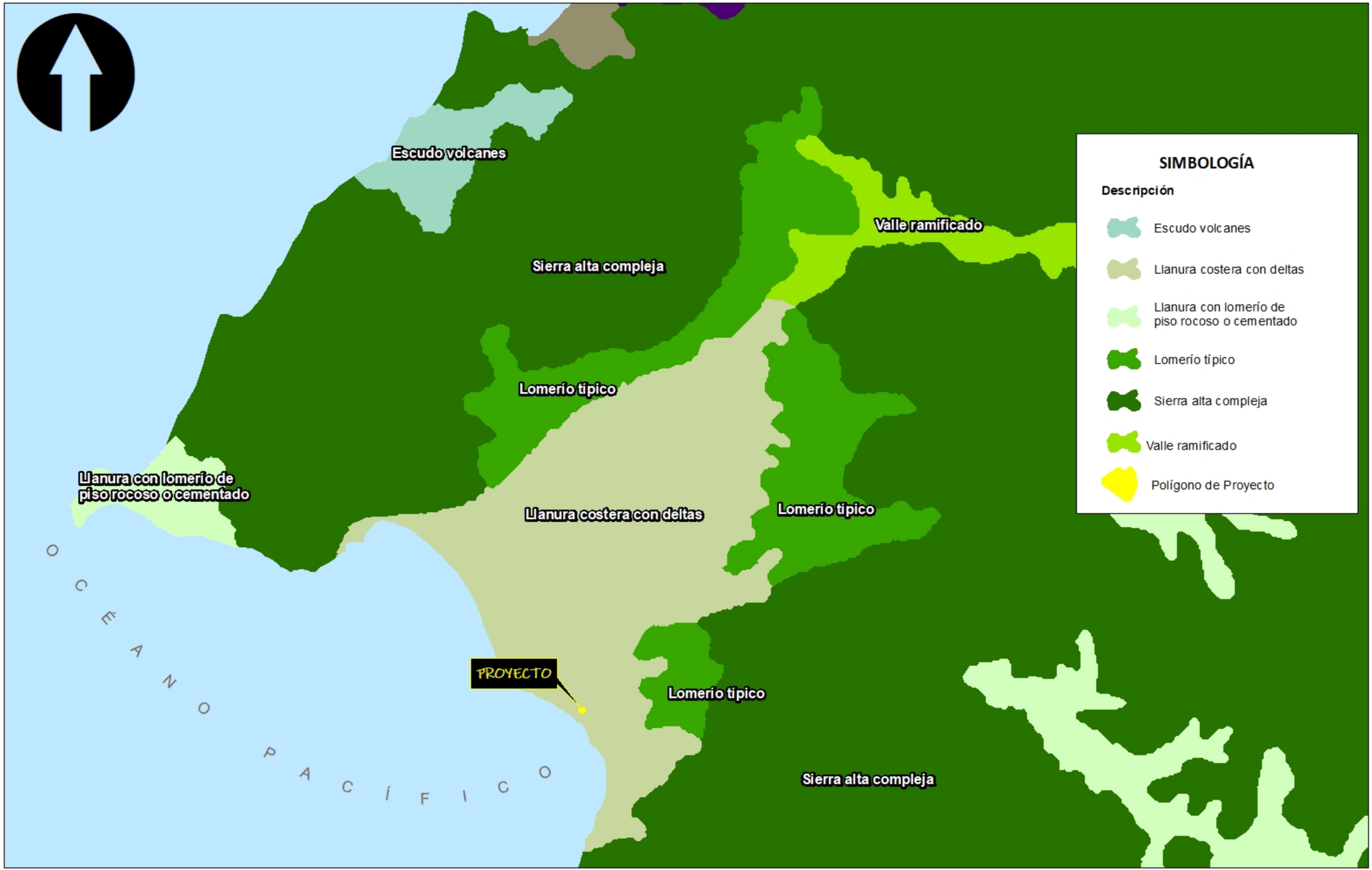
Fuente:
Elaboración propia con base a
Carta Geología Puerto Vallarta F-13-C-69
Escala 1:50 000 INEGI 1975.
Mosaico de Imagenes de Satelite Google Earth

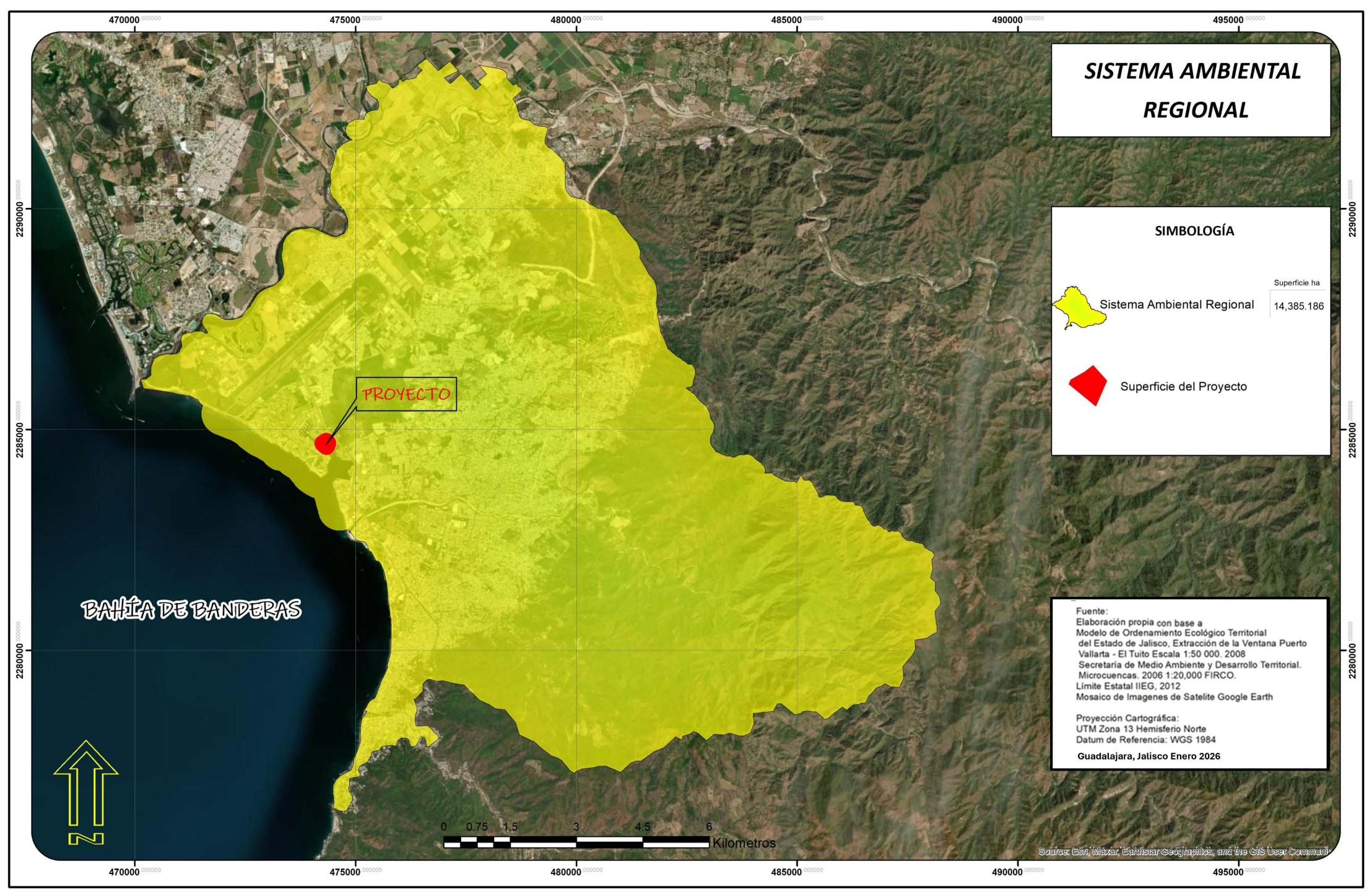
Proyección Cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte
Datum de Referencia: WGS 1984

Guadalajara, Jalisco Enero 2026


474000
480000
486000
492000
2290000
2284000
2278000
PROYECTO
BAHÍA DE BANDERAS
0
1
2
4
6
8
Kilometros
HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA
SIMBOLOGÍA
Sistema Ambiental Regional
Área de Influencia
Superficie del Proyecto
ACUIFERO:
Puerto Vallarta
Unidad Geohidrólogica
Cuerpo de Agua
Material consolidado con posibilidades bajas
Material no consolidado con posibilidades altas
Material no consolidado con posibilidades medias
Fuente:
Elaboración propia con base a
Vectoriales de INEGI, Hidrología subterránea
Escala 1:250 000
Subdirección general de Aguas Subterráneas
Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el Acuífero de Puerto Vallarta. Estado de Jalisco. CONAGUA
Imagen de Google Earth
Proyección Cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte
Datum de Referencia: WGS 1984
Guadalajara, Jalisco Enero 2026
Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community


HIDROLOGÍA SUPERFICIAL
SIMBOLOGÍA
Sistema Ambiental Regional
Área de Influencia
Superficie del Proyecto
Rasgo Hidrológico
Topónimo
Escurrimiento: Intermitente
Escurrimiento: Perenne
Fuente:
Elaboración propia con base a
Red hidrográfica escala 1:50 000 edición: 2.0,
Subcuenca Hidrográfica RH13ab R. Cuale /Cuenca R. Cuale - Pitillal /R.H. Huicicila INEGI 2010
Imagen de Google Earth
Proyección Cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte
Datum de Referencia: WGS 1984
Guadalajara, Jalisco Enero 2026
Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community
474000
480000
486000
492000
2290000
2284000
2278000
SALADO, EL
COAPINOLE, EL
PROYECTO
PITILLAL, EL
COMPUERTA, LA
COPOS NEGROS
ARROYO NUEVO
VENA DE SANTA MARTA
CAMARONES, LOS
ROO EL PITILLAL
CUMBRE, LA
NOGAL, EL
AMAPAS, LAS
RMO CUALE
AGUA ZARCA, EL
BAHÍA DE BANDERAS
0
1
2
8
Kilometros
N


Escudo volcanes
Sierra alta compleja
Valle ramificado
Lomerío típico
Llanura con lomerío de
piso rocoso o cementado
Llanura costera con deltas
Lomerío típico
Lomerío típico
Sierra alta compleja
PROYECTO
O C E A N O P A C Í F I C O
SIMBOLOGÍA
Descripción
Escudo volcanes
Llanura costera con deltas
Llanura con lomerío de
piso rocoso o cementado
Lomerío típico
Sierra alta compleja
Valle ramificado
Polígono de Proyecto


SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL
SIMBOLOGÍA
Superficie ha
Sistema Ambiental Regional
14,385.186
Superficie del Proyecto
PROYECTO
BAHÍA DE BANDERAS
Fuente:
Elaboración propia con base a
Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco, Extracción de la Ventana Puerto Vallarta - El Tuito Escala 1:50 000. 2008
Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial.
Microcuencas. 2006 1:20,000 FIRCO.
Límite Estatal IIEG, 2012
Mosaico de Imagenes de Satelite Google Earth
Proyección Cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte
Datum de Referencia: WGS 1984
Guadalajara, Jalisco Enero 2026
0 0.75 1.5 3 4.5 6
Kilometros
Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community
470000
475000
480000
485000
490000
495000
2290000
2285000
2280000

480000 000000
500000 000000
2300000 000000
2280000 000000
2260000 000000

N

MASCOTA

EL CANTÓN
LAS PEÑAS
RANCHO NÁCAR
GETSEMANÍ
LA PRIMAVERA
LOS SOCORROS
CRIBA DE ROBERTO SANDOVAL
LOS LLANITOS
REAL ATLÉTICO DE VALLARTA
EL MACHETE
CRIBA DE HERMANOS SANTANA
PIERRE FAURE
VISTA VALLARTA
LAS VEGAS
EL OLIGUERO
EL DIABLO
SAN NICOLÁS
RANCHO EL REFUGIO
BOCA DE TOMATES
RANCHO LA PRADERA
CARBONERAS
BOCANEGRA
LA ESCONDIDA
EL SOMBRÍO
PLAYA GRANDE

EL LIMBO
CAMPAMENTO
RINCONADA
MESA DEL BARRO
MESAS DE JUAN Y PABLO
LA PALAPA
EL PLATANAR
EL CALABOZO
EL AGUACATITO
LA SOLEDAD
LAS HASTAS
LA VILLOSA
LOS COPOS NEGROS
EL REPARO
LA CAPULINOSA
EL RANCHITO

PROYECTO

EL TABLÓN
EL ROSARIO

PUERTO VALLARTA

COLONIA PASO DEL MOLINO
LAS ESTACAS
COTO SAN XOAQUÍN
LA PUNTA NEGRA
EL NOGALITO
VALLEJO
LA GARZA BLANCA
PLAYA GEMELAS
MIRADOR LOS ARCOS
HORIZONTE AZUL
MISMALOYA
EL EDÉN
LA QUEBRADA
BOCA DE TOMATLÁN
EL POLVORÍN

GUASIMAS
EL VERGEL
EL AGUACATE
ZARCALA HUERTA
LA JOYITA
SAN PEDRO
EL NOGAL
LOS LLANITOS
LA CRUZ DE IGNACIO
ROBLE CUATE
LAS MESAS
EL PIOJO

EL CHINO
SAN DIEGO
LA COCINA
EL CONEJO
LAS ÁNIMAS

MASCOTA

CABO CORRIENTES

TALPA DE ALLENDE

0 2 4 8 12 16
Kilometros

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

LOCALIZACIÓN GEOPOLÍTICA

SIMBOLOGÍA

- Límite de proyecto
- Localidad
- Camino: Brecha
- Carretera Estatal
- Carretera Federal
- Área Urbana de Puerto vallarta

Municipios

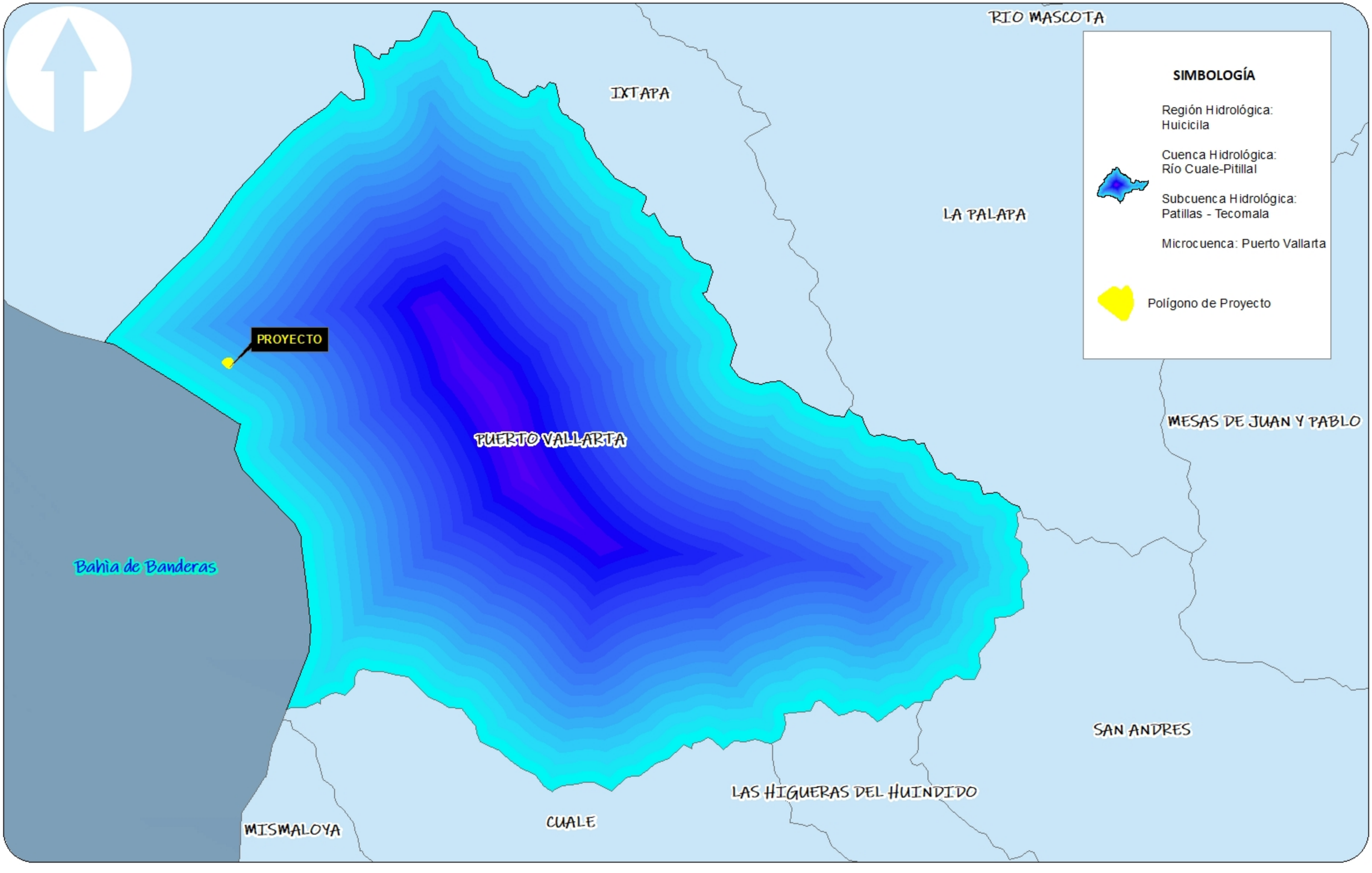
- MASCOTA
- CABO CORRIENTES
- PUERTO VALLARTA
- TALPA DE ALLENDE
- SAN SEBASTIÁN DEL OESTE

Fuente:
Elaboración con los vectoriales de la Carta Topografica de Puerto Vallarta, Límite Municipal del IIEG 2012

Proyección Cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte
Datum de Referencia: WGS 1984

Proyección Cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte.

Datum de Referencia: WGS 1984


RIO MASCOTA
IXTAPA
LA PALAPA
MESAS DE JUAN Y PABLO
PROYECTO
PUERTO VALLARTA
Bahìa de Banderas
SAN ANDRES
LAS HIGUERAS DEL HUINDIDO
CUALE
MISMALOYA
SIMBOLOGÍA
Región Hidrológica:
Huicicila
Cuenca Hidrológica:
Río Cuale-Pitillal
Subcuenca Hidrológica:
Patillas - Tecomala
Microcuenca: Puerto Vallarta
Polígono de Proyecto



VÍAS DE ACCESO

SIMBOLOGÍA

Límite de proyecto

Calle de primer orden

Calle de tercer orden

Fuente:
Elaborado con base a los Vectoriales de la Carta Topográfica
F13C69 Puerto Vallarta Escala: 1 :50 000
Conjunto de Vectoriales INEGI

Proyección Cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte.

Datum de Referencia: WGS 1984

474280 000000 474320 000000 474360 000000

2284720 000000 2284680 000000 2284640 000000

N

Fuente:
Elaboración con base a la
Visita de campo

Proyección Cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte.

Datum de Referencia: WGS 1984

0 5 10 20 30 40
Metros

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

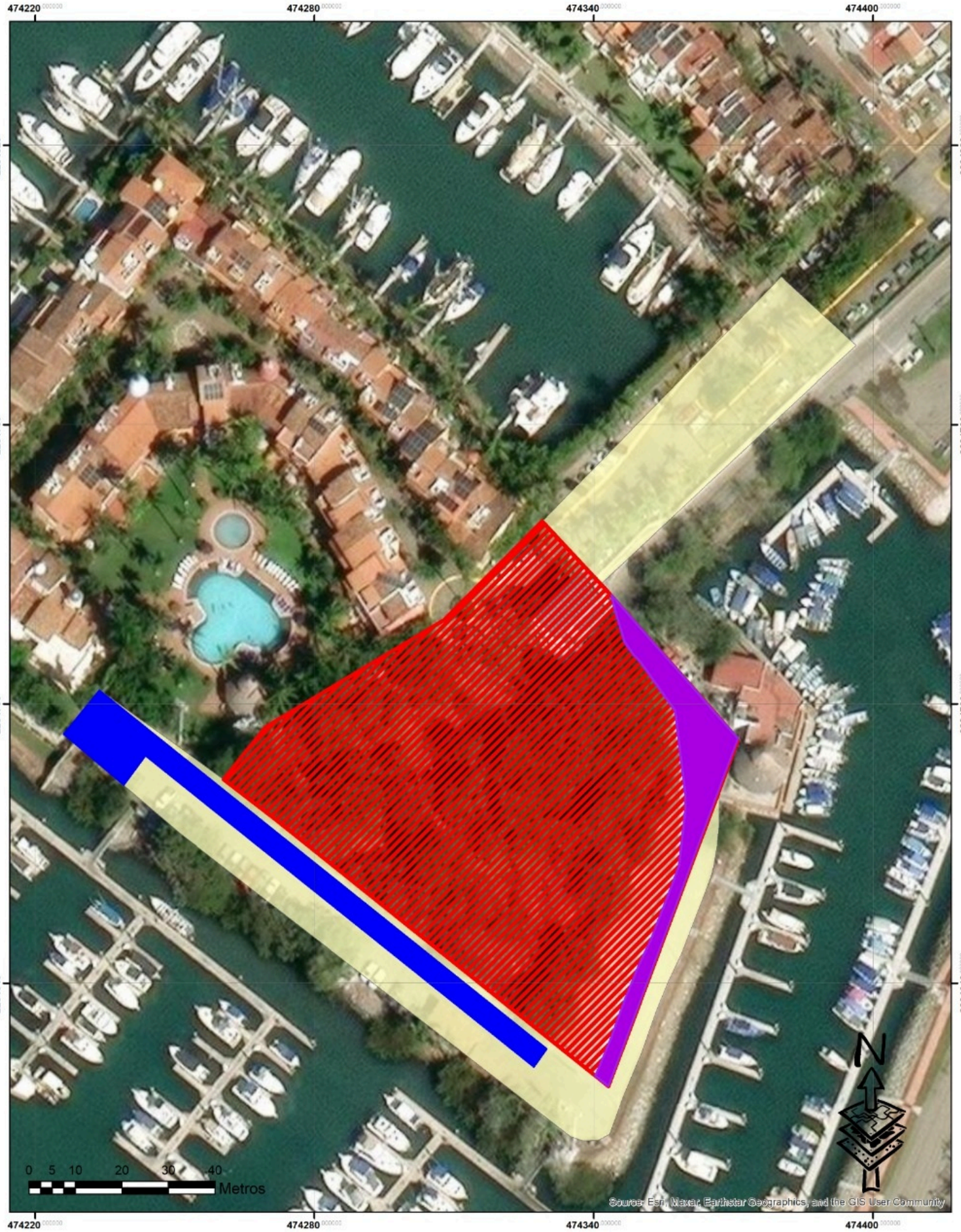
ZONIFICACIÓN DE LA PROPIEDAD PRIVADA

SIMBOLOGÍA

Límite de proyecto

Usos del Suelo

Isla Iguana	893.76 m^2	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	3,422.645 m^2
Servidumbre	505.03 m^2		
Calle abandonada	718.12 m^2	Vegetación Secundaria Herbácea de Selva Mediana Subcaducifolia	1,202.245 m^2



ZONIFICACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO

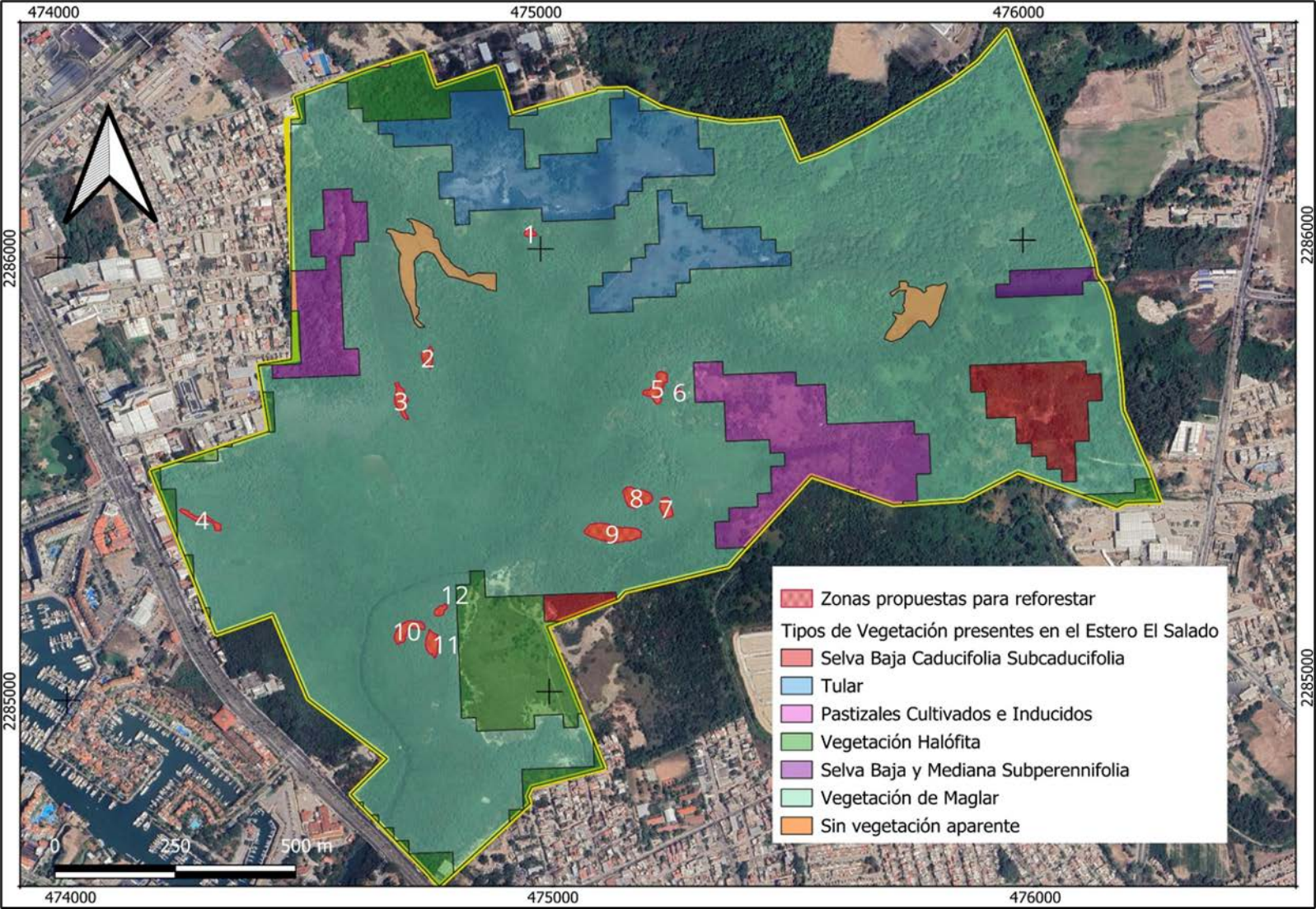
SIMBOLOGÍA

- Propiedad Privada 6,741.80 m^2
- Recinto Portuario de Puerto Vallarta 3,801.77 m^2
- Servidumbre 505.03 m^2
- Área de Concesión 740.0 m^2

Fuente:
Elaboración con base al archivo DWG
Levantamiento topográfico.

Proyección Cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte.

Datum de Referencia: WGS 1984


474000
475000
476000
2286000
2285000
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
Zonas propuestas para reforestar
Tipos de Vegetación presentes en el Estero El Salado
Selva Baja Caducifolia Subcaducifolia
Tular
Pastizales Cultivados e Inducidos
Vegetación Halófita
Selva Baja y Mediana Subperennifolia
Vegetación de Maglar
Sin vegetación aparente
0
250
500 m

475000.000 480000.000 485000.000

2285000.000

2280000.000

MUESTREO DE FAUNA

SIMBOLOGÍA

Transectos de busqueda de fauna

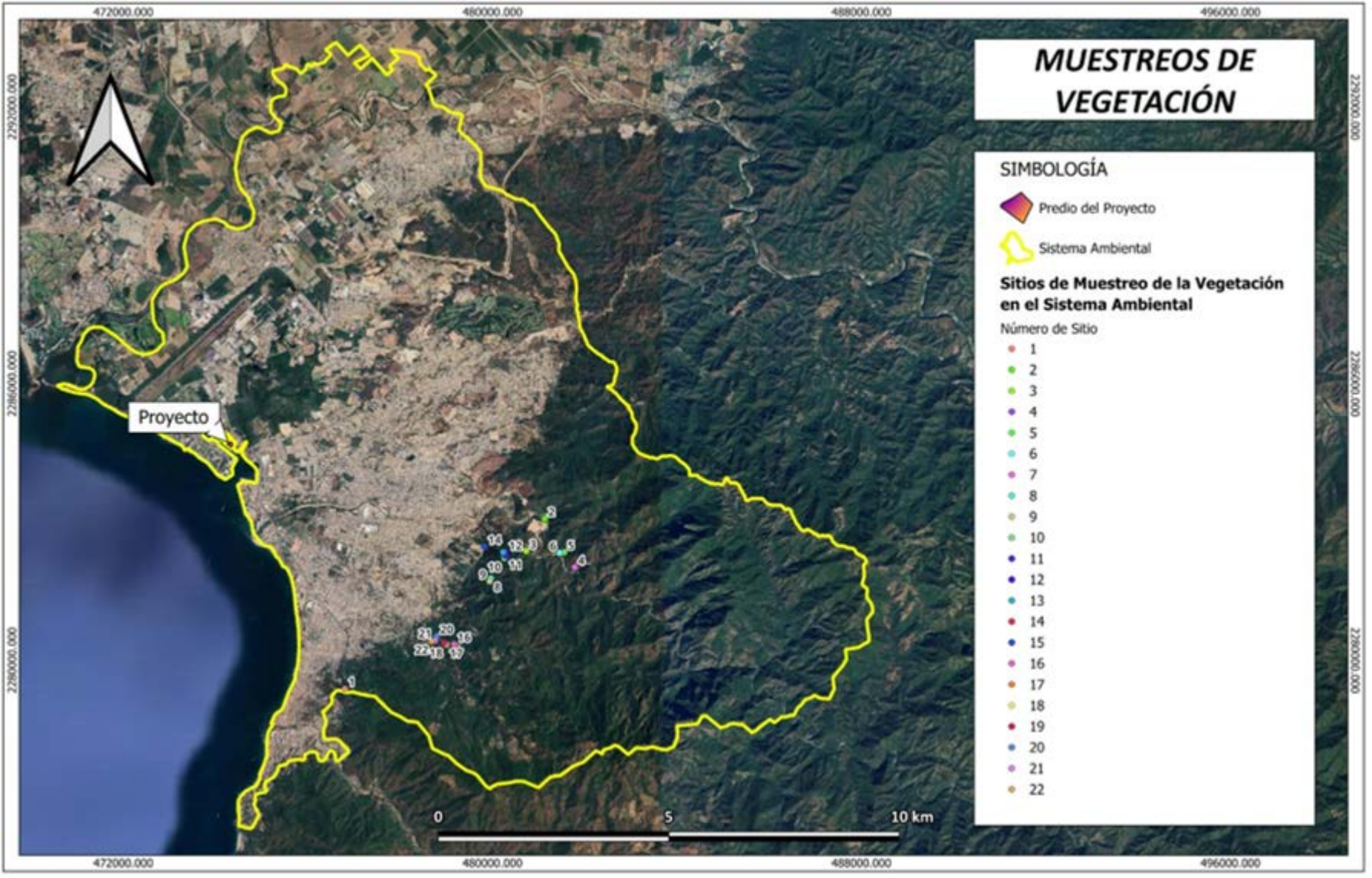
- Transecto 1
- Transecto 2
- Transecto 3
- Transecto 4
- Ubicación Camaras trampa
- Área del proyecto
- Sistema Ambiental Regional

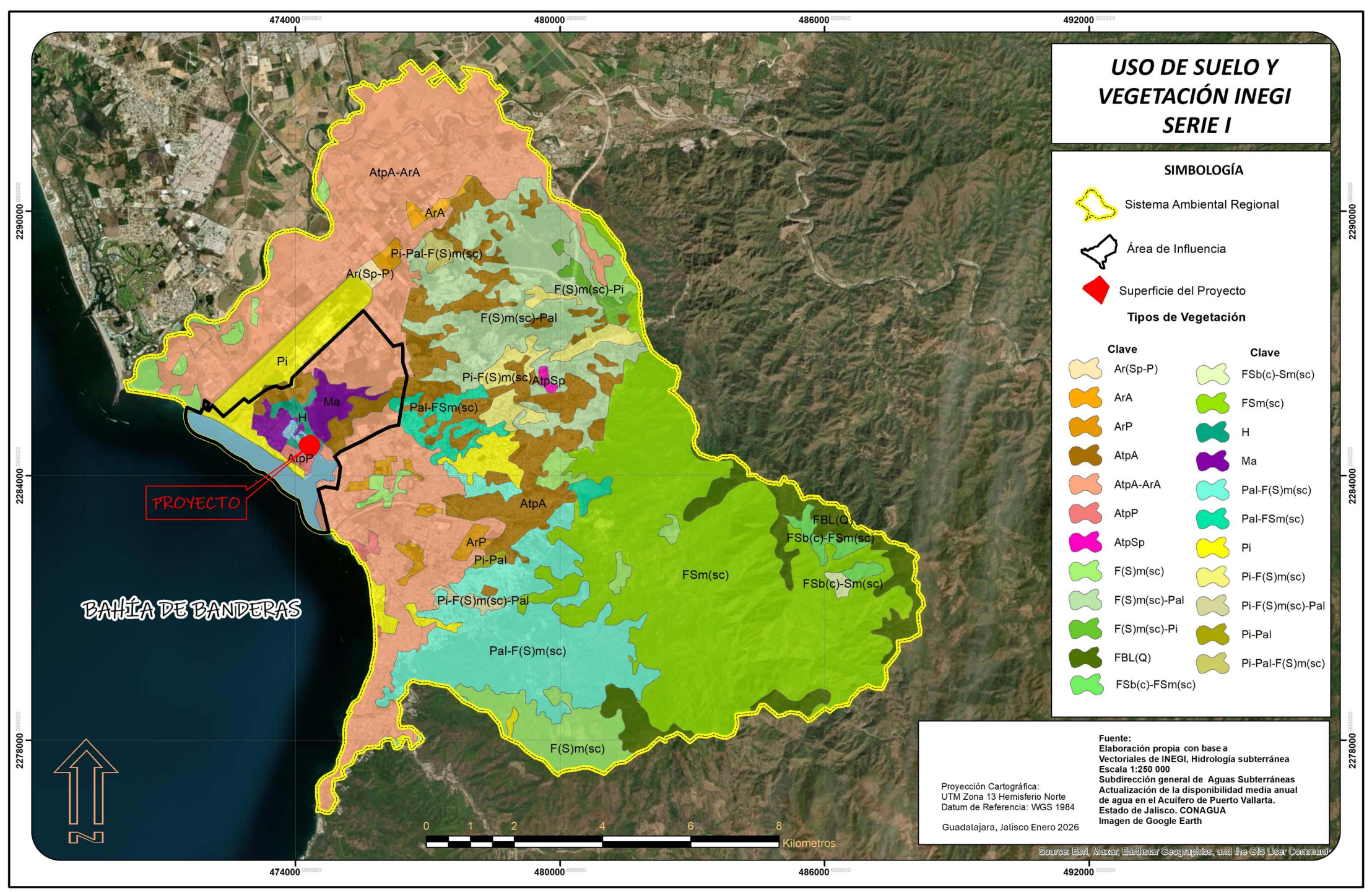
0 2.5 5 km

Elaborado con base en datos tomados en campo de muestreos realizados
Mapa base Google Satellite

Proyección cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte.
Datum de Referencia: WGS 1984

475000.000 480000.000 485000.000


MUESTREOS DE VEGETACIÓN
SIMBOLOGÍA
Predio del Proyecto
Sistema Ambiental
Sitios de Muestreo de la Vegetación en el Sistema Ambiental
Número de Sitio
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
Proyecto
0
5
10 km
472000.000
480000.000
488000.000
496000.000
2292000.000
2286000.000
2280000.000



USO DE SUELO Y VEGETACIÓN INEGI SERIE I

SIMBOLOGÍA

- Sistema Ambiental Regional
- Área de Influencia
- Superficie del Proyecto

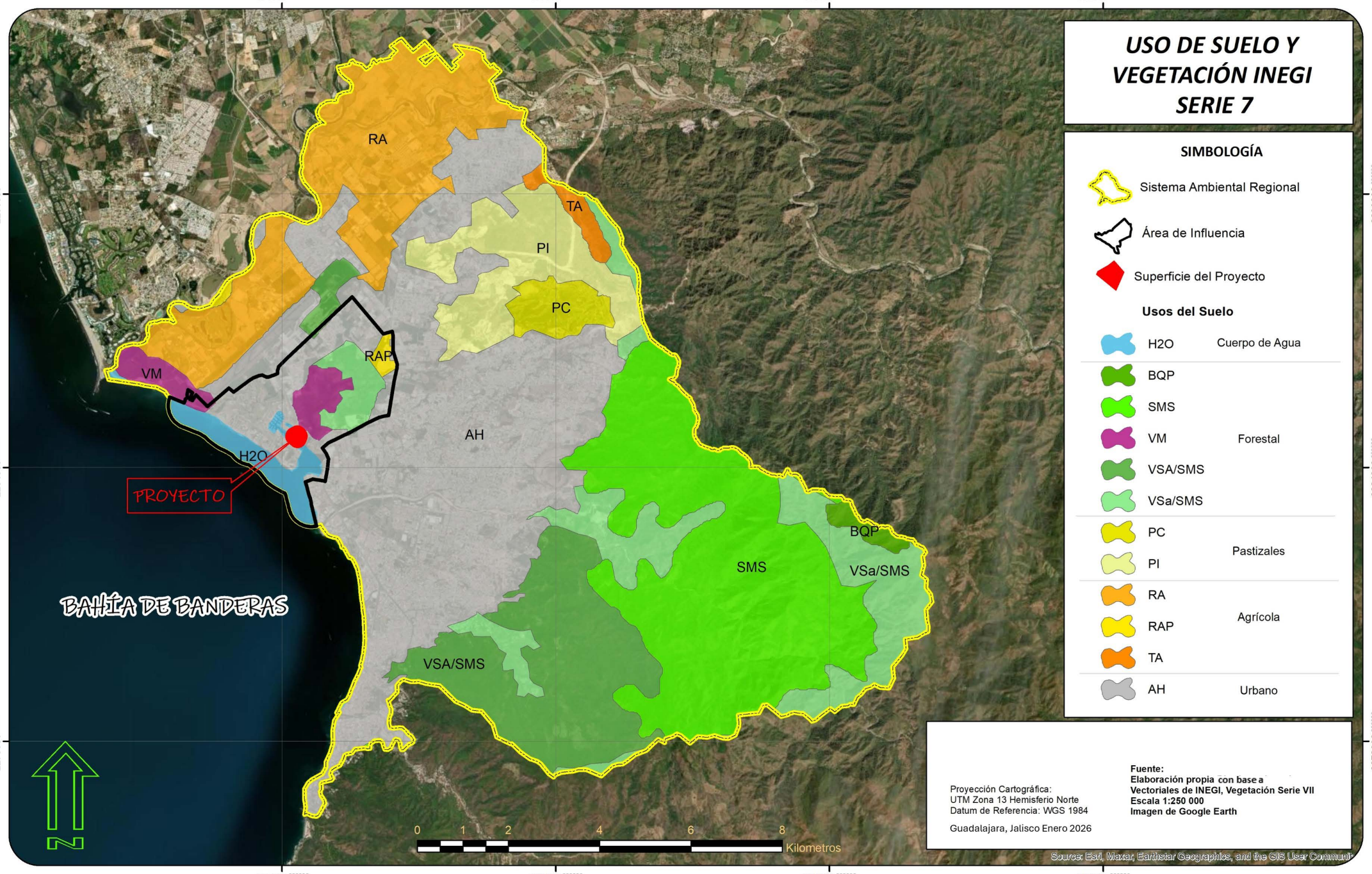
Tipos de Vegetación

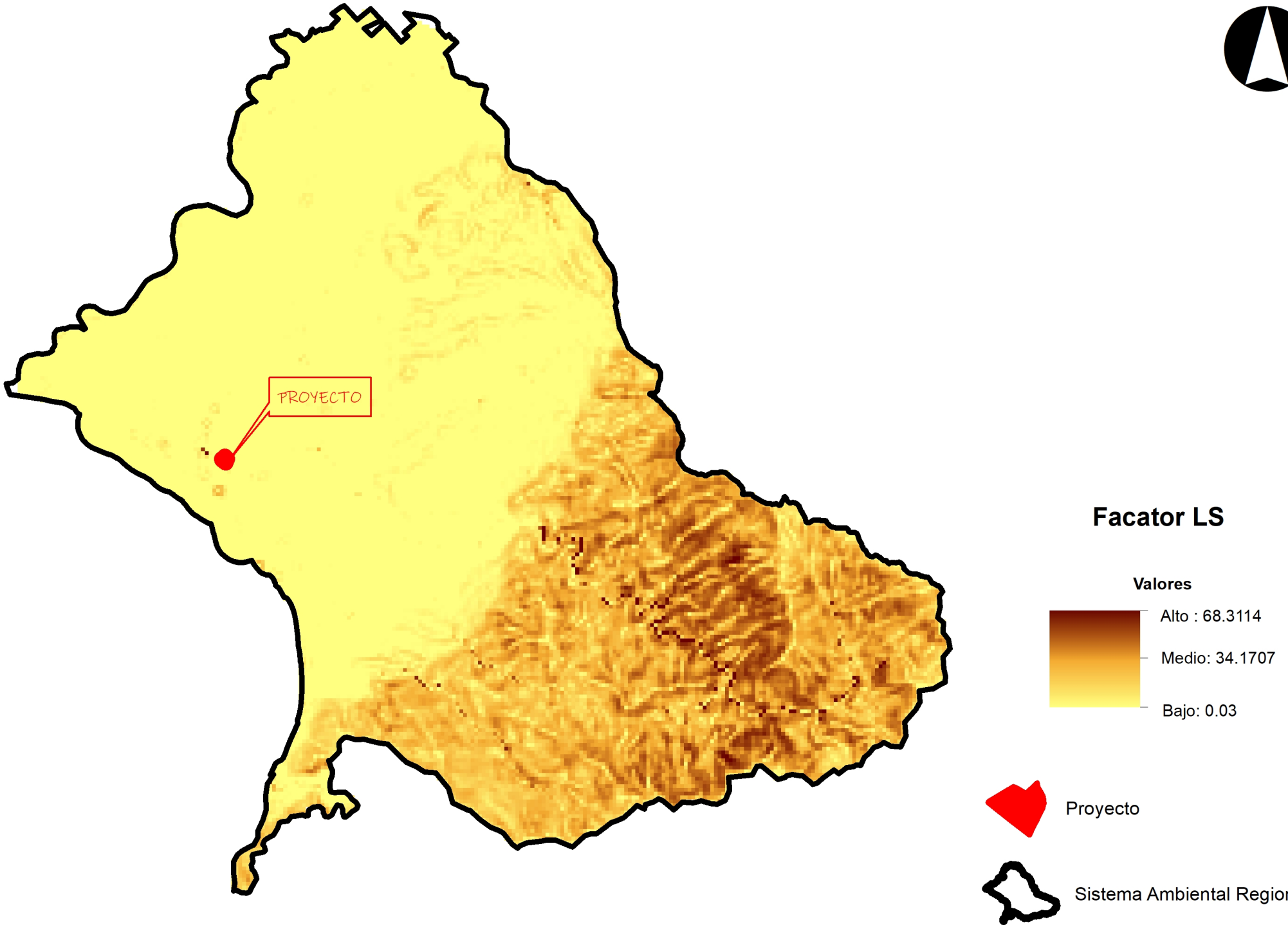
Clave	Clave
Ar(Sp-P)	FSb(c)-Sm(sc)
ArA	FSm(sc)
ArP	H
AtpA	Ma
AtpA-ArA	Pal-F(S)m(sc)
AtpP	Pal-FSm(sc)
AtpSp	Pi
F(S)m(sc)	Pi-F(S)m(sc)
F(S)m(sc)-Pal	Pi-F(S)m(sc)-Pal
F(S)m(sc)-Pi	Pi-Pal
FBL(Q)	Pi-Pal-F(S)m(sc)
FSb(c)-FSm(sc)	

Proyección Cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte
Datum de Referencia: WGS 1984

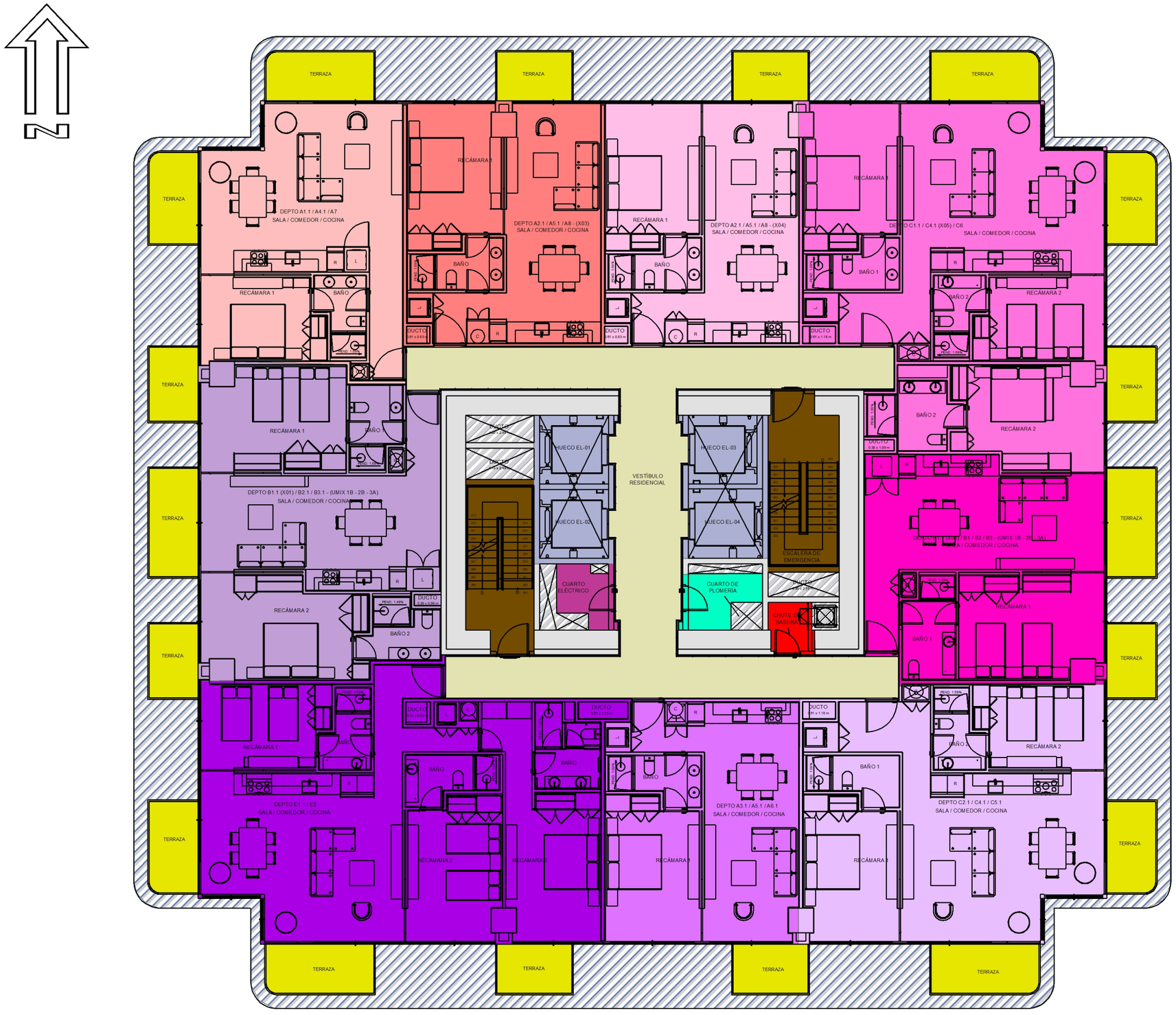
Guadalajara, Jalisco Enero 2026

Fuente:
Elaboración propia con base a
Vectoriales de INEGI, Hidrología subterránea
Escala 1:250 000
Subdirección general de Aguas Subterráneas
Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el Acuífero de Puerto Vallarta.
Estado de Jalisco. CONAGUA
Imagen de Google Earth


474000
480000
486000
492000
2290000
2284000
2278000
RA
TA
PI
PC
RAP
VM
AH
H2O
PROYECTO
BAHÍA DE BANDERAS
BQP
SMS
VSa/SMS
VSA/SMS
0 1 2 4 6 8
Kilometros
N
USO DE SUELO Y VEGETACIÓN INEGI SERIE 7
SIMBOLOGÍA
Sistema Ambiental Regional
Área de Influencia
Superficie del Proyecto
Usos del Suelo
H2O Cuerpo de Agua
BQP
SMS
VM Forestal
VSA/SMS
VSa/SMS
PC
PI Pastizales
RA
RAP
TA Agrícola
AH Urbano
Proyección Cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte
Datum de Referencia: WGS 1984
Guadalajara, Jalisco Enero 2026
Fuente:
Elaboración propia con base a
Vectoriales de INEGI, Vegetación Serie VII
Escala 1:250 000
Imagen de Google Earth
Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community


PROYECTO
Facator LS
Valores
Alto : 68.3114
Medio: 34.1707
Bajo: 0.03
Proyecto
Sistema Ambiental Regional

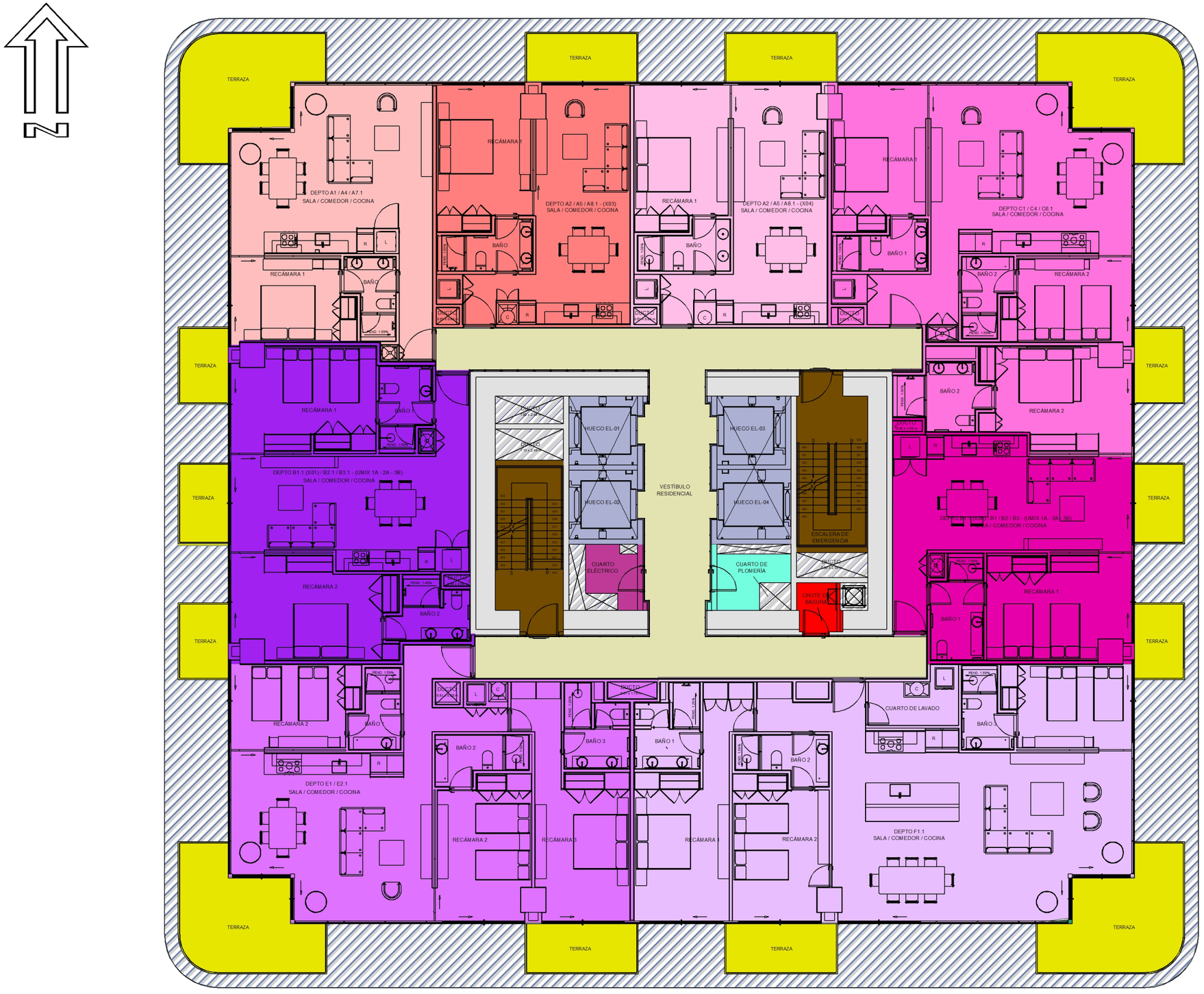
Nivel Tipo UNIT MIX 2B



SIMBOLOGÍA

Componentes	Superficie m2
Departamento 1	67.96
Departamento 2	62.904
Departamento 3	62.904
Departamento 4	100.257
Departamento 5	100.30
Departamento 6	100.257
Departamento 7	62.904
Departamento 8	132.99
Departamento 9	100.30
Terraza	73.656
Elevador	28.096
Escaleras	29.47
Cuarto eléctrico	3.60
Cuarto plomerías	4.385
Chute de basura	5.439
Vestíbulo elevadores	24.60

Superficie total de componentes 960.022



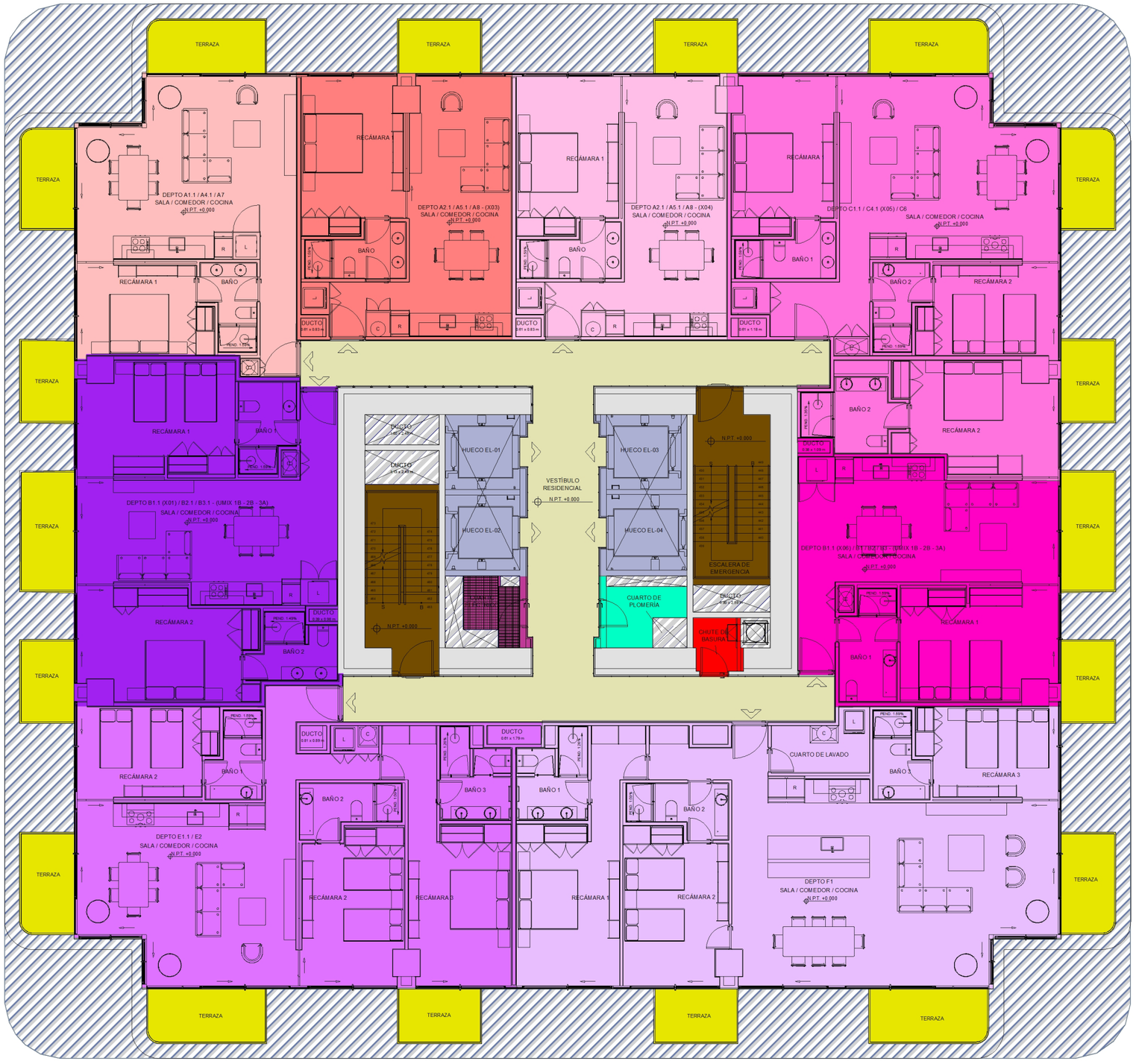
Nivel Tipo UNIT MIX 3A

SIMBOLOGÍA

Componentes	Superficie m2
Departamento 1	67.96
Departamento 2	62.904
Departamento 3	62.904
Departamento 4	130.906
Departamento 5	70.465
Departamento 6	161.974
Departamento 7	134.32
Departamento 8	99.343
Terraza	113.865
Elevador	28.096
Escaleras	29.47
Cuarto eléctrico	3.60
Cuarto plomerías	4.385
Chute de basura	5.439
Vestíbulo elevadores	24.60

Superficie total de componentes 1,000.231

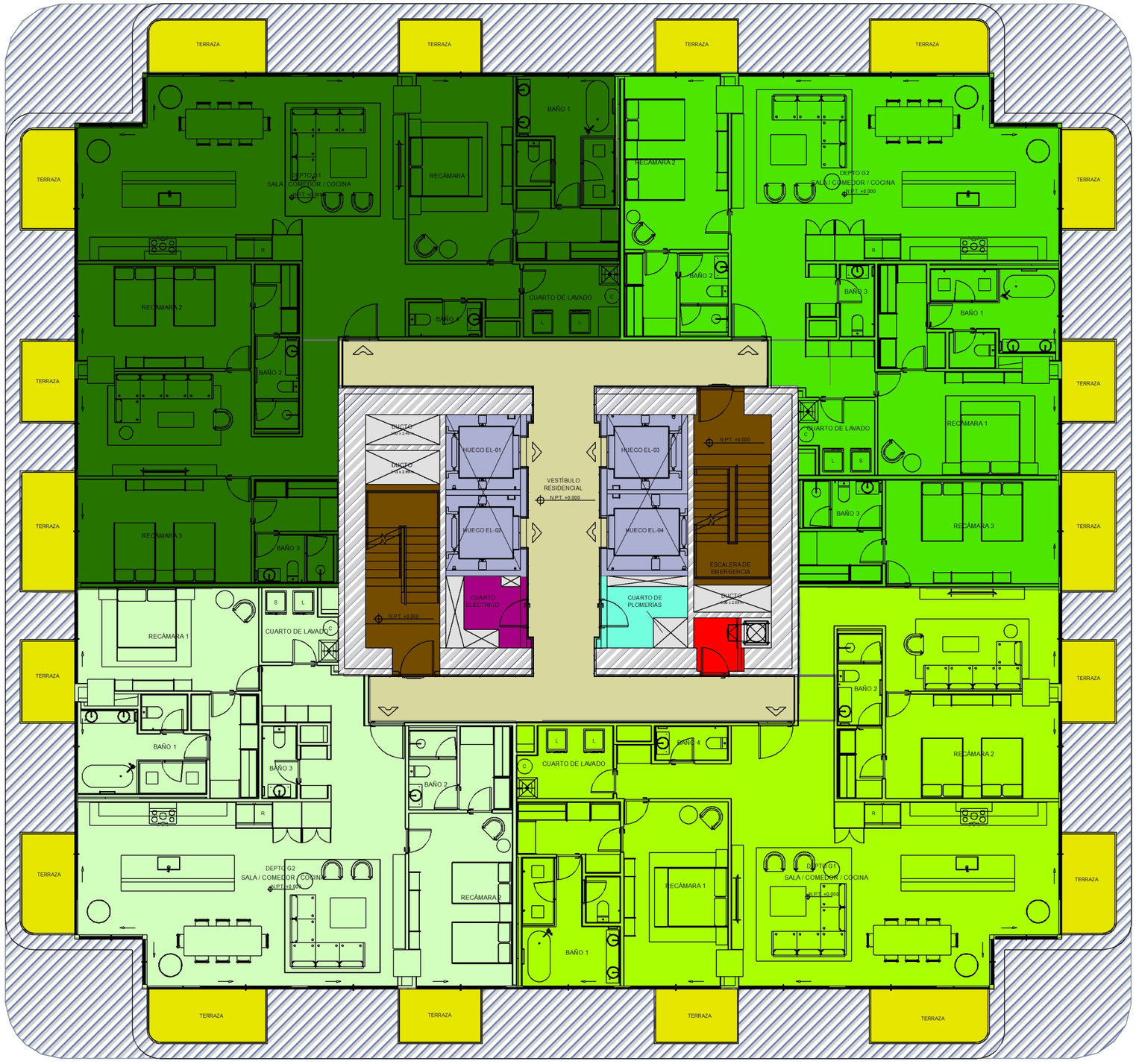
Nivel Tipo UNIT MIX 3B



SIMBOLOGÍA

Componentes	Superficie m2
Departamento 1	67.96
Departamento 2	62.904
Departamento 3	62.904
Departamento 4	130.906
Departamento 5	70.465
Departamento 6	161.974
Departamento 7	134.32
Departamento 8	99.343
Terraza	73.656
Elevador	28.096
Escaleras	29.47
Cuarto eléctrico	3.60
Cuarto plomerías	4.385
Chute de basura	5.439
Vestíbulo elevadores	24.60

Superficie total de componentes 960.022



Nivel Tipo UNIT MIX 4B

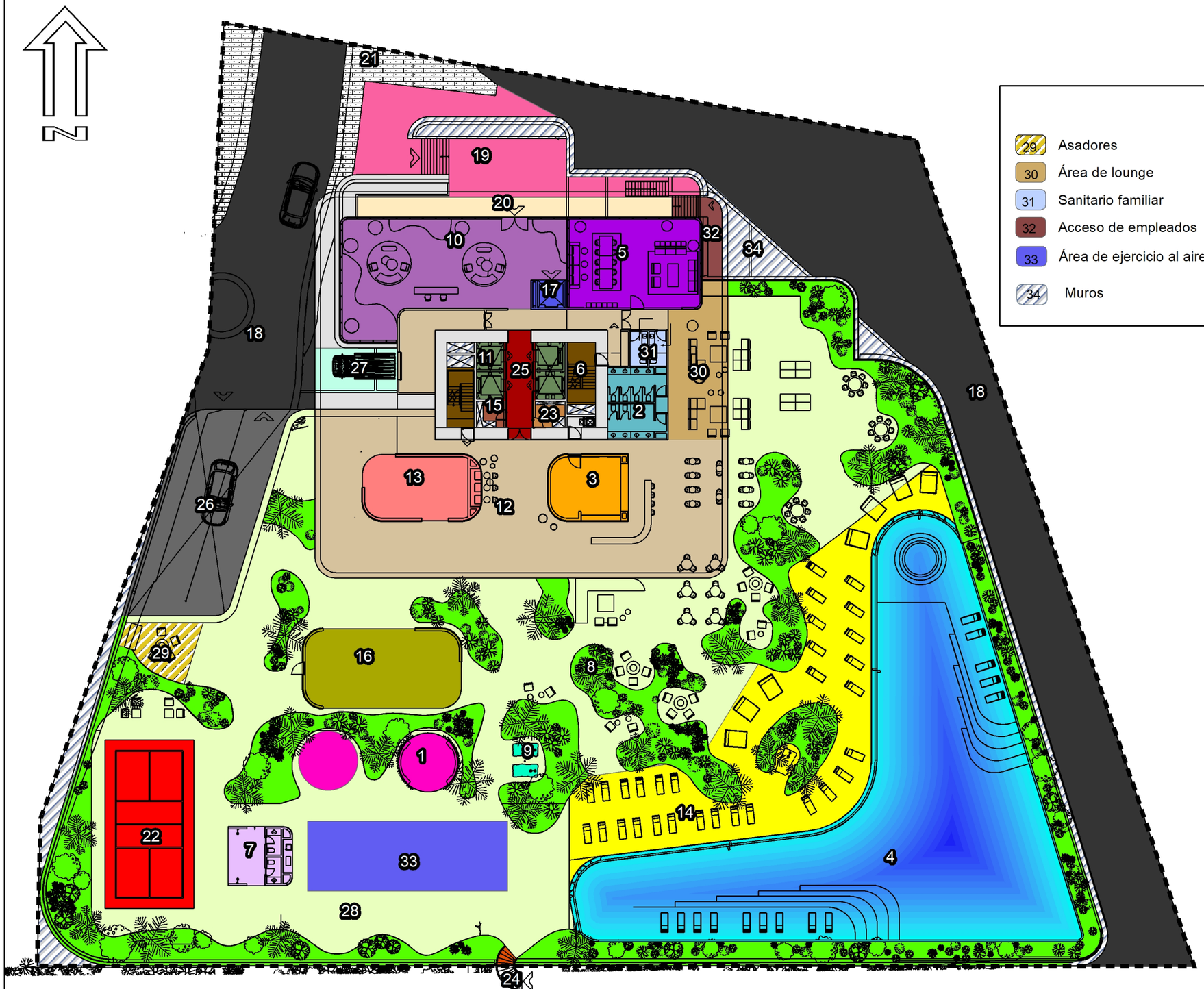
SIMBOLOGÍA

Componentes

	Superficie m2
Departamento 1	220.797
Departamento 2	204.066
Departamento 3	198.224
Departamento 4	169.038
Terraza	73.656
Elevador	28.096
Escaleras	29.47
Cuarto eléctrico	3.60
Cuarto plomerías	4.385
Chute de basura	5.439
Vestíbulo elevadores	24.60

Superficie total de componentes 961.371

PLANTA BAJA



		Superficie m2
29	Asadores	28.9
30	Área de lounge	72.951
31	Sanitario familiar	11.288
32	Acceso de empleados	18.528
33	Área de ejercicio al aire libre	116.791
34	Muros	343.19

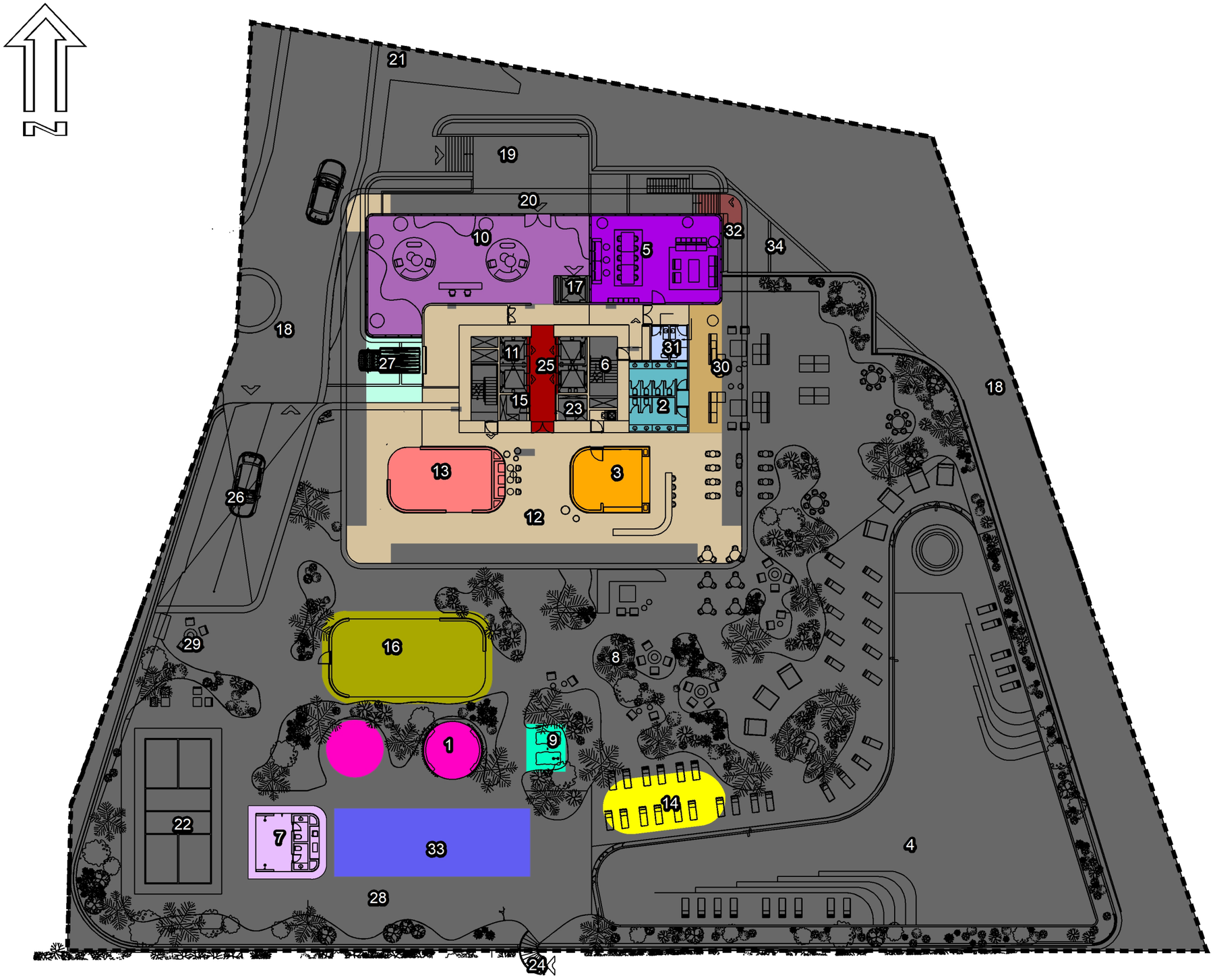
SIMBOLOGÍA

	Superficie m2
Superficie del Proyecto	6,741.80

Componentes

		Superficie m2
1	SPA	45.841
2	Baños	36.846
3	Snacks	44.040
4	Alberca	781.211
5	Bibliotca	104.053
6	Escaleras	28.383
7	Vestidores	31.426
8	Área verde	935.078
9	Regaderas	2.595
10	Recepción	181.096
11	Elevadores	27.04
12	Área común	437.612
13	Área social	63.156
14	Asoleadero	348.895
15	Cuarto eléctrico	4.285
16	Área de ejercicio	102.438
17	Elevador a sótano	8.88
18	Vialidad existente	1,079.880
19	Acceso principal	157.513
20	Acceso al Lobby	52.934
21	Banqueta existente	104.356
22	Cancha de pickleball	124.82
23	Cuarto de plomerías	5.057
24	Acceso amenidades	2.387
25	Vestíbulo elevadores	25.82
26	Rampa estacionamineto	180.412
27	Andén de carga/descarga	65.887
28	Andadores y áreas de uso común	1,168.21

Superficie total de componentes 6,741.80



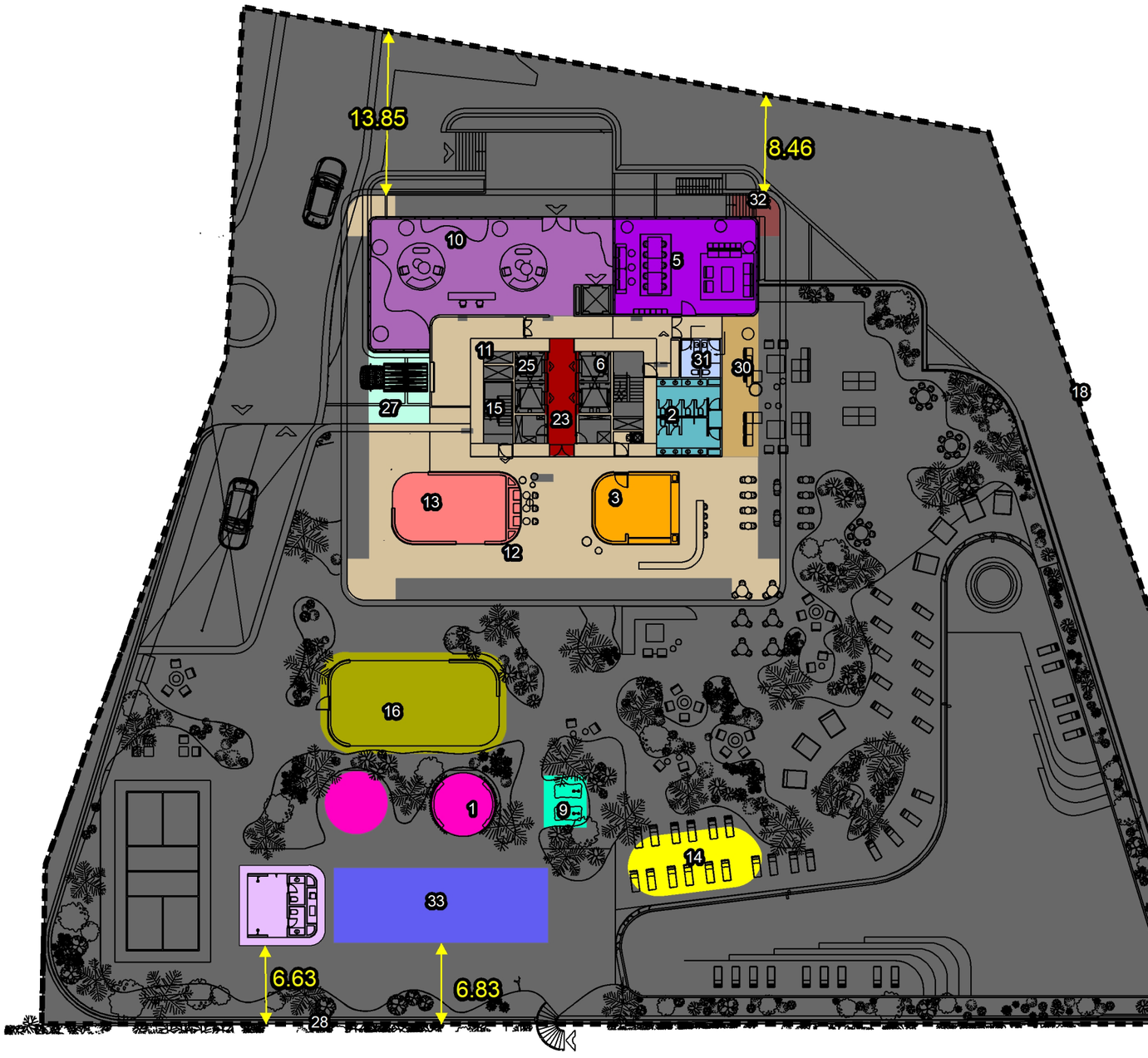
ÁREAS TECHADAS EN PLANTA BAJA

SIMBOLOGÍA

	Superficie m2
Superficie del Proyecto	6,741.80

Componentes		Superficie m2
1	SPA	45.841
2	Baños	36.846
3	Snacks	44.040
5	Bibliotca	104.053
7	Vestidores	31.426
9	Regaderas	2.595
10	Recepción	181.096
12	Área común	437.612
13	Área social	63.156
14	Asoleadero	142.76
16	Área de ejercicio	102.438
25	Vestíbulo elevadores	25.82
27	Andén de carga/descarga	31.633
30	Área de lounge	36.731
31	Sanitario familiar	11.288
32	Acceso de empleados	18.528
33	Área de ejercicio al aire libre	116.791

Superficie total de componentes techados 1,432.654



RESTRICCIONES DEL PPDU

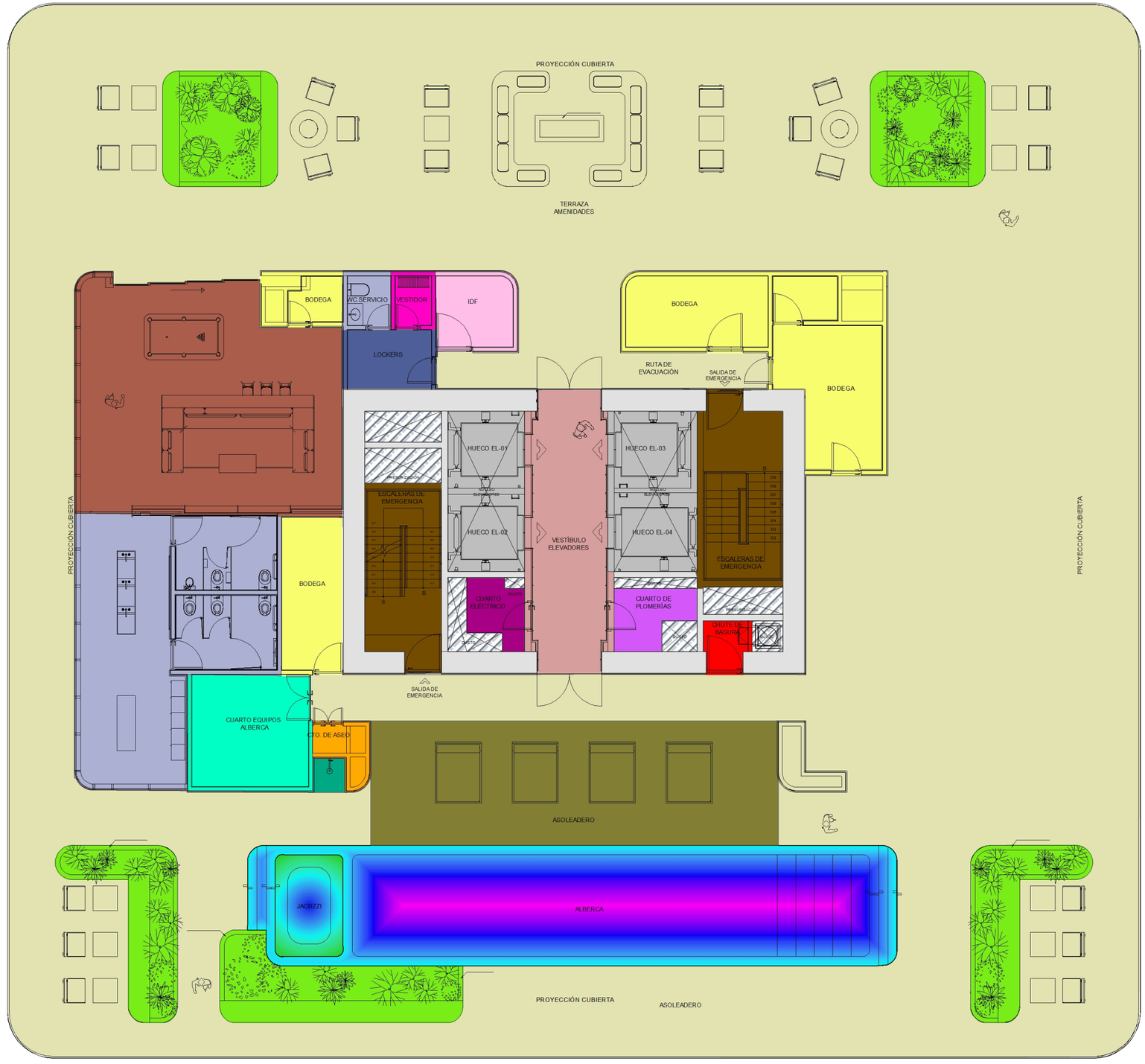
SIMBOLOGÍA

Restricción Frontal y Posterior

	Superficie m2
Superficie del Proyecto	6,741.80

Componentes		Superficie m2
1	SPA	45.841
2	Baños	36.846
3	Snacks	44.040
5	Bibliotca	104.053
7	Vestidores	31.426
9	Regaderas	2.595
10	Recepción	181.096
12	Área común	526.62
13	Área social	63.156
14	Asoleadero	53.753
16	Área de ejercicio	102.438
25	Vestíbulo elevadores	25.82
27	Andén de carga/descarga	31.633
30	Área de lounge	36.731
31	Sanitario familiar	11.288
32	Acceso de empleados	18.528
33	Área de ejercicio al aire libre	116.791

Superficie total de componentes techados 1,432.654



ROOF GARDEN

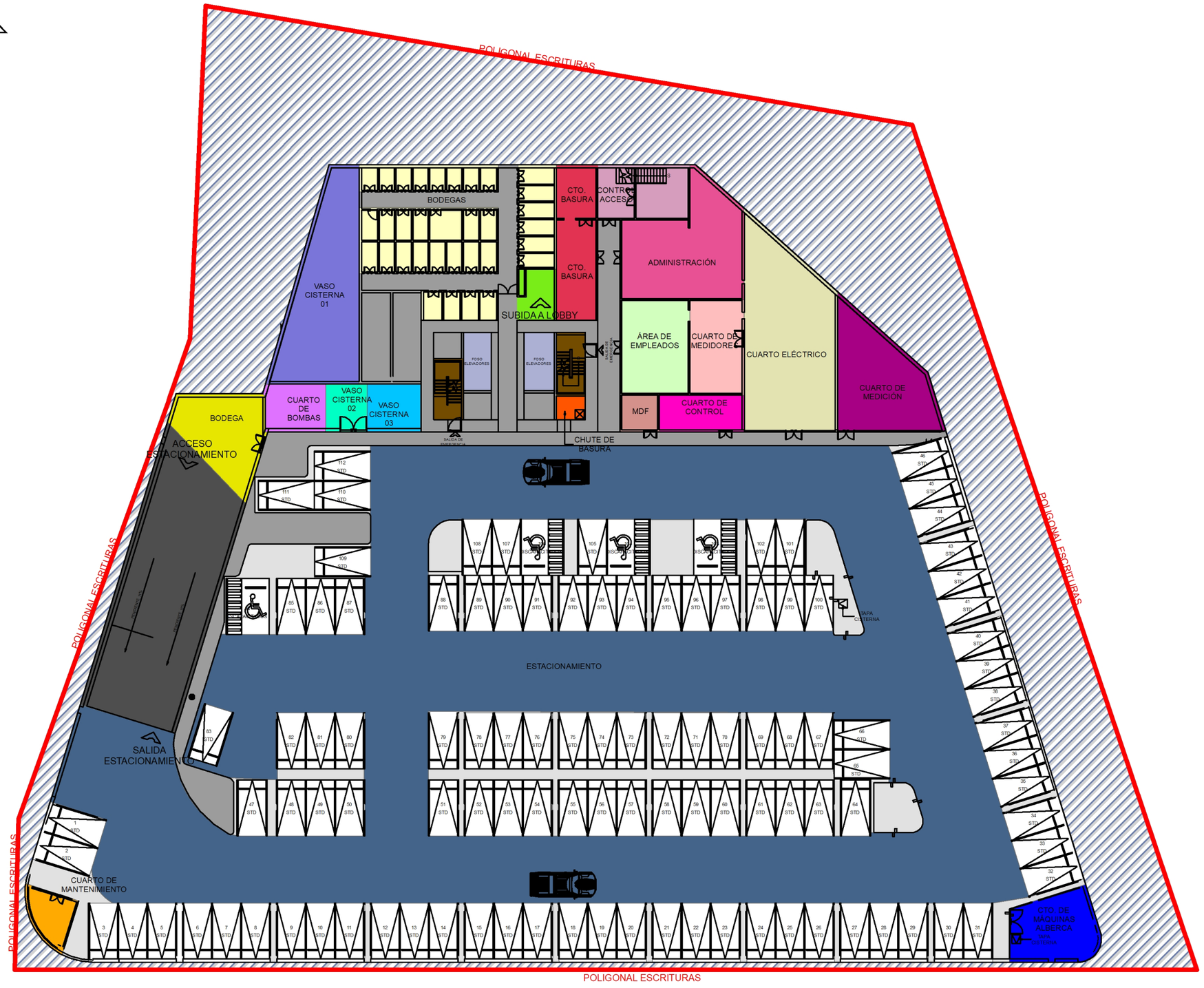
SIMBOLOGÍA

Componentes

	Superficie m2
IDF	6.925
Baños	51.623
Alberca	74.119
Bodega	50.461
Jacuzzi	7.226
Jardinera	66.573
Lockers	5.886
Ludoteca	62.132
Regadera	1.10
Terraza	713.822
Vestidor	2.833
Elevador	28.096
Escaleras	29.47
Asoleadero	53.60
Chute de basura	5.439
Cuarto de aseo	3.150
Cuarto eléctrico	3.60
Cuarto plomerías	4.385
Vestíbulo elevadores	24.60
Cuarto equipos alberca	15.40

Superficie total de componentes 1,210.44

S Ó T A N O



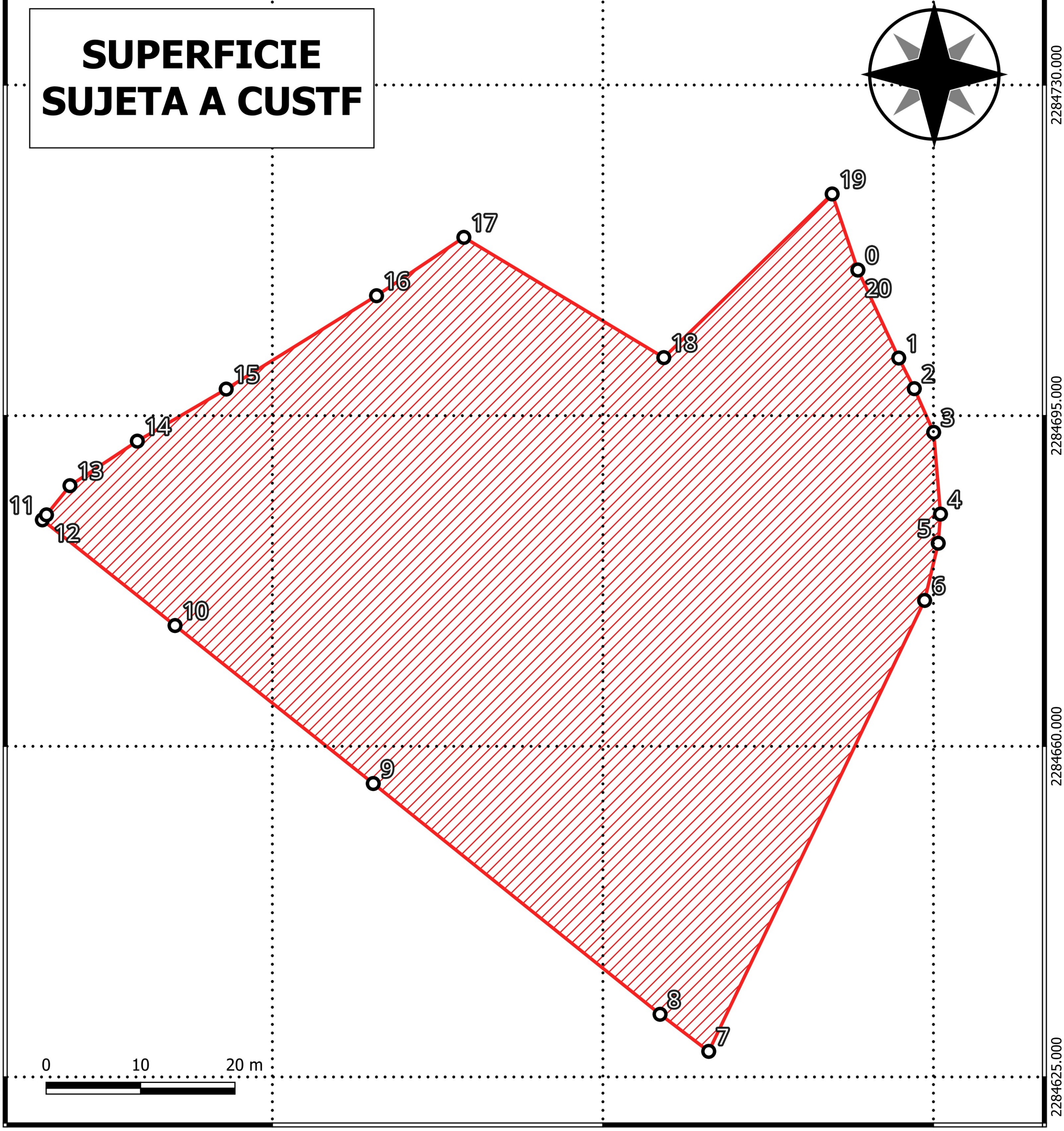
SIMBOLOGÍA

	Superficie m2
Superficie del Proyecto	6,741.80

Componentes	Superficie m2
MDF	11.618
Muros	465.493
Pasillo	419.463
Vialidad	1712.225
Bodega	54.857
Bodegas	154.615
Escaleras	29.47
Administración	94.018
Chute de basura	5.439
Contol de acceso	40.957
Cuarto eléctrico	136
Vaso cisterna 1	108.682
Vaso cisterna 2	15.875
Vaso cisterna 3	20.851
Estacionamiento	1535.313
Elevador lobby	15.707
Foso elevadores	28.096
Cuarto de control	24.961
Cuarto de basura	51.188
Cuarto de bombas	23.214
Cuarto de medición	76.325
Cuarto de medidores	41.50
Área de empleados	52.15
Cuarto de mantenimiento	18.077
Acceso al estacionamineto	212.072
Cuarto de máquinas alberca	45.274

Superficie total de componentes 5393.44

SUPERFICIE SUJETA A CUSTF



SIMBOLOGÍA

- Vértices
- Poligono de CUSTF

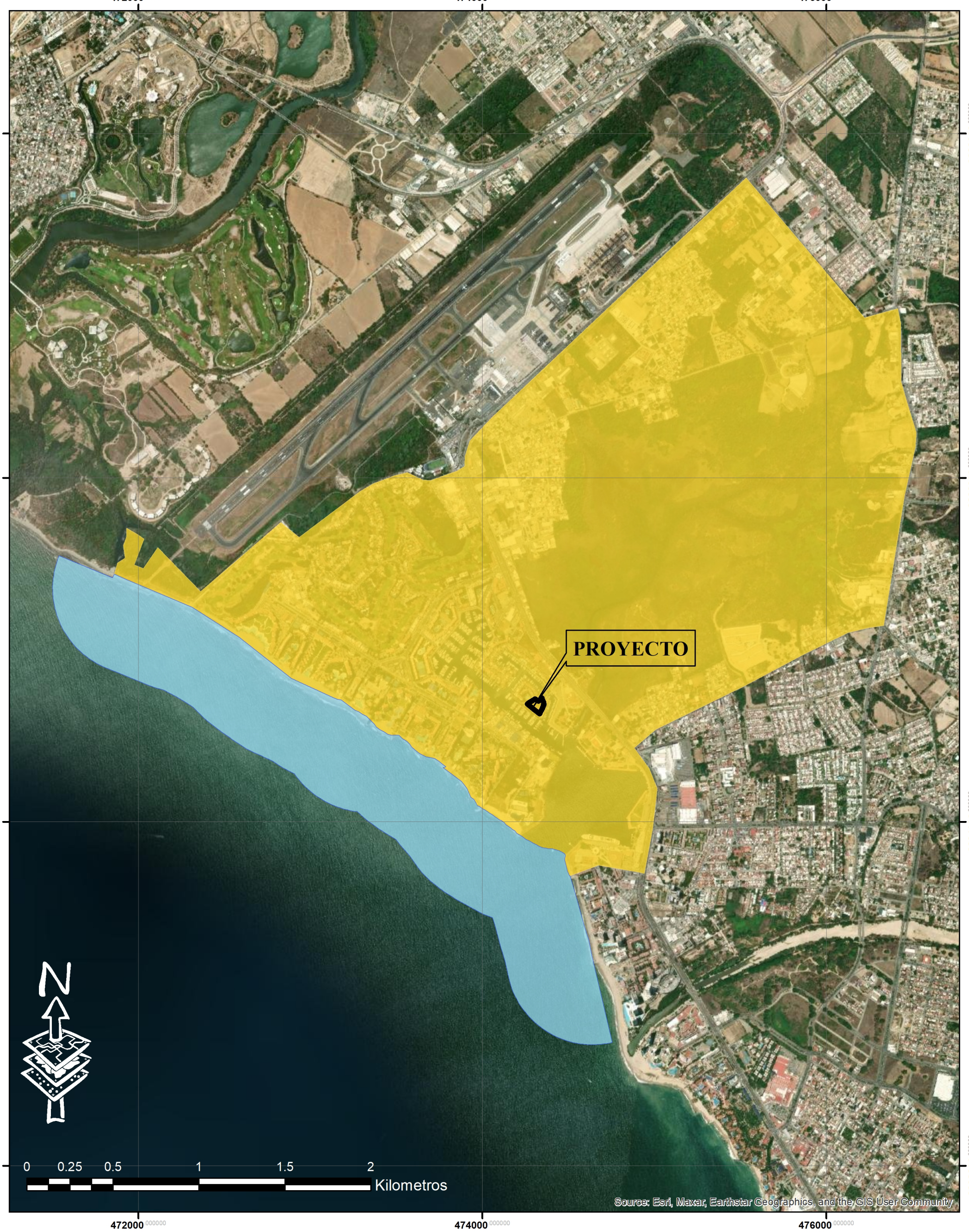
Fuente: Elaboración propia con base al achivo DWG "Levantamiento Topográfico"

Mapa base Google Satellite

Proyección cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte.
Datum de Referencia: WGS 1984

Vértice	X UTM	Y UTM
0	474347.008	2284710.417
1	474351.3369	2284701.099
2	474352.985	2284697.858
3	474355.035	2284693.233
4	474355.757	2284684.578
5	474355.519	2284681.492
6	474354.075	2284675.437
7	474331.214	2284627.7
8	474326.061	2284631.628
9	474295.69	2284656.057

12	474261.0821	2284684.499
13	474263.5686	2284687.586
14	474270.702	2284692.301
15	474280.115	2284697.813
16	474296.035	2284707.694
17	474305.282	2284713.874
18	474326.457	2284701.143
19	474344.2852	2284718.467
20	474347.008	2284710.417



DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

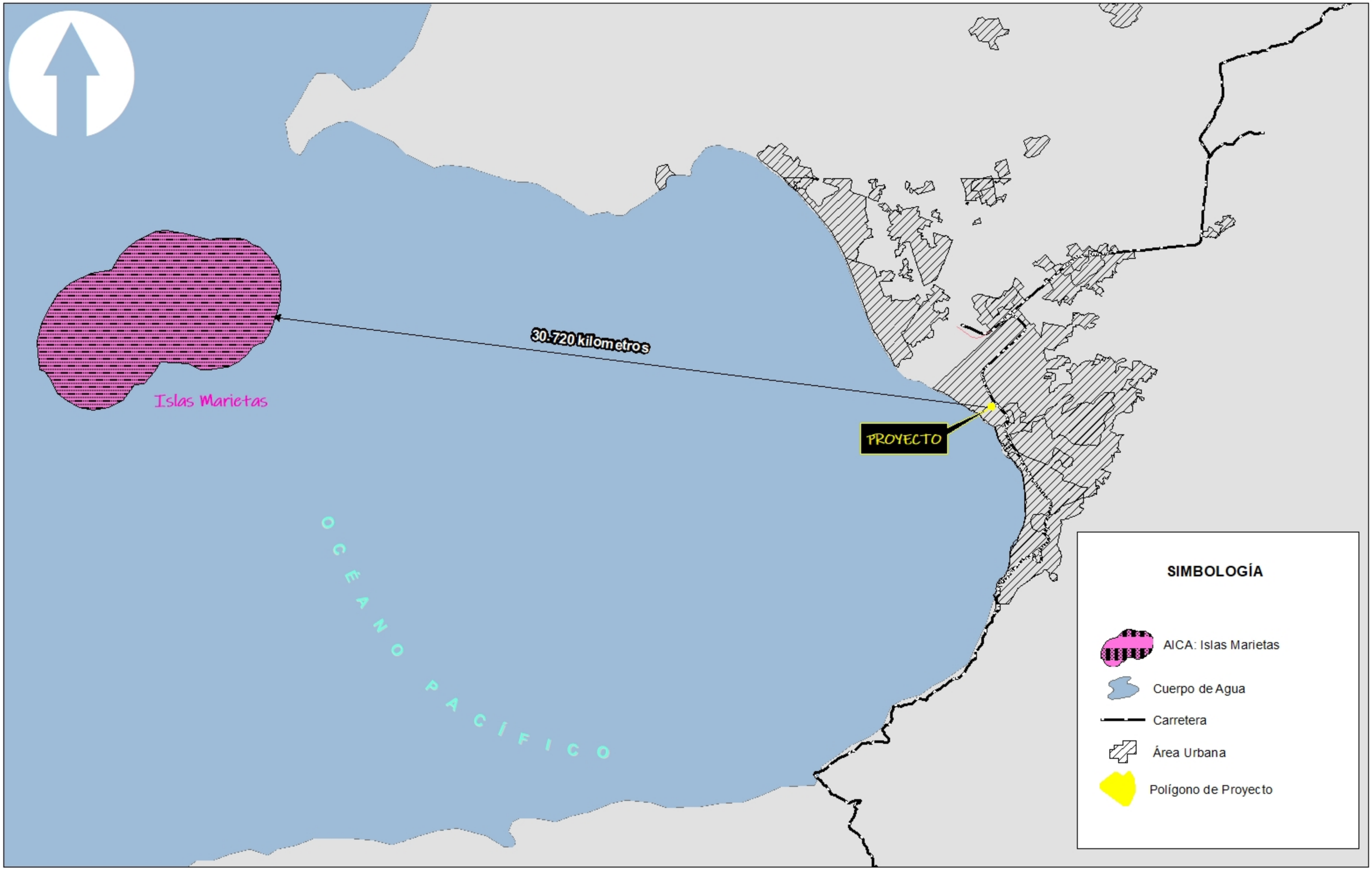
SIMBOLOGÍA

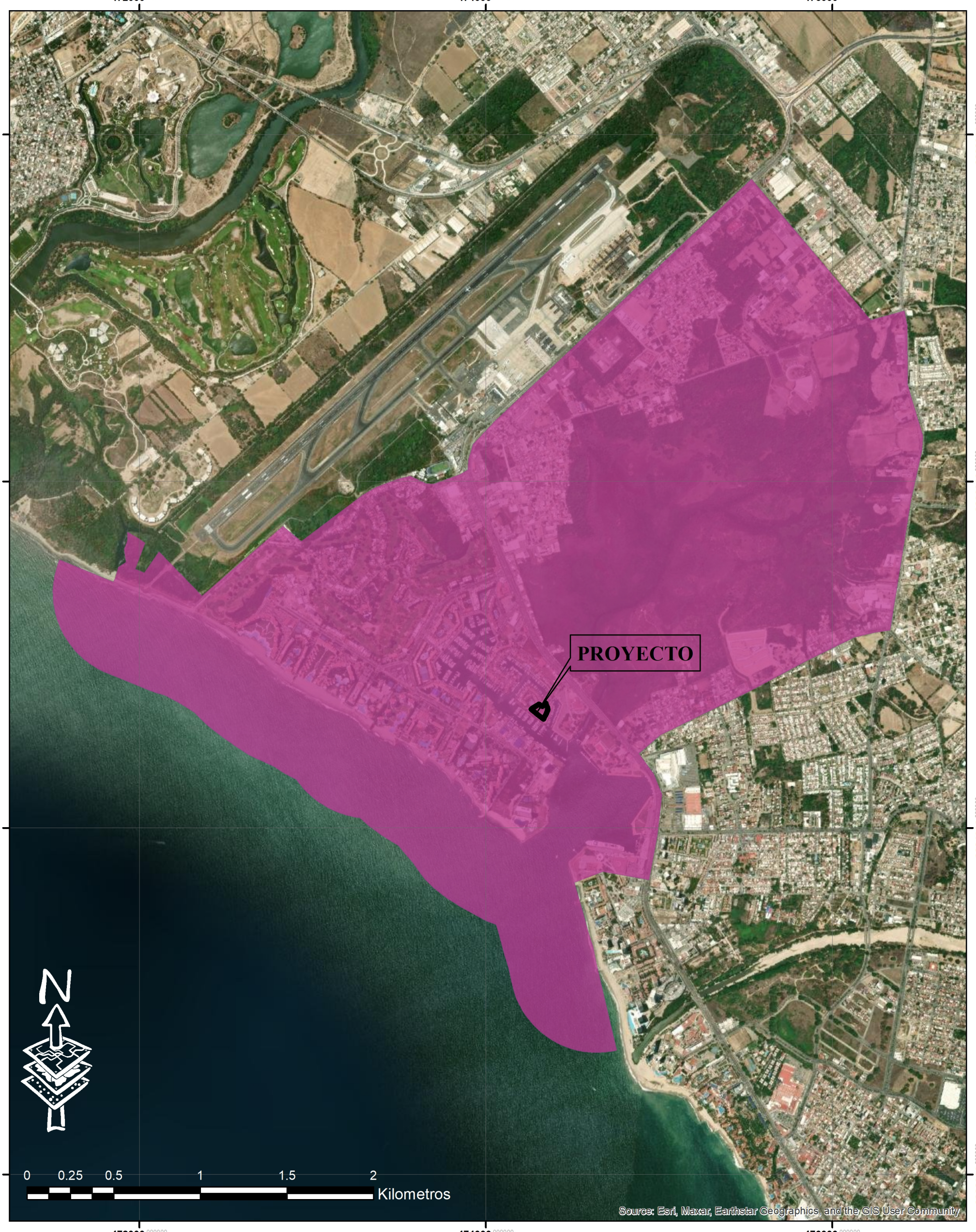
- Límite de proyecto
- Cuerpo de Agua
- Plan Parcial de Desarrollo Urbano - Distrito Urbano 5

Fuente:
Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Distrito Urbano 5 de Puerto Vallarta 2018 - 2021
Imagen de Google Earth

Proyección Cartográfica:
UTM Zona 16 Hemisferio Norte.

Datum de Referencia: WGS 1984


Islas Marietas
30.720 kilometros
PROYECTO
OCEANO PACÍFICO
SIMBOLOGÍA
AICA: Islas Marietas
Cuerpo de Agua
Carretera
Área Urbana
Polígono de Proyecto



ÁREA DE INFLUENCIA

SIMBOLOGÍA

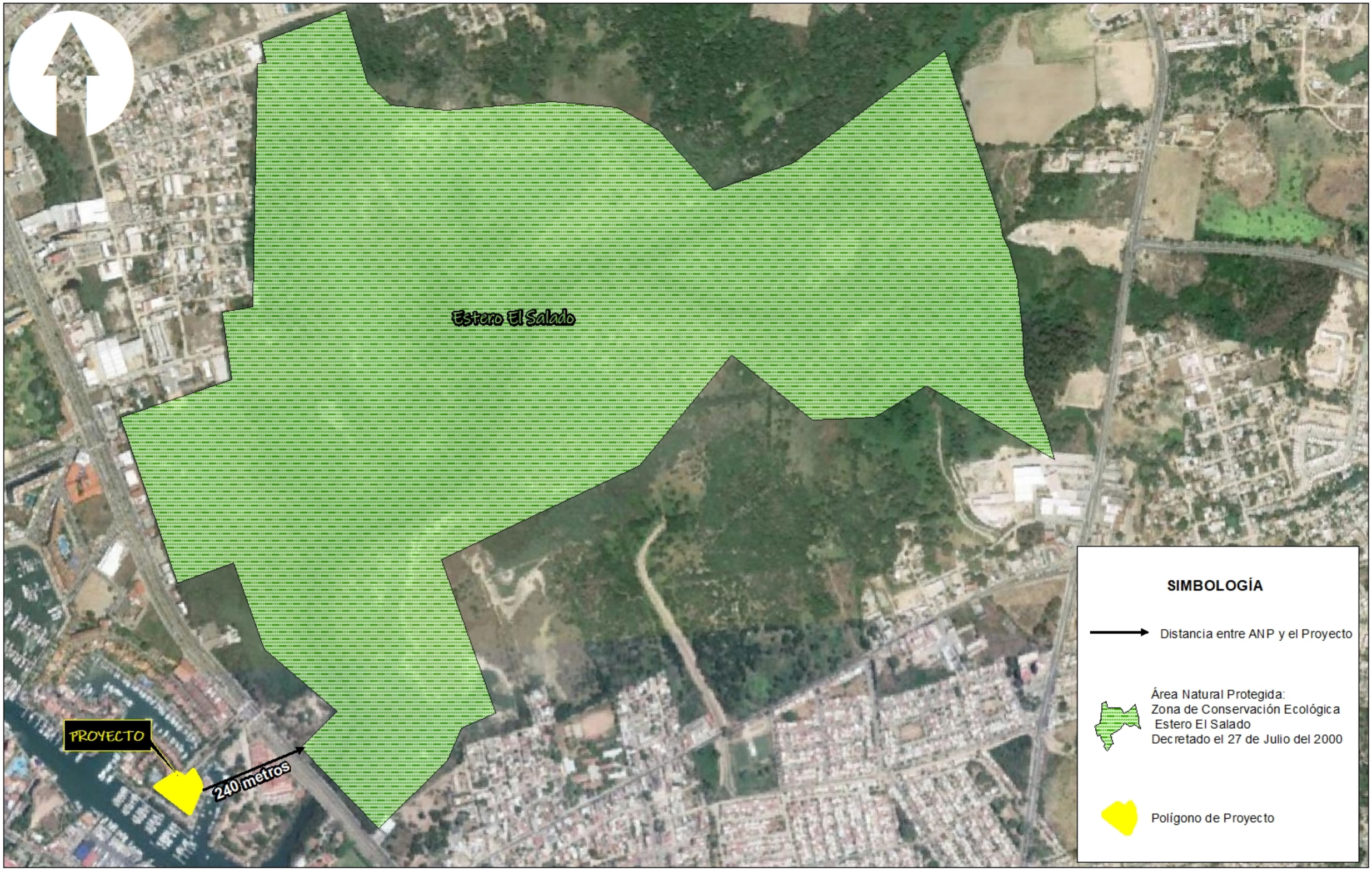
Límite de proyecto

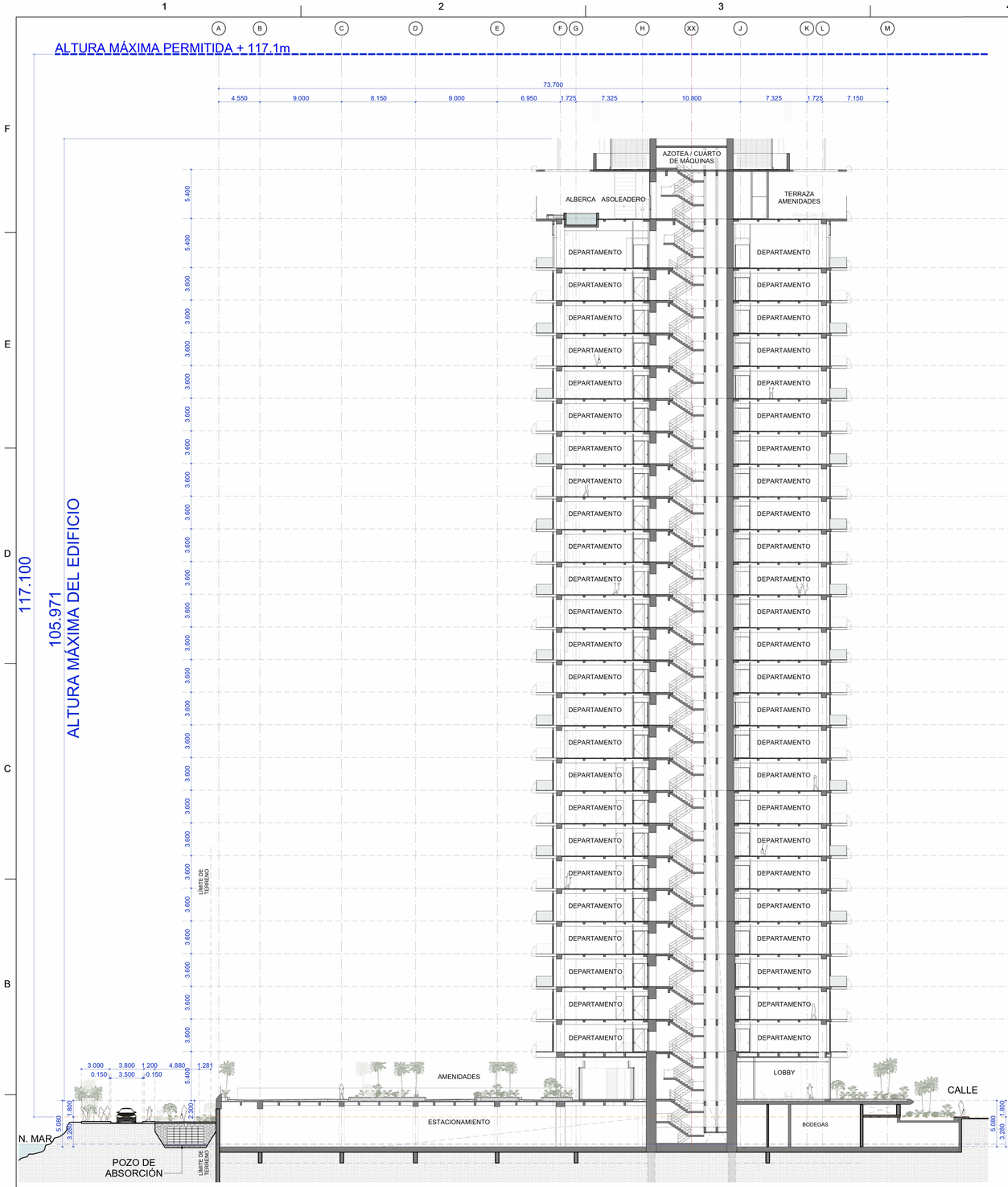
Área de Influencia Superficie ha / 1,047.511

Fuente:
Plan Parcial de Desarrollo Urbano del
Distrito Urbano 5 de Puerto Vallarta 2018 - 2021
Imagen de Google Earth

Proyección Cartográfica:
UTM Zona 16 Hemisferio Norte.

Datum de Referencia: WGS 1984


Estero El Salado
PROYECTO
240 metros
SIMBOLOGÍA
Distancia entre ANP y el Proyecto
Área Natural Protegida:
Zona de Conservación Ecológica
Estero El Salado
Decretado el 27 de Julio del 2000
Polígono de Proyecto



▼ N.P.T. = +104.400

▼ NIVEL 26 | N.P.T. = +99.000

▼ NIVEL 25 | N.P.T. = +93.600

▼ NIVEL 24 | N.P.T. = +90.000

▼ NIVEL 23 | N.P.T. = +86.400

▼ NIVEL 22 | N.P.T. = +82.800

▼ NIVEL 21 | N.P.T. = +79.200

▼ NIVEL 20 | N.P.T. = +75.600

▼ NIVEL 19 | N.P.T. = +72.000

▼ NIVEL 18 | N.P.T. = +68.400

▼ NIVEL 17 | N.P.T. = +64.800

▼ NIVEL 16 | N.P.T. = +61.200

▼ NIVEL 15 | N.P.T. = +57.600

▼ NIVEL 14 | N.P.T. = +54.000

▼ NIVEL 13 | N.P.T. = +50.400

▼ NIVEL 12 | N.P.T. = +46.800

▼ NIVEL 11 | N.P.T. = +43.200

▼ NIVEL 10 | N.P.T. = +39.600

▼ NIVEL 09 | N.P.T. = +36.000

▼ NIVEL 08 | N.P.T. = +32.400

▼ NIVEL 07 | N.P.T. = +28.800

▼ NIVEL 06 | N.P.T. = +25.200

▼ NIVEL 05 | N.P.T. = +21.600

▼ NIVEL 04 | N.P.T. = +18.000

▼ NIVEL 03 | N.P.T. = +14.400

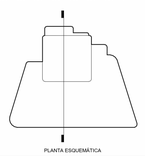
▼ NIVEL 02 | N.P.T. = +10.800

▼ NIVEL 01 | N.P.T. = +7.200

▼ PLANTA BAJA | N.P.T. = +1.800
▼ NIVEL CALLE | N.P.T. = +0.000

▼ N. MAR | N.P.T. = -3.000
▼ SÓTANO 01 | N.P.T. = -3.280

CORTE ARQUITECTÓNICO TRANSVERSAL



ÁREAS EN PLANTA BAJA	
PLANTA	**M²**
AZOTEA	137.816 m²
NIVEL 26 AMENIDADES	872.114 m²
PENTHOUSES	961.371 m²
PLANTA TIPO B (11 NIVELES TIPO)	960.022 m²
PLANTA TIPO A (13 NIVELES TIPO)	1,000.231 m²
PLANTA BAJA	1,432.654 m²
SÓTANO	6,741.765 m²
TOTAL S.N.B.	26,967.20 m²
TOTAL B.N.B.	6,741.765 m²
TOTAL GENERAL	**33,708.965 m²**

DIRECCION DE DESARROLLO URBANO

Plano de Permisos

Licencia de Construcción

Descripción de proyecto		Plan Parcial Desarrollo Urbano	
Coeficiente Ocupación de Suelo (C.O.S)	0.767=5171.264 m²	Coeficiente Ocupación de Suelo (C.O.S)	
Incremento del COS	0.00	0.80=5393.44 m²	
Coeficiente Utilización de Suelo (C.U.S.)	2.4=16180.12 m²	Incremento del COS	
Incremento del CUS	1.60=10786.88 m²	0.00	
Cajones de estacionamiento	112	Coeficiente Utilización de Suelo (C.U.S.)	
Superficie de terreno	6741.80 m²	2.40=16180.12 m²	
		Incremento del CUS	26967.20 m²
		1.60=10786.88 m²	

Ubicación



Datos de la obra

Tipo de Obra: Habitacional

Ubicación: Blvd. Francisco Medina Ascencio 2891-2, Condominio Isla Iguana

Propietario: Blue Tree S.A. de C.V.

Firmas:

Datos del Director Responsable	Contenido
Director Responsable de Obra o proyecto con las obligaciones contenidas en el artículo 47 del Reglamento de Gestión del desarrollo Urbano para el municipio de Guadalajara	**Lámina**
Nombre: Ing. José Luis Velazquez Ramos	
Registro:	
Colegio: Colegio de Ingenieros Civiles del Estado Jalisco AC.	
Firma:	

Datos del permiso

Dictamen:	067/00/AU/RG-1182/22	**Zonificación:**	AU/CS3
Uso:	Mixto comercial y departamentos	**Niveles:**	26
Cajones:	112 (108 Estandar + 4 Discapacitados)	**Viviendas:**	224

26/01/2026

Revisor técnico de proyecto — Fecha de emisión

Versión de planos

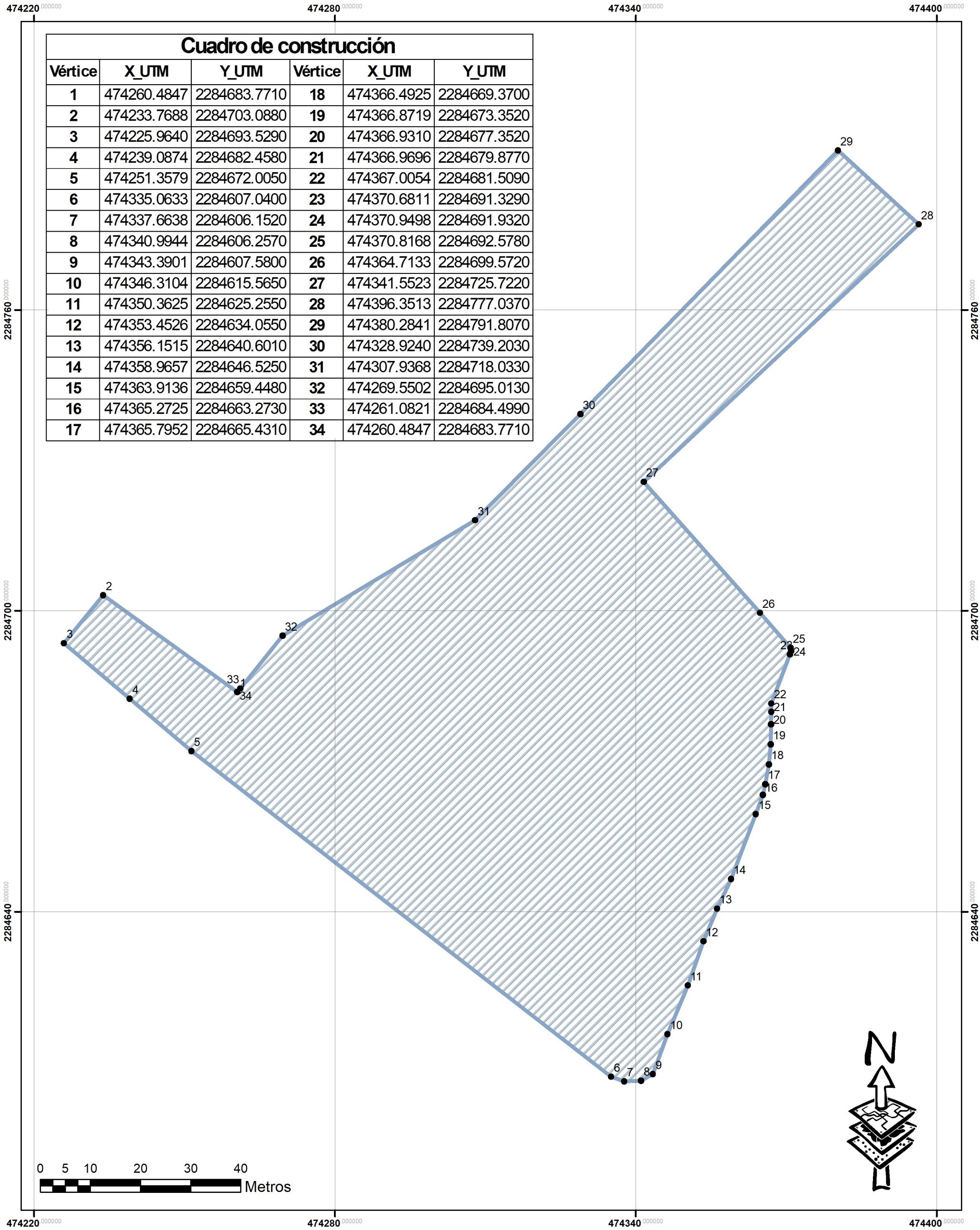
○ Original propietario ○ Original archivo ○ Copia Catastro — Escala 1:250

Autorizaciones

Director de Licencias de Construcción del municipio — **Jefa de la Unidad Departamental de Licencias**

25/04/2024 06:21:20 p. m. Autodesk Docs://ALISIA/PVR-BLDG-A_Licencias.rvt

Cuadro de construcción					
Vértice	X_UTM	Y_UTM	Vértice	X_UTM	Y_UTM
1	474260.4847	2284683.7710	18	474366.4925	2284669.3700
2	474233.7688	2284703.0880	19	474366.8719	2284673.3520
3	474225.9640	2284693.5290	20	474366.9310	2284677.3520
4	474239.0874	2284682.4580	21	474366.9696	2284679.8770
5	474251.3579	2284672.0050	22	474367.0054	2284681.5090
6	474335.0633	2284607.0400	23	474370.6811	2284691.3290
7	474337.6638	2284606.1520	24	474370.9498	2284691.9320
8	474340.9944	2284606.2570	25	474370.8168	2284692.5780
9	474343.3901	2284607.5800	26	474364.7133	2284699.5720
10	474346.3104	2284615.5650	27	474341.5523	2284725.7220
11	474350.3625	2284625.2550	28	474396.3513	2284777.0370
12	474353.4526	2284634.0550	29	474380.2841	2284791.8070
13	474356.1515	2284640.6010	30	474328.9240	2284739.2030
14	474358.9657	2284646.5250	31	474307.9368	2284718.0330
15	474363.9136	2284659.4480	32	474269.5502	2284695.0130
16	474365.2725	2284663.2730	33	474261.0821	2284684.4990
17	474365.7952	2284665.4310	34	474260.4847	2284683.7710



CUADRO DE CONSTRUCCIÓN

SIMBOLOGÍA

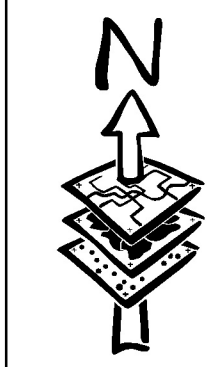
Vértice

Límite de proyecto **10,543.57 m ^{2}**

Fuente:
Elaboración con base al archivo DWG
Levantamiento topográfico.

Proyección Cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte.

Datum de Referencia: WGS 1984



Fuente:
Elaboración con base al Archivo DWG
"Levantamiento Topográfico"

Proyección Cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte.

Datum de Referencia: WGS 1984

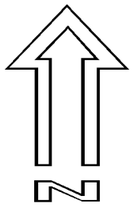
CUADRO DE CONSTRUCCIÓN

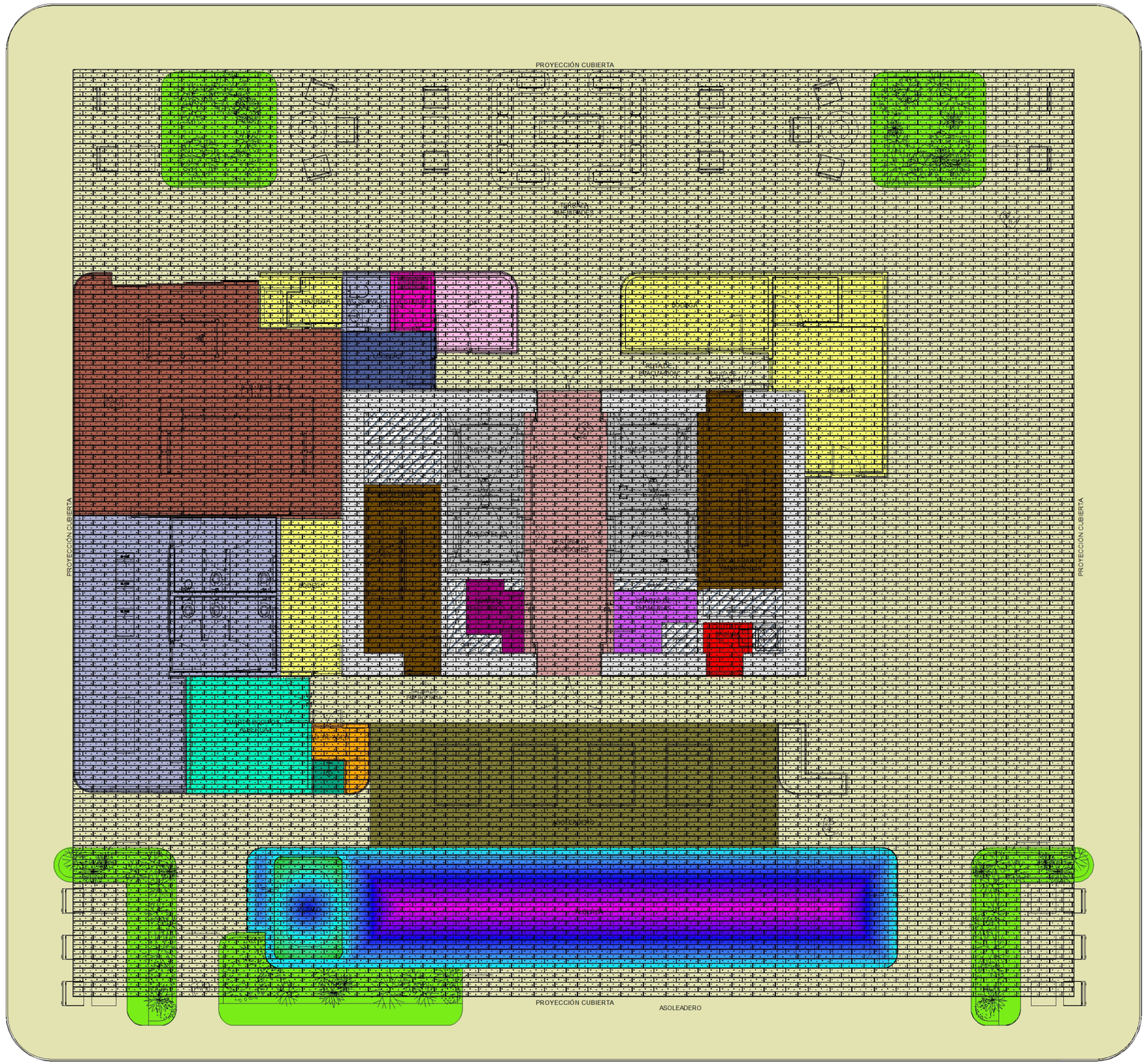
SIMBOLOGÍA

◉ Vértice

Límite de Propiedad Privada (6,741.80 m^2)

COORDENADAS UTM					
Vértice	X UTM	Y UTM	Vértice	X UTM	Y UTM
0	474,343.1778	2,284,617.8476	6	474,328.9240	2,284,739.2030
1	474,271.8979	2,284,674.9955	7	474,346.5548	2,284,720.3807
2	474,260.4847	2,284,683.7705	8	474,370.8168	2,284,692.5784
3	474,261.0821	2,284,684.4989	9	474,370.9498	2,284,691.9320
4	474,269.5502	2,284,695.0127	10	474,370.6811	2,284,691.3291
5	474,307.9368	2,284,718.0330	11	474,343.1778	2,284,617.8476





CUBIERTA EN ROOF GARDEN

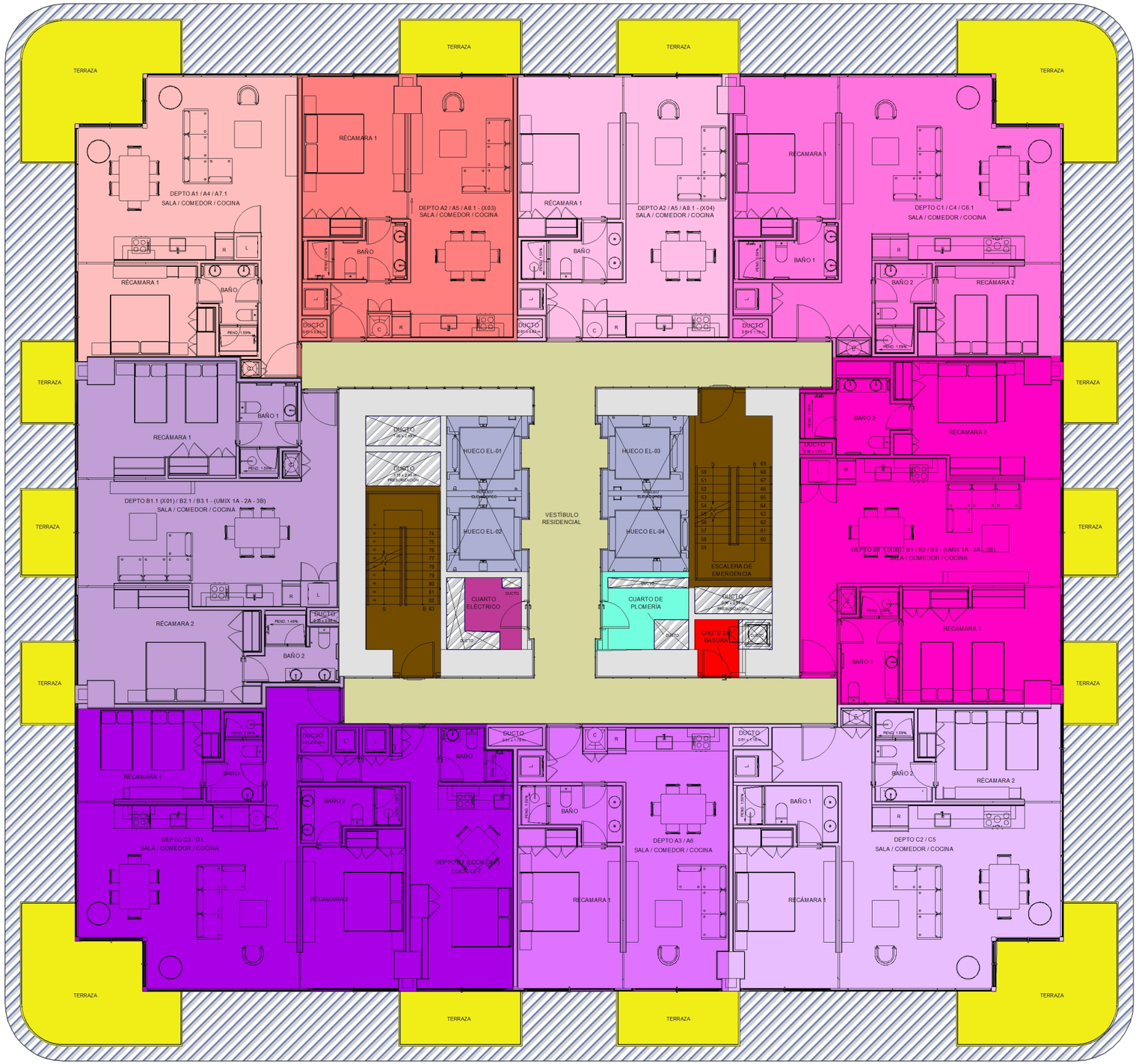
SIMBOLOGÍA

	Superficie m2
Cubierta techada	872.114

Componentes

	Superficie m2
IDF	6.925
Baños	51.623
Alberca	74.119
Bodega	50.461
Jacuzzi	7.226
Jardinera	66.573
Lockers	5.886
Ludoteca	62.132
Regadera	1.10
Terraza	713.822
Vestidor	2.833
Elevador	28.096
Escaleras	29.47
Asoleadero	53.60
Chute de basura	5.439
Cuarto de aseo	3.150
Cuarto eléctrico	3.60
Cuarto plomerías	4.385
Vestíbulo elevadores	24.60
Cuarto equipos alberca	15.40

Superficie total de componentes 1,210.44

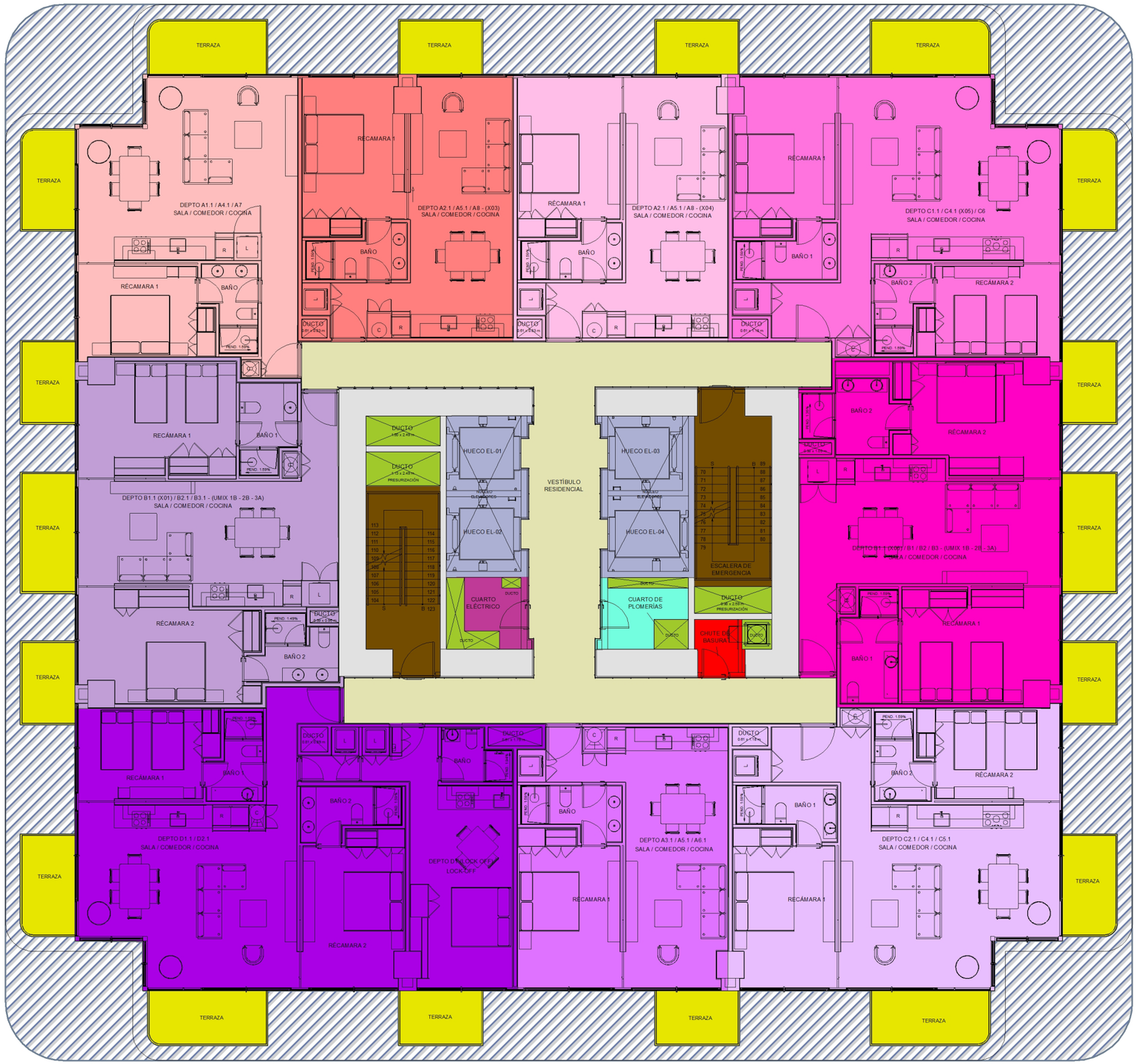


Nivel Tipo UNIT MIX 1A

SIMBOLOGÍA

Componentes	Superficie m2
Departamento 1	67.96
Departamento 2	62.904
Departamento 3	62.904
Departamento 4	100.257
Departamento 5	100.30
Departamento 6	100.257
Departamento 7	62.904
Departamento 8	132.99
Departamento 9	100.30
Terraza	113.865
Elevador	28.096
Escaleras	29.47
Cuarto eléctrico	3.60
Cuarto plomerías	4.385
Chute de basura	5.439
Vestíbulo elevadores	24.60

Superficie total de componentes 1,000.231



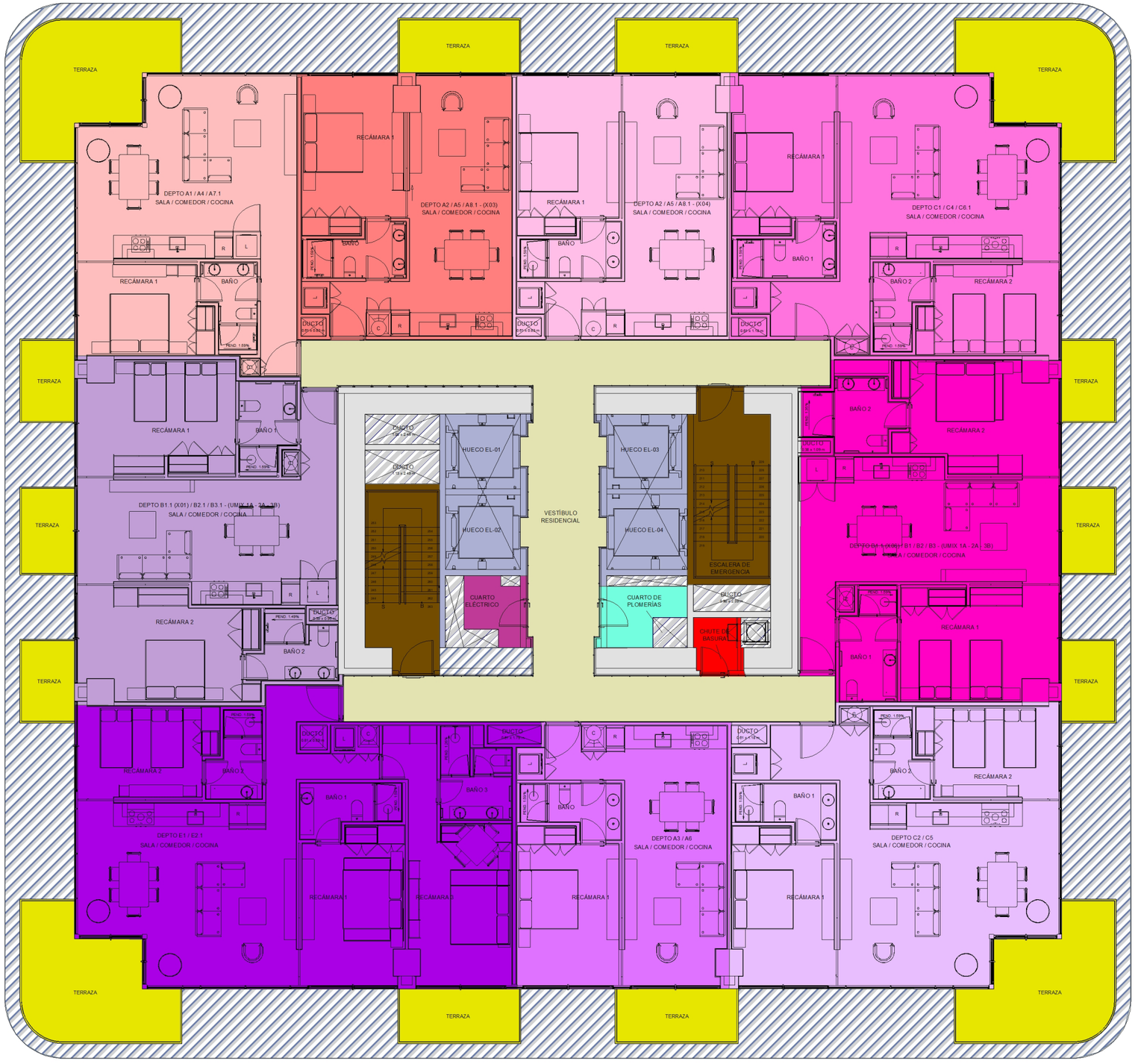
Nivel Tipo UNIT MIX 1B

SIMBOLOGÍA

Componentes	Superficie m2
Departamento 1	67.96
Departamento 2	62.904
Departamento 3	62.904
Departamento 4	100.257
Departamento 5	100.30
Departamento 6	100.257
Departamento 7	62.904
Departamento 8	132.99
Departamento 9	100.30
Terraza	73.656
Elevador	28.096
Escaleras	29.47
Cuarto eléctrico	3.60
Cuarto plomerías	4.385
Chute de basura	5.439
Vestíbulo elevadores	24.60

Superficie total de componentes 960.022

Nivel Tipo UNIT MIX 2A



SIMBOLOGÍA

Componentes	Superficie m2
Departamento 1	67.96
Departamento 2	62.904
Departamento 3	62.904
Departamento 4	100.257
Departamento 5	100.30
Departamento 6	100.257
Departamento 7	62.904
Departamento 8	132.99
Departamento 9	100.30
Terraza	113.865
Elevador	28.096
Escaleras	29.47
Cuarto eléctrico	3.60
Cuarto plomerías	4.385
Chute de basura	5.439
Vestíbulo elevadores	24.60

Superficie total de componentes 1,000.231



CUSTF POR TIPO DE VEGETACIÓN

SIMBOLOGÍA

- Vértice
- Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia — 3,422.645 m²
- Vegetación Secundaria Herbácea de Selva Mediana Subcaducifolia — 1,202.245 m²

Fuente:
Elaboración con base al archivo de Usos del Suelo Actual, caracterizado por la visita de Campo

Proyección Cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte.

Datum de Referencia: WGS 1984

474240.000000 474280.000000 474320.000000 474360.000000

2284760.000000 2284720.000000 2284680.000000 2284640.000000 2284600.000000

N

0 5 10 20 30 40
Metros

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

DELIMITACIÓN DE LA ZONA FERERAL MARITÍMO TERRESTRE

SIMBOLOGÍA

Propiedad Privada

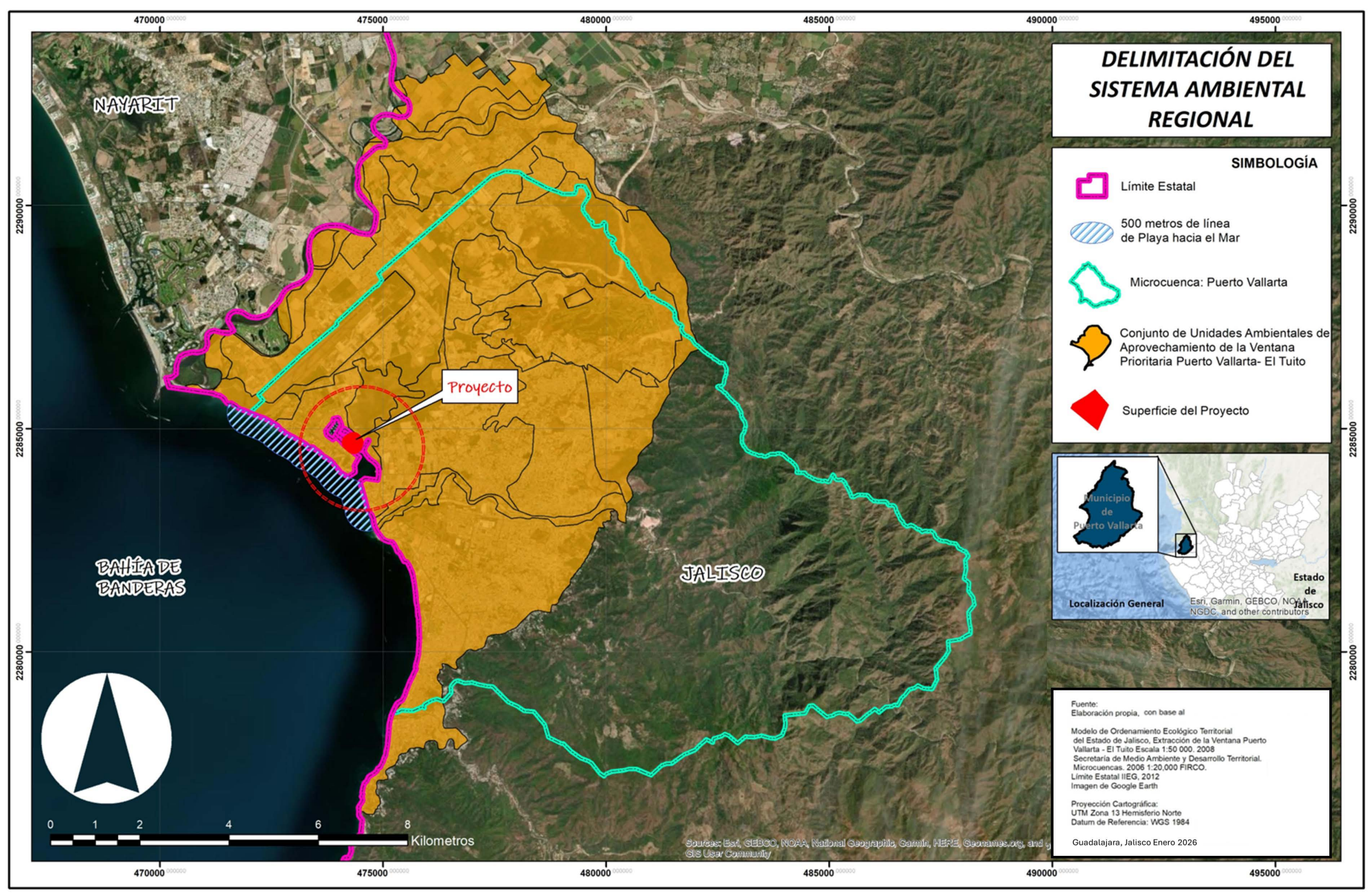
Línea de Zona Federal Maritímo Terrestre

Zona Federal Maritímo Trestre 905.53 m^2

Fuente:
Elaboración con base al Archivo DWG "Levantamiento Topográfico"
Imagen de Google Earth

Proyección Cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte.

Datum de Referencia: WGS 1984


DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL
SIMBOLOGÍA
Límite Estatal
500 metros de línea de Playa hacia el Mar
Microcuenca: Puerto Vallarta
Conjunto de Unidades Ambientales de Aprovechamiento de la Ventana Prioritaria Puerto Vallarta- El Tuito
Superficie del Proyecto
Proyecto
NAYARIT
BAHÍA DE BANDERAS
JALISCO
Municipio de Puerto Vallarta
Localización General
Estado de Jalisco
Esri, Garmin, GEBCO, NOAA, NGDC, and other contributors
0 1 2 4 6 8
Kilometros
Sources: Esri, GEBCO, NOAA, National Geographic, Garmin, HERE, Geonames.org, and GIS User Community
470000
475000
480000
485000
490000
495000
2290000
2285000
2280000
Fuente:
Elaboración propia, con base al
Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Jalisco, Extracción de la Ventana Puerto Vallarta - El Tuito Escala 1:50 000. 2008
Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial.
Microcuencas. 2006 1:20,000 FIRCO.
Límite Estatal IIEG, 2012
Imagen de Google Earth
Proyección Cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte
Datum de Referencia: WGS 1984
Guadalajara, Jalisco Enero 2026

474270.000000 474300.000000 474330.000000 474360.000000

2284720.000000 2284690.000000 2284660.000000 2284630.000000

N

0 5 10 20 30 40

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

EROSIÓN ACTUAL

SIMBOLOGÍA

Límite de proyecto

Superficie de CUSTF

Valores en ton/ha/año

	Superficie m2
0.0002999 - 0.0037426	2,625.09
0.0037427 - 0.0100984	1,589.376
0.0100985 - 0.0206913	254.297
0.02069134 - 0.0355214	106.581
0.0355215 - 0.0378298	49.551

Fuente:
Ecuación Universal de "RUSLE" Pérdida de Suelo
Imagen de Google Earth

Proyección Cartográfica:
UTM Zona 16 Hemisferio Norte.

Datum de Referencia: WGS 1984

474270.000000 474300.000000 474330.000000 474360.000000

2284720.000000 2284690.000000 2284660.000000 2284630.000000

0 5 10 20 30 40 Metros

Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

EROSIÓN CON PROYECTO

SIMBOLOGÍA

Límite de proyecto

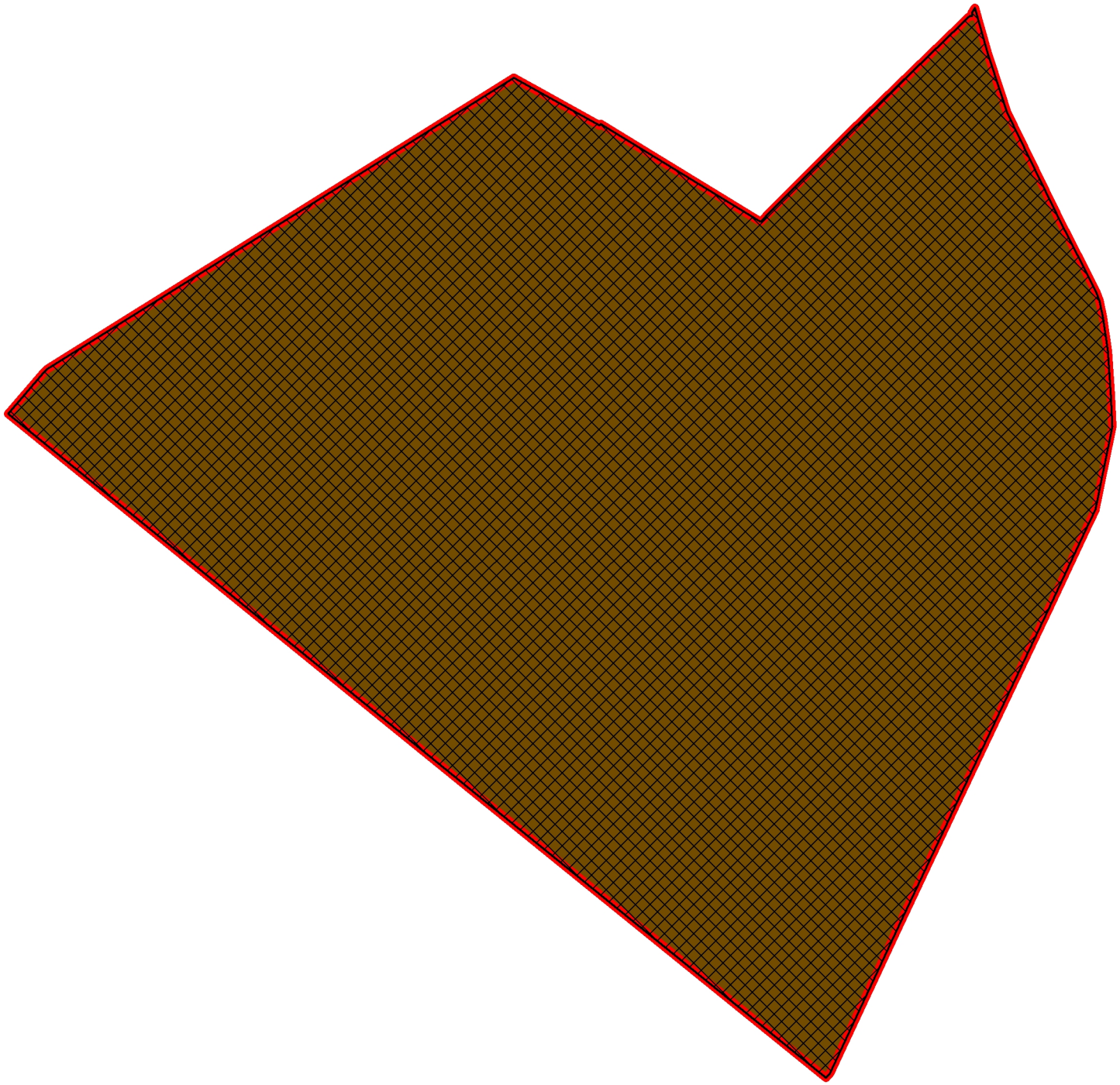
Superficie de CUSTF

Valores en ton/ha/año	Superficie m2
0.0005998 - 0.0074852	2,625.09
0.0074853 - 0.0201968	1,589.376
0.0201969 - 0.0413826	254.297
0.0413827 - 0.0710428	106.581
0.0710429 - 0.0756596	49.551

Fuente:
Ecuación Universal de "RUSLE" Pérdida de Suelo
Imagen de Google Earth

Proyección Cartográfica:
UTM Zona 16 Hemisferio Norte.

Datum de Referencia: WGS 1984



Factor K

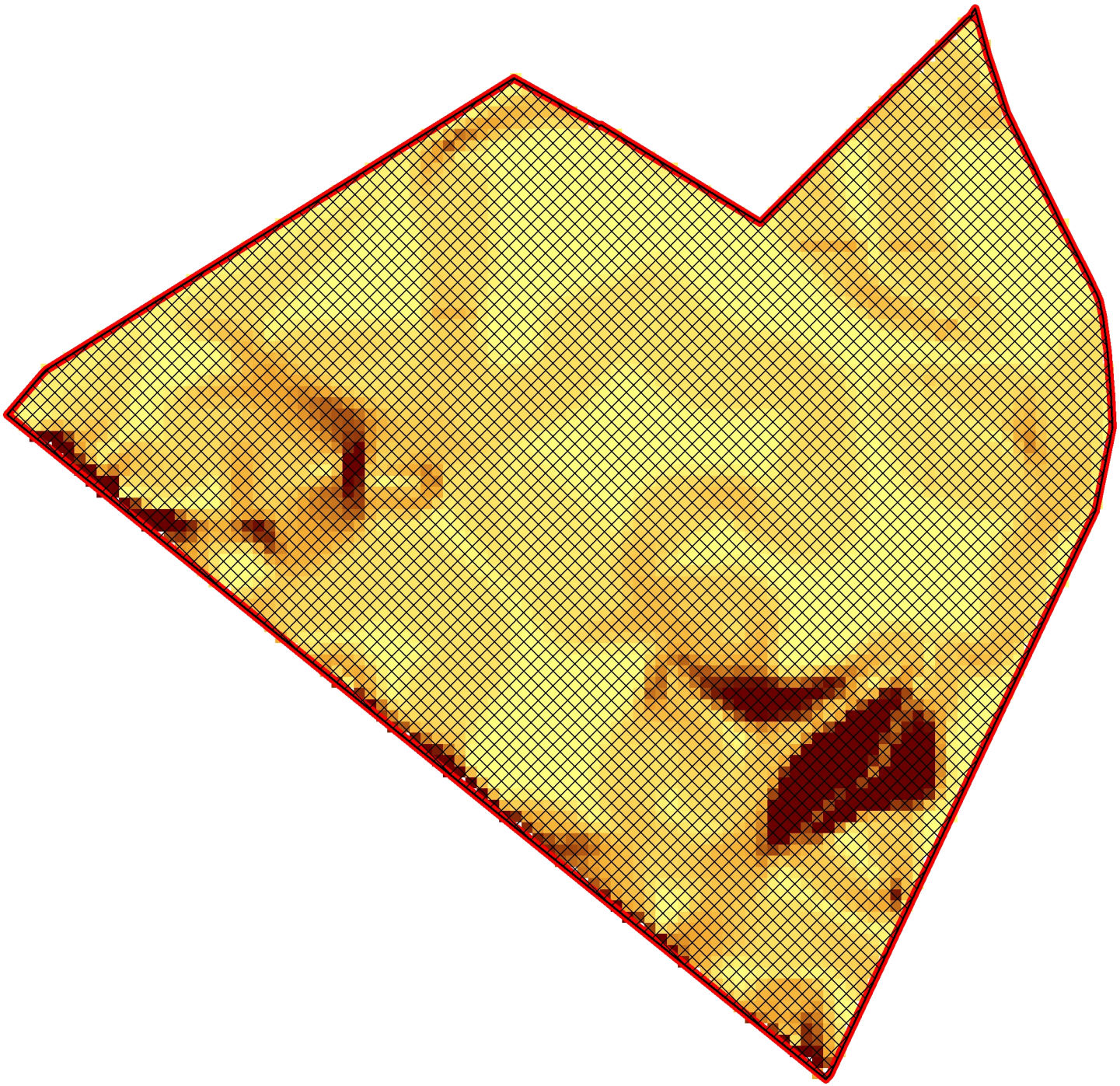
Erodabilidad del Suelo

Valores ton/ha

0.013

CUSTF

Proyecto



Facator LS

Valores

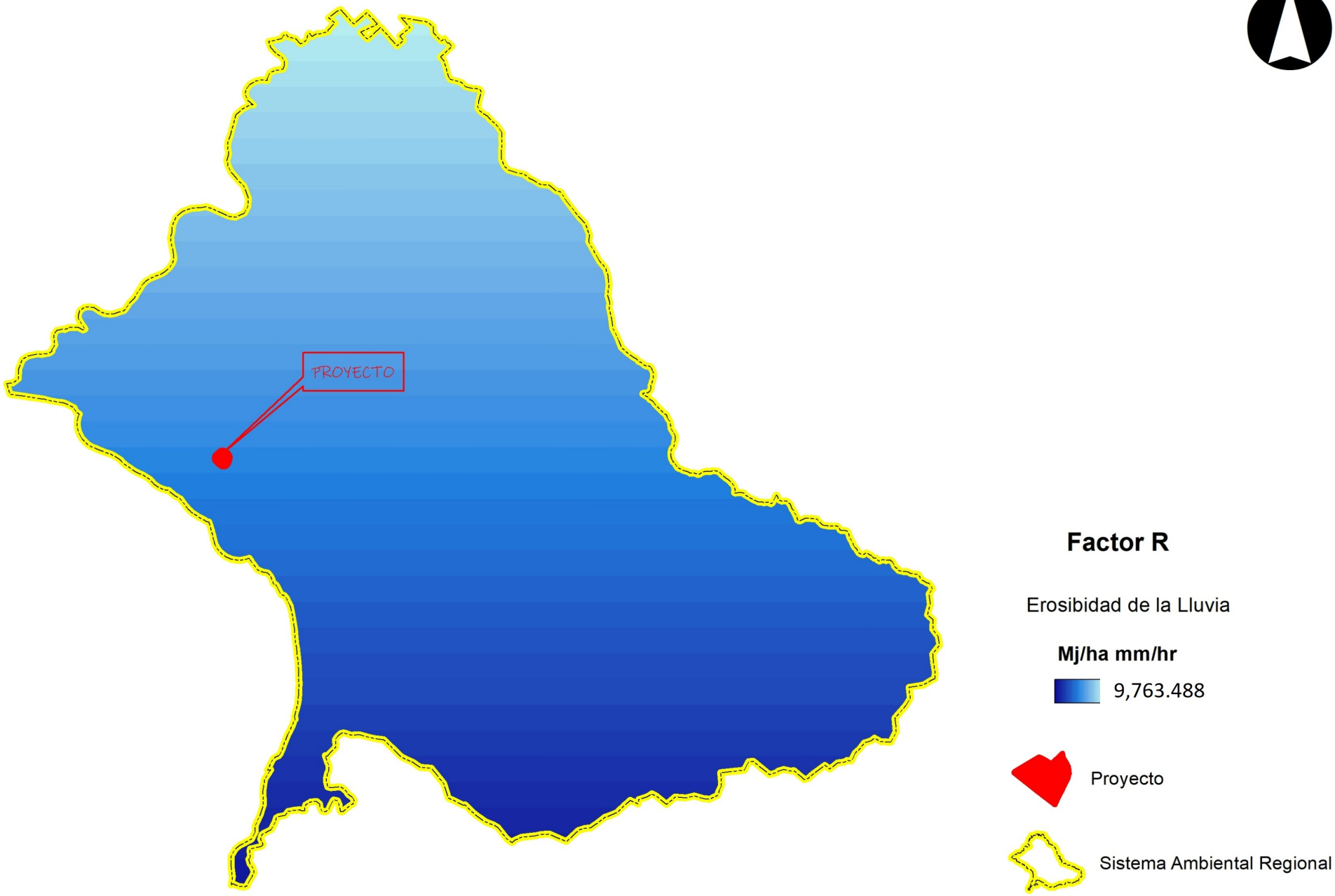
Alto : 6.78299

Medio: 3.40649

Bajo: 0.03

CUSTF

Proyecto


PROYECTO
Factor R
Erosibidad de la Lluvia
Mj/ha mm/hr
9,763.488
Proyecto
Sistema Ambiental Regional



EROSIÓN POTENCIAL

SIMBOLOGÍA

Límite de proyecto

Superficie de CUSTF

Valores en ton/ha/año

		Superficie m2
	0.02999 - 0.37426	2,625.09
	0.37427 - 1.00984	1,589.376
	1.00985 - 2.06913	254.297
	2.06914 - 3.55214	106.581
	3.55215 - 3.78298	49.551

Fuente:
Ecuación Universal de "RUSLE" Pérdida de Suelo
Imagen de Google Earth

Proyección Cartográfica:
UTM Zona 16 Hemisferio Norte.

Datum de Referencia: WGS 1984

LOCALIZACIÓN EN CARTA TOPOGRÁFICA

PROYECTO

Granja

Granja

Tanque de Combustible

Campo de Golf

Subestación Eléctrica

Colonia Aurora

Vpr

Arroyo el Salado

473000 000000 | 474000 000000 | 475000 000000 | 476000 000000

2286000 000000 | 2285000 000000 | 2284000 000000 | 2283000 000000

N

0 0.15 0.3 0.6 0.9 1.2 Kilometros

Construcciones aisladas

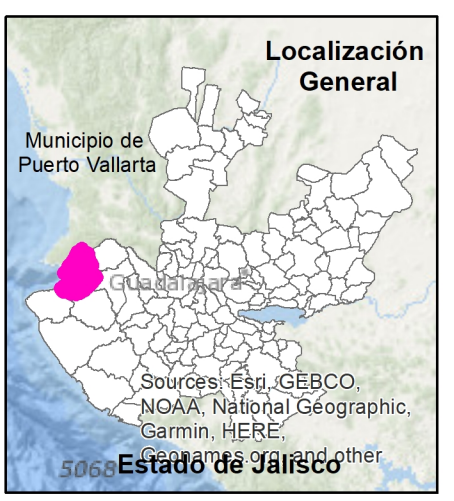
SIMBOLOGÍA

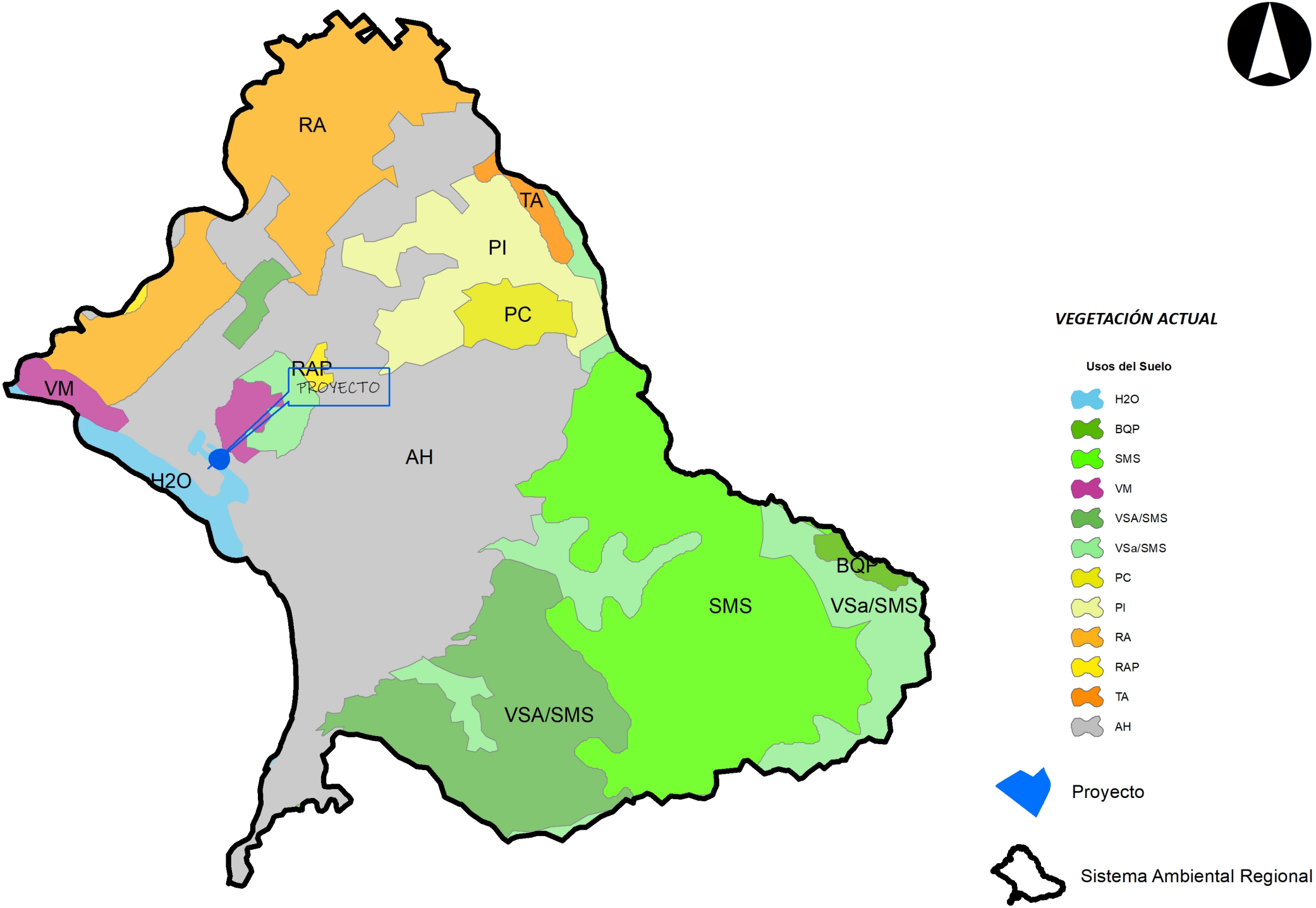
- Límite de proyecto
- Escurrimiento de Agua
- Carretera No. 200 Federal
- – EL – Línea de Conducción Electrica
- Cuerpo de Agua
- Vegetación Densa
- Área Urbana

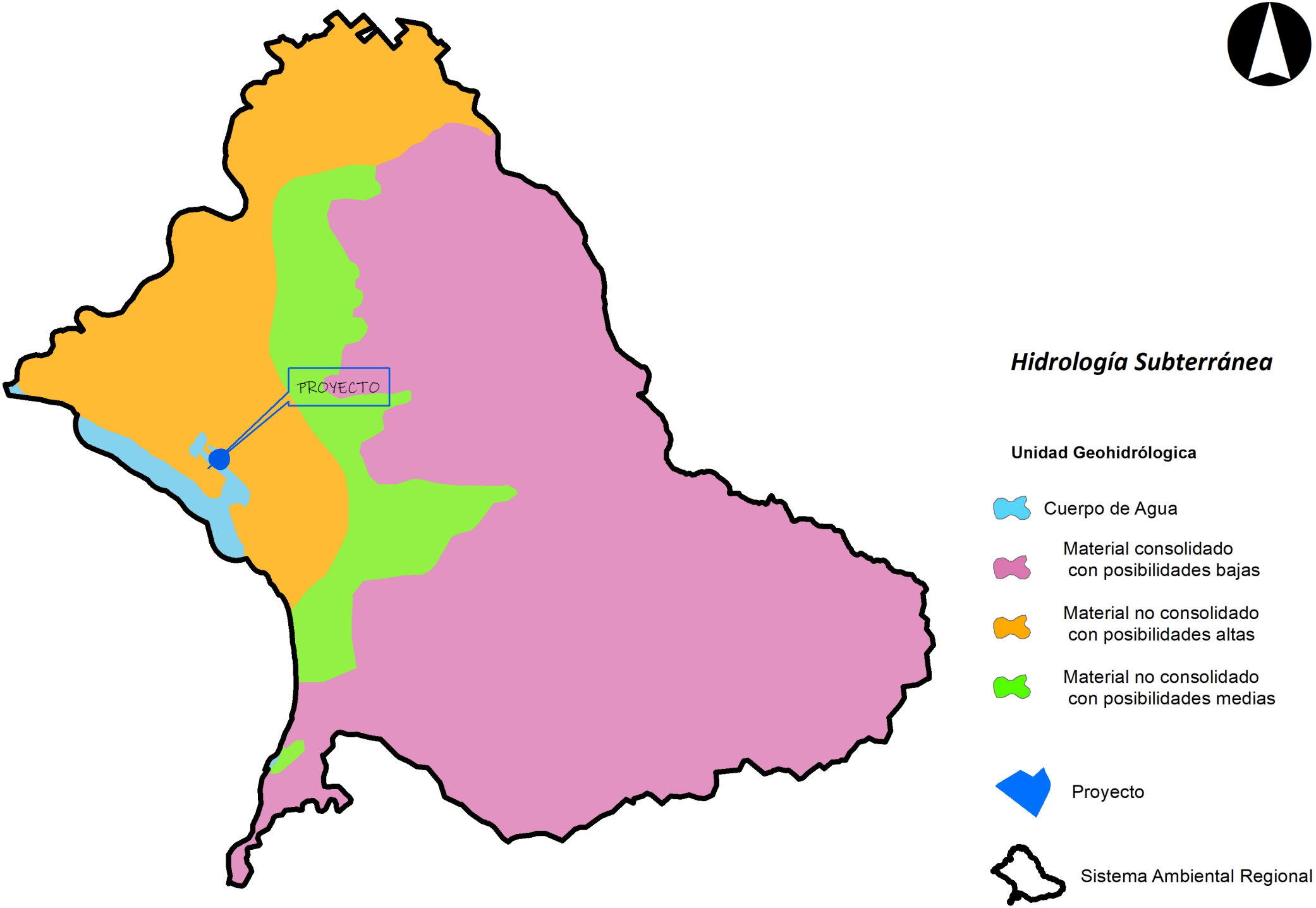
Fuente:
Elaborado con base a Carta Topográfica F13C69 Puerto Vallarta Escala: 1 :50 000 Conjunto de Vectoriales INEGI

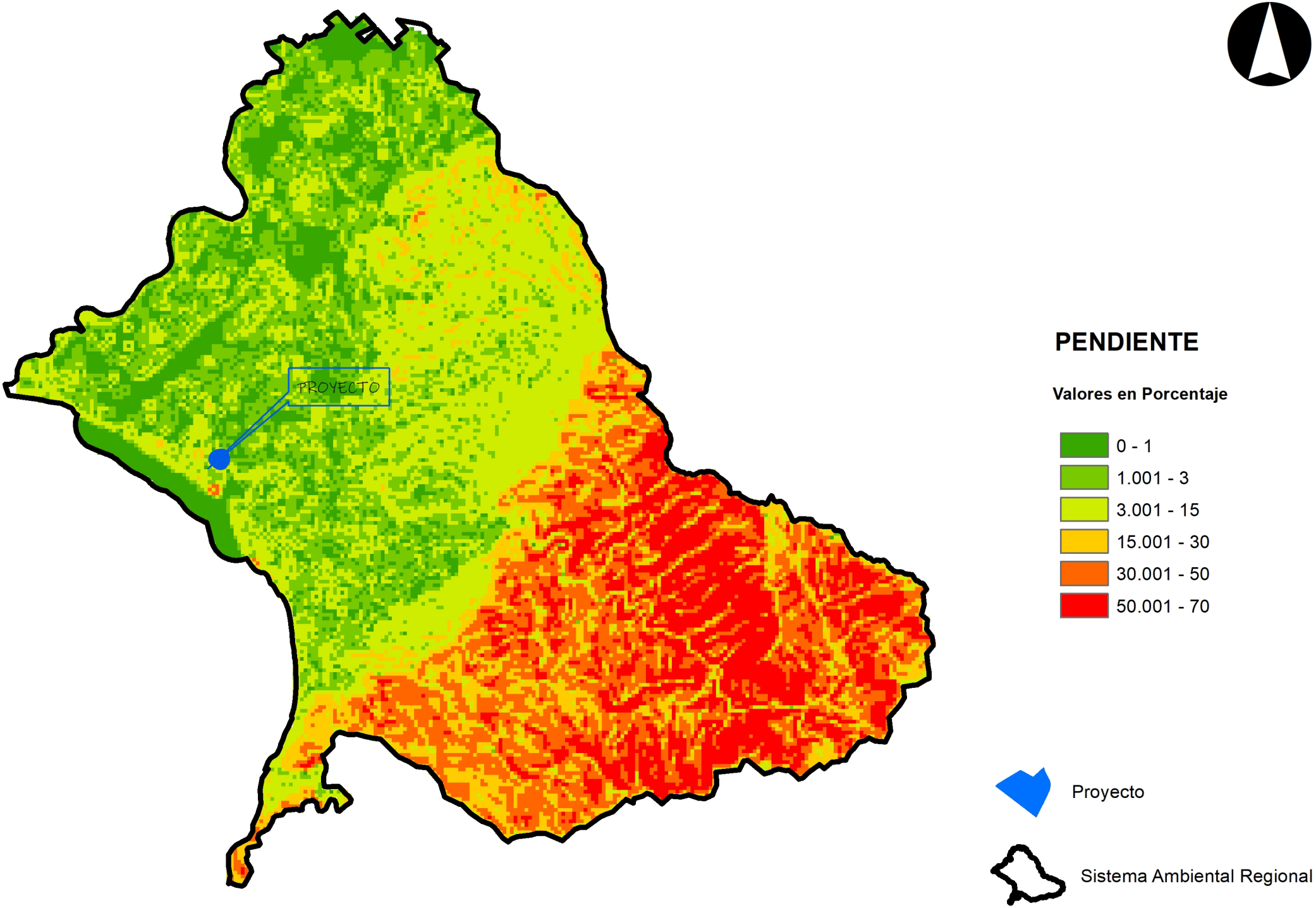
Proyección Cartográfica:
UTM Zona 13 Hemisferio Norte.

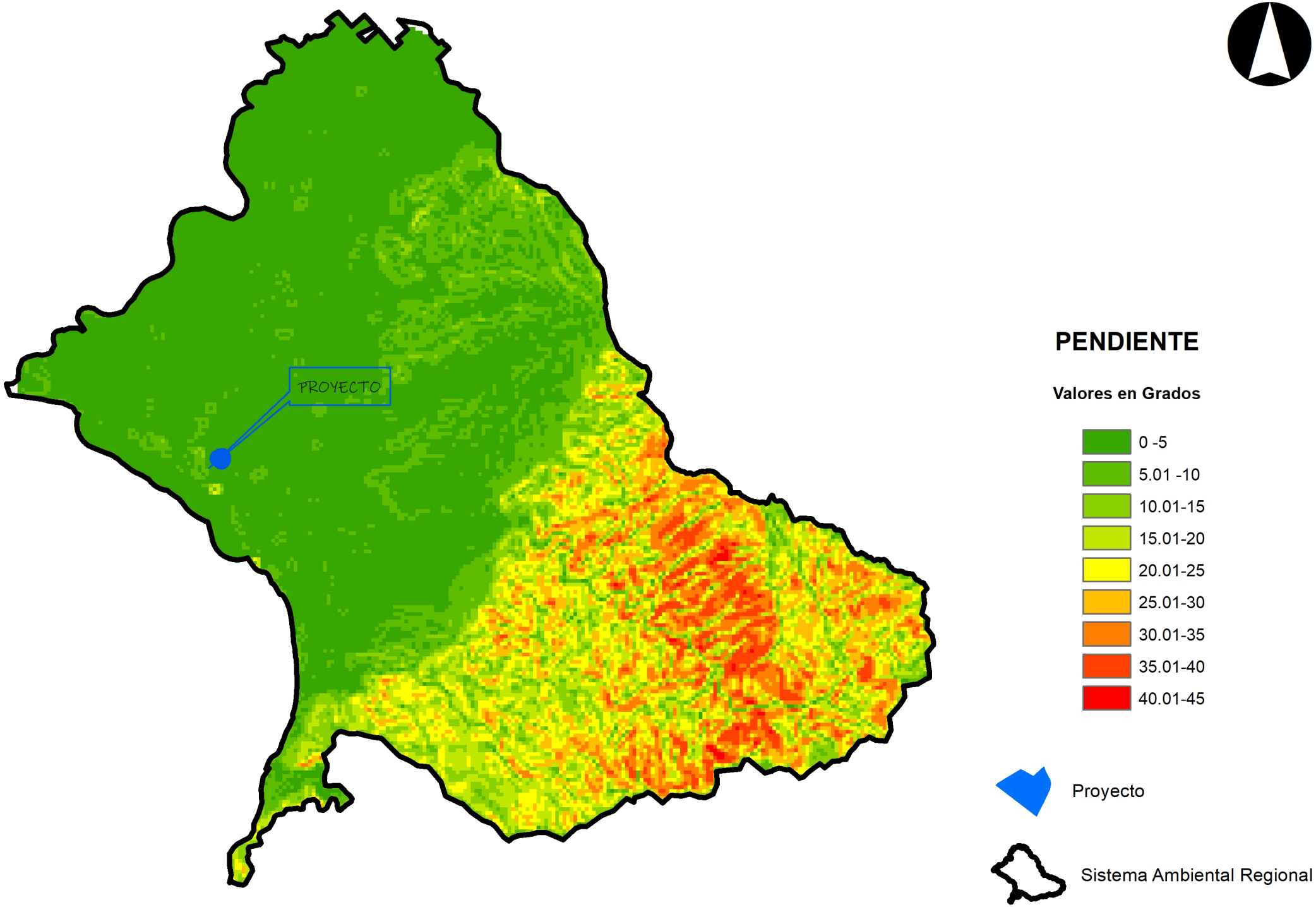
Datum de Referencia: WGS 1984

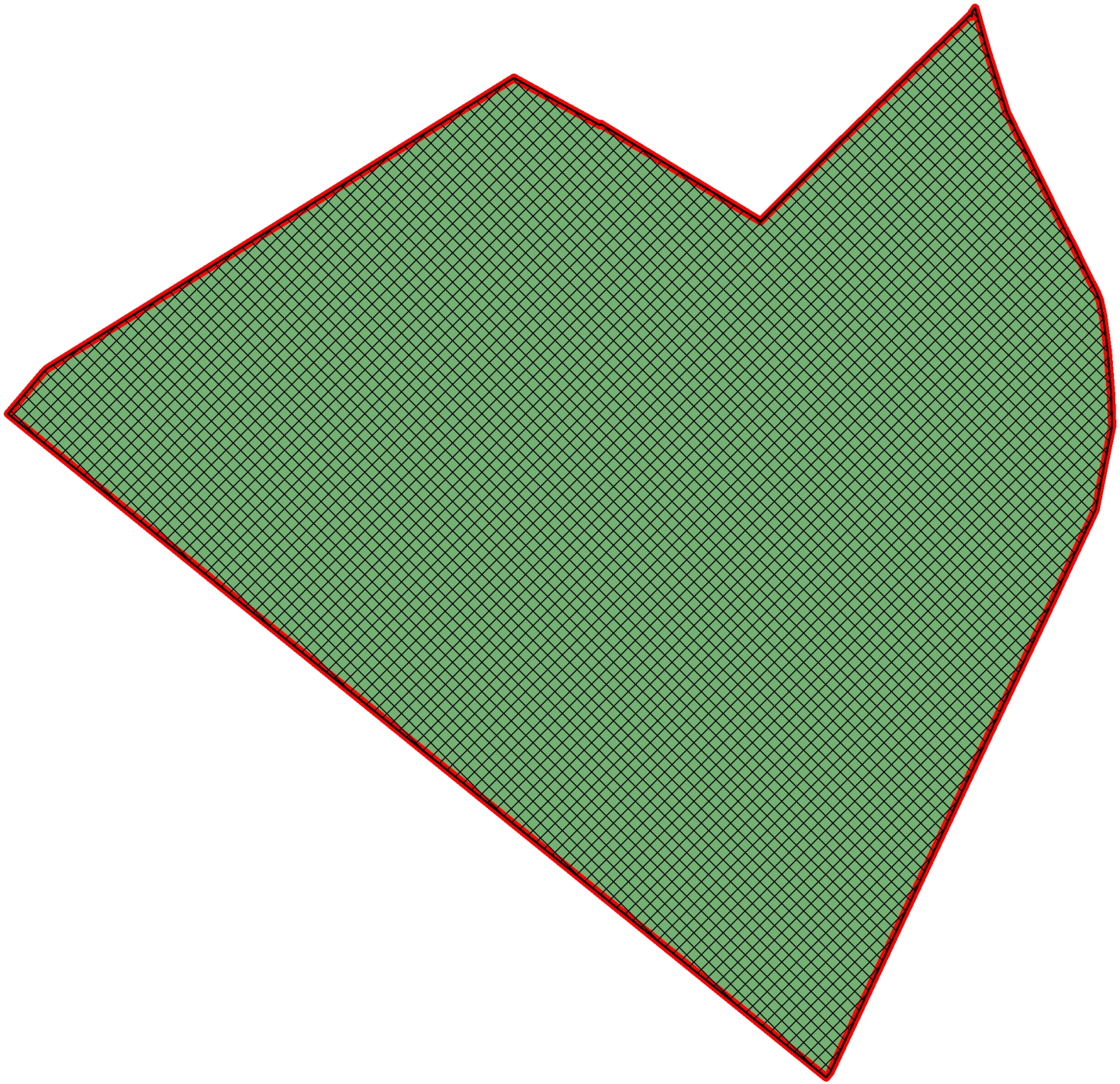



RA
TA
PI
PC
RAP
PROYECTO
VM
AH
H2O
BQP
SMS
VSa/SMS
VSA/SMS
VEGETACIÓN ACTUAL
Usos del Suelo
H2O
BQP
SMS
VM
VSA/SMS
VSa/SMS
PC
PI
RA
RAP
TA
AH
Proyecto
Sistema Ambiental Regional


PROYECTO
Hidrología Subterránea
Unidad Geohidrólogica
Cuerpo de Agua
Material consolidado con posibilidades bajas
Material no consolidado con posibilidades altas
Material no consolidado con posibilidades medias
Proyecto
Sistema Ambiental Regional


PROYECTO
PENDIENTE
Valores en Porcentaje
0 - 1
1.001 - 3
3.001 - 15
15.001 - 30
30.001 - 50
50.001 - 70
Proyecto
Sistema Ambiental Regional


PROYECTO
PENDIENTE
Valores en Grados
0 -5
5.01 -10
10.01-15
15.01-20
20.01-25
25.01-30
30.01-35
35.01-40
40.01-45
Proyecto
Sistema Ambiental Regional



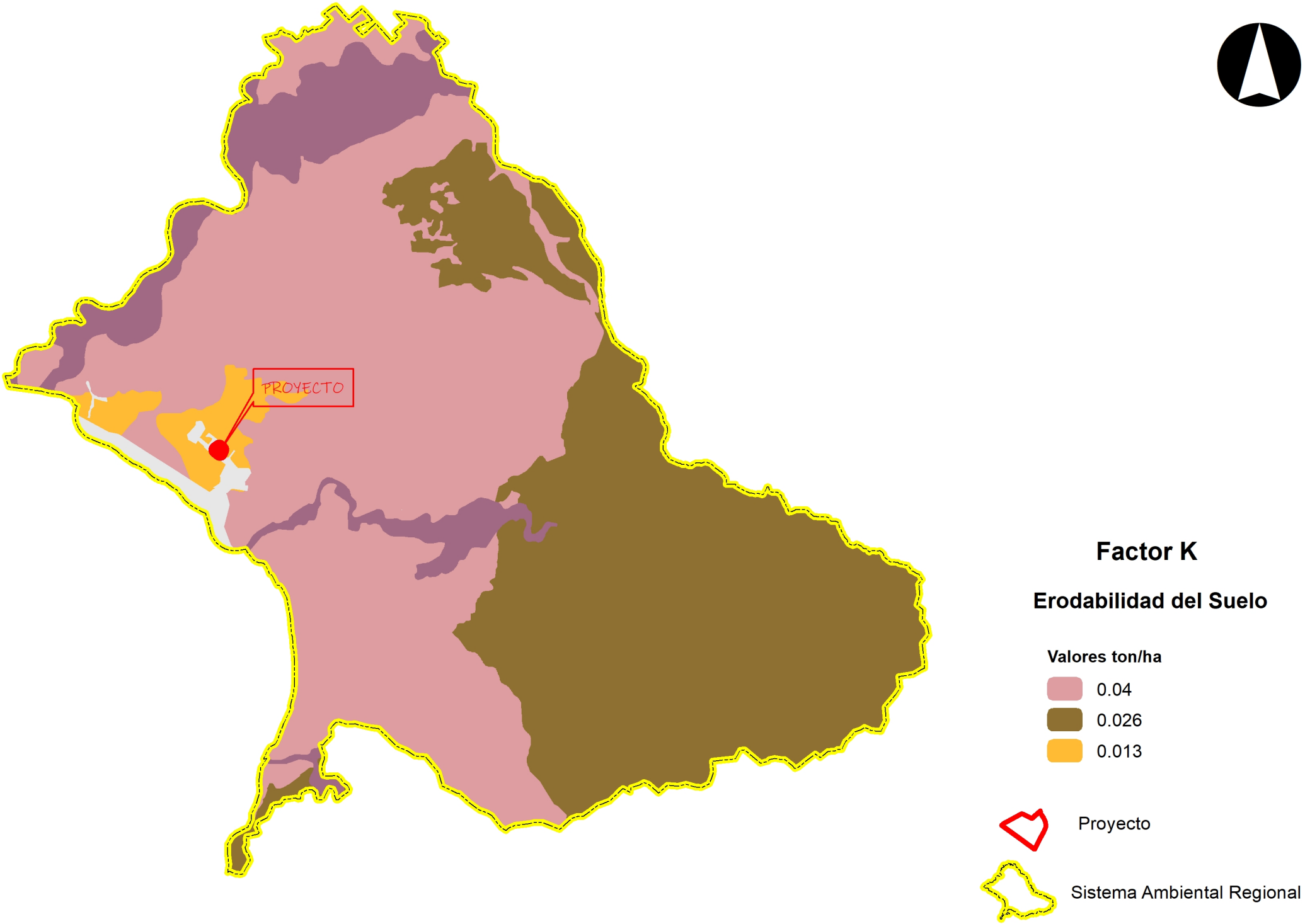
Factor C

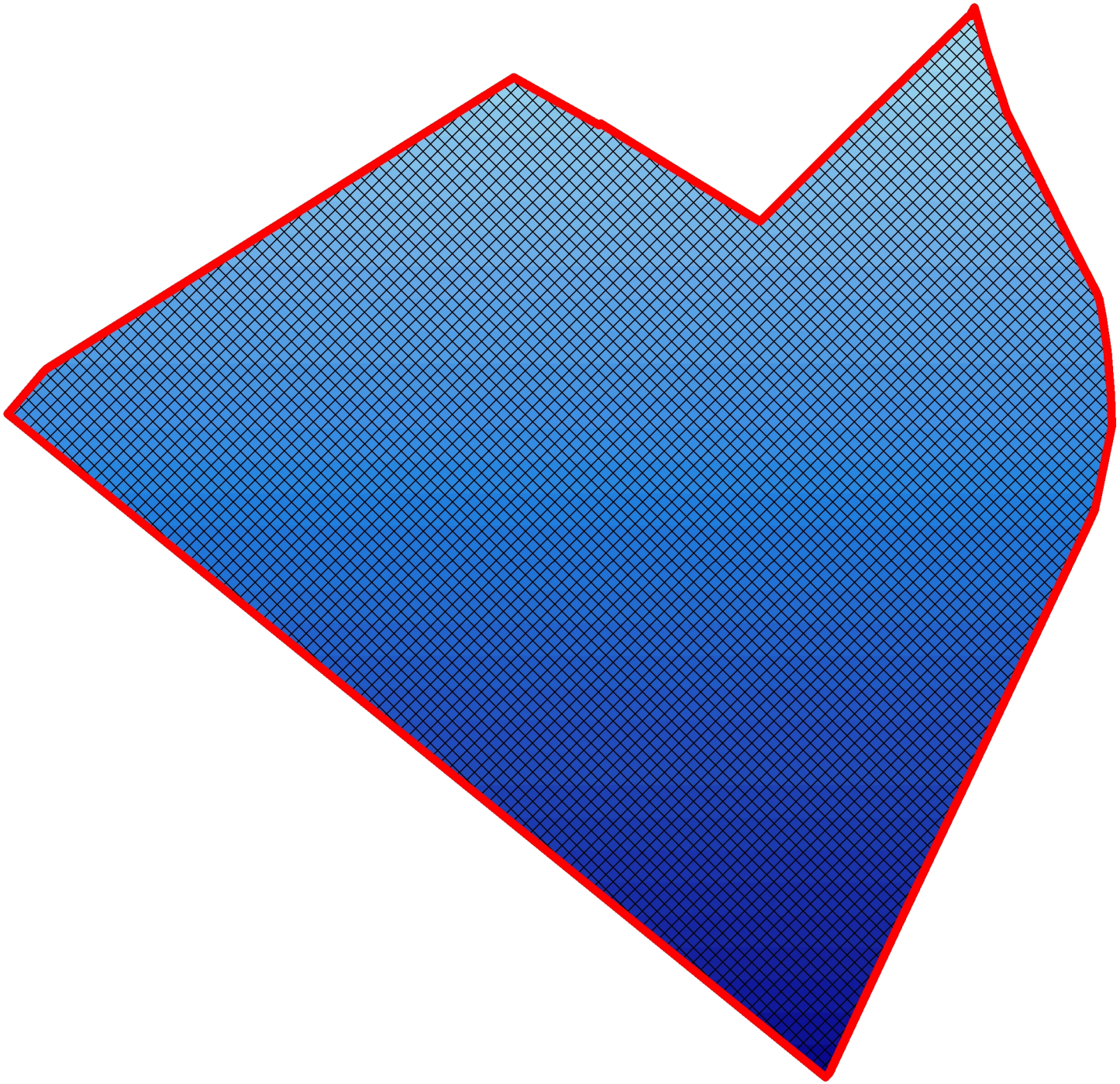
Valores

0.45

CUSTF

Proyecto


PROYECTO
Factor K
Erodabilidad del Suelo
Valores ton/ha
0.04
0.026
0.013
Proyecto
Sistema Ambiental Regional



Factor R

Erosibidad de la Lluvia

Mj/ha mm/hr

10,706.93

CUSTF

Proyecto



1 PLANTA ARQUITECTÓNICA - NIVEL SÓTANO 01 - LICENCIAS
Esc. 1 : 200

CUANTIFICACIÓN DE ESTACIONAMIENTO

CAJONES ESTANDAR	108
CAJONES DISCAPACITADOS	4
TOTAL	**112**

DIRECCION DE DESARROLLO URBANO

Plano de Permisos

Licencia de Construcción

Descripción de proyecto		Plan Parcial Desarrollo Urbano	
Coeficiente Ocupación de Suelo (C.O.S)	0.767=5171.264 m²	Coeficiente Ocupación de Suelo (C.O.S)	
Incremento del COS	0.00	0.80=5393.44 m²	
Coeficiente Utilización de Suelo (C.U.S.)	2.4=16180.12 m²	Incremento del COS	
Incremento del CUS	1.60=10786.88 m²	0.00	
Cajones de estacionamiento	112	Coeficiente Utilización de Suelo (C.U.S.)	
Superficie de terreno	6741.80 m²	2.40= 16180.12 m²	
		Incremento del CUS	26967.20 m²
		1.60=10786.88 m²	

Ubicación



Datos de la obra

Tipo de Obra: Habitacional

Ubicación: Blvd. Francisco Medina Ascencio 2891-2, Condominio Isla Iguana

Propietario: Blue Tree S.A. de C.V.

Firmas:

Datos del Director Responsable	Contenido
Director Responsable de Obra o proyecto con las obligaciones contenidas en el artículo 47 del Reglamento de Gestión del desarrollo Urbano para el municipio de Guadalajara	**Lámina**
Nombre: Ing. José Luis Velazquez Ramos	**1 DE 19**
Registro:	
Colegio: Colegio de Ingenieros Civiles del Estado Jalisco AC.	
Firma:	

Datos del permiso

Dictamen:	**067/00/AU/RG-1182/22**	**Zonificación:**	**AU/CS3**
Uso:	**Mixto comercial y departamentos**	**Niveles:**	**26**
Cajones:	**112 (108 Estandar + 4 Discapacitados)**	**Viviendas:**	**224**

Revisor técnico de proyecto

15/01/2026
Fecha de emisión

Versión de planos

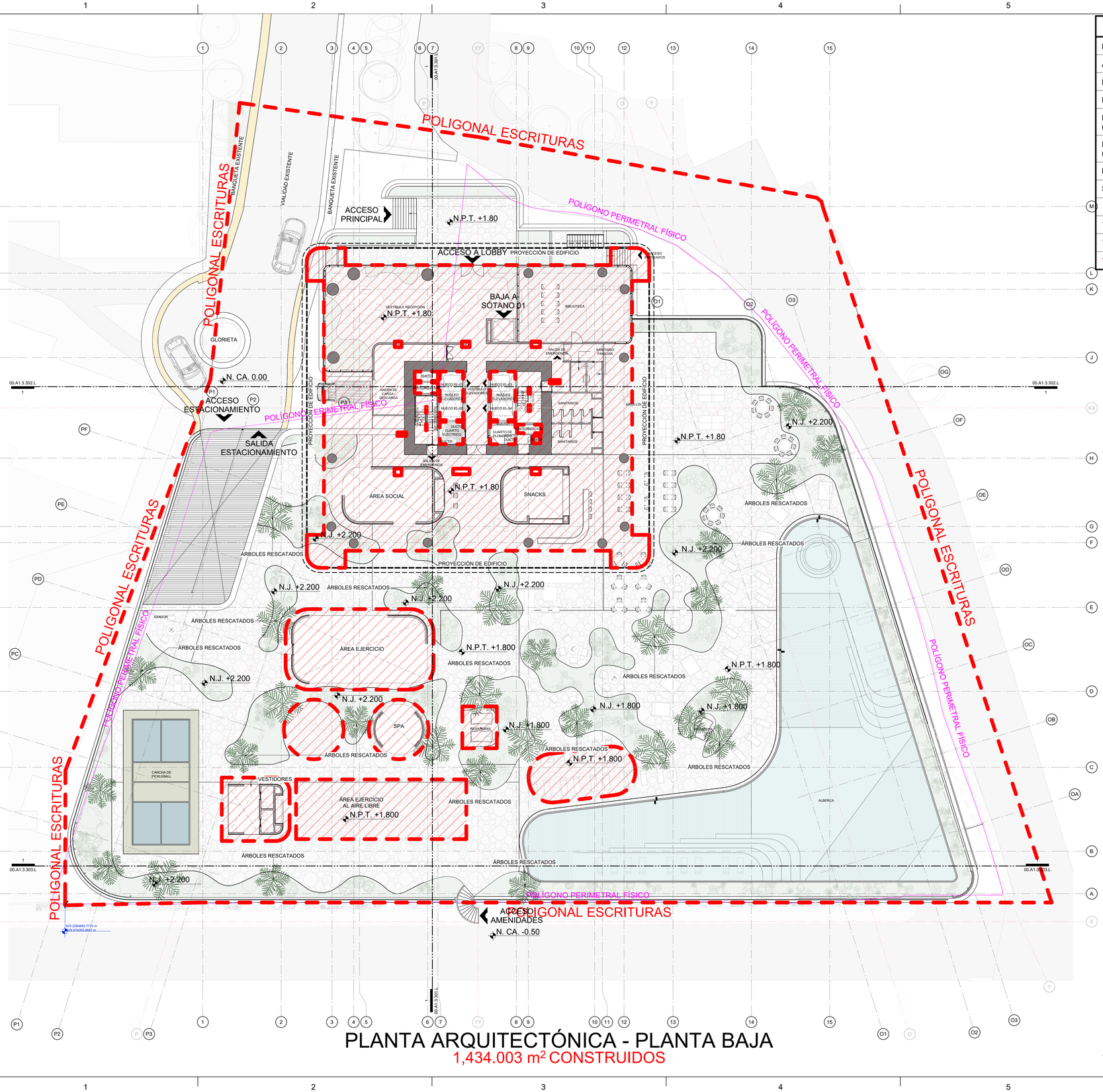
○ Original propietario ○ Original archivo ○ Copia Catastro

Escala 1:200

Autorizaciones

Director de Licencias de Construcción del municipio	Jefa de la Unidad Departamental de Licencias

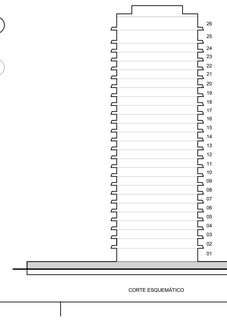
25/04/2024 06:21:20 p. m. Autodesk Docs://ALISIA/PVR-BLDG-A_Licencias.rvt



PLANTA ARQUITECTÓNICA - PLANTA BAJA

1,434.003 m² CONSTRUIDOS

ÁREAS EN PLANTA BAJA	
PLANTA	**M²**
AZOTEA	137.816 m²
NIVEL 26 AMENIDADES	872.114 m²
PENTHOUSES	961.371 m²
PLANTA TIPO B (11 NIVELES TIPO)	960.022 m²
PLANTA TIPO A (13 NIVELES TIPO)	1,000.231 m²
PLANTA BAJA	1,432.654 m²
SÓTANO	6,741.765 m²
TOTAL S.N.B.	26,967.20 m²
TOTAL B.N.B.	6,741.765 m²
TOTAL GENERAL	**33,708.965 m²**



DIRECCION DE DESARROLLO URBANO

Plano de Permisos

Licencia de Construcción

Descripción de proyecto		Plan Parcial Desarrollo Urbano	
Coeficiente Ocupación de Suelo (C.O.S)	0.707=5171.264 m²	Coeficiente Ocupación de Suelo (C.O.S)	
Incremento del COS	0.00	0.80=5393.44 m²	
Coeficiente Utilización de Suelo (C.U.S.)	2.4=16180.12 m²	Incremento del COS	
Incremento del CUS	1.60=10786.88 m²	0.00	
Cajones de estacionamiento	112	Coeficiente Utilización de Suelo (C.U.S.)	
Superficie de terreno	6741.80 m²	2.40=16180.12 m²	
		Incremento del CUS	26967.20 m²
		1.60=10786.88 m²	

Ubicación



Datos de la obra

Tipo de Obra: Habitacional

Ubicación: Blvd. Francisco Medina Ascencio 2891-2, Condominio Isla Iguana

Propietario: Blue Tree S.A. de C.V.

Firmas:

Datos del Director Responsable	Contenido
Director Responsable de Obra o proyecto con las obligaciones contenidas en el artículo 47 del Reglamento de Gestión del desarrollo Urbano para el municipio de Guadalajara	**Lámina**
Nombre: Ing. José Luis Velazquez Ramos	
Registro:	
Colegio: Colegio de Ingenieros Civiles del Estado Jalisco AC.	
Firma:	

Datos del permiso

Dictamen:	**067/00/AU/RG-1182/22**	**Zonificación:**	**AU/CS3**
Uso:	**Mixto comercial y departamentos**	**Niveles:**	**26**
Cajones:	**112 (108 Estandar + 4 Discapacitados)**	**Viviendas:**	**224**

26/01/2026

Revisor técnico de proyecto — Fecha de emisión

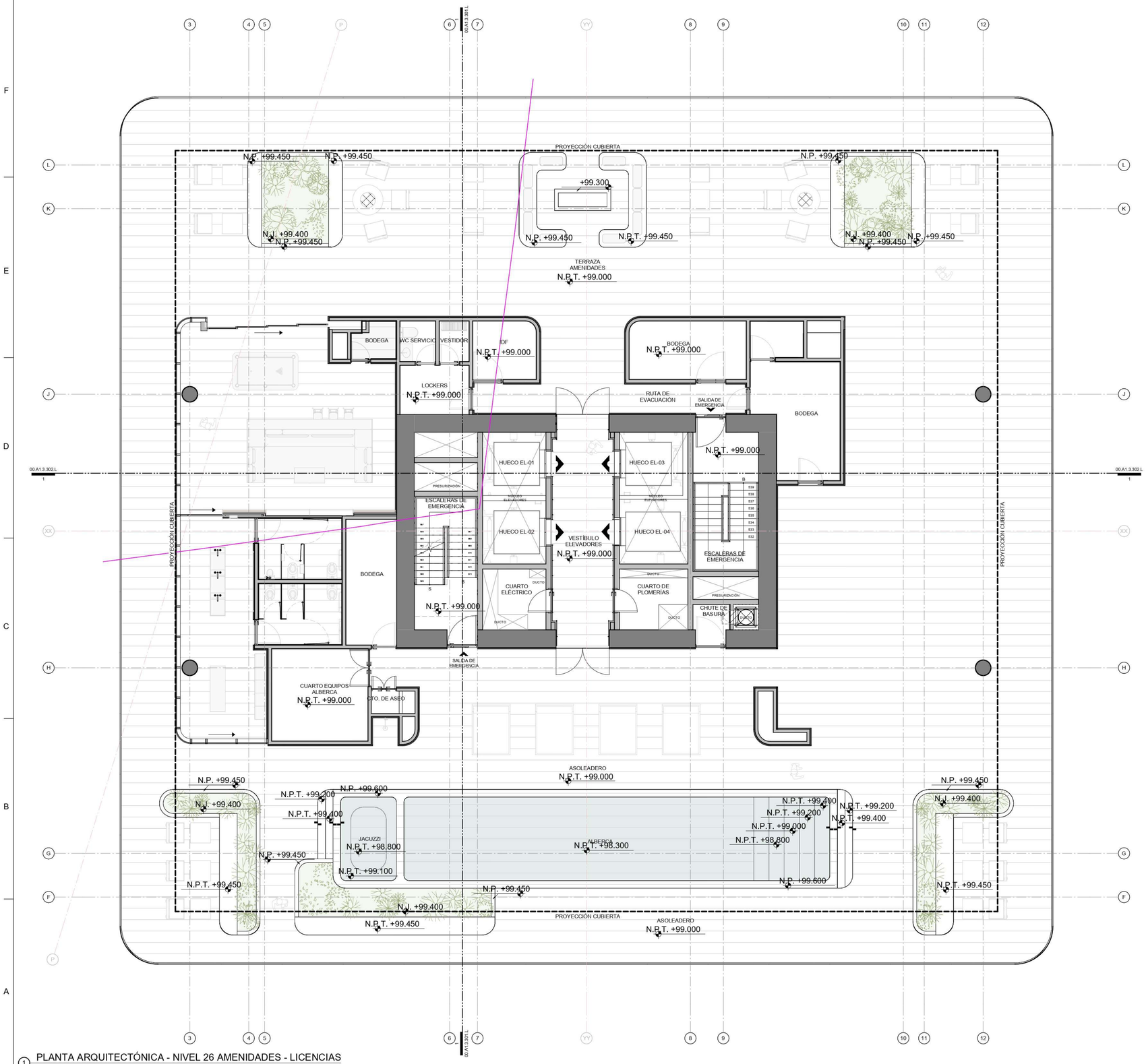
Versión de planos

○ Original propietario	○ Original archivo	○ Copia Catastro	Escala 1:200

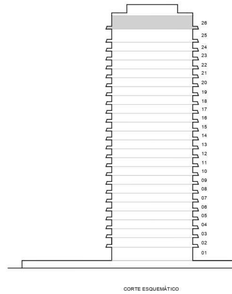
Autorizaciones

Director de Licencias de Construcción del municipio — **Jefa de la Unidad Departamental de Licencias**

25/04/2024 06:21:20 p. m. Autodesk Docs://ALISIA/PVR-BLDG-A_Licencias.rvt



1 PLANTA ARQUITECTÓNICA - NIVEL 26 AMENIDADES - LICENCIAS
Esc.1 : 75



DIRECCION DE DESARROLLO URBANO

Plano de Permisos

Licencia de Construcción

Descripción de proyecto		Plan Parcial Desarrollo Urbano	
Coeficiente Ocupación de Suelo (C.O.S)	0.767=5171.264 m²	Coeficiente Ocupación de Suelo (C.O.S)	
Incremento del COS	0.00	0.80=5393.44 m²	
Coeficiente Utilización de Suelo (C.U.S.)	2.4=16180.12 m²	Incremento del COS	
Incremento del CUS	1.60=10786.88 m²	0.00	
Cajones de estacionamiento	112	Coeficiente Utilización de Suelo (C.U.S.)	
Superficie de terreno	6741.80 m²	2.40=16180.12 m²	
		Incremento del CUS	26967.20 m²
		1.60=10786.88 m²	

Ubicación



Datos de la obra

Tipo de Obra: Habitacional

Ubicación: Blvd. Francisco Medina Ascencio 2891-2, Condominio Isla Iguana

Propietario: Blue Tree S.A. de C.V.

Firmas:

Datos del Director Responsable	Contenido
Director Responsable de Obra o proyecto con las obligaciones contenidas en el artículo 47 del Reglamento de Gestión del desarrollo Urbano para el municipio de Guadalajara	**Lámina**
Nombre: Ing. José Luis Velazquez Ramos	**11 DE 19**
Registro:	
Colegio: Colegio de Ingenieros Civiles del Estado Jalisco AC.	
Firma:	

Datos del permiso

Dictamen:	067/00/AU/RG-1182/22	**Zonificación:**	AU/CS3
Uso:	Mixto comercial y departamentos	**Niveles:**	26
Cajones:	112 (108 Estandar + 4 Discapacitados)	**Viviendas:**	224

15/01/2026

Revisor técnico de proyecto — Fecha de emisión

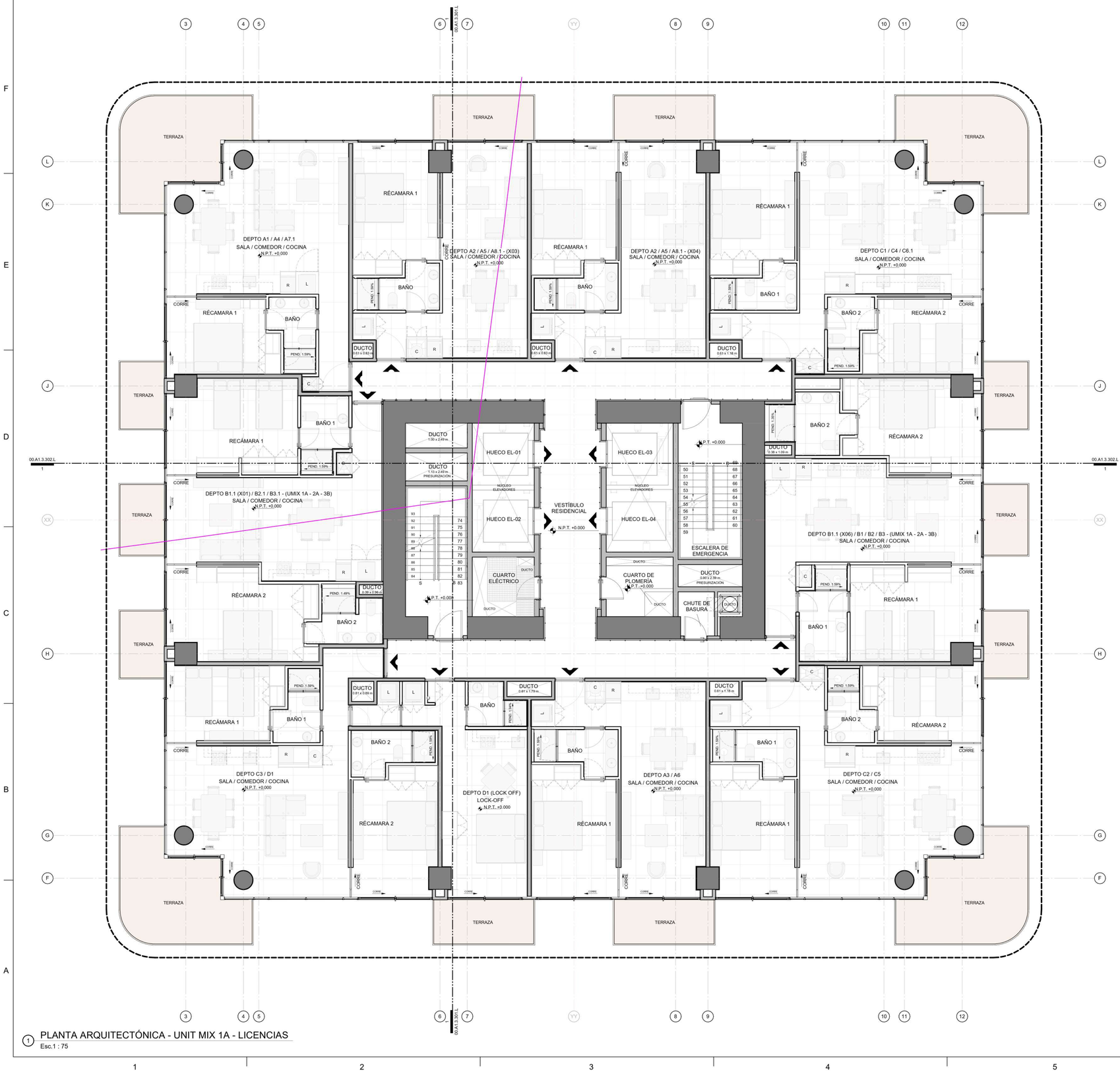
Versión de planos

○ Original propietario ○ Original archivo ○ Copia Catastro — Escala 1:75

Autorizaciones

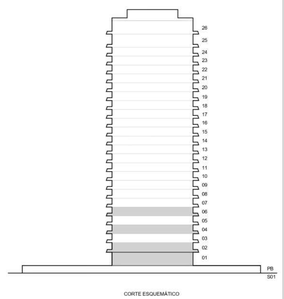
Director de Licencias de Construcción del municipio	Jefa de la Unidad Departamental de Licencias

25/04/2024 06:21:20 p. m. Autodesk Docs://ALISIA/PVR-BLDG-A_Licencias.rvt



1 PLANTA ARQUITECTÓNICA - UNIT MIX 1A - LICENCIAS

Esc.1 : 75



DIRECCION DE DESARROLLO URBANO

Plano de Permisos

Licencia de Construcción

Descripción de proyecto		Plan Parcial Desarrollo Urbano	
Coeficiente Ocupación de Suelo (C.O.S)	0.767=5171.264 m²	Coeficiente Ocupación de Suelo (C.O.S)	
Incremento del COS	0.00	0.80=5393.44 m²	
Coeficiente Utilización de Suelo (C.U.S.)	2.4=16180.12 m²	Incremento del COS	
Incremento del CUS	1.60=10786.88 m²	0.00	
Cajones de estacionamiento	112	Coeficiente Utilización de Suelo (C.U.S.)	
Superficie de terreno	6741.80 m²	2.40=16180.12 m²	
		Incremento del CUS	26967.20 m²
		1.60=10786.88 m²	

Ubicación



Datos de la obra

Tipo de Obra: Habitacional

Ubicación: Blvd. Francisco Medina Ascencio 2891-2, Condominio Isla Iguana

Propietario: Blue Tree S.A. de C.V.

Firmas:

Datos del Director Responsable	Contenido
Director Responsable de Obra o proyecto con las obligaciones contenidas en el artículo 47 del Reglamento de Gestión del desarrollo Urbano para el municipio de Guadalajara	Lámina 4 DE 19
Nombre: Ing. José Luis Velazquez Ramos	
Registro:	
Colegio: Colegio de Ingenieros Civiles del Estado Jalisco AC.	
Firma:	

Datos del permiso

Dictamen:	067/00/AU/RG-1182/22	**Zonificación:**	AU/CS3
Uso:	Mixto comercial y departamentos	**Niveles:**	26
Cajones:	112 (108 Estandar + 4 Discapacitados)	**Viviendas:**	224

15/01/2026

Revisor técnico de proyecto — Fecha de emisión

Versión de planos

○ Original propietario ○ Original archivo ○ Copia Catastro — Escala 1:75

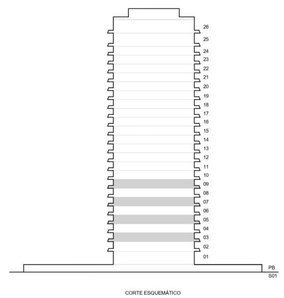
Autorizaciones

Director de Licencias de Construcción del municipio	Jefa de la Unidad Departamental de Licencias

25/04/2024 06:21:20 p. m. Autodesk Docs://ALISJA/PVR-BLDG-A_Licencias.rvt



1 PLANTA ARQUITECTÓNICA - UNIT MIX 1B - LICENCIAS
Esc.1 : 75



CORTE ESQUEMÁTICO

25/04/2024 06:21:20 p. m. Autodesk Docs://ALISIA/PVR-BLDG-A_Licencias.rvt

DIRECCION DE DESARROLLO URBANO

Plano de Permisos

Licencia de Construcción

Descripción de proyecto		Plan Parcial Desarrollo Urbano
Coeficiente Ocupación de Suelo (C.O.S)	0.767=5171.264 m²	Coeficiente Ocupación de Suelo (C.O.S)
Incremento del COS	0.00	0.80=5393.44 m²
Coeficiente Utilización de Suelo (C.U.S.)	2.4=16180.12 m²	Incremento del COS
Incremento del CUS	1.60=10786.88 m²	0.00
Cajones de estacionamiento	112	Coeficiente Utilización de Suelo (C.U.S.)
Superficie de terreno	6741.80 m²	2.40=16180.12 m²
		Incremento del CUS 26967.20 m²
		1.60=10786.88 m²

Ubicación



Datos de la obra

Tipo de Obra: Habitacional

Ubicación: Blvd. Francisco Medina Ascencio 2891-2, Condominio Isla Iguana

Propietario: Blue Tree S.A. de C.V.

Firmas:

Datos del Director Responsable	Contenido
Director Responsable de Obra o proyecto con las obligaciones contenidas en el artículo 47 del Reglamento de Gestión del desarrollo Urbano para el municipio de Guadalajara	Lámina 5 DE 19
Nombre: Ing. José Luis Velazquez Ramos	
Registro:	
Colegio: Colegio de Ingenieros Civiles del Estado Jalisco AC.	
Firma:	

Datos del permiso

Dictamen:	067/00/AU/RG-1182/22	**Zonificación:**	AU/CS3
Uso:	Mixto comercial y departamentos	**Niveles:**	26
Cajones:	112 (108 Estandar + 4 Discapacitados)	**Viviendas:**	224

15/01/2026

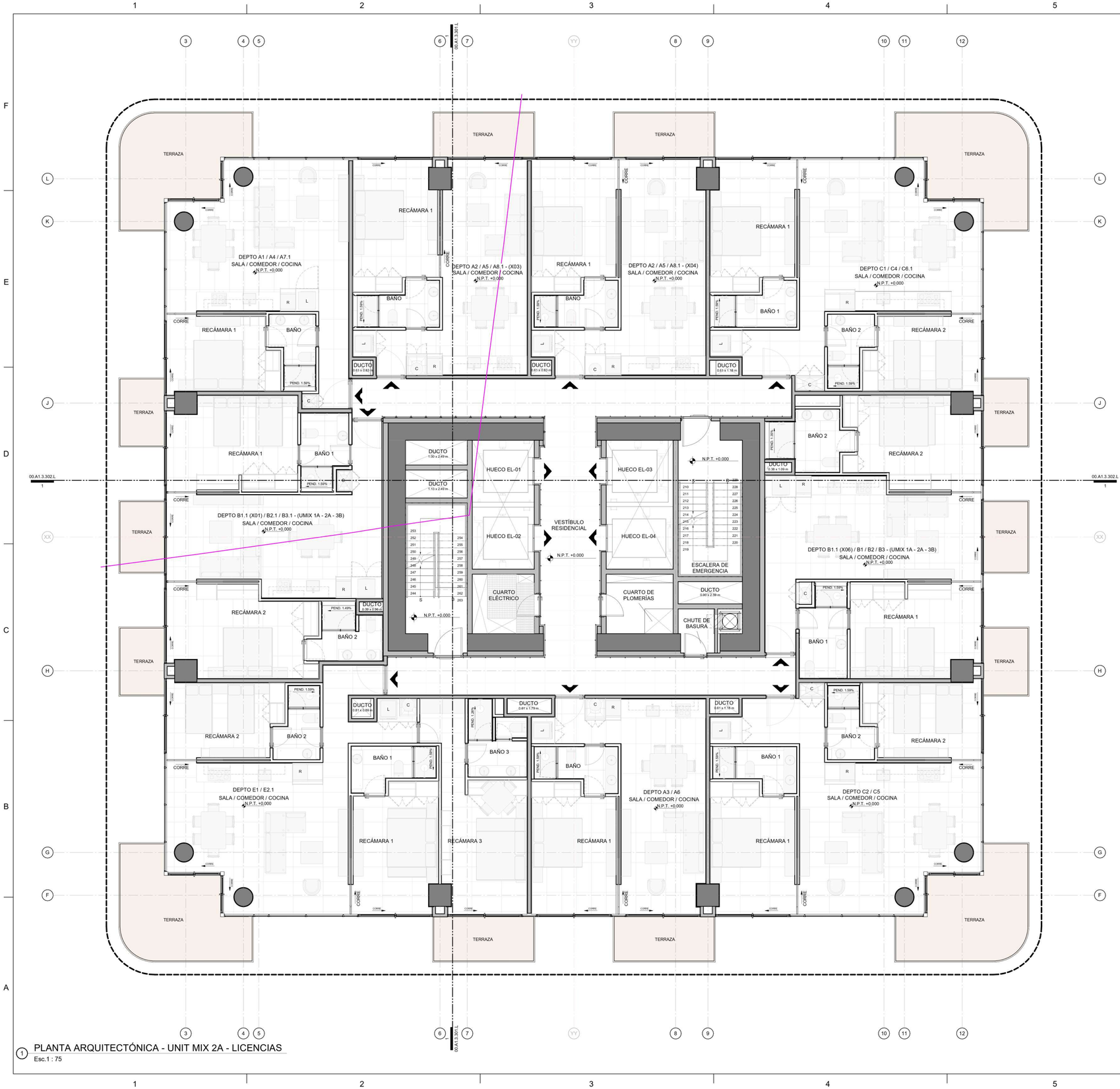
Revisor técnico de proyecto — Fecha de emisión

Versión de planos

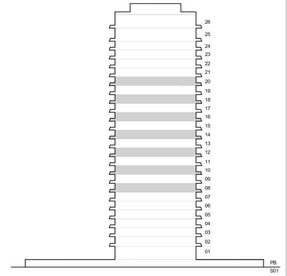
○ Original propietario ○ Original archivo ○ Copia Catastro — Escala 1:75

Autorizaciones

Director de Licencias de Construcción del municipio	Jefa de la Unidad Departamental de Licencias



1 PLANTA ARQUITECTÓNICA - UNIT MIX 2A - LICENCIAS
Esc.1 : 75



25/04/2024 06:21:20 p. m. Autodesk Docs://ALISIA/PVR-BLDG-A_Licencias.rvt

DIRECCION DE DESARROLLO URBANO

Plano de Permisos

Licencia de Construcción

Descripción de proyecto		Plan Parcial Desarrollo Urbano	
Coeficiente Ocupación de Suelo (C.O.S)	0.767=5171.264 m²	Coeficiente Ocupación de Suelo (C.O.S)	
Incremento del COS	0.00	0.80=5393.44 m²	
Coeficiente Utilización de Suelo (C.U.S.)	2.4=16180.12 m²	Incremento del COS	
Incremento del CUS	1.60=10786.88 m²	0.00	
Cajones de estacionamiento	112	Coeficiente Utilización de Suelo (C.U.S.)	
Superficie de terreno	6741.80 m²	2.40= 16180.12 m²	
		Incremento del CUS	26967.20 m²
		1.60=10786.88 m²	

Ubicación



Datos de la obra

Tipo de Obra: Habitacional

Ubicación: Blvd. Francisco Medina Ascencio 2891-2, Condominio Isla Iguana

Propietario: Blue Tree S.A. de C.V.

Firmas:

Datos del Director Responsable

Director Responsable de Obra o proyecto con las obligaciones contenidas en el artículo 47 del Reglamento de Gestión del desarrollo Urbano para el municipio de Guadalajara

Nombre: Ing. José Luis Velazquez Ramos

Registro:

Colegio: Colegio de Ingenieros Civiles del Estado Jalisco AC.

Firma:

Contenido

Lámina

6 DE 19

Datos del permiso

Dictamen:	067/00/AU/RG-1182/22	**Zonificación:**	AU/CS3
Uso:	Mixto comercial y departamentos	**Niveles:**	26
Cajones:	112 (108 Estandar + 4 Discapacitados)	**Viviendas:**	224

15/01/2026

Revisor técnico de proyecto — Fecha de emisión

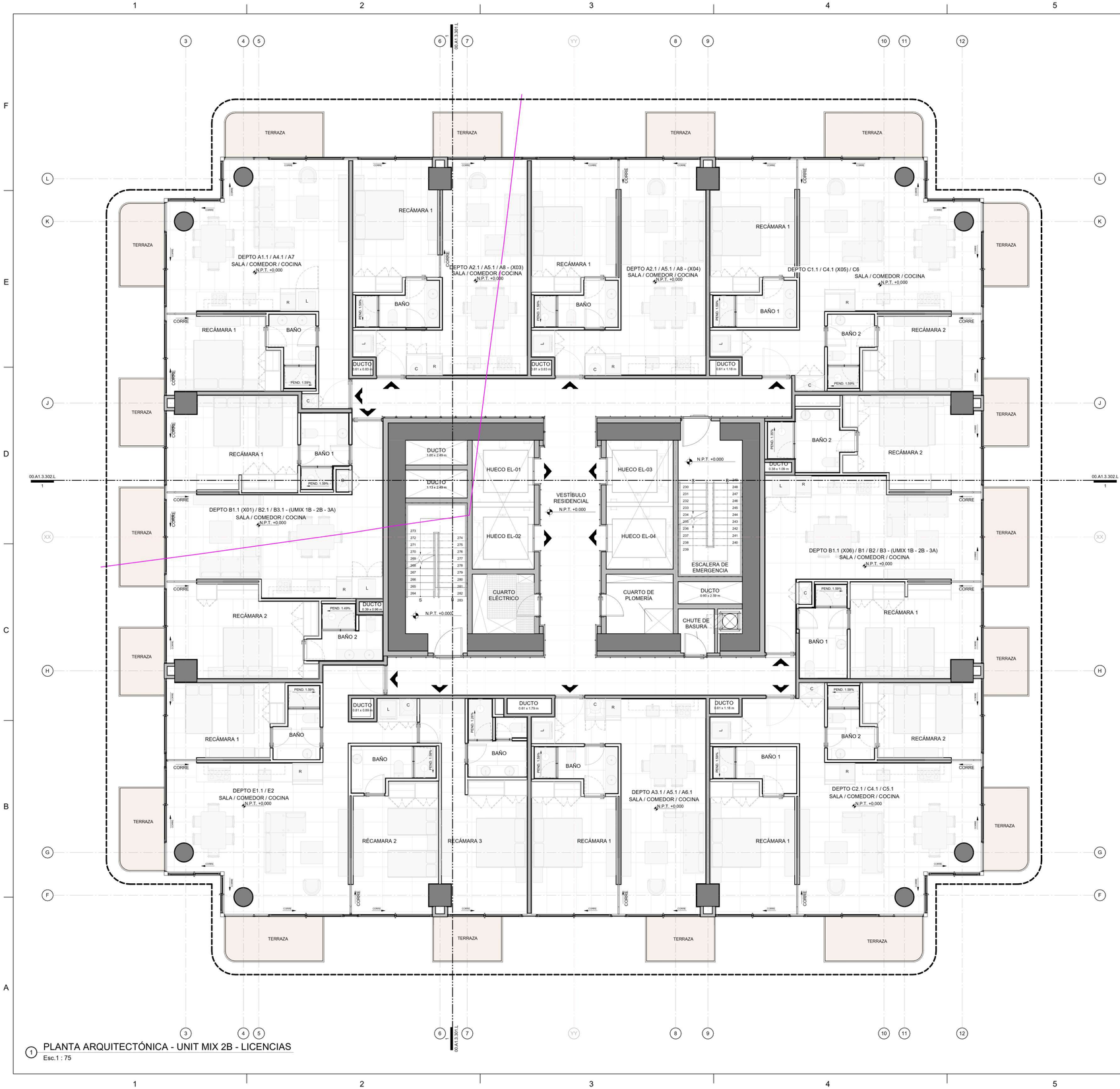
Versión de planos

○ Original propietario ○ Original archivo ○ Copia Catastro — Escala 1:75

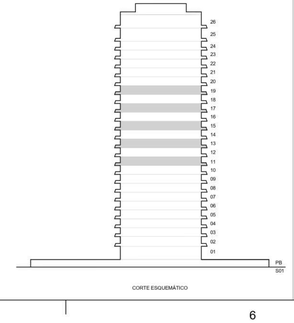
Autorizaciones

Director de Licencias de Construcción del municipio

Jefa de la Unidad Departamental de Licencias



1 PLANTA ARQUITECTÓNICA - UNIT MIX 2B - LICENCIAS
Esc.1 : 75



CORTE ESQUEMÁTICO

DIRECCION DE DESARROLLO URBANO

Plano de Permisos

Licencia de Construcción

Descripción de proyecto		Plan Parcial Desarrollo Urbano
Coeficiente Ocupación de Suelo (C.O.S)	0.767=5171.264 m²	Coeficiente Ocupación de Suelo (C.O.S)
Incremento del COS	0.00	0.80=5393.44 m²
Coeficiente Utilización de Suelo (C.U.S.)	2.4=16180.12 m²	Incremento del COS
Incremento del CUS	1.60=10786.88 m²	0.00
Cajones de estacionamiento	112	Coeficiente Utilización de Suelo (C.U.S.)
Superficie de terreno	6741.80 m²	2.40= 16180.12 m²
		Incremento del CUS 26967.20 m²
		1.60=10786.88 m²

Ubicación



Datos de la obra

Tipo de Obra: Habitacional

Ubicación: Blvd. Francisco Medina Ascencio 2891-2, Condominio Isla Iguana

Propietario: Blue Tree S.A. de C.V.

Firmas:

Datos del Director Responsable	Contenido
Director Responsable de Obra o proyecto con las obligaciones contenidas en el artículo 47 del Reglamento de Gestión del desarrollo Urbano para el municipio de Guadalajara	Lámina
Nombre: Ing. José Luis Velazquez Ramos	7 DE 19
Registro:	
Colegio: Colegio de Ingenieros Civiles del Estado Jalisco AC.	
Firma:	

Datos del permiso

Dictamen:	067/00/AU/RG-1182/22	**Zonificación:**	AU/CS3
Uso:	Mixto comercial y departamentos	**Niveles:**	26
Cajones:	112 (108 Estandar + 4 Discapacitados)	**Viviendas:**	224

Revisor técnico de proyecto — 15/01/2026 — Fecha de emisión

Versión de planos

○ Original propietario ○ Original archivo ○ Copia Catastro — Escala 1:75

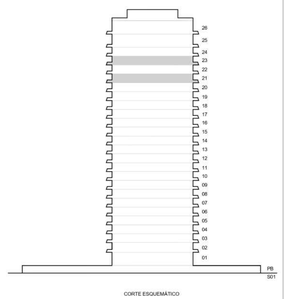
Autorizaciones

Director de Licencias de Construcción del municipio	Jefa de la Unidad Departamental de Licencias

25/04/2024 06:21:20 p. m. Autodesk Docs://ALISIA/PVR-BLDG-A_Licencias.rvt



1 PLANTA ARQUITECTÓNICA - UNIT MIX 3A - LICENCIAS
Esc.1 : 75



DIRECCION DE DESARROLLO URBANO

Plano de Permisos

Licencia de Construcción

Descripción de proyecto		Plan Parcial Desarrollo Urbano	
Coeficiente Ocupación de Suelo (C.O.S)	0.767=5171.264 m²	Coeficiente Ocupación de Suelo (C.O.S)	
Incremento del COS	0.00	0.80=5393.44 m²	
Coeficiente Utilización de Suelo (C.U.S.)	2.4=16180.12 m²	Incremento del COS	
Incremento del CUS	1.60=10786.88 m²	0.00	
Cajones de estacionamiento	112	Coeficiente Utilización de Suelo (C.U.S.)	
Superficie de terreno	6741.80 m²	2.40= 16180.12 m²	
		Incremento del CUS	26967.20 m²
		1.60=10786.88 m²	

Ubicación



Datos de la obra

Tipo de Obra: Habitacional

Ubicación: Blvd. Francisco Medina Ascencio 2891-2, Condominio Isla Iguana

Propietario: Blue Tree S.A. de C.V.

Firmas:

Datos del Director Responsable	Contenido
Director Responsable de Obra o proyecto con las obligaciones contenidas en el artículo 47 del Reglamento de Gestión del desarrollo Urbano para el municipio de Guadalajara	Lámina
Nombre: Ing. José Luis Velazquez Ramos	8 DE 19
Registro:	
Colegio: Colegio de Ingenieros Civiles del Estado Jalisco AC.	
Firma:	

Datos del permiso

Dictamen:	067/00/AU/RG-1182/22	**Zonificación:**	AU/CS3
Uso:	Mixto comercial y departamentos	**Niveles:**	26
Cajones:	112 (108 Estandar + 4 Discapacitados)	**Viviendas:**	224

15/01/2026

Revisor técnico de proyecto — Fecha de emisión

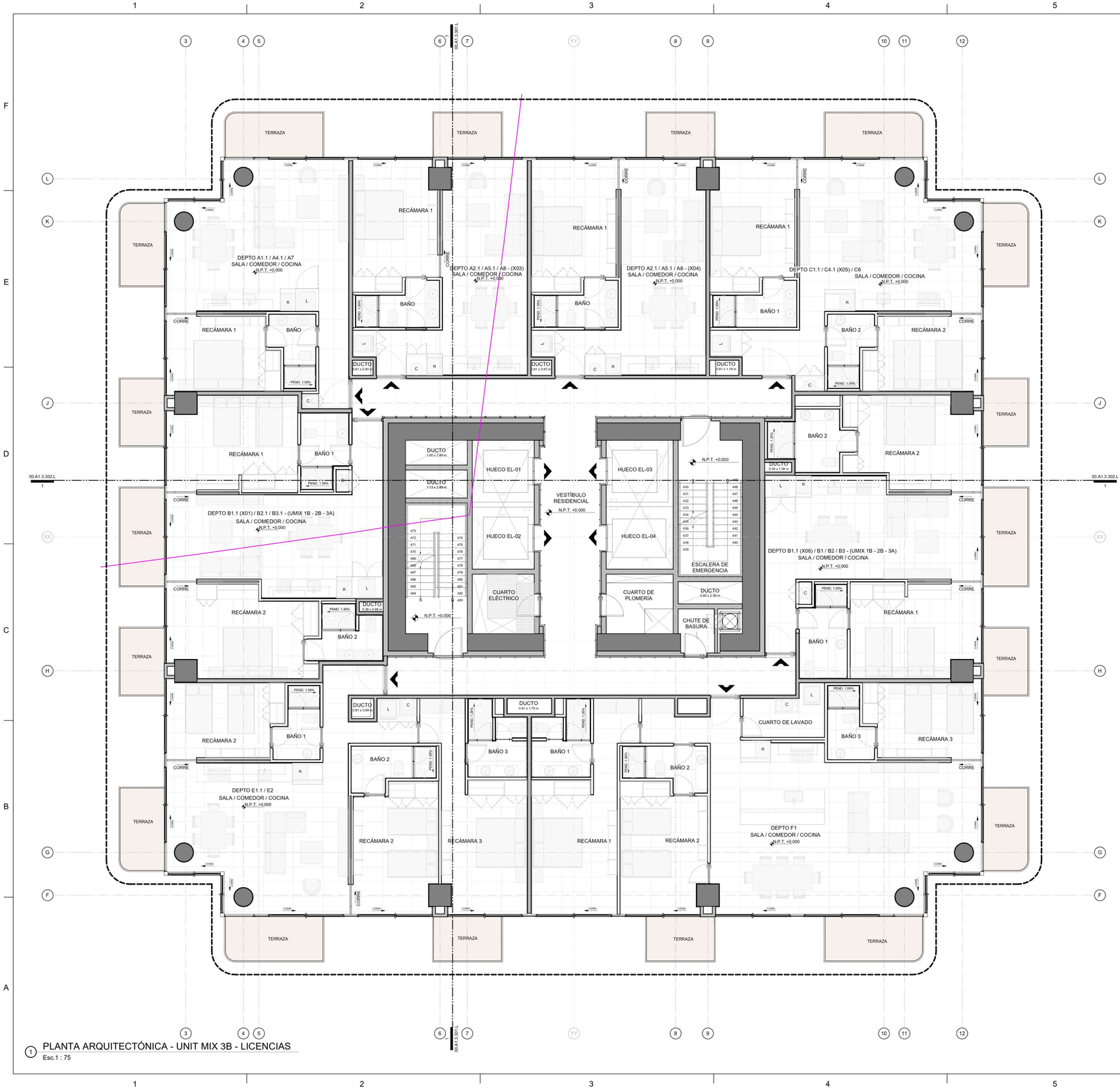
Versión de planos

○ Original propietario ○ Original archivo ○ Copia Catastro — Escala 1:75

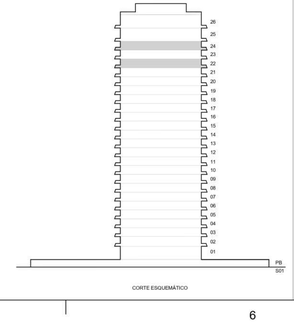
Autorizaciones

Director de Licencias de Construcción del municipio	Jefa de la Unidad Departamental de Licencias

25/04/2024 06:21:20 p. m. Autodesk Docs://ALISJA/PVR-BLDG-A_Licencias.rvt



1 PLANTA ARQUITECTÓNICA - UNIT MIX 3B - LICENCIAS
Esc.1 : 75



DIRECCION DE DESARROLLO URBANO

Plano de Permisos

Licencia de Construcción

Descripción de proyecto		Plan Parcial Desarrollo Urbano	
Coeficiente Ocupación de Suelo (C.O.S)	0.767=5171.264 m²	Coeficiente Ocupación de Suelo (C.O.S)	
Incremento del COS	0.00	0.80=5393.44 m²	
Coeficiente Utilización de Suelo (C.U.S.)	2.4=16180.12 m²	Incremento del COS	
Incremento del CUS	1.60=10786.88 m²	0.00	
Cajones de estacionamiento	112	Coeficiente Utilización de Suelo (C.U.S.)	
Superficie de terreno	6741.80 m²	2.40=16180.12 m²	
		Incremento del CUS	26967.20 m²
		1.60=10786.88 m²	

Ubicación



Datos de la obra

Tipo de Obra: Habitacional

Ubicación: Blvd. Francisco Medina Ascencio 2891-2, Condominio Isla Iguana

Propietario: Blue Tree S.A. de C.V.

Firmas:

Datos del Director Responsable	Contenido
Director Responsable de Obra o proyecto con las obligaciones contenidas en el artículo 47 del Reglamento de Gestión del desarrollo Urbano para el municipio de Guadalajara	**Lámina**
Nombre: Ing. José Luis Velazquez Ramos	**9 DE 19**
Registro:	
Colegio: Colegio de Ingenieros Civiles del Estado Jalisco AC.	
Firma:	

Datos del permiso

Dictamen:	067/00/AU/RG-1182/22	**Zonificación:**	AU/CS3
Uso:	Mixto comercial y departamentos	**Niveles:**	26
Cajones:	112 (108 Estandar + 4 Discapacitados)	**Viviendas:**	224

15/01/2026

Revisor técnico de proyecto — Fecha de emisión

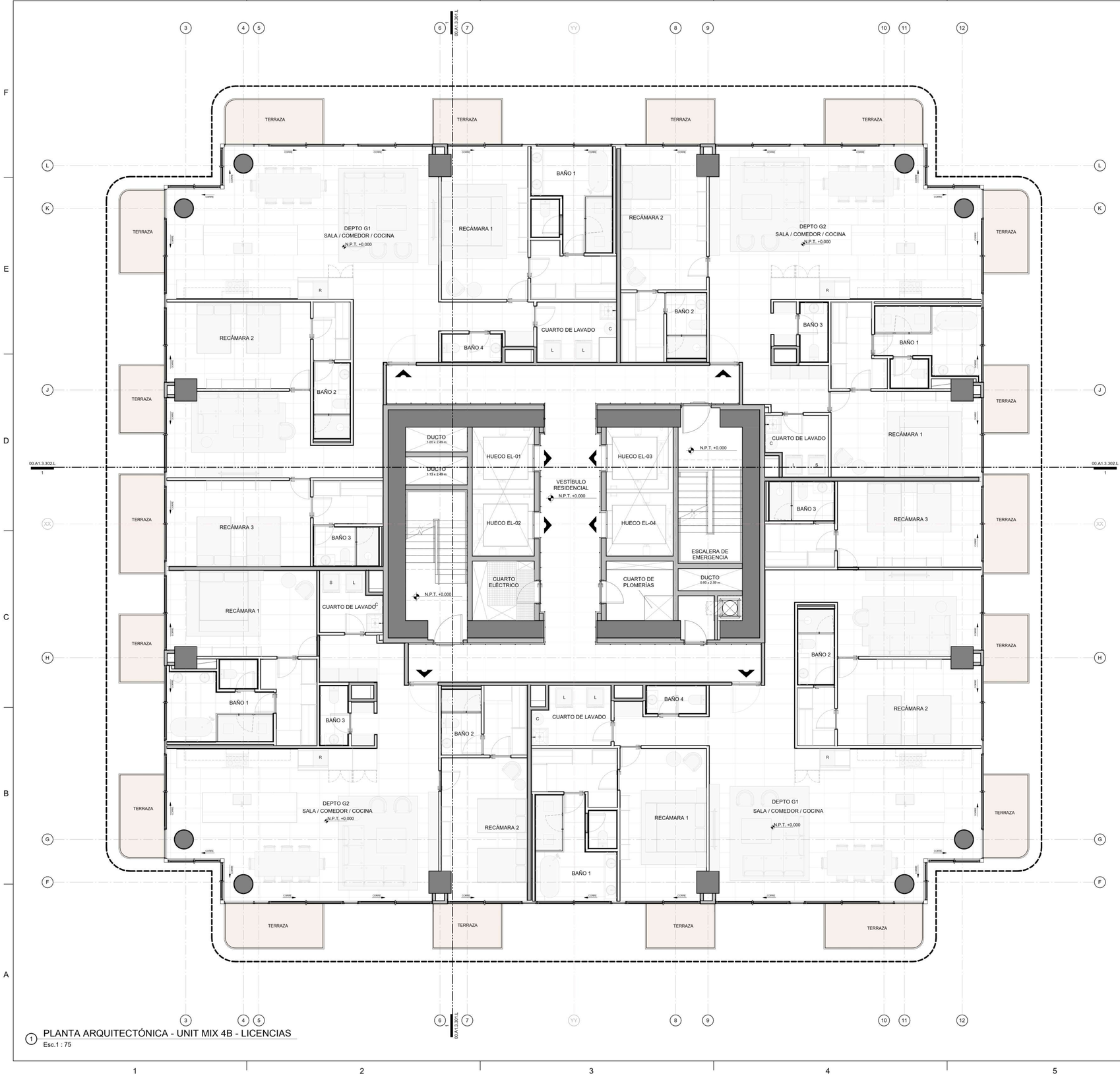
Versión de planos

○ Original propietario ○ Original archivo ○ Copia Catastro — Escala 1:75

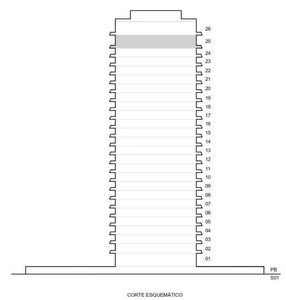
Autorizaciones

Director de Licencias de Construcción del municipio	Jefa de la Unidad Departamental de Licencias

25/04/2024 06:21:20 p. m. Autodesk Docs://ALISIA/PVR-BLDG-A_Licencias.rvt



1 PLANTA ARQUITECTÓNICA - UNIT MIX 4B - LICENCIAS
Esc.1 : 75



CORTE ESQUEMÁTICO

DIRECCION DE DESARROLLO URBANO

Plano de Permisos

Licencia de Construcción

Descripción de proyecto		Plan Parcial Desarrollo Urbano	
Coeficiente Ocupación de Suelo (C.O.S)	0.767=5171.264 m²	Coeficiente Ocupación de Suelo (C.O.S)	
Incremento del COS	0.00	0.80=5393.44 m²	
Coeficiente Utilización de Suelo (C.U.S.)	2.4=16180.12 m²	Incremento del COS	
Incremento del CUS	1.60=10786.88 m²	0.00	
Cajones de estacionamiento	112	Coeficiente Utilización de Suelo (C.U.S.)	
Superficie de terreno	6741.80 m²	2.40= 16180.12 m²	
		Incremento del CUS	26967.20 m²
		1.60=10786.88 m²	

Ubicación



Datos de la obra

Tipo de Obra: Habitacional

Ubicación: Blvd. Francisco Medina Ascencio 2891-2, Condominio Isla Iguana

Propietario: Blue Tree S.A. de C.V.

Firmas:

Datos del Director Responsable	Contenido
Director Responsable de Obra o proyecto con las obligaciones contenidas en el artículo 47 del Reglamento de Gestión del desarrollo Urbano para el municipio de Guadalajara	Lámina
Nombre: Ing. José Luis Velazquez Ramos	10 DE 19
Registro:	
Colegio: Colegio de Ingenieros Civiles del Estado Jalisco AC.	
Firma:	

Datos del permiso

Dictamen:	067/00/AU/RG-1182/22	**Zonificación:**	AU/CS3
Uso:	Mixto comercial y departamentos	**Niveles:**	26
Cajones:	112 (108 Estandar + 4 Discapacitados)	**Viviendas:**	224

15/01/2026

Revisor técnico de proyecto — Fecha de emisión

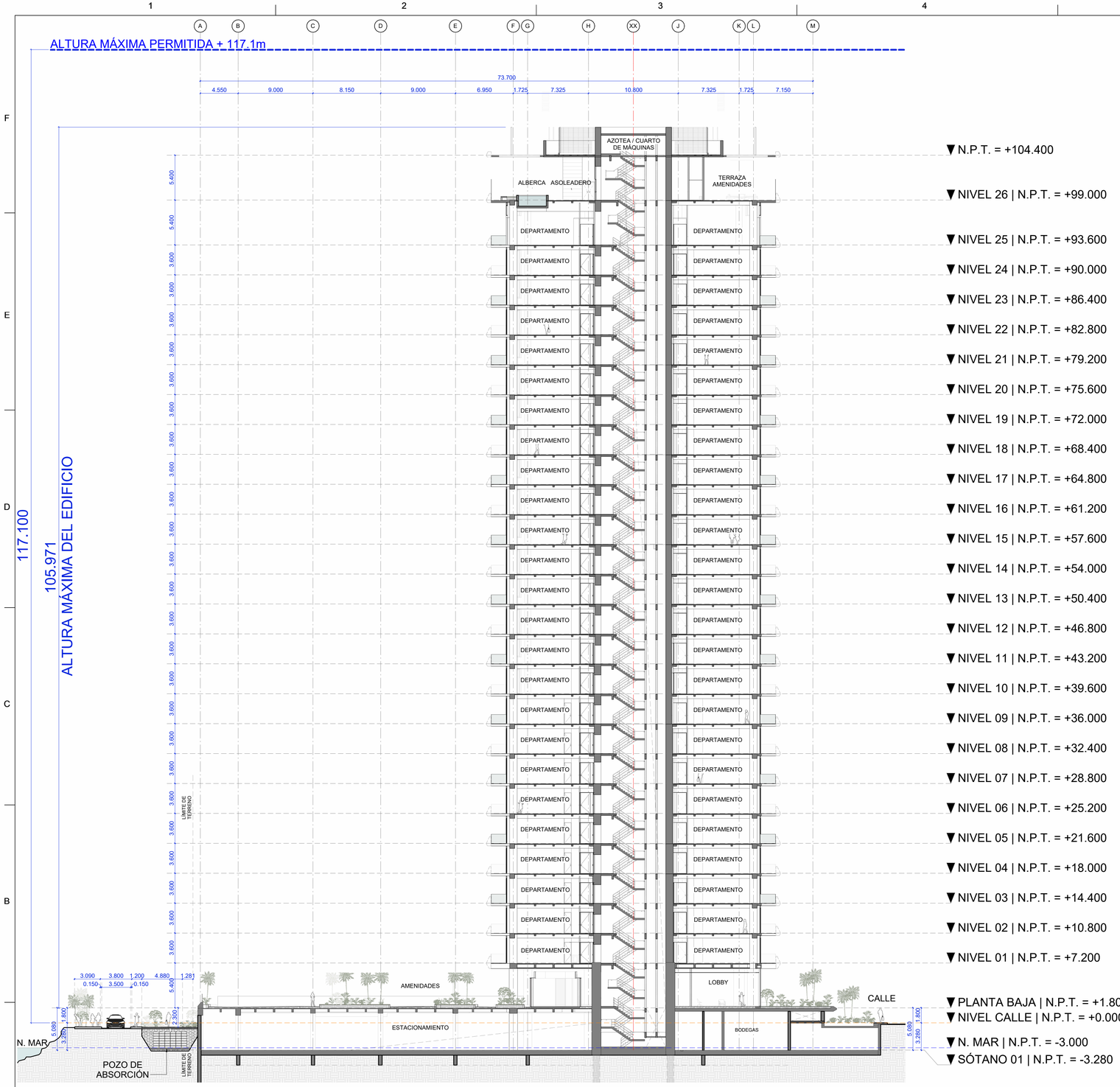
Versión de planos

○ Original propietario ○ Original archivo ○ Copia Catastro — Escala 1:75

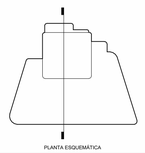
Autorizaciones

Director de Licencias de Construcción del municipio	Jefa de la Unidad Departamental de Licencias

25/04/2024 06:21:20 p. m. Autodesk Docs://ALISIA/PVR-BLDG-A_Licencias.rvt



CORTE ARQUITECTÓNICO TRANSVERSAL



ÁREAS EN PLANTA BAJA	
PLANTA	**M²**
AZOTEA	137.816 m²
NIVEL 26 AMENIDADES	872.114 m²
PENTHOUSES	961.371 m²
PLANTA TIPO B (11 NIVELES TIPO)	960.022 m²
PLANTA TIPO A (13 NIVELES TIPO)	1,000.231 m²
PLANTA BAJA	1,432.654 m²
SÓTANO	6,741.765 m²
TOTAL S.N.B.	26,967.20 m²
TOTAL B.N.B.	6,741.765 m²
TOTAL GENERAL	**33,708.965 m²**

DIRECCION DE DESARROLLO URBANO

Plano de Permisos

Licencia de Construcción

Descripción de proyecto		Plan Parcial Desarrollo Urbano	
Coeficiente Ocupación de Suelo (C.O.S)	0.767=5171.264 m²	Coeficiente Ocupación de Suelo (C.O.S)	
Incremento del COS	0.00	0.80=5393.44 m²	
Coeficiente Utilización de Suelo (C.U.S.)	2.4=16180.12 m²	Incremento del COS	
Incremento del CUS	1.60=10786.88 m²	0.00	
Cajones de estacionamiento	112	Coeficiente Utilización de Suelo (C.U.S.)	
Superficie de terreno	6741.80 m²	2.40=16180.12 m²	
		Incremento del CUS	26967.20 m²
		1.60=10786.88 m²	

Ubicación



Datos de la obra

Tipo de Obra: Habitacional

Ubicación: Blvd. Francisco Medina Ascencio 2891-2, Condominio Isla Iguana

Propietario: Blue Tree S.A. de C.V.

Firmas:

Datos del Director Responsable	Contenido
Director Responsable de Obra o proyecto con las obligaciones contenidas en el artículo 47 del Reglamento de Gestión del desarrollo Urbano para el municipio de Guadalajara	**Lámina**
Nombre: Ing. José Luis Velazquez Ramos	
Registro:	
Colegio: Colegio de Ingenieros Civiles del Estado Jalisco AC.	
Firma:	

Datos del permiso

Dictamen:	067/00/AU/RG-1182/22	**Zonificación:**	AU/CS3
Uso:	Mixto comercial y departamentos	**Niveles:**	26
Cajones:	112 (108 Estandar + 4 Discapacitados)	**Viviendas:**	224

26/01/2026

Revisor técnico de proyecto — Fecha de emisión

Versión de planos

○ Original propietario ○ Original archivo ○ Copia Catastro — Escala 1:250

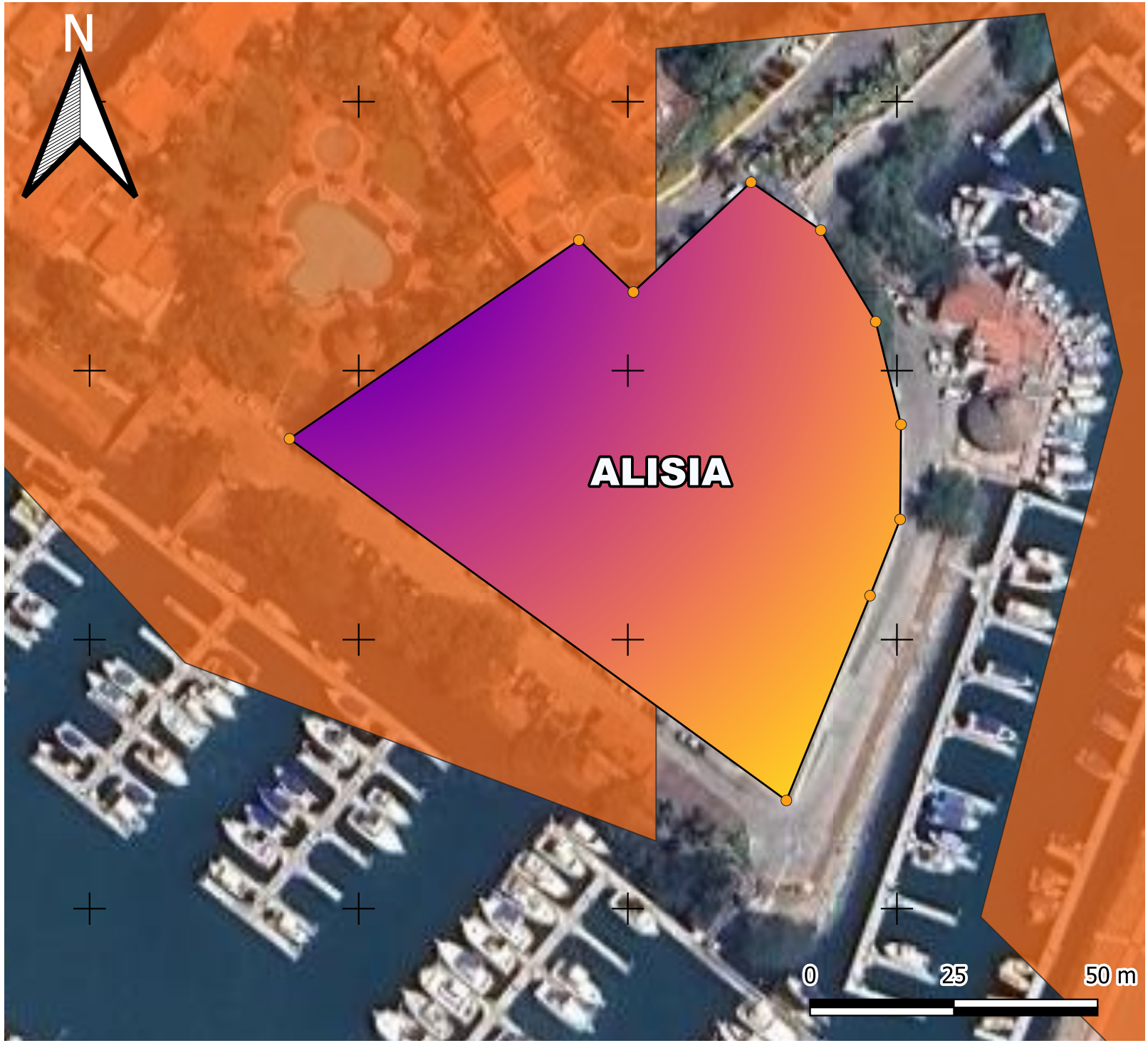
Autorizaciones

Director de Licencias de Construcción del municipio

Jefa de la Unidad Departamental de Licencias

25/04/2024 06:21:20 p. m. Autodesk Docs://ALISIA/PVR-BLDG-A_Licencias.rvt

FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS: TEMPERATURA MÁXIMA



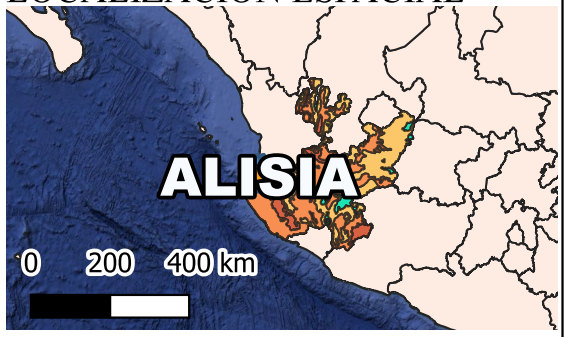
SIMBOLOGÍA

- ALISIA
- calle50_l
- carretera50_l
- camino50_l
- via_ferrea50_l
- Jalisco
- estados
- Google Satellite

TEMPERATURA MAXIMA

- Menos de 8° C
- de 8° a 12° C
- de 12° a 16° C
- de 16° a 20° C
- de 20° a 24° C
- de 24° a 28° C
- de 28° a 32° C
- de 32° a 36° C
- de 36° a 40° C
- Más de 40° C

LOCALIZACIÓN ESPACIAL

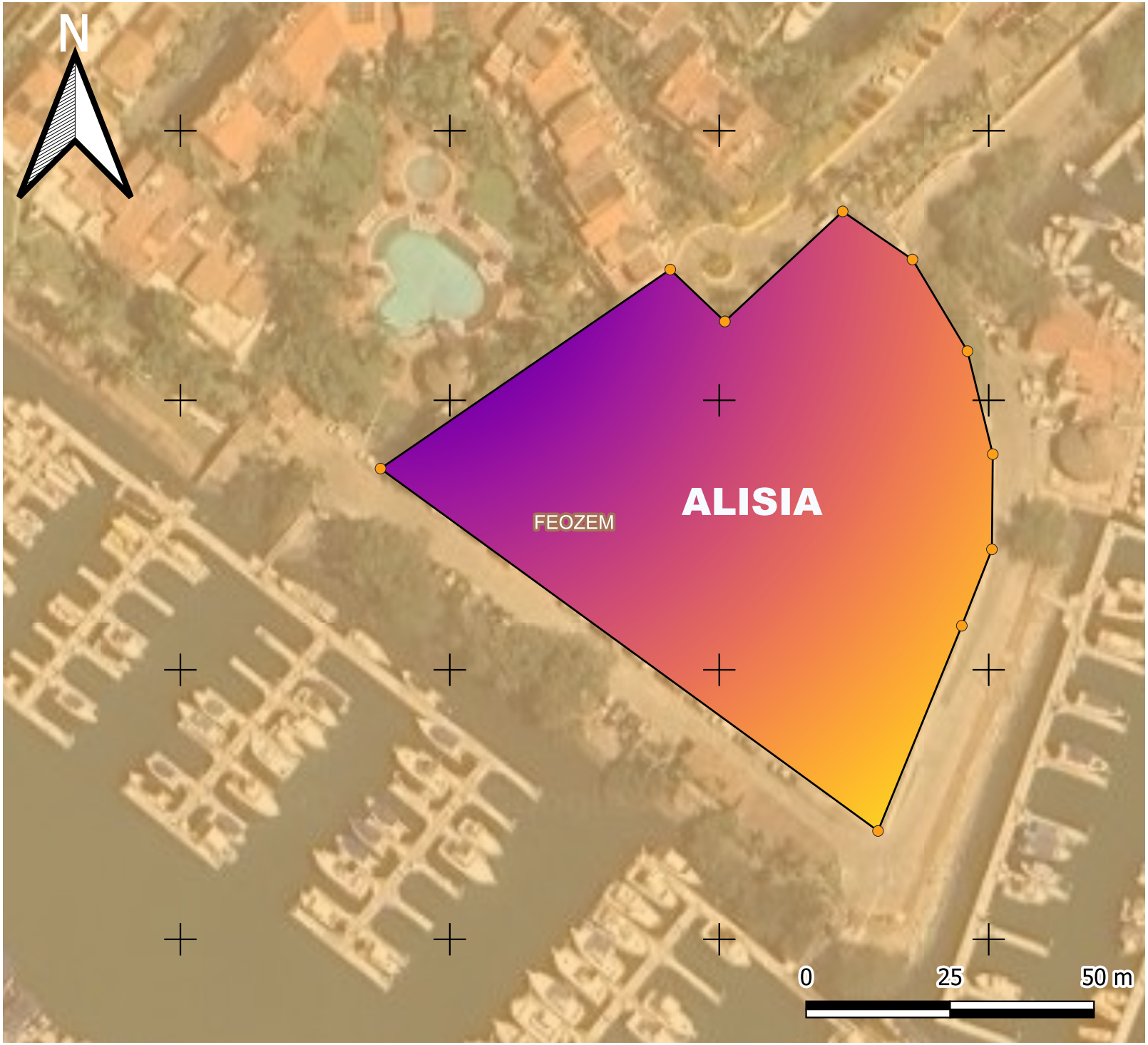


BLVD. FRANCISCO MEDINA ASCENCIO S/N (INTERIOR LOS PEINES) FRACCIONAMIENTO MARINA VALLARTA, PUERTO VALLARTA, JAL.
12 M. S. N. M.
ESCALA 1:1,000

COORDENADAS UTM		
Vértice	X UTM	Y UTM
1	474,326.0220	2,284,702.5416
2	474,342.7321	2,284,719.2052
3	474,347.9364	2,284,709.8287
4	474,355.6912	2,284,695.3829
5	474,355.9162	2,284,683.9967
6	474,352.7093	2,284,672.4474
7	474,329.5936	2,284,630.6972
8	474,261.0424	2,284,682.8540
9	474,302.2991	2,284,716.4376

SSYMA CONSULTORIA

FENÓMENOS GEOLÓGICOS: TIPO DE SUELO



SIMBOLOGÍA

- ALISIA
- calle50_l
- carretera50_l
- camino50_l
- via_ferrea50_l
- Jalisco
- estados

TIPO SUELO

- ACRISOL
- ALISOL
- ANDOSOL
- ARENOSOL
- CALCISOL
- CAMBISOL
- FEOZEM
- FLUVISOL
- GLEYSOL
- KASTAÑOZEM
- LEPTOSOLE
- LEPTOSOLES
- LUVISOL
- NITISOL
- PLANOSOL
- REGOSOL
- SOLONCHAK
- SOLONETZ
- VERTISOL

Google Satellite

LOCALIZACIÓN ESPACIAL

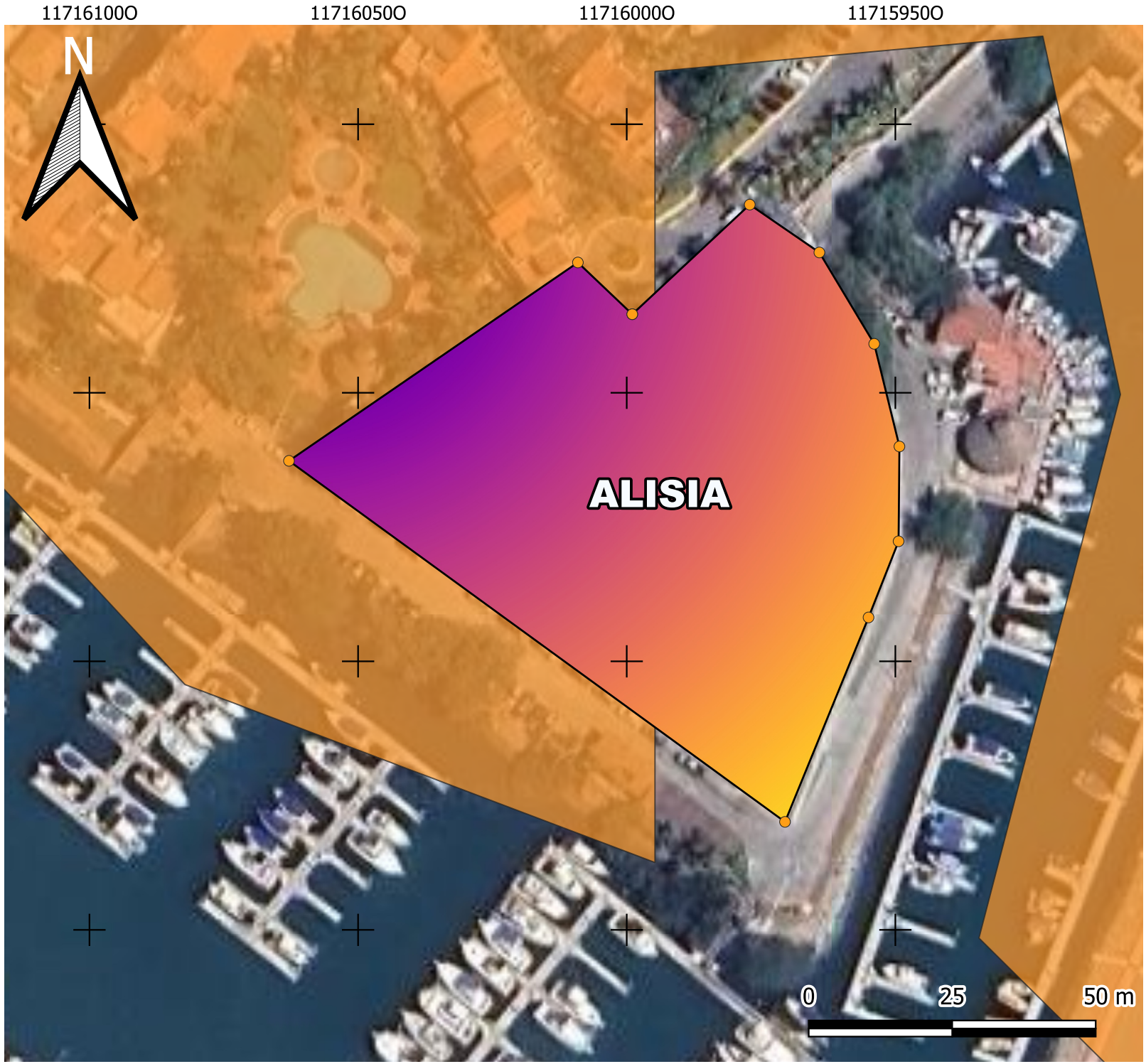


BLVD. FRANCISCO MEDINA ASCENCIO S/N (INTERIOR LOS PEINES) FRACCIONAMIENTO MARINA VALLARTA, PUERTO VALLARTA, JAL.
12 M. S. N. M.
ESCALA 1:1,000

COORDENADAS UTM		
Vértice	X UTM	Y UTM
1	474,326.0220	2,284,702.5416
2	474,342.7321	2,284,719.2052
3	474,347.9364	2,284,709.8287
4	474,355.6912	2,284,695.3829
5	474,355.9162	2,284,683.9967
6	474,352.7093	2,284,672.4474
7	474,329.5936	2,284,630.6972
8	474,261.0424	2,284,682.8540
9	474,302.2991	2,284,716.4376

SSYMA CONSULTORIA

FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS: TEMPERATURA MÍNIMA



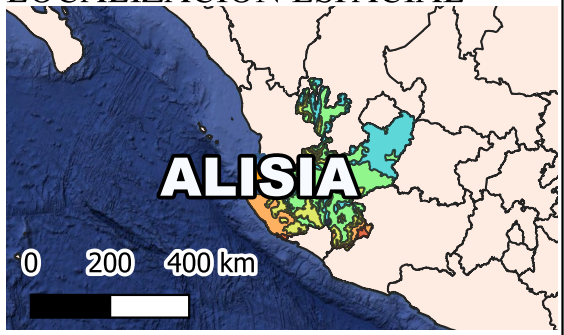
SIMBOLOGÍA

- ALISIA
- calle50_l
- carretera50_l
- camino50_l
- via_ferrea50_l
- Jalisco
- estados
- Google Satellite

TEMPERATURA MINIMA

- Menor de -4° C
- de -4° a 0° C
- de 0° a 4° C
- de 4° a 8° C
- de 8° a 12° C
- de 12° a 16° C
- de 16° a 20° C
- Más de 20° C

LOCALIZACIÓN ESPACIAL

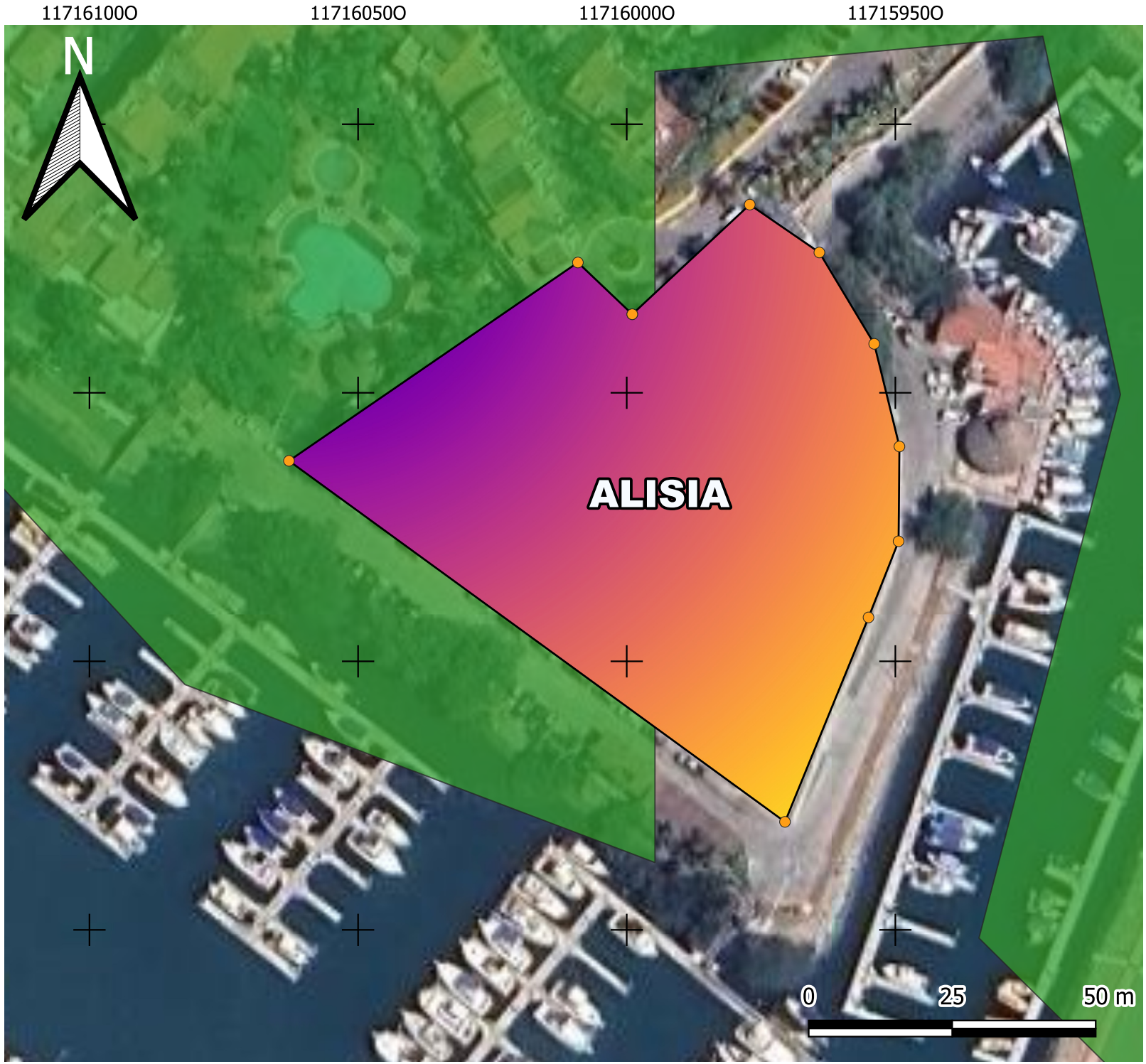


BLVD. FRANCISCO MEDINA ASCENCIO S/N (INTERIOR LOS PEINES) FRACCIONAMIENTO MARINA VALLARTA, PUERTO VALLARTA, JAL.
12 M. S. N. M.
ESCALA 1:1,000

COORDENADAS UTM		
Vértice	X UTM	Y UTM
1	474,326.0220	2,284,702.5416
2	474,342.7321	2,284,719.2052
3	474,347.9364	2,284,709.8287
4	474,355.6912	2,284,695.3829
5	474,355.9162	2,284,683.9967
6	474,352.7093	2,284,672.4474
7	474,329.5936	2,284,630.6972
8	474,261.0424	2,284,682.8540
9	474,302.2991	2,284,716.4376

SSYMA CONSULTORIA

FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS: TORMENTAS ELÉCTRICAS



SIMBOLOGÍA

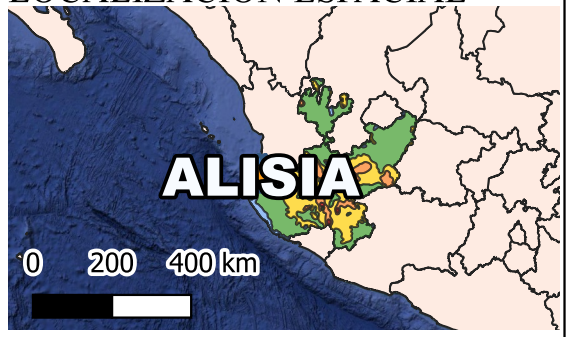
- ALISIA
- calle50_l
- carretera50_l
- camino50_l
- via_ferrea50_l
- Jalisco
- estados

RIESGO POR TORMENTAS ELÉCTRICAS

- Muy alto
- Alto
- Medio
- Bajo
- Muy bajo

Google Satellite

LOCALIZACIÓN ESPACIAL

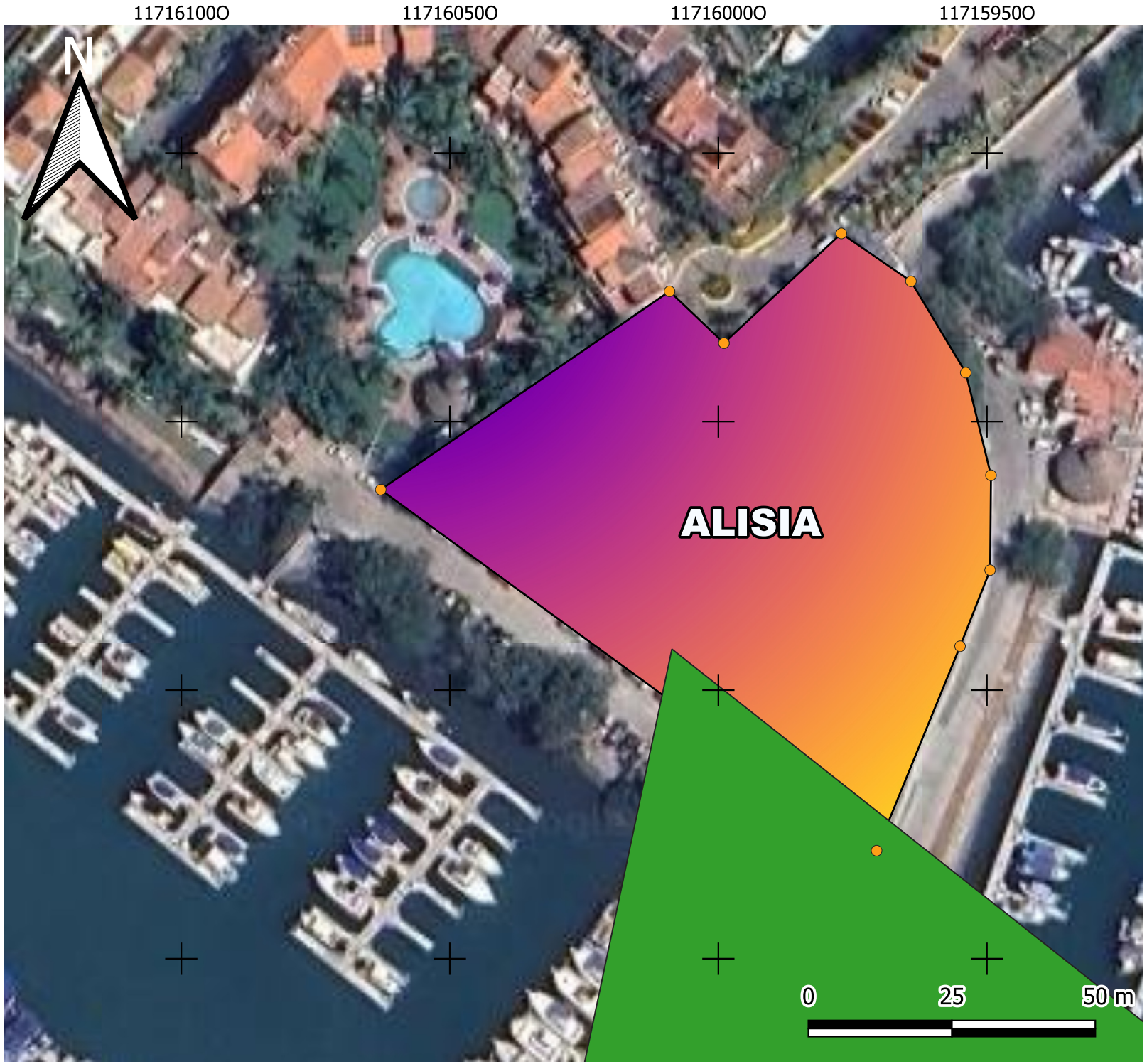


BLVD. FRANCISCO MEDINA ASCENCIO S/N (INTERIOR LOS PEINES) FRACCIONAMIENTO MARINA VALLARTA, PUERTO VALLARTA, JAL.
12 M. S. N. M.
ESCALA 1:1,000

COORDENADAS UTM		
Vértice	X UTM	Y UTM
1	474,326.0220	2,284,702.5416
2	474,342.7321	2,284,719.2052
3	474,347.9364	2,284,709.8287
4	474,355.6912	2,284,695.3829
5	474,355.9162	2,284,683.9967
6	474,352.7093	2,284,672.4474
7	474,329.5936	2,284,630.6972
8	474,261.0424	2,284,682.8540
9	474,302.2991	2,284,716.4376

SSYMA CONSULTORIA

FENÓMENOS GEOLÓGICOS: RIESGO DE TSUNAMIS



SIMBOLOGÍA

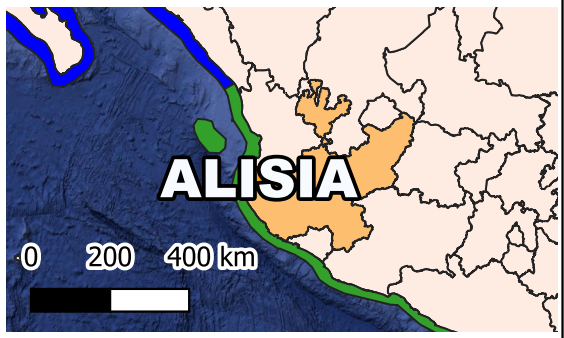
- ALISIA
- calle50_l
- carretera50_l
- camino50_l
- via_ferrea50_l
- Jalisco
- estados

CENAPRED_Tsunamis_Ieylo

- Lejanos
- Locales

Google Satellite

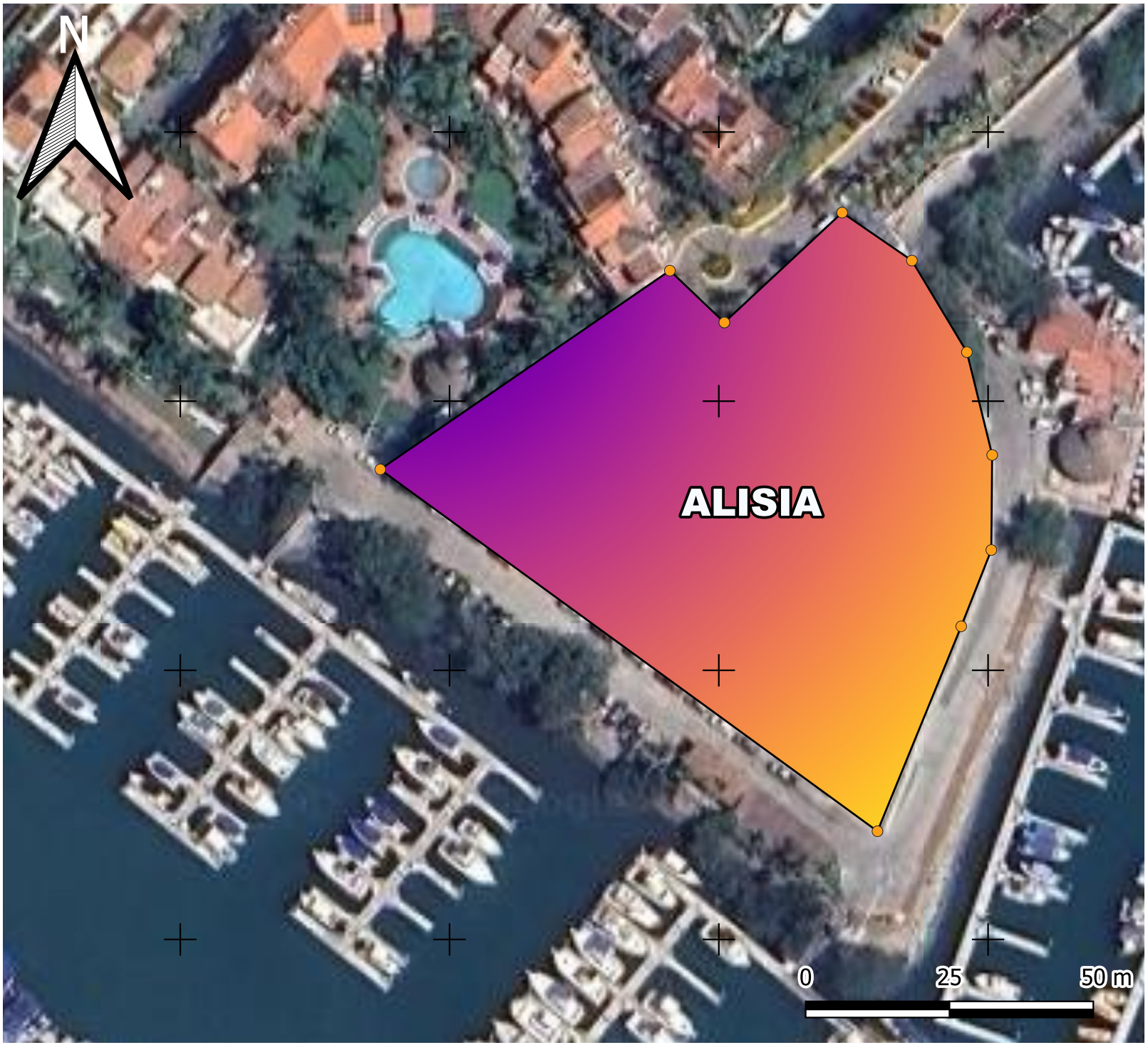
LOCALIZACIÓN ESPACIAL



BLVD. FRANCISCO MEDINA ASCENCIO S/N (INTERIOR LOS PEINES) FRACCIONAMIENTO MARINA VALLARTA, PUERTO VALLARTA, JAL.
12 M. S. N. M.
ESCALA 1:1,000

COORDENADAS UTM		
Vértice	X UTM	Y UTM
1	474,326.0220	2,284,702.5416
2	474,342.7321	2,284,719.2052
3	474,347.9364	2,284,709.8287
4	474,355.6912	2,284,695.3829
5	474,355.9162	2,284,683.9967
6	474,352.7093	2,284,672.4474
7	474,329.5936	2,284,630.6972
8	474,261.0424	2,284,682.8540
9	474,302.2991	2,284,716.4376

FENÓMENOS GEOLÓGICOS: VULCANISMO



SIMBOLOGÍA

- ALISIA
- calle50_l
- carretera50_l
- camino50_l
- via_ferrea50_l
- Jalisco
- estados

Google Satellite

Vulcanismo

LOCALIZACIÓN ESPACIAL



BLVD. FRANCISCO MEDINA ASCENCIO S/N (INTERIOR LOS PEINES) FRACCIONAMIENTO MARINA VALLARTA, PUERTO VALLARTA, JAL.
12 M. S. N. M.
ESCALA 1:1,000

COORDENADAS UTM		
Vértice	X UTM	Y UTM
1	474,326.0220	2,284,702.5416
2	474,342.7321	2,284,719.2052
3	474,347.9364	2,284,709.8287
4	474,355.6912	2,284,695.3829
5	474,355.9162	2,284,683.9967
6	474,352.7093	2,284,672.4474
7	474,329.5936	2,284,630.6972
8	474,261.0424	2,284,682.8540
9	474,302.2991	2,284,716.4376

SSYMA CONSULTORIA

FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS: CLIMA

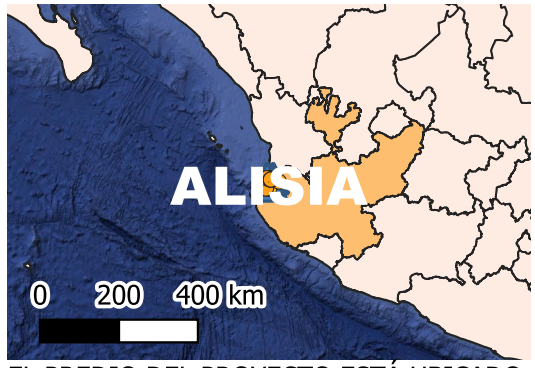


SIMOBOLOGÍA

ALISIA
- calle50_l
- carretera
- camino
- via_ferrea
- canal
- cuerpo agua

clima
- (A)C(fm)
- (A)C(m)
- (A)C(m)(f)
- (A)C(w1)
- (A)C(w2)
- (A)C(wo)
- (A)C(wo)x'
- A(f)
- Am
- Am(f)
- Aw1
- Aw1(x')
- Aw2
- Aw2(x')
- Awo
- Awo(x')
- BS1(h')(x')
- BS1(h')w
- BS1h(x')
- BS1hw
- BS1k"w
- BS1k(x')
- BS1kw
- BShs
- BSks
- BSo(h')(x')
- BSo(h')w
- BSoh(x')
- BSohw
- BSok"w
- BSok(x')
- BSokw
- BW(h')(x')
- BW(h')s
- BW(h')w
- BWh(x')
- BWhs
- BWhw
- BWk(x')
- BWks
- BWkw
- C(f)
- C(m)
- C(m)(f)
- C(w1)
- C(w1)x'
- C(w2)
- C(w2)x'
- C(wo)
- C(wo)x'
- Cb'(m)
- Cb'(m)(f)
- Cb'(w1)
- Cb'(w1)x'
- Cb'(w2)
- Cb'(w2)x'
- Cb'(wo)
- Cb's
- Cs
- E(T)CHw
- EFHw

LOCALIZACIÓN ESPACIAL

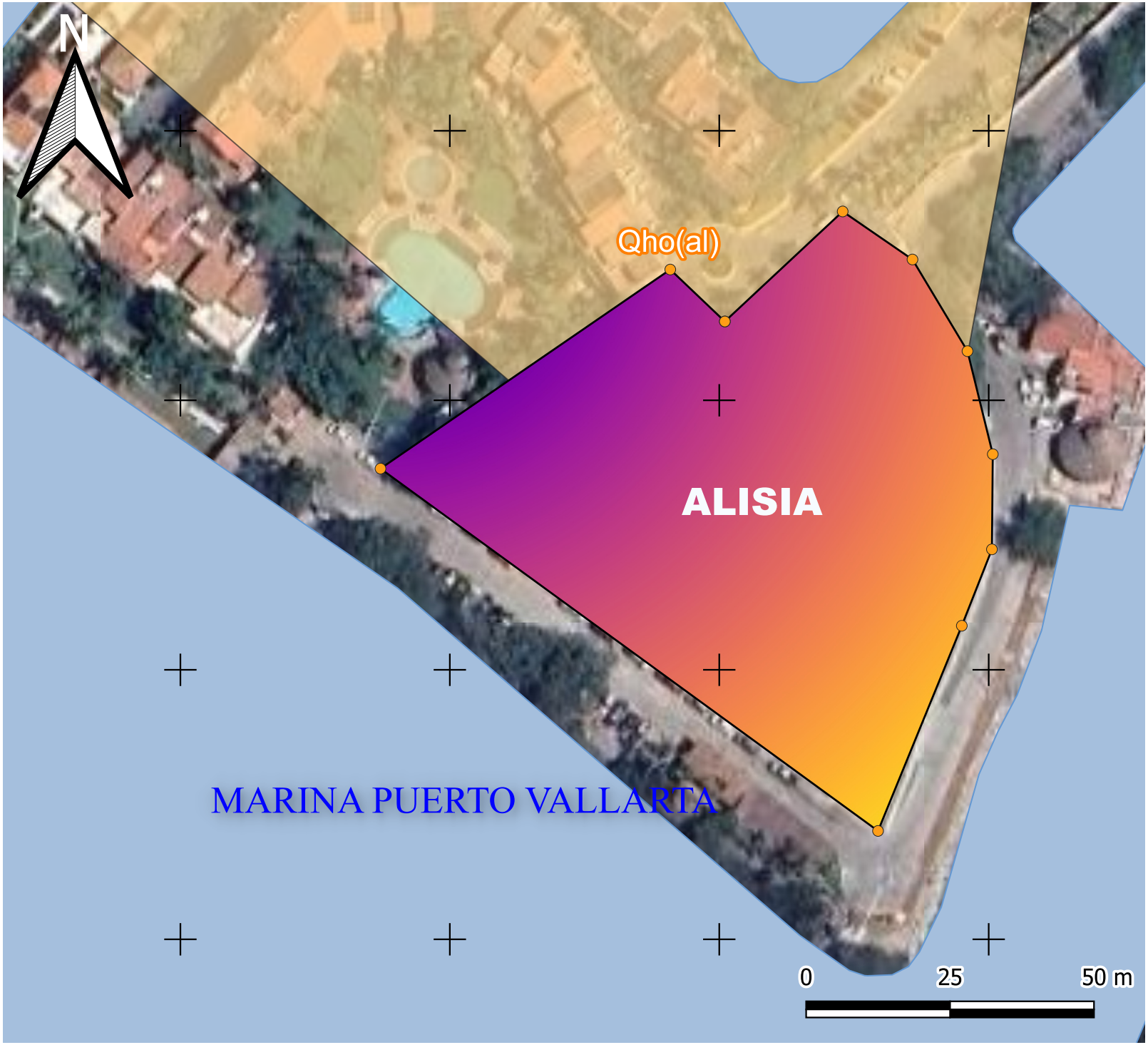


EL PREDIO DEL PROYECTO ESTÁ UBICADO EN EL BOULEVARD FRANCISCO MEDINA ASCENCIO (INTERIOR LOS PEINES) S/N, FRACCIONAMIENTO MARINA VALLARTA, PUERTO VALLARTA, JAL.
12 M. S. N. M.

COORDENADAS UTM		
Vértice	X UTM	Y UTM
1	474,326.0220	2,284,702.5416
2	474,342.7321	2,284,719.2052
3	474,347.9364	2,284,709.8287
4	474,355.6912	2,284,695.3829
5	474,355.9162	2,284,683.9967
6	474,352.7093	2,284,672.4474
7	474,329.5936	2,284,630.6972
8	474,261.0424	2,284,682.8540
9	474,302.2991	2,284,716.4376

SSMA CONSULTORIA

FENÓMENOS GEOLÓGICOS: GEOLOGÍA



SIMBOLOGÍA

- ALISIA
- calle50_l
- carretera50_l
- camino50_l
- via_ferrea50_l

Litologia

- Cuerpo Agua
- KaKce(cz)
- KapKa(A-cz)
- KapKa(TA-lm)
- Kc(TR)
- Ki(ar-cgp)
- Ks(Gr-Gd)
- KsTpa(TR)
- Qho(al)
- Qpt(A-B)
- Qpt(Da)
- Qpt(R)
- Qpt(Rd)
- Qpt(TA-TR)
- Qpt(TR)
- Tm(ar-TR)
- Tm(B-A)
- Tm(cz)
- Tm(R-TA)
- Tm(TA-BvA)
- Tm(TR)
- TmTpl(R)
- TmTpl(TR-R)
- TmTpl(TR)
- ToTm(TR)
- Tpl(A-B)
- Tpl(ar-TR)
- Tpl(B-A)
- Tpl(B)
- Tpl(TA)
- TplQpt(A-B)
- TplQpt(ar-cgp)
- Jalisco
- estados

Google Satellite

LOCALIZACIÓN ESPACIAL

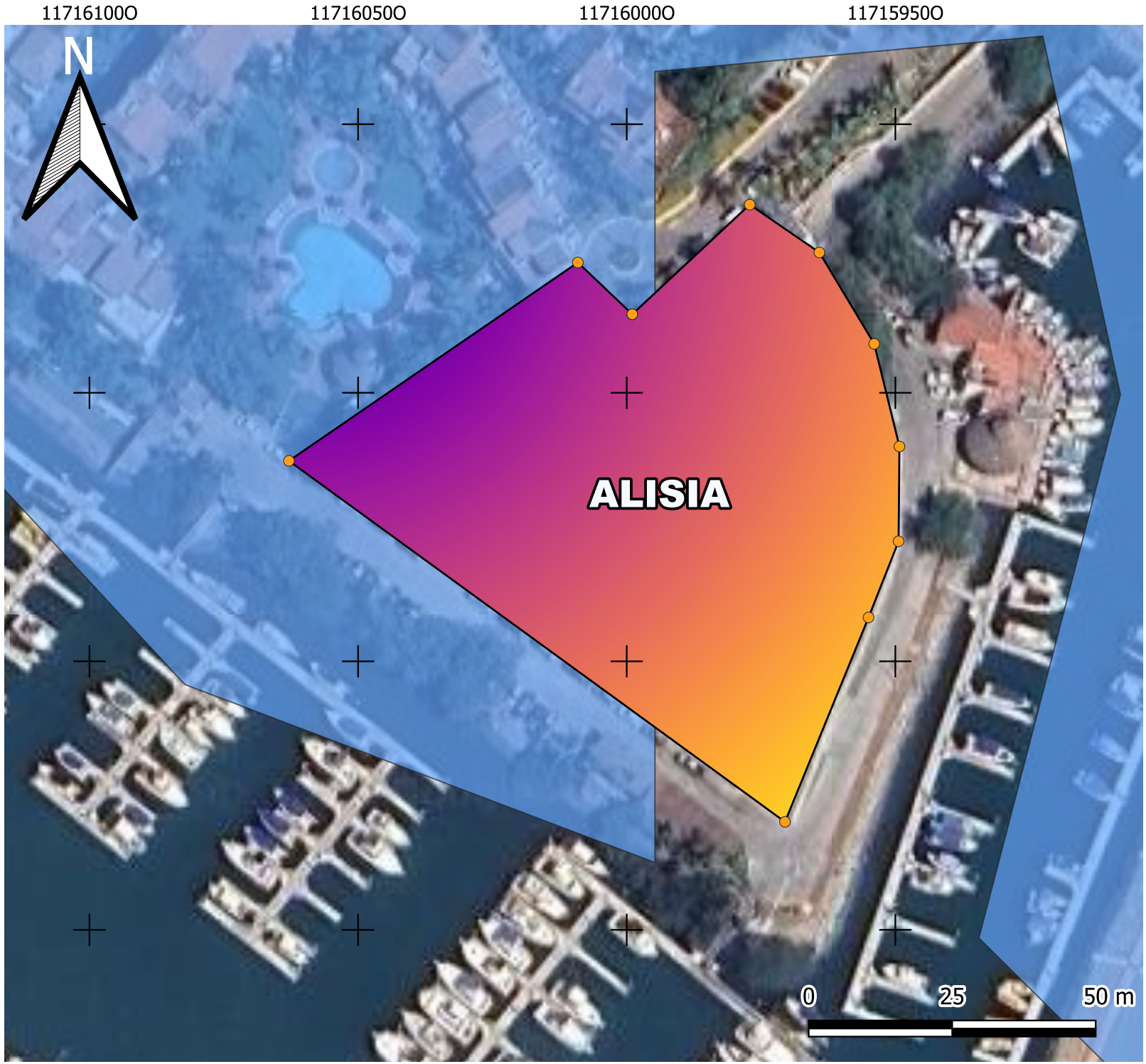


BLVD. FRANCISCO MEDINA ASCENCIO S/N (INTERIOR LOS PEINES) FRACCIONAMIENTO MARINA VALLARTA, PUERTO VALLARTA, JAL.
12 M. S. N. M.
ESCALA 1:1,000

COORDENADAS UTM		
Vértice	X UTM	Y UTM
1	474,326.0220	2,284,702.5416
2	474,342.7321	2,284,719.2052
3	474,347.9364	2,284,709.8287
4	474,355.6912	2,284,695.3829
5	474,355.9162	2,284,683.9967
6	474,352.7093	2,284,672.4474
7	474,329.5936	2,284,630.6972
8	474,261.0424	2,284,682.8540
9	474,302.2991	2,284,716.4376

SSYMA CONSULTORIA

FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS: GRANIZADAS



SIMBOLOGÍA

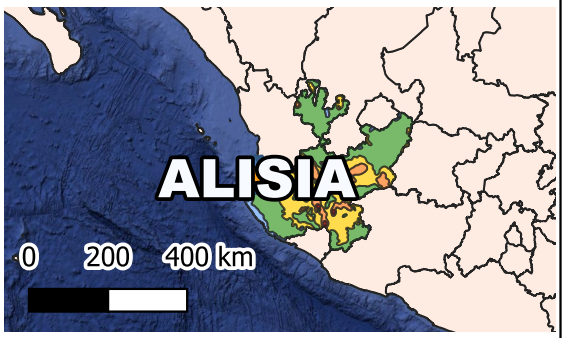
- ALISIA
- calle50_l
- carretera50_l
- camino50_l
- via_ferrea50_l
- Jalisco
- estados

GRANIZO JAL 77

- Sin granizo
- De 0 a 1 día con granizo
- De 1 a 2 días con granizo
- De 2 a 5 días con granizo
- Más de 5 días con granizo

Google Satellite

LOCALIZACIÓN ESPACIAL



BLVD. FRANCISCO MEDINA ASCENCIO S/N (INTERIOR LOS PEINES) FRACCIONAMIENTO MARINA VALLARTA, PUERTO VALLARTA, JAL.
12 M. S. N. M.
ESCALA 1:1,000

COORDENADAS UTM		
Vértice	X UTM	Y UTM
1	474,326.0220	2,284,702.5416
2	474,342.7321	2,284,719.2052
3	474,347.9364	2,284,709.8287
4	474,355.6912	2,284,695.3829
5	474,355.9162	2,284,683.9967
6	474,352.7093	2,284,672.4474
7	474,329.5936	2,284,630.6972
8	474,261.0424	2,284,682.8540
9	474,302.2991	2,284,716.4376

SSYMA CONSULTORIA

FENÓMENOS GEOLÓGICOS: HUNDIMIENTOS Y DESLIZAMIENTOS

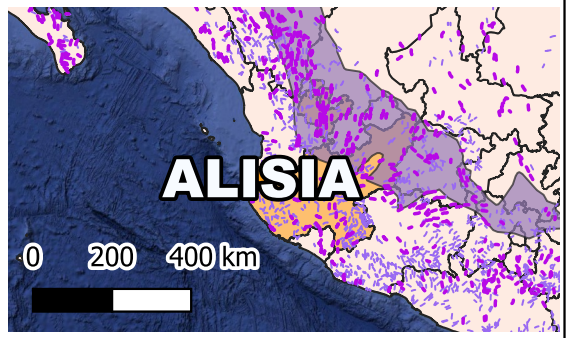


SIMBOLOGÍA

- ALISIA
- calle50_l
- carretera50_l
- camino50_l
- via_ferrea50_l
- Jalisco
- estados
- fallasfracturas_wg84
- Fallas Nacional
- Zonas susceptibles a hundimientos y deslizamientos

Google Satellite

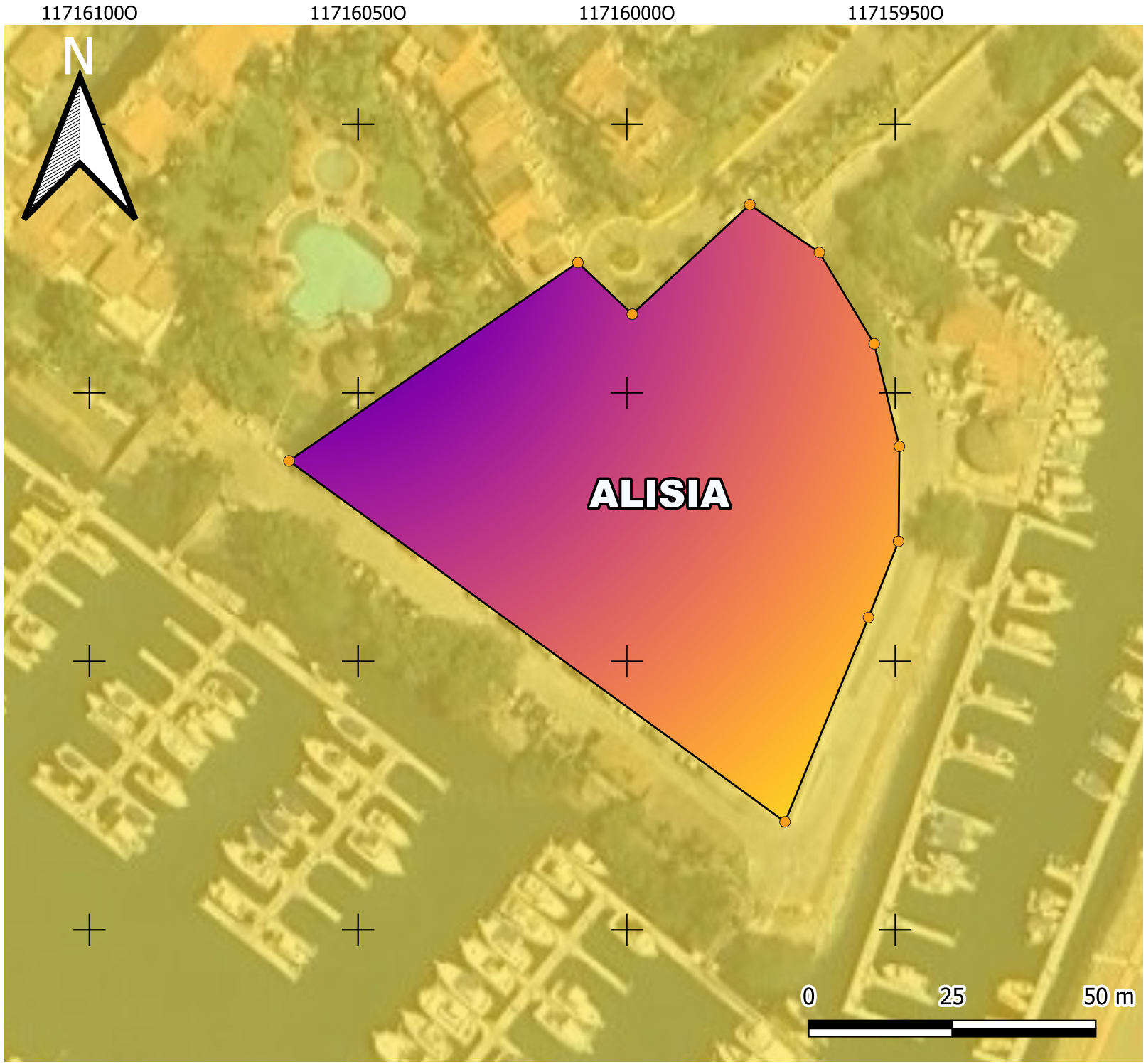
LOCALIZACIÓN ESPACIAL



BLVD. FRANCISCO MEDINA ASCENCIO S/N (INTERIOR LOS PEINES) FRACCIONAMIENTO MARINA VALLARTA, PUERTO VALLARTA, JAL.
12 M. S. N. M.
ESCALA 1:1,000

COORDENADAS UTM		
Vértice	X UTM	Y UTM
1	474,326.0220	2,284,702.5416
2	474,342.7321	2,284,719.2052
3	474,347.9364	2,284,709.8287
4	474,355.6912	2,284,695.3829
5	474,355.9162	2,284,683.9967
6	474,352.7093	2,284,672.4474
7	474,329.5936	2,284,630.6972
8	474,261.0424	2,284,682.8540
9	474,302.2991	2,284,716.4376

FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS: HURACANES



SIMBOLOGÍA

- ALISIA
- calle50_l
- carretera50_l
- camino50_l
- via_ferrea50_l
- Jalisco
- estados

Amenaza por tornados

- MUY BAJO
- BAJO
- MEDIO
- ALTO
- MUY ALTO

Google Satellite

LOCALIZACIÓN ESPACIAL



BLVD. FRANCISCO MEDINA ASCENCIO S/N (INTERIOR LOS PEINES) FRACCIONAMIENTO MARINA VALLARTA, PUERTO VALLARTA, JAL.
12 M. S. N. M.
ESCALA 1:1,000

COORDENADAS UTM		
Vértice	X UTM	Y UTM
1	474,326.0220	2,284,702.5416
2	474,342.7321	2,284,719.2052
3	474,347.9364	2,284,709.8287
4	474,355.6912	2,284,695.3829
5	474,355.9162	2,284,683.9967
6	474,352.7093	2,284,672.4474
7	474,329.5936	2,284,630.6972
8	474,261.0424	2,284,682.8540
9	474,302.2991	2,284,716.4376

SSYMA CONSULTORIA

FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS: INUNDACIONES

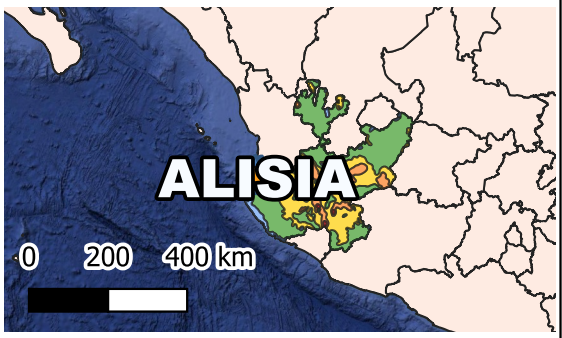


SIMBOLOGÍA

- ALISIA
- calle50_l
- carretera50_l
- camino50_l
- via_ferrea50_l
- Jalisco
- estados
- acueducto50_l
- canal50_a
- canal50_l
- corriente de agua intermitente
- CORRIENTE PERENNE
- corriente_de50_p
- cuerpo_agua50_a
- estanque50_a
- manantial50_p
- presa50_l
- terreno_suj50_a

Google Satellite

LOCALIZACIÓN ESPACIAL

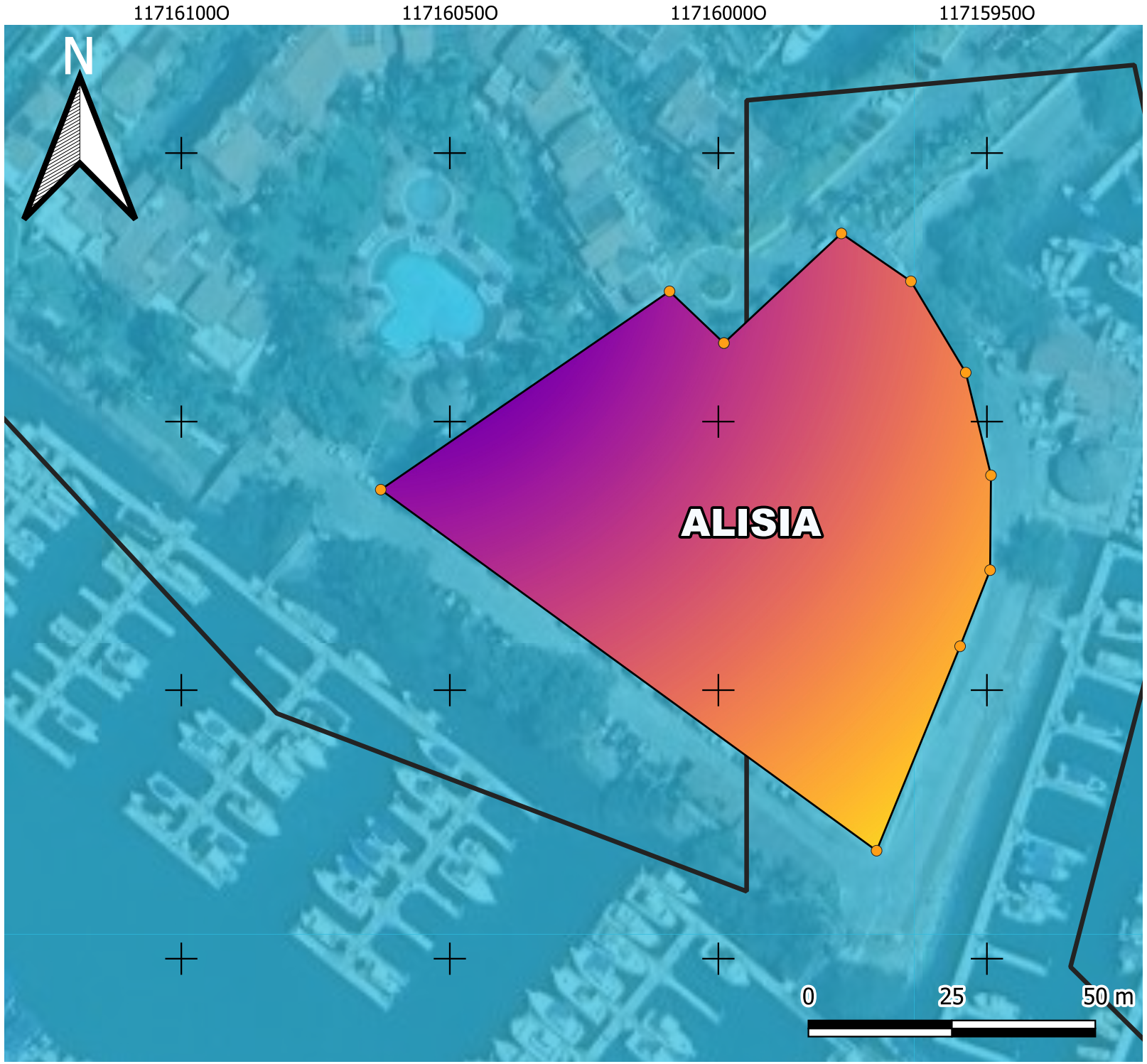


BLVD. FRANCISCO MEDINA ASCENCIO S/N (INTERIOR LOS PEINES) FRACCIONAMIENTO MARINA VALLARTA, PUERTO VALLARTA, JAL.
12 M. S. N. M.
ESCALA 1:1,000

COORDENADAS UTM		
Vértice	X UTM	Y UTM
1	474,326.0220	2,284,702.5416
2	474,342.7321	2,284,719.2052
3	474,347.9364	2,284,709.8287
4	474,355.6912	2,284,695.3829
5	474,355.9162	2,284,683.9967
6	474,352.7093	2,284,672.4474
7	474,329.5936	2,284,630.6972
8	474,261.0424	2,284,682.8540
9	474,302.2991	2,284,716.4376

SSYMA CONSULTORIA

FENÓMENOS HIDROMETEOROLÓGICOS: PRECIPITACIÓN



SIMBOLOGÍA

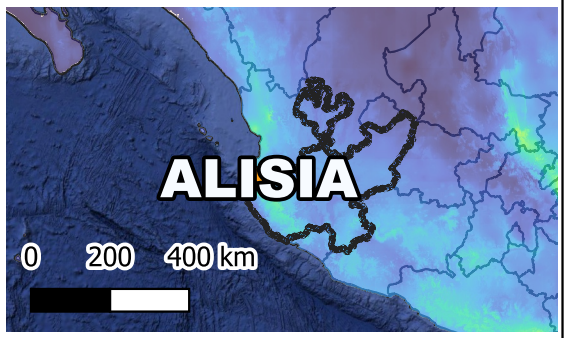
- ALISIA
- calle50_l
- carretera50_l
- camino50_l
- via_ferrea50_l
- Jalisco
- estados

Google Satellite

PRECIPITACIÓN

400
2.681667

LOCALIZACIÓN ESPACIAL



BLVD. FRANCISCO MEDINA ASCENCIO S/N (INTERIOR LOS PEINES) FRACCIONAMIENTO MARINA VALLARTA, PUERTO VALLARTA, JAL.
12 M. S. N. M.
ESCALA 1:1,000

COORDENADAS UTM		
Vértice	X UTM	Y UTM
1	474,326.0220	2,284,702.5416
2	474,342.7321	2,284,719.2052
3	474,347.9364	2,284,709.8287
4	474,355.6912	2,284,695.3829
5	474,355.9162	2,284,683.9967
6	474,352.7093	2,284,672.4474
7	474,329.5936	2,284,630.6972
8	474,261.0424	2,284,682.8540
9	474,302.2991	2,284,716.4376

SSYMA CONSULTORIA

FENÓMENOS GEOLÓGICOS: SISMICIDAD



SIMBOLOGÍA

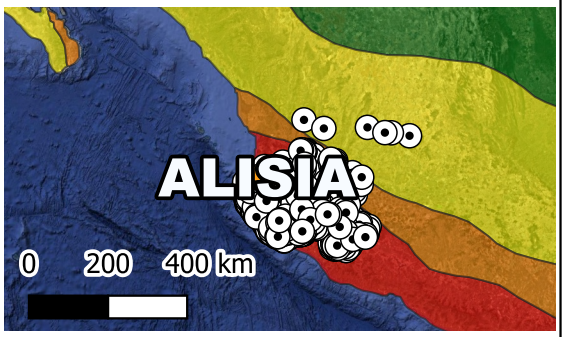
- ALISIA
- calle50_l
- carretera50_l
- camino50_l
- via_ferrea50_l
- Jalisco
- estados
- sismicidad jalisco

zonas sismicas mexico

- A (bajo)
- B (moderado)
- C (Alto)
- D (severo)

Google Satellite

LOCALIZACIÓN ESPACIAL



BLVD. FRANCISCO MEDINA ASCENCIO S/N (INTERIOR LOS PEINES) FRACCIONAMIENTO MARINA VALLARTA, PUERTO VALLARTA, JAL.
12 M. S. N. M.
ESCALA 1:1,000

COORDENADAS UTM		
Vértice	X UTM	Y UTM
1	474,326.0220	2,284,702.5416
2	474,342.7321	2,284,719.2052
3	474,347.9364	2,284,709.8287
4	474,355.6912	2,284,695.3829
5	474,355.9162	2,284,683.9967
6	474,352.7093	2,284,672.4474
7	474,329.5936	2,284,630.6972
8	474,261.0424	2,284,682.8540
9	474,302.2991	2,284,716.4376

SSMA CONSULTORIA