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

DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO POR CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES. MODALIDAD B-REGIONAL

DESARROLLO MARINA PARCK

UBICADO EN LA CIUDAD DE PUERTO VALLARTA, JALISCO.

Promovente: [redacted]

Representante legal: [redacted]

Superficie lote: 0.750 ha

Superficie Proyecto: 0.570 ha

Puerto Vallarta, Jalisco. A enero de 2026

CAPITULO I: DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

ÍNDICE

PRESENTACIÓN **3**

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO. **4**

I.1. Datos Generales del proyecto. 4

I.1.1 Nombre del proyecto. 4

I.1.2. Ubicación del proyecto. 4

I.1.3. Duración del proyecto. 6

I.2. Datos Generales del promovente 7

I.2.1. Nombre o Razón Social 7

I.2.2. Registro Federal del Contribuyente y Clave Única de Registro de Población 7

I.2.3. Datos del Representante Legal 7

I.2.4. Dirección del promovente para oír o recibir notificaciones 7

I.3. Responsable de la elaboración del documento técnico unificado 8

I.3.1. Nombre del responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental 8

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP. 8

I.3.3. Dirección del responsable técnico del documento 8

I.3.4. Datos de la 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. 8

I.3.4.1. Registro Federal de Contribuyentes o CURP 8

I.3.4.2. Dirección del responsable técnico del documento 9

I.3.4.3. Número de inscripción en Registro Forestal Nacional 9

PRESENTACIÓN

La finalidad del presente Documento Técnico Unificado Modalidad "B", es para gestionar el trámite correspondiente al cambio de uso del suelo en terrenos forestales, en cumplimiento a lo establecido, en materia forestal, en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y, en materia de impacto ambiental, en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), para el desarrollo inmobiliario privado turístico del **Proyecto denominado "Marina Parck"**, localizado en el municipio de Puerto Vallarta, Jalisco.

El trámite de cambio de uso del suelo se sustenta en materia forestal, de acuerdo con lo estipulado en el artículo 138 de la LGDFS, mientras que, en materia ambiental, en los artículos 11 fracción III, y el artículo 28 de la LGEEPA.

De esta manera y en base al Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2010 por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones de impacto ambiental en el que se establece la procedencia de realizar un trámite único en materia forestal y ambiental para el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, se ha realizado y estructurado el presente DTU modalidad " B".

El presente DTU modalidad "B", se basa en el "INSTRUCTIVO PARA LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL, MODALIDAD "B", emitido por la **SEMARNAT** como una guía para verter la información necesaria para la evaluación del proyecto.

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

I.1. Datos Generales del proyecto.

I.1.1 Nombre del proyecto.

Desarrollo Marina Parck.

I.1.2. Ubicación del proyecto.

Se localiza en municipio de Puerto Vallarta, Jalisco, en las coordenadas UTM de referencia de la Tabla I.1. El Predio se ubica sobre la calle Ganzo esquina con Albatros, en el fraccionamiento Marina Vallarta.

Tabla I.1. Coordenadas de ubicación del Predio donde se desarrollará el Proyecto.

VERTICE	COORDENADAS UTM		AREA	SUPERFICIE	SUPERFICIE
	X	Y	PREDIO	(ha)	(m²)
1	473641	2285856	Lote A y B	0.736	7360
2	473619	2285886	Lote A y B	0.736	7360
3	473615	2285883	Lote A y B	0.736	7360
4	473597	2285904	Lote A y B	0.736	7360
5	473635	2285933	Lote A y B	0.736	7360
6	473637	2285936	Lote A y B	0.736	7360
7	473638	2285939	Lote A y B	0.736	7360
8	473639	2285943	Lote A y B	0.736	7360
9	473643	2285952	Lote A y B	0.736	7360
10	473651	2285953	Lote A y B	0.736	7360
11	473654	2285975	Lote A y B	0.736	7360
12	473658	2285974	Lote A y B	0.736	7360
13	473662	2285973	Lote A y B	0.736	7360
14	473673	2285972	Lote A y B	0.736	7360
15	473682	2285972	Lote A y B	0.736	7360
16	473691	2285973	Lote A y B	0.736	7360
17	473693	2285969	Lote A y B	0.736	7360
18	473718	2285923	Lote A y B	0.736	7360
			TOTAL	**0.736**	**7360**

Tabla I.2. Coordenadas de ubicación del Proyecto solicitado para el CUSTF.

VERTICE	OBRA/ ACTIVIDAD	COORDENADAS UTM X	COORDENADAS UTM Y	SUPERFICIE (m²)	SUPERFICIE (ha)
1	Marina Parck	473641	2285856	0.209	2,090
2	Marina Parck	473624	2285879	0.209	2,090
3	Marina Parck	473646	2285897	0.209	2,090
4	Marina Parck	473647	2285894	0.209	2,090
5	Marina Parck	473687	2285929	0.209	2,090
6	Marina Parck	473701	2285908	0.209	2,090
1	Marina Parck	473615	2285883	0.361	3,610
2	Marina Parck	473597	2285904	0.361	3,610
3	Marina Parck	473635	2285933	0.361	3,610
4	Marina Parck	473637	2285936	0.361	3,610
5	Marina Parck	473638	2285939	0.361	3,610
6	Marina Parck	473639	2285943	0.361	3,610
7	Marina Parck	473643	2285952	0.361	3,610
8	Marina Parck	473651	2285953	0.361	3,610
9	Marina Parck	473654	2285975	0.361	3,610
10	Marina Parck	473658	2285974	0.361	3,610
11	Marina Parck	473662	2285973	0.361	3,610
12	Marina Parck	473673	2285972	0.361	3,610
13	Marina Parck	473682	2285972	0.361	3,610
14	Marina Parck	473691	2285973	0.361	3,610
15	Marina Parck	473693	2285969	0.361	3,610
16	Marina Parck	473698	2285959	0.361	3,610
17	Marina Parck	473695	2285957	0.361	3,610
18	Marina Parck	473690	2285964	0.361	3,610
19	Marina Parck	473676	2285955	0.361	3,610
20	Marina Parck	473687	2285937	0.361	3,610
21	Marina Parck	473621	2285882	0.361	3,610
22	Marina Parck	473619	2285886	0.361	3,610
			TOTAL	**0.570**	**5,700**

I.1.3. Duración del proyecto.

Considerando la información del promovente y de las características del proyecto, se considera que, para el desarrollo de las actividades, se requiere un periodo aproximado de 36 meses.

Etapa de preparación de sitio se ejecutará en el primer año y consistirá en:

- Desmonte mes 1.
- Despalme durante el mes 2.
- Retiro de residuos los primeros 5 meses.

Etapa de Construcción se llevará a cabo a partir del sexto mes y finalizará a término de 24 meses de haber iniciado la etapa, consistirá en lo siguiente:

- Trazo de obras.
- Abertura de caja y cimentación.
- Introducción de sistema de captación de aguas, del servicio de gas y luz.
- Introducción de servicios de hidrosanitarios.
- Instalación de biodigestor, introducción de instalación hidráulica y pluvial.
- Construcción de vivienda vertical plurifamiliar.
- Condicionamiento general.

I.2. Datos Generales del promovente

I.2.1. Nombre o Razón Social

[redacted]

I.2.2. Registro Federal del Contribuyente y Clave Única de Registro de Población

[redacted]

I.2.3. Datos del Representante Legal

[redacted]

I.2.4. Dirección del promovente para oír o recibir notificaciones

[redacted]

I.3. Responsable de la elaboración del documento técnico unificado

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

[redacted]

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP.

[redacted]

I.3.3. Dirección del responsable técnico del documento

I.3.4. Datos de la 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.

[redacted]

Responsable del estudio

Cedula profesional licenciatura [redacted]

Cedula profesional maestría: [redacted]

Colaboradores: [redacted]

I.3.4.1. Registro Federal de Contribuyentes o CURP

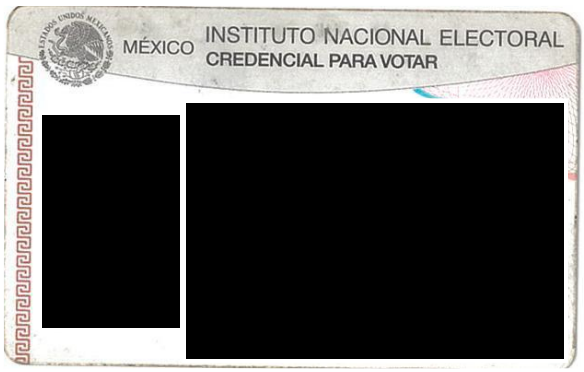
[redacted]

I.3.4.2. Dirección del responsable técnico del documento

[redacted]

I.3.4.3. Número de inscripción en Registro Forestal Nacional

[redacted]



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
CONSTANCIA DE LA CLAVE ÚNICA
DE REGISTRO DE POBLACIÓN
Soy México
[redacted]
118005198500138
CURP Certificada: verificada con el Registro Civil

CAPITULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

ÍNDICE

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 3
II.1 Información General..... 3
II.1.1 Naturaleza del proyecto 3
II.1.2. Objetivo del proyecto..... 5
II.1.3. Ubicación física. 6
II.1.4. Inversión requerida 10
II.1.4.1. Inversión requerida.....10
II.1.4.2. Costo aproximado para la compensación y/o restauración de una superficie igual a la afectada por el CUSTF. 10
II.2. Características particulares del proyecto 19
II.2.1. Programa de trabajo.....30
II.2.2. Representación gráfica regional.....31
II.2.3. Representación gráfica local. 31
II.2.4. Preparación del sitio y Construcción 38
II.2.4.1. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.....49
II.2.4.2. Descripción de obras asociadas al Proyecto.....49
II.2.5. Estimación del volumen por especies de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo. 50
II.2.5.1. Metodología empleada para evaluar la vegetación en el Proyecto. 50
II.2.5.1.1. Sistema de muestreo. 50
II.2.5.1.1.1. Estimación del error de muestreo y límite de confiabilidad. 56
II.2.5.1.2. Evaluación en campo. 58
II.2.5.1.3. Proceso para la estimación de existencias volumétricas 61
II.2.5.1.3.1. Cálculo del área basal, cobertura de copa y volumen por estrato vegetal. 62
II.2.5.2. Resultados obtenidos para la estimación del volumen por especie en hectáreas (V.T.A) y para la superficie propuesta para el CUSTF. 66
II.2.6. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo 70
II.2.6.1. Identificar el volumen total por especie, aquellos correspondientes a las materias primas comercializables (Uso directo).....71
II.2.6.2. Estimación del valor económico de los recursos faunísticos (Directo e indirecto). 76
II.2.6.3. Valor económico de los recursos forestales de uso indirecto (Servicios ambientales).....79
II.2.7. Operación y mantenimiento 81
II.2.7.1. Programa de trabajo.....82
II.2.8. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones 84
II.2.9. Residuos. 84
II.2.10. Emisiones y descargas. 93

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información General

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto consiste en el cambio de uso de suelo forestal, así como la construcción de las obras y actividades requeridas para la construcción y operación, de 232 departamentos distribuidos en 10 niveles, contenidos en dos torres. El complejo está formado por dos torres: la primera, torre A, se ubica como el ingreso principal y tiene fachada al frente de calle gansos; la segunda, torre B, se ubica dentro del predio, colindando con un predio vecino. En la planta baja de la torre A se localiza el lobby de ingreso, por el cual accedemos a un pasillo que nos distribuye hacia los locales comerciales que dan a calle gansos. Al fondo de este pasillo, se encuentran el coworking y la zona de childrens play. Al final del pasillo, hay un núcleo independiente de circulaciones verticales para la torre. Continuando al exterior de la torre, un sendero nos conecta al petpark y nos lleva directamente al ingreso de la torre B, donde tendremos el núcleo de circulación vertical y el pasillo distribuidor a los departamentos. Seguido de 8 niveles destinados a departamentos con la misma distribución de pasillo y entradas a los lados, en el nivel 9 de la torre b, al final del pasillo, se encuentra una terraza comunitaria con mobiliario y espacios para socializar. seguido de 2 niveles más de departamentos se llega al Roof top de ambas torres, se encuentran las amenidades restantes. comenzando con la torre A, se hallan áreas exteriores divididas por zonas, con camastros, Pergolado, mesas y hamacas, junto con una alberca infinita y su pool bar a lo largo del Roof, con servicios sanitarios junto al núcleo de escaleras. Continuando el flujo, las torres se conectan con un puente que da ingreso directo a la circulación vertical de la torre B, donde está techado el gimnasio y el family dinning. pasando la terraza exterior de la torre B, tenemos un área de mesas para juegos, mobiliario de estar y, al final de la terraza, dos jacuzzis.

Así también, contará con los más adecuados sistemas de building management system, incluyendo control de acceso, cctv, y protección contra incendios, entre otros.

La estructura del edificio será a base de columnas y trabes de concreto, y losas nervadas con capa de compresión de concreto. Se tiene considerado que los materiales constructivos y acabados en el interior del edificio serán a base de muros ligeros de tablaroca y durock, según el área, y sobre ellos se aplicarán pinturas bajas en cov. en pisos, se dejará la capa de compresión de concreto como preparación para la colocación de pisos de porcelanato, esto de acuerdo con la descripción proporcionada por el promovente.

En su etapa de operación, el proyecto se desarrollará en la Ciudad de Puerto Vallarta y requerirá de las empresas y personas de la región especializados en proveer servicios de administración, limpieza, mantenimiento, y en su caso, de bienes raíces, durante toda la vida útil del proyecto, que se estima en 50 años.

No esta demás mencionar que se efectuarán las actividades de **ahuyentamiento de fauna**, así como el **rescate y reubicación de flora y fauna** (**3.647 hectáreas**). Se proyecta, además, un plan de trabajo para **acciones de reforestación y obras de suelos,** como medidas de compensación y mitigación, considerando una superficie de **7,620 m^2**.

Posteriormente, se llevarán a cabo las obras y actividades para la edificación, en sus etapas de preparación del sitio, excavación, cimentación, levantamiento de muros y losas, instalaciones hidrosanitarias, eléctricas, de gas y de comunicaciones, instalación de equipos y acabados constructivos.

Finalizando con las actividades propias de la operación de un desarrollo inmobiliario para esparcimiento familiar con fines turísticos, como son las de habitación, preparación de alimentos, entretenimiento y disfrute de las instalaciones.

La Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN, 2013), empleada por el INEGI, en su etapa de construcción, el **proyecto** se inserta en el sector 23 de la industria de la construcción, que comprende unidades económicas dedicadas principalmente a la edificación; a la construcción de obras de ingeniería civil; a la realización de trabajos especializados de construcción como preparación de terrenos.

II.1.2. Objetivo del proyecto.

Realizar el cambio de uso de suelo para destinarlo a la construcción de un proyecto Vertical de Condominios para esparcimiento plurifamiliar con fines turísticos que se integrará al relieve del terreno de manera armoniosa y convergente, sumado ello a un magnífico concepto de arquitectura del paisaje.

Invertir recursos económicos para generar empleos temporales y permanentes en la zona, mediante las diferentes etapas de desarrollo del Proyecto, con la finalidad de favorecer en el bienestar social, de aquellos que logren participar con su trabajo.

Integrar infraestructura habitacional para la zona de Puerto Vallarta, mediante la construcción de edificios que se acoplen a las sugerencias del plan de desarrollo urbano, para ofertarlo al turismo de la región.

Destacamos que el predio fue adquirido por "GIG DESARROLLOS INMIBILIDARIOS SOCIEDAD ANONIMA DE CAPITAL VARIABLE, representada por su Apoderado General el señor LUIS JESÚS GÓMEZ GARCÍA, acreditando el acto jurídico mediante las escrituras públicas número 7,461 y 7,463 de fecha 6 de junio del año 2024, ante la Fe del Licenciado Eduardo Sánchez Acosta titular de la Notaria Pública Número 7 de Puerto Vallarta, Jalisco.

II.1.3. Ubicación física.

El sitio del proyecto se encuentra ubicado en el Municipio de Puerto Vallarta (Tabla II.1 y II.2). En el Mapa 1 se ubica el Proyecto dentro de la Cuenca y Subcuenca, mientras que en el Mapa 10a se muestra la ubicación dentro de la zona urbana.

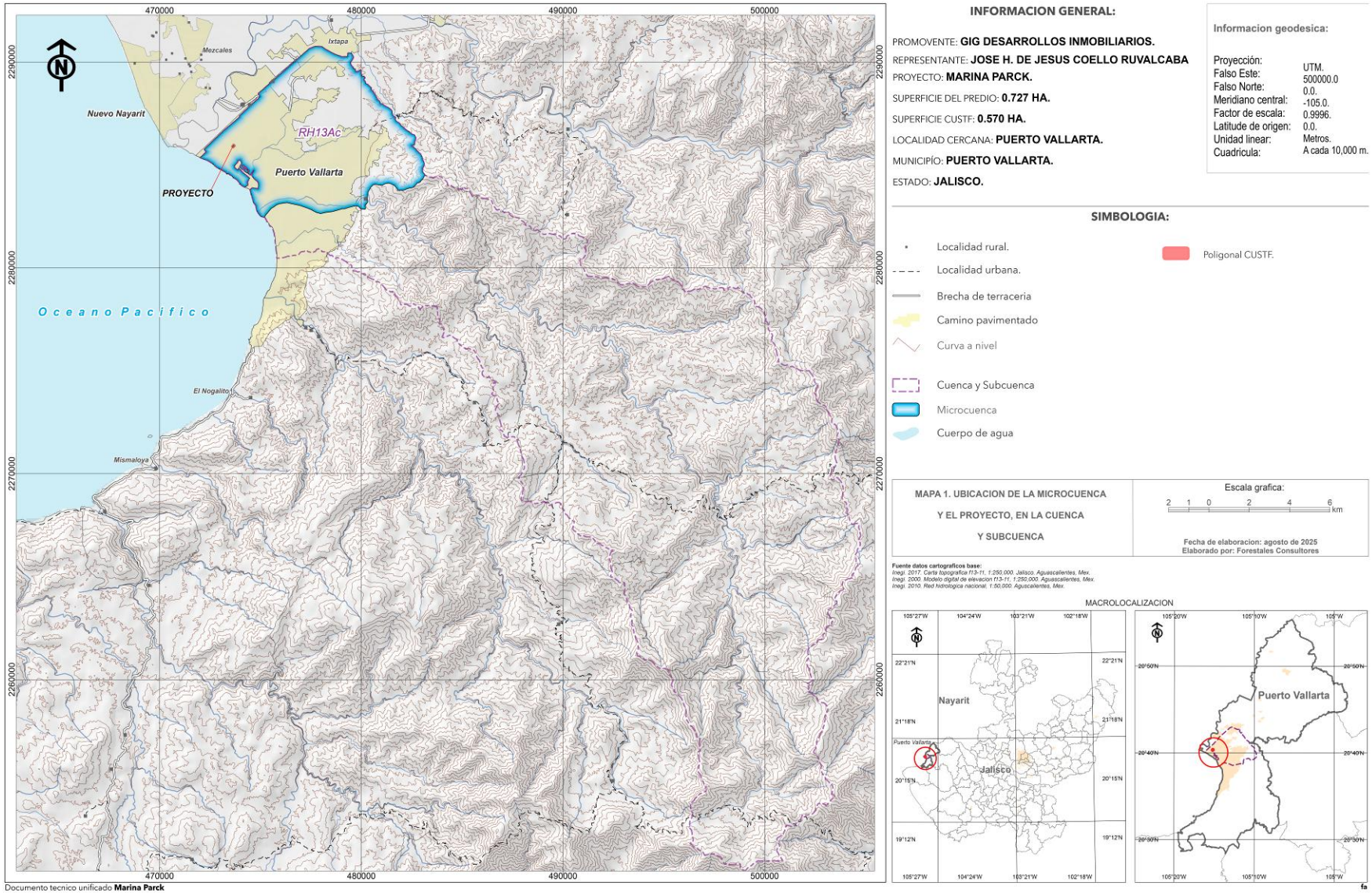
Tabla II.1. Coordenadas de ubicación del Predio.

VERTICE	COORDENADAS UTM		AREA	SUPERFICIE	SUPERFICIE
	X	Y	PREDIO	(ha)	(m²)
1	473641	2285856	Predio	0.736	7,576.14
2	473619	2285886	Predio	0.736	7,576.14
3	473615	2285883	Predio	0.736	7,576.14
4	473597	2285904	Predio	0.736	7,576.14
5	473635	2285933	Predio	0.736	7,576.14
6	473637	2285936	Predio	0.736	7,576.14
7	473638	2285939	Predio	0.736	7,576.14
8	473639	2285943	Predio	0.736	7,576.14
9	473643	2285952	Predio	0.736	7,576.14
10	473651	2285953	Predio	0.736	7,576.14
11	473654	2285975	Predio	0.736	7,576.14
12	473658	2285974	Predio	0.736	7,576.14
13	473662	2285973	Predio	0.736	7,576.14
14	473673	2285972	Predio	0.736	7,576.14
15	473682	2285972	Predio	0.736	7,576.14
16	473691	2285973	Predio	0.736	7,576.14
17	473693	2285969	Predio	0.736	7,576.14
18	473718	2285923	Predio	0.736	7,576.14
			TOTAL	**0.736**	**7,576.14**

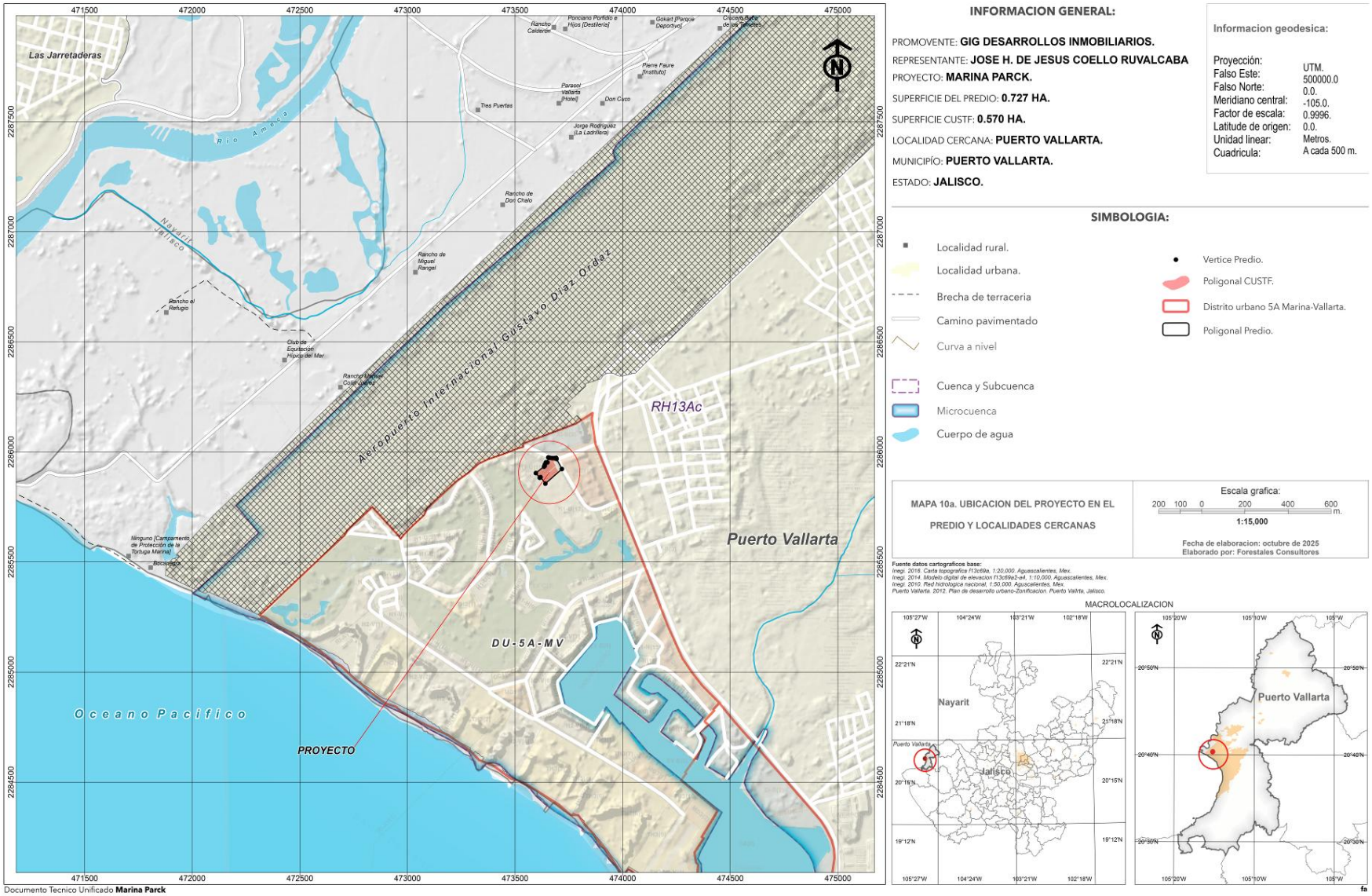
Tabla II.2. Coordenadas de ubicación del proyecto.

VERTICE	OBRA/ ACTIVIDAD	COORDENADAS UTM X	COORDENADAS UTM Y	SUPERFICIE (m²)	SUPERFICIE (ha)
1	Marina Parck	473641	2285856	0.209	2,090
2	Marina Parck	473624	2285879	0.209	2,090
3	Marina Parck	473646	2285897	0.209	2,090
4	Marina Parck	473647	2285894	0.209	2,090
5	Marina Parck	473687	2285929	0.209	2,090
6	Marina Parck	473701	2285908	0.209	2,090
1	Marina Parck	473615	2285883	0.361	3,610
2	Marina Parck	473597	2285904	0.361	3,610
3	Marina Parck	473635	2285933	0.361	3,610
4	Marina Parck	473637	2285936	0.361	3,610
5	Marina Parck	473638	2285939	0.361	3,610
6	Marina Parck	473639	2285943	0.361	3,610
7	Marina Parck	473643	2285952	0.361	3,610
8	Marina Parck	473651	2285953	0.361	3,610
9	Marina Parck	473654	2285975	0.361	3,610
10	Marina Parck	473658	2285974	0.361	3,610
11	Marina Parck	473662	2285973	0.361	3,610
12	Marina Parck	473673	2285972	0.361	3,610
13	Marina Parck	473682	2285972	0.361	3,610
14	Marina Parck	473691	2285973	0.361	3,610
15	Marina Parck	473693	2285969	0.361	3,610
16	Marina Parck	473698	2285959	0.361	3,610
17	Marina Parck	473695	2285957	0.361	3,610
18	Marina Parck	473690	2285964	0.361	3,610
19	Marina Parck	473676	2285955	0.361	3,610
20	Marina Parck	473687	2285937	0.361	3,610
21	Marina Parck	473621	2285882	0.361	3,610
22	Marina Parck	473619	2285886	0.361	3,610
			TOTAL	**0.570**	**5,700**

Mapa 1. Ubicación general del Proyecto en la Cuenca, Subcuenca y Microcuenca.



Mapa 10a. Ubicación del Proyecto dentro de la zona urbana de Puerto Vallarta.



II.1.4. Inversión requerida

II.1.4.1. Inversión requerida

De acuerdo con información proporcionada por el promovente se espera realizar una inversión aproximada de $680,000,000.00 millones de pesos mexicanos los cuales provendrán de iniciativa privada, y serán destinados para el desarrollo del Proyecto de la preparación del terreno, construcción y acabados.

II.1.4.2. Costo aproximado para la compensación y/o restauración de una superficie igual a la afectada por el CUSTF.

Para mitigar en alguna medida, los efectos provocados por el CUSTF, es importante identificar los factores que provocan la degradación (invasión de especies, fragmentación, etc.). Si el problema está asociado con la fragmentación, será necesario incrementar la conectividad entre puntos remanentes de vegetación original (Merriam y Saunders 1993).

Es conveniente, evaluar, los componentes del ecosistema (bióticos o abióticos) que hayan sido afectados y planear una estrategia de **compensación y restauración** por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, tal como se menciona en los siguientes puntos:

- ✓ Recopilar información para el ecosistema en cuestión previa a la alteración que se haya generado.
- ✓ Describir detalladamente la composición de especies y la estructura vegetal, de las áreas mejor conservadas del ecosistema en cuestión, o bien de los remanentes que conserven una mayor semejanza con las áreas afectadas, que idealmente compartan características de composición, estructural y funcionalidades semejantes al ecosistema en cuestión.
- ✓ Identificar variables indicadoras de la recuperación del ecosistema en cuestión.

- ✓ Idealmente un proceso de recuperación debe involucrar un alto grado de compromiso por el detalle que involucran los trabajos de restauración, y, por tanto, durante la evaluación y seguimiento durante la recuperación del ecosistema.

Por tal motivo, y una vez analizada la zona del proyecto, se **propone una superficie de 0.762 ha**, en una parcela, ubicada en **Parcela 247AA**, cercas de la localidad de **Ixtapa, municipio de Puerto Vallarta, Jalisco** (Mapa 17b). La cual es dueño el promovente. Esto con la finalidad de llevar a cabo actividades de compensación por CUSTF, y sugiriendo darle seguimiento durante 5 años. Por lo tanto, se hace una estimación, respecto al costo económico que tendría la restauración de un área proporcional a la afectada.

El programa de compensación para la restauración de 7,620 m², considera los siguientes aspectos (Tabla II.5a; Mapa 17b).

1. Reforestación (Año 1): Se proyectan especies nativas, enfocadas aquellas que serán afectadas por el CUSTF, siendo las principales; *P. dulce, T. rosea, E. cyclocarpum* y *L. lanceolata* (Tabla II.5b), las cuáles se sugiere sean producidas bajo un sistema de producción de vivero, para alcanzar una meta de **635 para el primer año**.

Las características que la planta deben tener al salir del vivero:

Edad Mínima de 1 año.

Altura de 0.80 a 1.20 m.

Libre de Plagas y Enfermedades.

Color verde oscuro y tallo y sistema radicular lignificado.

Cepellón debe contar con un contenedor de 20 cm². En envase que facilite su movimiento.

2. Protección del área reforestada. La finalidad es evitar el ingreso de ganado al área reforestada. Se sugiere colocar por lo menos **3 hebras de alambre de púas y postes de acero** (para evitar el derribo de vegetación aledaña). De la misma manera considerar la apertura de una **brecha cortafuego** como medida de prevención.

- ✓ **Seguimiento a los trabajos de reforestación (Mantenimiento durante 4 años)**.

Se recomienda dar seguimiento a la reforestación, con el mantenimiento, por lo menos por 4 años, donde se considere la reposición de planta muerta (444 platas), fertilización y limpieza. A demás de evaluar cada año las condiciones de la planta. Es importante asegurar que al final del tiempo definido, se cuenta con una sobrevivencia mínima del 80% ya establecida y en desarrollo.

2. Programa de conservación y restauración de suelos. Se proyecta la construcción de **presas de piedra, acomodo de material vegetal muerto, terraza individual y zanja trinchera**. Las cuales ayudaran a reducir la perdida de suelo y la velocidad de los escurrimientos superficiales, además de favorecer a la infiltración (CONAFOR, 2023). La Tabla II.7a, muestra un resumen de los costos que se generarían por realizar acciones de restauración y conservación de suelos en una **superficie de 7,620 m² (0.762 ha).**

Tabla II.5a. Ubicación de la superficie propuesta para las actividades de compensación y restauración por el CUSTF.

VERTICE	NO.	COORDENADAS UTM		DESCRIPCION	AREA	AREA
	POLIGONO	X	Y		(M²)	(HA)
1	1	479332.8	2289166.8	Reforestación y suelos	7,620	0.762
2	1	479372.5	2289210.2	Reforestación y suelos	7,620	0.762
3	1	479474.6	2289126.6	Reforestación y suelos	7,620	0.762
4	1	479448.7	2289081.2	Reforestación y suelos	7,620	0.762
				Total	**7,620**	**0.762**

Tabla II.5b. Especies propuesta y características sugeridas para las actividades de reforestación en el área de compensación y restauración por el CUSTF.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	CANTIDAD (%)	CANTIDAD TOTAL	ETAPA DE DESARROLLO	FORMA DE PRODUCCION	DN X (CM)	ALTURA X (M)
Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	Guamuchilt	50	310	Plantula	Semilla	1.0	4.5
Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Amapa	20	127	Plantula	Semilla	8.0	1.3
Fabaceas	*Enterolobium cyclocarpum*	Huanacaxtle	20	127	Plantula	Semilla	0.7	0.4
Fabaceas	*Leucaena lanceolata*	Guaje	10	71	Plantula	Estaca/vara	7.0	1.3
		Total	**100**	**635**				

3. Programa de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, como medida de mitigación y compensación, en una superficie de 3.647 ha (36,470 m²), considera los siguientes aspectos. De acuerdo al programa de rescate y reubicación, la finalidad de este, será r**escatar material vegetal y animal, antes y durante el desarrollo del CUSTF en el Proyecto**, y una vez esto, reubicarlas en una zona similar a la de donde será rescatada. Entre las especies consideradas serán; *E. cyclocarpum, F, insípida, P. dulce, S. humboldtiana* y *T. rosea* (Tabla II.6a), las cuales se proyecta una **superficie de 36,470 m² (3.647 ha)**, ubicada en **la Parcela 247AA**, en la localidad de Ixtapa, municipio de Puerto Vallarta, Jalisco (Tabla II.6b; Mapa 17b)**.** Se presenta en la Tabla II.7b una estimación aproximada para el desarrollo de este programa y su mantenimiento por 4 años.

Tabla II.6a. Ubicación de la superficie propuesta para las actividades de reubicación de flora y fauna silvestre por el CUSTF.

VERTICE	NO. POLIGONO	COORDENADAS UTM X	COORDENADAS UTM Y	DESCRIPCION	AREA (m²)	AREA (ha)
1	1	478694	2289011	Reubicación flora y fauna y conservación como reservorio de carbono	36,470	3.647
2	1	478769	2289005	Reubicación flora y fauna y conservación como reservorio de carbono	36,470	3.647
3	1	478794	2289052	Reubicación flora y fauna y conservación como reservorio de carbono	36,470	3.647
4	1	478917	2289104	Reubicación flora y fauna y conservación como reservorio de carbono	36,470	3.647
5	1	479015	2289128	Reubicación flora y fauna y conservación como reservorio de carbono	36,470	3.647
6	1	479052	2289111	Reubicación flora y fauna y conservación como reservorio de carbono	36,470	3.647
7	1	479056	2289102	Reubicación flora y fauna y conservación como reservorio de carbono	36,470	3.647
8	1	478834	2288920	Reubicación flora y fauna y conservación como reservorio de carbono	36,470	3.647
9	1	478779	2288853	Reubicación flora y fauna y conservación como reservorio de carbono	36,470	3.647
				TOTAL	**36,470**	**3.647**

Tabla II.6b. Especies propuesta y características sugeridas para las actividades de reubicación de flora silvestre por el CUSTF.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	CANTIDAD (%)	CANTIDAD TOTAL	ETAPA DE DESARROLLO	FORMA DE PRODUCCION	DN X (CM)	ALTURA X (M)
Fabáceae	*Enterolobium cyclocarpum*	Huanacaxtle	29.5	400	Adulto	Semilla	0.7	0.7
Moraceae	*Ficus insipida*	Higuera blanca	3.7	50	Adulto	Estaca/vareta	8	0.7
Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	Guamuchil	59.1	800	Adulto	Semilla	0.8	0.7
Salicaceae	*Salix humboldtiana*	Sauce	0.3	4	Adulto	Planta completa	22.5	9
Bignonaniaceae	*Tabebuia rosea*	Amapa	7.4	100	Adulto	Semilla	1.2	0.6
		TOTAL	**100**	**1354**				

Tabla II.7a. Inversión aproximada para llevar a cabo los programas de reforestación y conservación de suelos.

SUPERFICIE DEL PROYECTO DE COMPENSACION AMBIENTAL (HA)	0.762	REF	0.762		
ACTIVIDAD	COSTO	UNIDAD DE	CANTIDAD	META	TOTAL
REFORESTACION Y CONSERVACION DE SUELOS:	UNITARIO (MN)	MEDIDA	/HA/MES/AÑO/JORNAL		
PRODUCCION/COMPRA DE PLANTA PARA LA REFORESTACION AÑO 1					
Compra o producción de planta de especies nativas	$25.0	Planta	833	**635**	$15,868.65
SUBTOTAL					**$15,868.7**
PROTECCION:					
Cercado con postes de fierro	$72,000.0	Km	0.4	0.4	$28,800.00
Brecha cortafuego	$11,000.0	Km	0.4	0.4	$4,400.0
SUBTOTAL					**$33,200.0**
OBRAS DE CONSERVACION DE SUELOS:					
Presas de piedra en carcavas	$1,800.0	m³	5	5	$9,000.0
Zanja trinchera	$75.0	m	450	200	$14,985.0
Acomodo de material vegetal muerto	$35.0	m	500	472	$16,520.00
SUBTOTAL					**$40,505.0**
ASESORIA TECNICA PARA EL SEGUIMIENTO					
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$14,500.0	Visita	4	4	$58,000.0
SUBTOTAL					**$58,000.0**
REFORESTACION (AÑO 1):					**$147,573.7**
Adquisición y flete de fertilizante orgánico mineral (Dosis abono organico 55 ml/planta).	$18.0	Planta	833	635	$11,425.43
Transporte de planta	$5.0	Planta	833	635	$3,173.73
Reforestación con apertura de cepa comun	$8.0	Planta	833	635	$5,077.97
Terraza individual modificada	$12.0	Terraza	833	635	$7,616.95
Aplicación de fertilizante organico mineral (Dosis abono organico 55 ml/planta).	$4.0	Planta	833	635	$2,538.98
Deshierbe en círculo alrededor de la planta (100%)	$12.0	Planta	833	635	$7,616.95
SUBTOTAL					**$37,450.0**
PRODUCCION/COMPRA DE PLANTA PARA REPOSICION CONSIDERANDO UN 30% (AÑO 2):					
Compra de planta de especies nativas (30% de reposicion)	$25.0	Planta	833	**190**	$4,760.6
SUBTOTAL					**$4,760.6**
ASESORIA TECNICA PARA EL SEGUIMIENTO					
Asesoría técnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$14,500.0	Visita	4	4	$58,000.0
SUBTOTAL					**$58,000.0**
MANTENIMIENTO PARA AÑO 2					
Mantenimiento de cercado con postes de fierro	$10,000.0	Km	0	0.00	$0.0
Mantenimiento de Brecha cortafuego	$11,000.0	Km	0.4	0.40	$4,400.0
Riego de auxlio manual (80% de la planta, dos veces al año; marzo-mayo)	$8.0	Planta	833	1016	$8,124.75
Transporte de planta para reposicion (30%l	$5.0	Planta	833	190	$952.12
Reforestacion con apertura de cepa comun (reposicion de planta en un 30%)	$8.0	Planta	833	190	$1,523.39

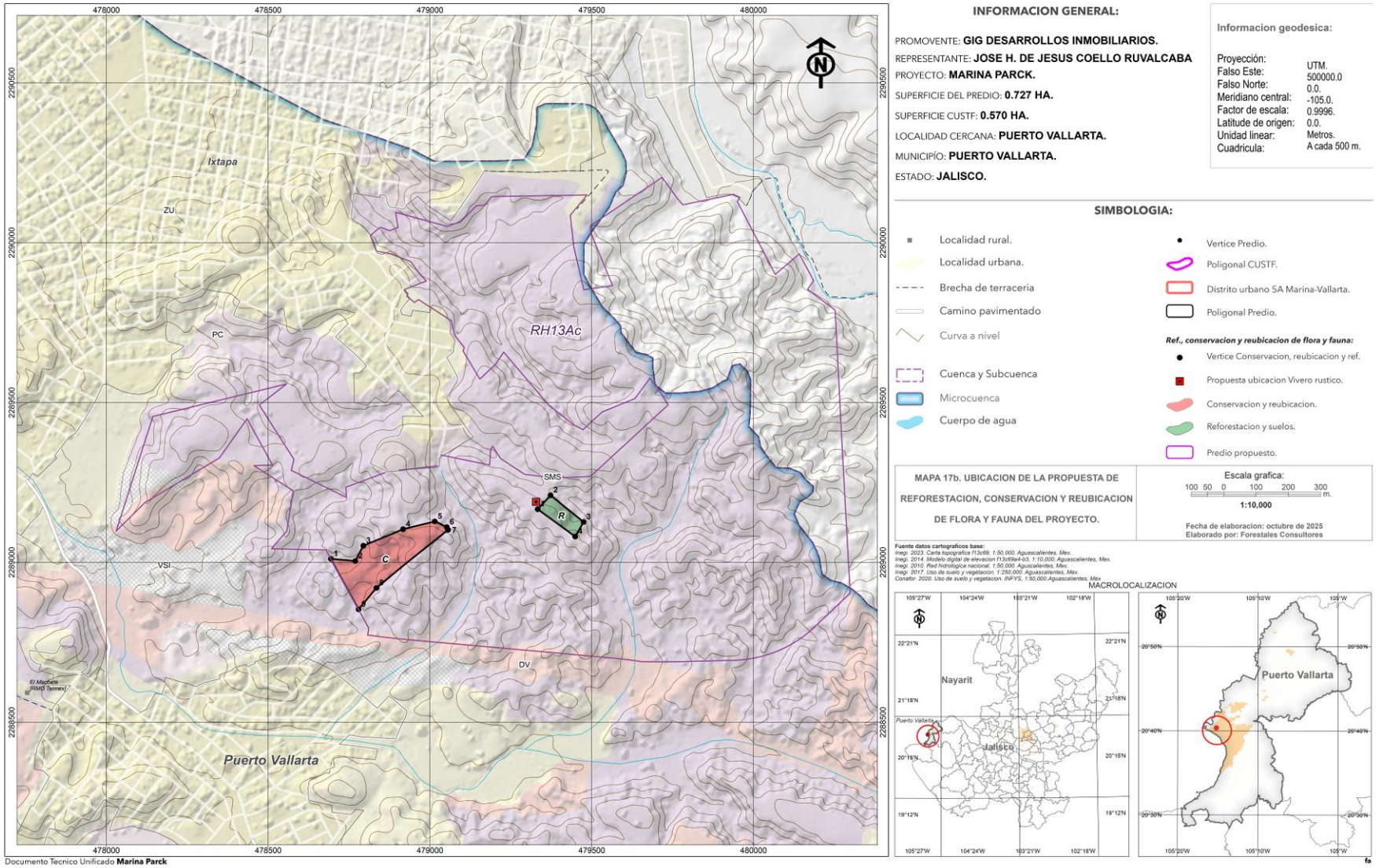
Deshierbe en círculo alrededor de la planta (100%)	$12.0	Planta	833	635	$7,616.95
SUBTOTAL					**$22,617.2**
PRODUCCION/COMPRA DE PLANTA PARA REPOSICION CONSIDERANDO UN 20% (AÑO 3 al 4					
Compra de planta de especies nativas (20% de reposicion)	$28.0	Planta	833	**254**	$7,109.16
SUBTOTAL					**$7,109.2**
ASESORIA TECNICA PARA EL SEGUIMIENTO					
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$14,500.0	Visita	4	4	$58,000.0
SUBTOTAL					**$58,000.0**
MANTENIMIENTO PARA AÑO 3 al 4					
Cercado con postes de fierro	$10,000.0	Km	0.00	0.00	$0.0
Brecha cortafuego	$11,000.0	Km	0.40	0.40	$4,400.0
Mantenimiento de obras de conservacion de suelos (Reacondicionamiento de Presas de piedra, Acomodo de material y desasolve zanja trinchera	$1,100.0	Jornal	4	32	$35,200.0
Riego de auxlio manual (80% de la planta, dos veces al año; marzo-mayo)	$9.0	Planta	833	1015.6	$9,140.34
Adquisición y flete de fertilizante organico mineral (Dosis abono organico 55 ml/planta/ Al 80% de la planta).	$20.0	Planta	833	1016	$20,311.87
Transporte de planta para reposicion (20%)	$5.0	Planta	833	381	1904.238
Reforestacion con apertura de cepa comun (reposicion de planta en un 20%)	$8.0	Planta	833	254	$2,031
Aplicación de fertilizante organico mineral (Dosis abono organico 55 ml/planta. Al 80% de la planta).	$4.0	Planta	833	1016	$4,062.37
Deshierbe en círculo alrededor de la planta (100%)	$12.0	Planta	833	1269	$15,233.90
SUBTOTAL					**$92,284**
ASESORIA TECNICA PARA EL SEGUIMIENTO					
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$14,500.0	Visita	4	8	$116,000.0
SUBTOTAL					**$116,000.0**
TOTAL DEL PROYECTO COMPENSACION Y REFORESTACION					**$543,794.5**

Tabla II.7b. Inversión aproximada para llevar a cabo los programas de rescate y reubicación de flora y fauna.

EJECUCION DE LOS PROGRAMAS DE RESCATE DE FAUNA Y REUBICACION DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE (3.647 ha)					
ACTIVIDAD	COSTO UNITARIO (MN)	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD /DIA/HA	META	TOTAL
RESCATE Y REUBICACION DE FLORA SILVESTRE AÑO 1:					
Rescate y reubicacion de flora silvestre (Dos brigadas conformadas por 2 personas cada una)	$1,100	Jornal	4	100	$110,000.0
Consiste en las labores de mano de obra para la esxtraccion, acondicionamiento y posteriormente reubicación de individuos que se veran afectadas por CUSTF					
Adquisición y flete de fertilizante organico mineral (Dosis abono organico 50 ml/planta/ Al 100% de la planta)	$18	Planta	1354	1354	$24,372.00
Aplicación de fertilizante organico mineral (Dosis abono organico 55 ml/planta. Al 80% de la planta). Por dos años (año 1 y año 3 de manteniento)	$4	Planta	1354	1354	$5,416.0
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$14,500	Visitas	3	3	$43,500.00
SUBTOTAL					**$183,288.0**
RESCATE Y REUBICACION DE FLORA SILVESTRE MANTENIMIENTO AÑO 2					
Riego de auxlio manual (50% de la planta, dos veces al año; marzo-mayo)	$8	Planta	1354	1354	$10,832.00
Deshierbe en círculo alrededor de la planta (100%)	$12	Planta	1354	1354	$16,248.00
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$14,500	Visitas	3	3	$43,500.00
SUBTOTAL					**$70,580.0**
RESCATE Y REUBICACION DE FLORA SILVESTRE MANTENIMIENTO AÑO 3					
Riego de auxlio manual (50% de la planta, dos veces al año; marzo-mayo)	$9	Planta	1354	1354	$12,186.00
Deshierbe en círculo alrededor de la planta (100%)	$12	Planta	1354	1354	$16,248.00
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$14,500	Visitas	3	3	$43,500.00
SUBTOTAL					**$71,934.0**
RESCATE Y REUBICACION DE FLORA SILVESTRE MANTENIMIENTO AÑO 4					
Riego de auxlio manual (50% de la planta, dos veces al año; marzo-mayo)	$9	Planta	1354	1354	$12,186.00
Deshierbe en círculo alrededor de la planta (100%)	$12	Planta	1354	1354	$16,248.00
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$14,500	Visitas	3	3	$43,500.00
SUBTOTAL					**$71,934.0**
TOTAL					**$397,736.0**

Se ha estimado, para poder llevar a cabo los **trabajos de reforestación, el rescate y reubicación de flora y fauna silvestre**, así como actividades de **conservación de suelos** y su **mantenimiento por 4 años**, se **proyecta una inversión de $941,530.5 pesos**.

Mapa 17b. Ubicación del área propuesta para reforestación y obras de conservación de suelos, así como la destinada para la reubicación de flora y fauna silvestre.



II.2. Características particulares del proyecto

- ✓ **Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.**

La zona donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra dentro de la Ciudad de Puerto Vallarta, que cuenta con la factibilidad de distribución de los servicios públicos básicos, comúnmente utilizados en las áreas aledañas. Por las características del proyecto, no se requerirá ampliar la capacidad de estos servicios a la futura demanda considerando su magnitud, además se incorporarán elementos del urbanismo tradicional de la zona.

Aledaño al predio, se ubican postes de energía eléctrica para abastecer el proyecto de este servicio. Por lo que respecta a la introducción de agua potable, se llevará a cabo la conexión con el Sistema Operador Municipal. La descarga de aguas residuales provenientes de la ocupación, se conectarán a la red municipal de drenaje. En la etapa de operación no se prevé la generación de ningún residuo que cuente con alguna característica que le confiera peligrosidad.

El proyecto se encuentra en una zona ya urbanizada, con la introducción de diversos, proyectos habitacionales/residenciales unifamiliares y plurifamiliares, áreas de esparcimiento/ recreación, así como el aumento en la construcción de diversos sectores en el área. Actualmente se encuentra con la instalación y adaptación de servicios e infraestructura urbana necesaria para el desarrollo de actividades económicas y de asentamientos humanos, tales como servicio de energía eléctrica, agua potable, servicios telefónicos o de comunicación, así como vialidades. No se verá la necesidad de la construcción de vialidades/caminos adicionales para su acceso, ya existen y se encuentran en buenas condiciones para su tránsito. Se espera que a través del tiempo dichas vialidades se vayan mejorando, así como la instalación de diversos servicios básicos lo cual dependerá mucho de los gobiernos locales y sus proyectos de urbanización de la zona.

Para ingresar al proyecto, es sobre la carretera federal 200, a la altura del aeropuerto, en las inmediaciones de la Plaza Marina, en Puerto Vallarta. Y para entrar al Predio, se desvía de la Avenida Fracisco Medina, por la calle albatros.

Se pretende desarrollar el presente proyecto en un área ya urbanizada, se puede observar construcción de infraestructura hacia el Norte, Este y Oeste del Predio, las cuales se encuentran prácticamente pegadas. El sitio del proyecto cuenta con servicio de drenaje y alcantarillado.

- ✓ **Dimensiones del proyecto**

El **proyecto** contempla una superficie total escriturada de **7,576.14 m²**, la cual se prevé desarrollar toda la superficie. De esta superficie, únicamente se solicita para el CUSTF una superficie de **5,700 m²**. Por tal motivo, del presente documento es debido a que, dentro de esta superficie mencionada, se registran individuos relevantes que forman parte de un tipo de vegetación de Selva Mediana subcaducifolia, y atendiendo lo señalado en el artículo 28, fracciones, VII, IX y X de la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente** y el **Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental** en su artículo 5°, incisos O), Q) y R), Fracción II de su **Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental**.

Tabla II.3. Distribución de áreas del proyecto, acorde a la información del proyecto ejecutivo.

DESGLOSE DE SUPERFICIE DEL PROYECTO		
CONCEPTO	**SUPERFICIE m²**	**PORCENTAJE**
Superficie del Terreno Escriturado	7,576.14	100%
Superficie de Desplante	2,438.81	32.19
Superficie Andadores	603.19	7.96
Superficie Áreas Verdes	4,534.81	59.85

Tabla II.4. Proyecto arquitectónico.

CONCEPTO	SUPERFICIE m^2
Sótano	3,566.89
Nivel 1	2,438.81
Nivel 2	2,438.81
Nivel 3	2,472.54
Nivel 4	2,472.54
Nivel 5	2,449.19
Nivel 6	2,224.01
Nivel 7	2,116.57
Nivel 8	1,893.49
Nivel 9	1,838.35
Nivel 10	1,527.32
Nivel 11	492.84
Pergolado	470.79
Alberca	254.24
Andadores	603.19
SUPERFICIE CONSTRUCIÓN	**28,370.17**

1. DESGLOSE DE ÁREAS DEL PROYECTO

- ✓ **ESTRUCTURA.**

Diseñada a base de estructura de concreto desde el desplante del edificio, columnas de 50 cm x 70 cm de sección, trabes de 30 cm x 60 cm de sección, losas aligeradas de 25 cm de grosor, escaleras y cubo de elevadores de concreto armado de 20 cm de grosor.

- ✓ **MUROS Y PLAFONES.**

Exteriores y colindantes: muro de 15 cm a base de muro de block solido de 12 cm de grosor, 20 cm de alto y 40 cm de largo, enjarre en ambas caras de 1 cm de espesor.

Interiores y divisorios: a base de tablaroca estándar de ½”de 12 cm de grosor en divisiones, durock de ½” en área de regaderas, franja de 60 cm perimetral con tablaroca resistente a la humedad.

Plafones: a base de tablaroca estándar de ½" y tablaroca de ½" resistente a la humedad en área de baños.

- ✓ **ACABADOS.**

Exteriores: aplanado fino a 2 capas y 2 manos de pintura vinílica línea real flex.

Interiores: aplanado fino a 2 capas en muros de block y 2 manos de pintura vinílica línea pro1000.

Plafones: acabado fino y 2 manos de pintura línea pro 1000.

- ✓ **RECUBRIMIENTOS.**

Pisos en interior: mármol color claro en gran formato.

Pisos en terraza: piso porcelanico, modelo ébano nuez, en formato de 20 x 120 cm.

Piso en circulaciones: piso porcelanico, modelo montana gris, en formato de 37 x 75 cm.

Muros de regadera: mármol color claro.

Cubierta de lavabos: cuarzo blanco (según diseño).

- ✓ **ACCESORIOS.**

Llaves de baño: monomando en regadera y lavabo (según diseño)

Muebles de baño: inodoro de una pieza color blanco y lavabo bajo cubierta de color blanco m.

Canceles de baño: a base de cristal templado de 19 mm de grosor.

Luminarias: iluminación led empotrada en plafón.

Contactos y apagadores: contactos en color blanco.

Aires acondicionados: mini Split de 1 tonelada en recamaras y mini Split de 1.5 toneladas en sala y comedor.

- ✓ **COCINA.**

Muebles: cocina integral con triplay de parota de 19 mm de grosor, fabricado a diseño.

Cubierta: a base de cuarzo color blanco.

Electrodomésticos: parrilla de acero inoxidable, horno de gas y campana (según diseño).

Tarja: De acuerdo al diseño.

Monomando: marca helvex.

- ✓ **PUERTAS.**

Principal: puerta de acceso de parota color natural y cerradura inteligente marca Samsung o similar,

Intercomunicación: puertas de tambor con triplay de parota de 6 mm color natural y cerradura marca jako color negro.

Flex: puertas de tambor de parota de 6 mm acabado color natural.

Centro de lavado: puertas de tambor de parota de 6 mm acabado color natural.

- ✓ **CANCELERIA.**

Ventanas y canceles de PVC color blanco, cristal claro de 6 mm de espesor.

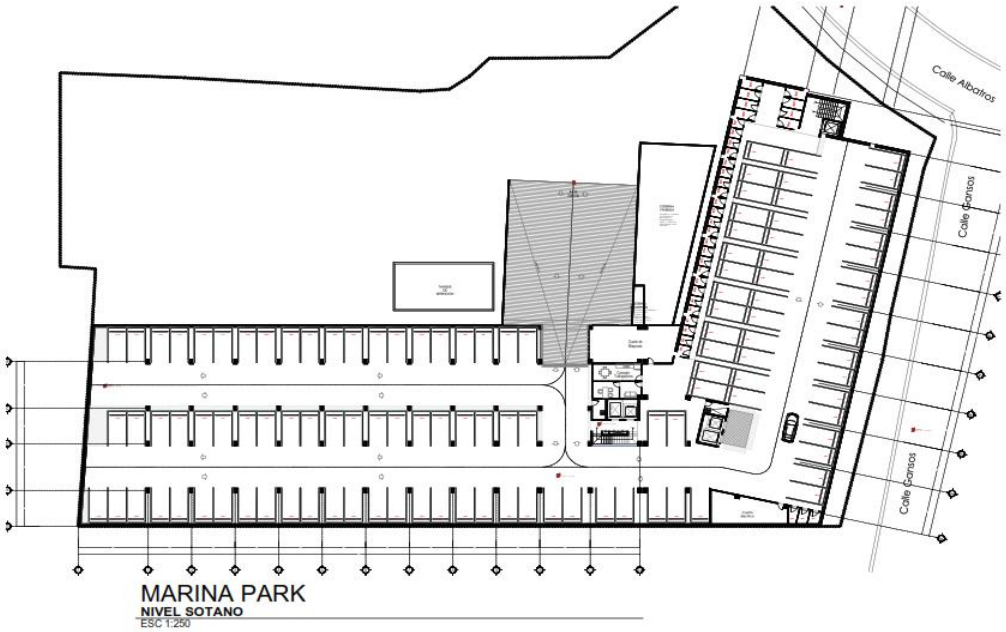
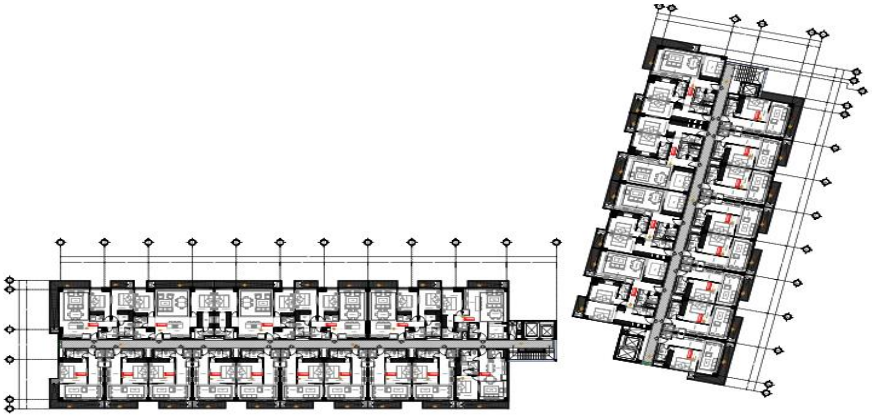
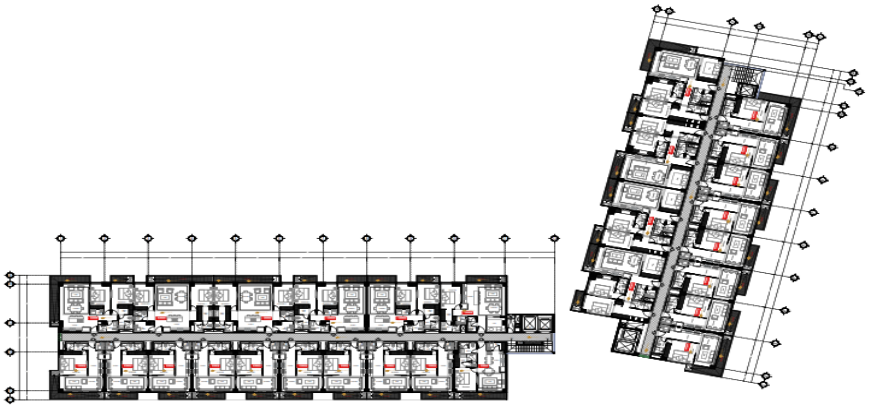


Imagen II.1. Plano de conjunto: Sótano.

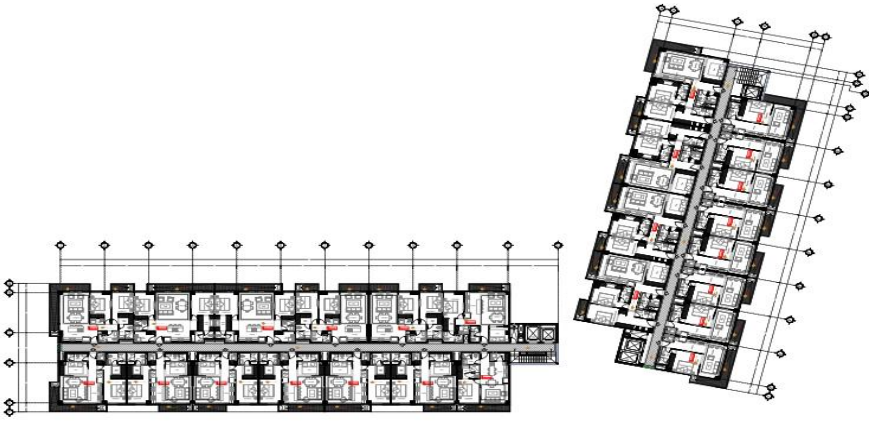
Imagen II.2. Plano de conjunto: Planta baja.



MARINA PARK
NIVEL 01
ESC 1:250

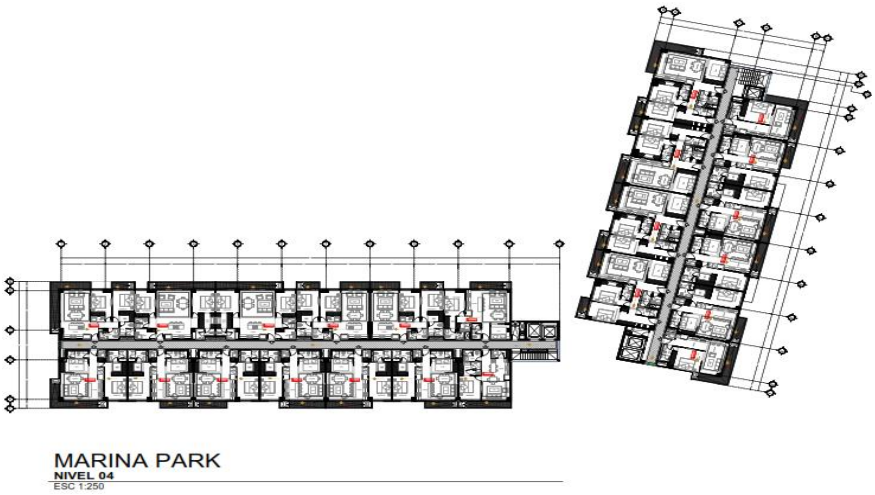


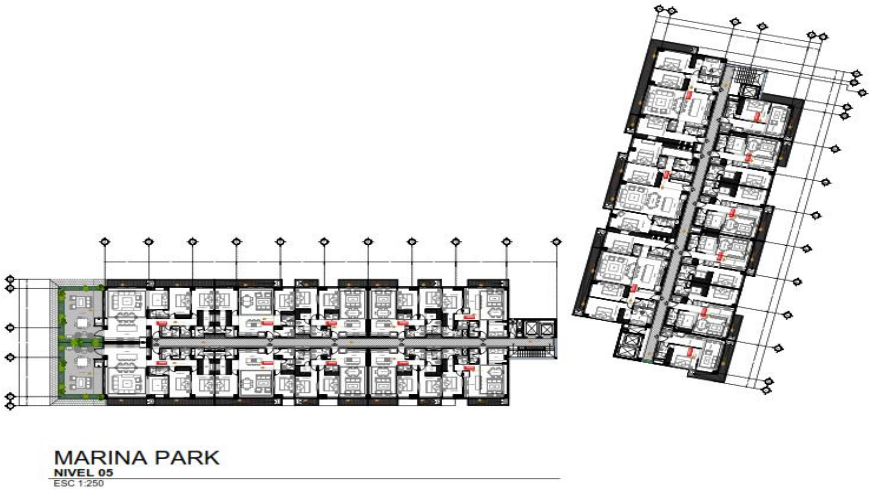
MARINA PARK
NIVEL 02
ESC 1:250



MARINA PARK
NIVEL 03
ESC 1:250

Imagen II.3. Plano de conjunto: Nivel 1 al 3.





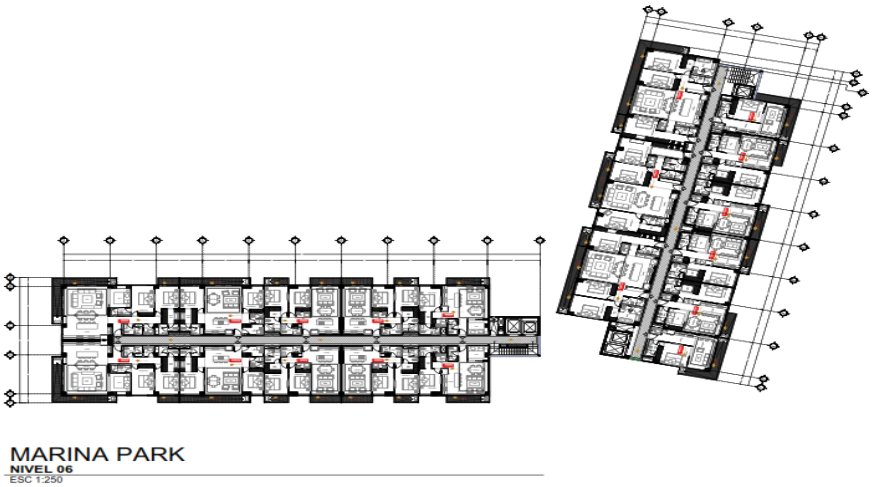
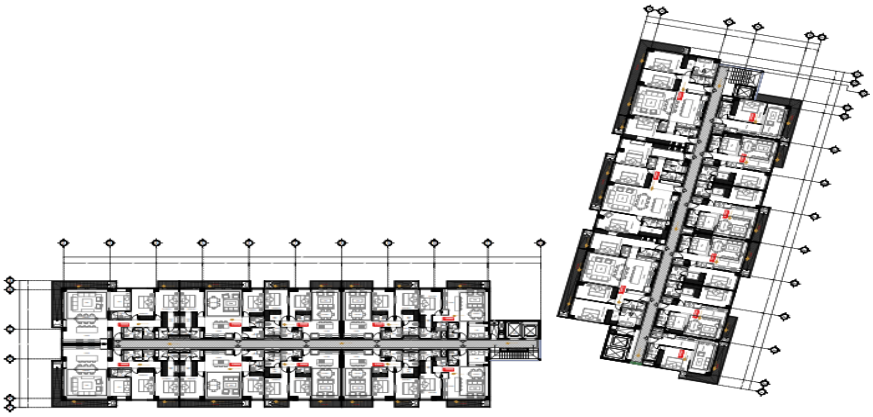
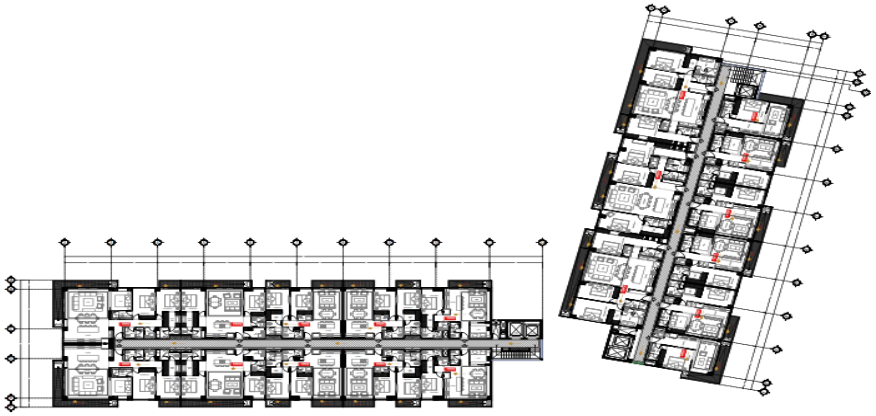


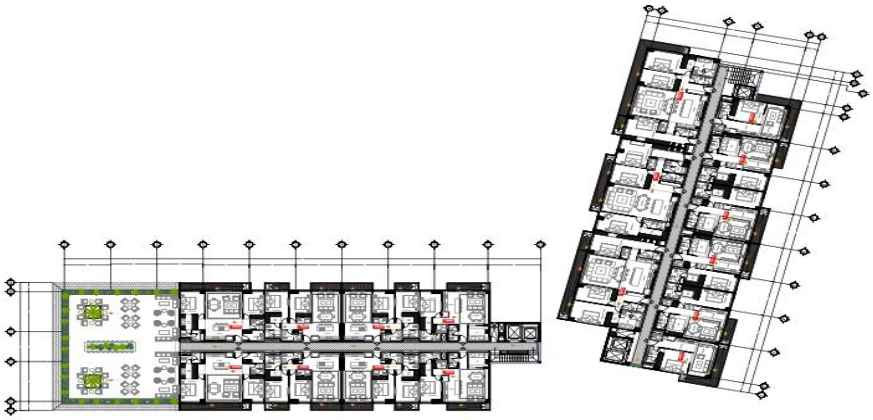
Imagen II.4. Plano de conjunto: Nivel 4 al 6.



MARINA PARK
NIVEL 07
ESC 1:250

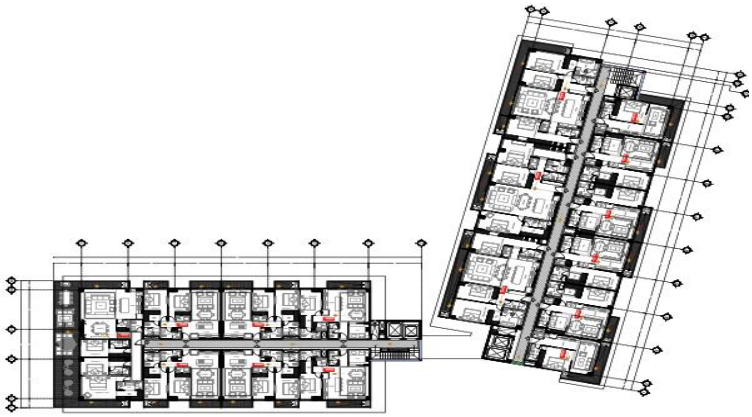


MARINA PARK
NIVEL 08
ESC 1:250

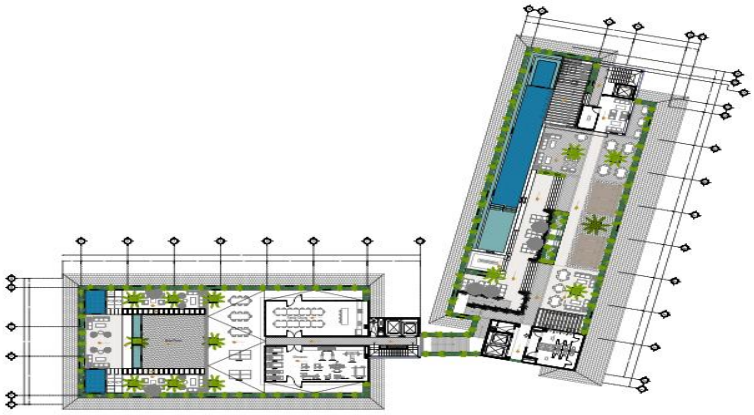


MARINA PARK
NIVEL 09
ESC 1:250

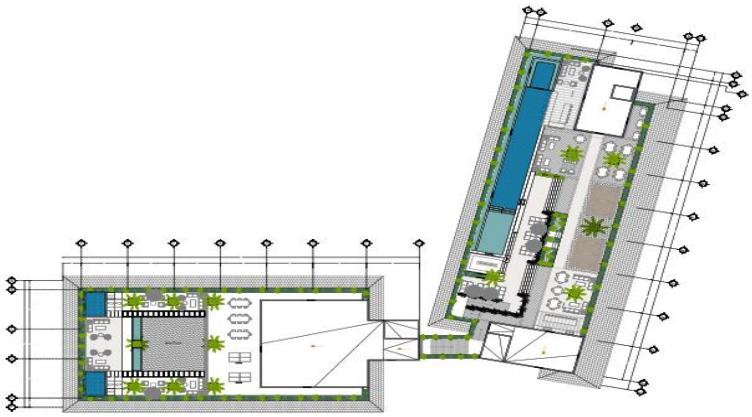
Imagen II.5. Plano de conjunto: Nivel 7 al 9



MARINA PARK
NIVEL 10
ESC 1:250



MARINA PARK
NIVEL ROOF
ESC 1:250



MARINA PARK
NIVEL AZOTEA
ESC 1:250

Imagen II.6. Plano de conjunto: Nivel 10, Roof y Azotea.

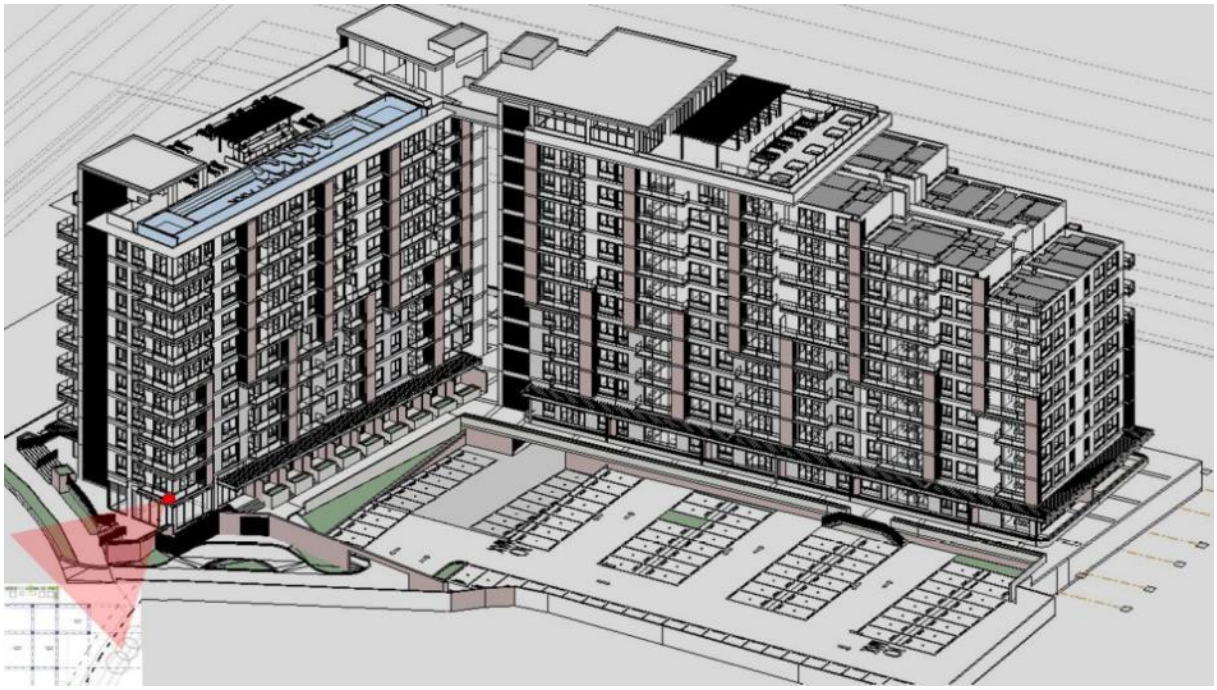


Imagen II.7. Detalle de Secciones y Alzados.

2. PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.

Además de los servicios urbanos ya señalados, se utilizarán los servicios de camiones de concreto premezclado y de bombeo de concreto premezclado, el servicio de transporte para recibir materiales diversos de construcción y camiones de volteo. Gran parte de los materiales de construcción que se adquirirán, provendrán del comercio local cercano al proyecto. En esta etapa, se colocarán sanitarios portátiles, 1 por cada 5 trabajadores, mismos que serán vaciados y reemplazados por la empresa arrendadora, misma que deberá contar con la autorización y registro correspondiente.

3. OPERACIÓN.

Los servicios necesarios para la operación serán proporcionados por el ayuntamiento, los residuos sólidos se entregarán al H. Ayuntamiento para su manejo y disposición final.

II.2.1. Programa de trabajo

Se considera que las actividades de preparación del sitio y construcción serán realizadas en un periodo de 36 meses (3 años), como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla II.8. Resumen del plan de actividades.

ACTIVIDAD/ETAPA	BIMESTRE																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO																		
Trazado de los límites del proyecto para el CUSTF																		
Acciones de rescate y reubicación de flora y fauna																		
Desmonte (Cambio de uso de suelo)																		
Retiro de residuos																		
Despalme																		
Acciones de manejo de residuos																		
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:																		
Vigilancia ambiental																		
Acciones de manejo de residuos																		
Trazo de obras																		
Abertura de caja y cimentación																		
Introducción de sistema de captación de aguas																		
Introducción de servicios de gas																		
Introducción de servicios de luz y datos																		
Introducción de servicios de hidrosanitarios																		
Introducción de instalación hidráulica y pluvial																		
Construcción de estructura de habitaciones plurifamiliares																		
Acabados																		
Conformación de superficie ajardinada (áreas verdes)																		

Una vez terminadas las etapas de preparación del sitio y construcción, se considera un periodo de vida útil de 50 años del proyecto. Y se plantean las siguientes actividades.

Tabla II.9. Plan de trabajo para la operación y mantenimiento del proyecto

ACTIVIDAD	DIARIO/ SEMANAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL
Saneamiento de depósitos de basura				
Limpieza de áreas comunes e instalaciones en general				
Mantenimiento de infraestructura				
Mantenimiento de las vialidades				
Manejo y disposición de los RSU				
Mantenimiento del sistema de saneamiento de aguas residuales				
Mantenimiento del sistema de agua potable				
Mantenimiento áreas verdes				
Mantenimiento general de la infraestructura				

II.2.2. Representación gráfica regional.

A nivel regional el Proyecto se localiza en el estado de Jalisco, al Oeste de la Ciudad de Guadalajara, en el municipio de Puerto Vallarta. Colinda al Norte con la Riviera Nayarit en el estado de Nayarit. Se encuentra sobre la zona costera del Pacifico. Se conecta desde las principales ciudades de la zona, por la Carretera federal 200. Se localiza dentro de la Region hidrológica Huicicila (13), Cuenca Rio Cuale-Pitillal (A), Subcuenca Rio Pitillal (c), en la Microcuenca Puerto Vallarta (001) (Mapa 1).

II.2.3. Representación gráfica local.

Específicamente el Proyecto se localiza en la ciudad de Puerto Vallarta, Jalisco (Mapa 2 y 10b). El cual representa uno de los lugares mas importantes en cuanto al desarrollo turístico internacional. Ya que existe sobre la zona costera un complejo desarrollo inmobiliario con fines turísticos, con presencia de playas sobre la Bahia y con una gran cantidad de zonas acantiladas. La zona es un centro turismo relevante, y conecta con la zona turística de la Riviera Nayarit hacia el Norte. En la Tabla II.9a y Tabla II.9b se presentan las coordenadas de ubicación del Predio y del área destinada para el CUSTF, la cual se desglosa en la Tabla II.9c.

Tabla II.9b. Coordenadas de ubicación del Predio.

VERTICE	COORDENADAS UTM		AREA	SUPERFICIE	SUPERFICIE
	X	Y	PREDIO	(ha)	(m²)
1	473641	2285856	Predio	0.736	7360
2	473619	2285886	Predio	0.736	7360
3	473615	2285883	Predio	0.736	7360
4	473597	2285904	Predio	0.736	7360
5	473635	2285933	Predio	0.736	7360
6	473637	2285936	Predio	0.736	7360
7	473638	2285939	Predio	0.736	7360
8	473639	2285943	Predio	0.736	7360
9	473643	2285952	Predio	0.736	7360
10	473651	2285953	Predio	0.736	7360
11	473654	2285975	Predio	0.736	7360
12	473658	2285974	Predio	0.736	7360
13	473662	2285973	Predio	0.736	7360
14	473673	2285972	Predio	0.736	7360
15	473682	2285972	Predio	0.736	7360
16	473691	2285973	Predio	0.736	7360
17	473693	2285969	Predio	0.736	7360
18	473718	2285923	Predio	0.736	7360
			TOTAL	**0.736**	**7360**

Tabla II.9b. Coordenadas de ubicación del área para el CUSTF.

VERTICE	OBRA/	COORDENADAS UTM		SUPERFICIE	SUPERFICIE
	ACTIVIDAD	X	Y	(m²)	(ha)
1	Marina Parck	473641	2285856	0.209	2,090
2	Marina Parck	473624	2285879	0.209	2,090
3	Marina Parck	473646	2285897	0.209	2,090
4	Marina Parck	473647	2285894	0.209	2,090
5	Marina Parck	473687	2285929	0.209	2,090
6	Marina Parck	473701	2285908	0.209	2,090
1	Marina Parck	473615	2285883	0.361	3,610
2	Marina Parck	473597	2285904	0.361	3,610
3	Marina Parck	473635	2285933	0.361	3,610
4	Marina Parck	473637	2285936	0.361	3,610
5	Marina Parck	473638	2285939	0.361	3,610
6	Marina Parck	473639	2285943	0.361	3,610
7	Marina Parck	473643	2285952	0.361	3,610
8	Marina Parck	473651	2285953	0.361	3,610
9	Marina Parck	473654	2285975	0.361	3,610
10	Marina Parck	473658	2285974	0.361	3,610
11	Marina Parck	473662	2285973	0.361	3,610

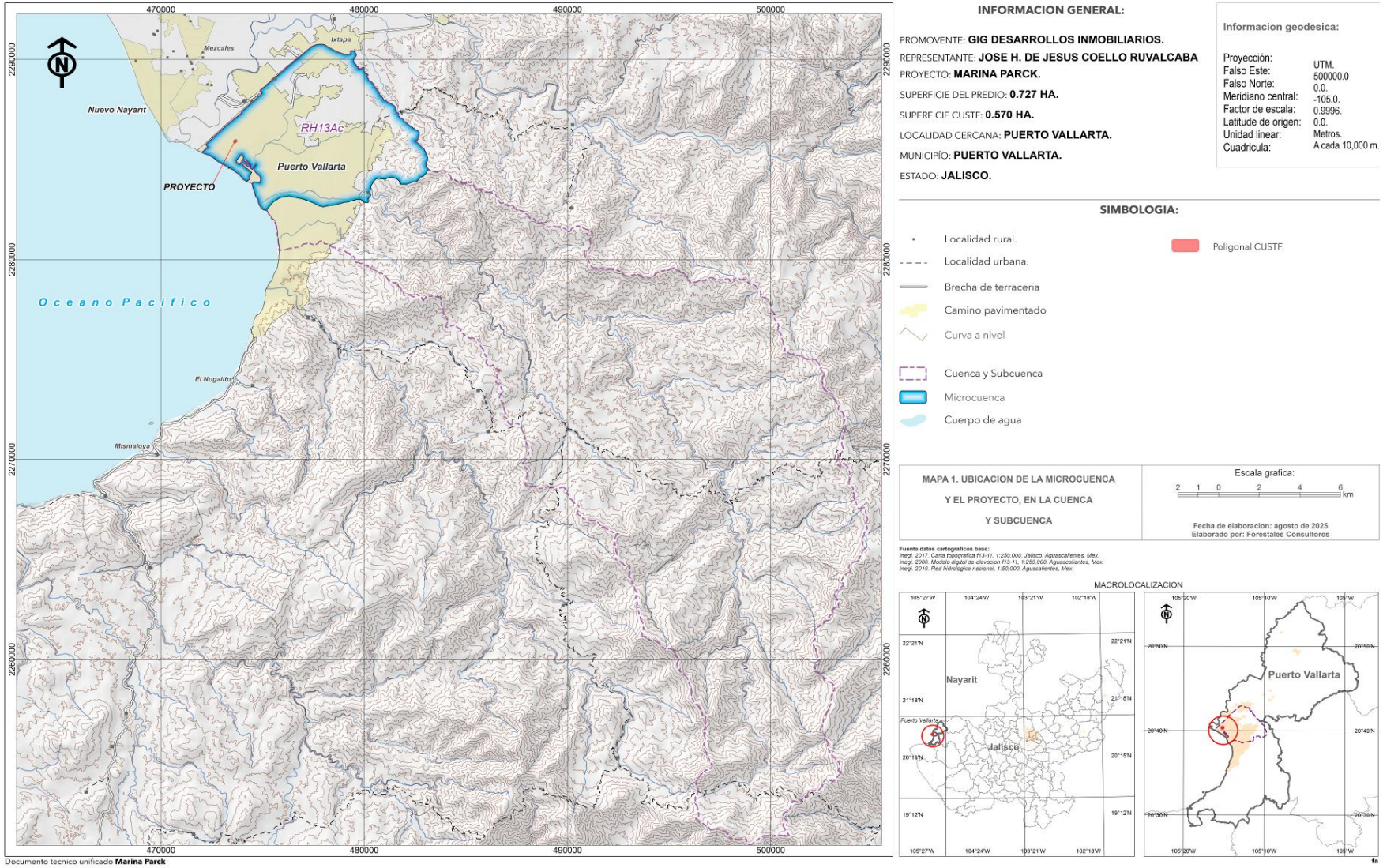
12	Marina Parck	473673	2285972	0.361	3,610
13	Marina Parck	473682	2285972	0.361	3,610
14	Marina Parck	473691	2285973	0.361	3,610
15	Marina Parck	473693	2285969	0.361	3,610
16	Marina Parck	473698	2285959	0.361	3,610
17	Marina Parck	473695	2285957	0.361	3,610
18	Marina Parck	473690	2285964	0.361	3,610
19	Marina Parck	473676	2285955	0.361	3,610
20	Marina Parck	473687	2285937	0.361	3,610
21	Marina Parck	473621	2285882	0.361	3,610
22	Marina Parck	473619	2285886	0.361	3,610
			TOTAL	**0.570**	**5,700**

Tabla II.9c. Distribución de la superficie del Predio y del área para el CUSTF.

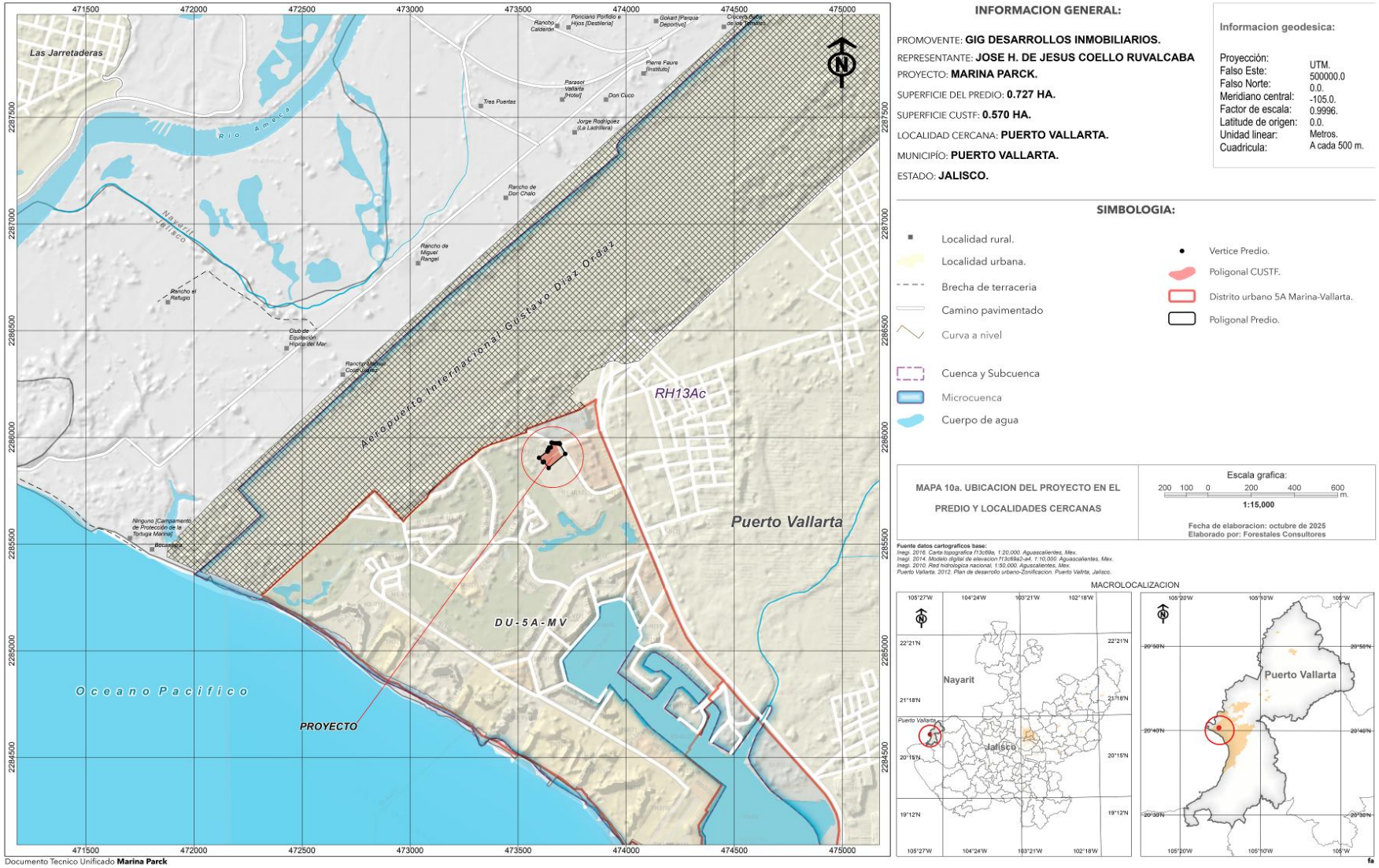
PROYECTO	SUPERFICIE		POLIGONOS	DISTRIBUCION	SUPERFICIE			
	PREDIO (ha)	PREDIO (%)	CUSTF		CUSTF (HA)	CUSTF (m²)	CUSTF (%)	CUSTF-Predio (%)
Marinna Parck	0.7280	100	1	Baño	0.0004	4	0.07	0.05
			2	Bodega	0.0014	14	0.25	0.19
			1	Caseta	0.0006	6	0.11	0.08
			2	Elevador	0.0040	40	0.70	0.55
			1	Escaleras	0.0013	13	0.23	0.18
			10	Estacionamiento	0.1322	1322	23.19	18.16
			6	Ingreso peatonal	0.0672	672	11.79	9.23
			31	Jardin	0.0630	630	11.05	8.65
			1	Local comercial	0.0050	50	0.88	0.69
			1	Pet parck	0.0060	60	1.05	0.82
			1	Recepción	0.0111	111	1.95	1.52
			1	TA-U-001	0.0120	120	2.11	1.65
			1	TA-U-002	0.0105	105	1.84	1.44
			1	TA-U-003	0.0032	32	0.56	0.44
			1	TB-U-001	0.0079	79	1.39	1.09
			1	TB-U-002	0.0064	64	1.12	0.88
			1	TB-U-003	0.0064	64	1.12	0.88
			1	TB-U-004	0.0064	64	1.12	0.88
			1	TB-U-005	0.0064	64	1.12	0.88
			1	TB-U-006	0.0064	64	1.12	0.88
			1	TB-U-007	0.0064	64	1.12	0.88
			1	TB-U-008	0.0064	64	1.12	0.88
			1	TB-U-009	0.0064	64	1.12	0.88
			1	TB-U-010	0.0092	92	1.61	1.26
			1	TB-U-011	0.0148	148	2.60	2.03
			1	TB-U-012	0.0113	113	1.98	1.55

			1	TB-U-013	0.0100	100	1.75	1.37
			1	TB-U-014	0.0093	93	1.63	1.28
			1	TB-U-015	0.0094	94	1.65	1.29
			1	TB-U-016	0.0089	89	1.56	1.22
			1	Vía de acceso	0.1201	1201	21.07	16.50
	0.7280	**100**	**77**		**0.5700**	**5,700**	**100.00**	**78.30**

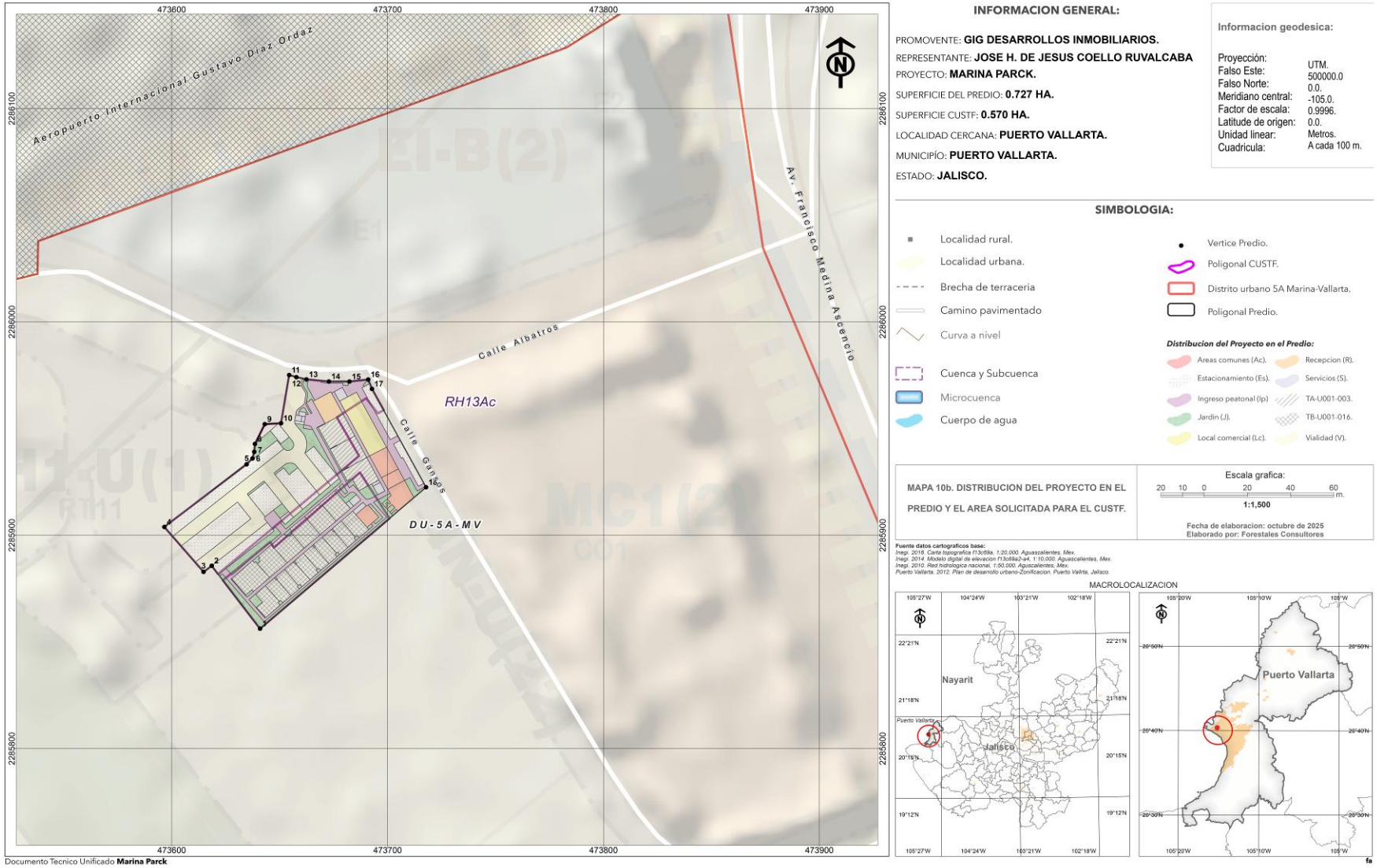
Mapa 1. Ubicación regional del Proyecto.



Mapa 2. Ubicación local del Proyecto.



Mapa 10b. Distribución del Proyecto en el Predio.



II.2.4. Preparación del sitio y Construcción

Las actividades consideradas, tienen como finalidad de dejar el sitio del proyecto listo para las actividades de cimentación y construcción. Por las condiciones de vegetación en las que se encuentra el sitio, con manchones de vegetación característica de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia, se recomienda realizar las siguientes actividades:

1. MARCADO DE POLÍGONOS Y RESCATE DE FLORA.

Con cinta plástica y estacas se realizará un marcaje de los polígonos donde llevará a cabo el **CUSTF**, de esta manera asegurando que el retiro de vegetación se lleve exclusivamente dentro de dichos polígonos, aunado a esto se pondrá en marcha el Programa de Rescate, Protección y Conservación de la Flora, en dicha medida, independientemente de su clasificación o su listado dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010** se analizará que sea técnicamente factible y garantizar su supervivencia una vez rescatados. Se plantea un Programa para el seguimiento de la Reforestación y obras de conservación de suelos.

2. AHUYENTAMIENTO DE FAUNA:

Consiste en el ahuyentamiento de fauna que pudiera encontrarse en el sitio del **proyecto**, antes y durante la etapa de preparación del sitio, esto como una medida de seguridad, dirigido desde el área de CUSF hacia fuera. Con esta acción se logrará que todo ejemplar de fauna silvestre que pudiese encontrarse en el sitio, se traslade hacia las áreas en estado natural de la zona. Se instalará una malla perimetral conformada por malla ciclónica y malla sombra, así mismo se procederá a proteger los árboles que se conservarán con una cerca provisional de varilla y cinta de precaución.

3. DESMONTE Y RETIRO DE RESIDUOS.

Se realizará el derribo de los estratos vegetales en cada uno de los desplantes, con la finalidad de dejar libre de material vegetal el terreno, reduciendo así su cota y lograr formar un plano de apoyo adecuado. Se empleará herramienta como motosierra y machetes, mientras que para el retiro del material será mediante vehículo de 3 toneladas, se recomienda realizarlo de manera manual.

4. DESPALME.

Consiste en el retiro de una capa de tierra vegetal de alrededor de 20 cm de profundidad que consiste en una parte de la capa que contiene arcilla de color negro de consistencia blanda, misma que será reutilizada en parte como relleno en la conformación y nivelación de áreas verdes del proyecto, en caso de sobrante será enviado a un sitio determinado por los representantes del H. Ayuntamiento. La capa retirada será suplida con material mejorado de banco, hasta nivel que marca el proyecto en capas de 20 cm para tener un grado de compactación adecuado.

5. TRAZO DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

Marcar de manera manual, con cal, cuerdas y estacas, las diferentes zonas del proyecto correspondientes al desplante de los espacios y zonas para la introducción de los servicios.

6. ABERTURA DE CAJA O EXCAVACIONES

La topografía del terreno determinará cuanto será necesario excavar para asegurar la cimentación de nuestras construcciones. Las excavaciones se realizarán con la ayuda de maquinaria y el material resultante que no sea aprovechado se retirará del proyecto mediante vehículos de carga.

7. NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN

Se utilizará material de relleno proveniente de banco de materiales pétreos autorizados de la zona, se colocará hasta llegar a niveles requeridos, humedeciendo, compactando y novelando según determine la planimetría del proyecto. Será necesario la implementación de maquinaria pesada como retroexcavadora, compactadora y camiones de volteo.

1. CONSTRUCCIÓN

- ✓ **Trazo, delimitación de obras de construcción.** Se realizará de acuerdo con las características y necesidades del proyecto a desarrollar, lo cual comprende trazo de ejes principales, secundarios y anchos de cepas de cimentaciones. Para la ejecución de esta labor se tomarán en cuenta las características establecidas en los planos anexos al presente documento y se realizará con personal calificado. Se realizará utilizando cal y tablas para definir claramente las dimensiones de cada obra.

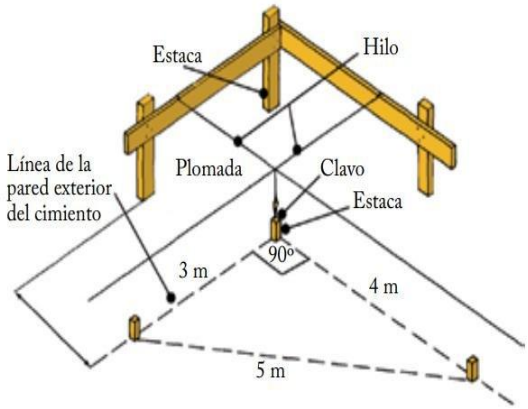


Imagen II.8. Ejemplo de trazo y marca del área para el inicio de la construcción.

- ✓ **Revisión de alineamientos**: Tanto de las veredas como de las obras para tomarlos como referencia. Se tendrá en cuenta que se debe respetar siempre los límites de las construcciones. Se marcan los límites de las obras con estacas de acero de 60 cm clavadas a una profundidad de 50 cm.
- ✓ **Construcción y colocación de balizas:** Estas se ubicarán en las esquinas de la obra, así como en el cruce de los muros. Las balizas se colocan fuera de la obra con la finalidad de que faciliten los trabajos de excavación y volver a demarcar o replantear sin que se pierda la ubicación de los ejes.
- ✓ **Amarre de cordeles:** Cuando las balizas están colocadas y niveladas, se amarrarán los cordeles entre ellas. Así se logra dibujar los ejes de los muros que servirán de guía.
- ✓ **Bajar los ejes sobre el terreno:** Este se logra utilizando una plomada, la cual se coloca en ambos extremos del cordel para marcar los puntos sobre el suelo.
- ✓ **Traza la línea:** Finalmente, hecho lo anterior, se usará un cordel y cal para trazar la línea sobre el suelo. Así se podrá ver en este el marcado de los ejes que figuran en el plano.

2. CIMENTACIÓN

Una vez se hayan llevado a cabo las excavaciones necesarias hasta el nivel requerido se verterá concreto para la creación de una plantilla que tiene como función de protección por corrosión ya que se encuentra en contacto directo el acero sobre el terreno. La cimentación utilizada será de tipo superficial, que estará compuesta por; zapatas aisladas, zapatas corridas, contra trabes y losas de cimentación. Estas serán distribuidas de acuerdo los casos de carga presentes en el **proyecto**.

Para el armado se usará de acuerdo con los detalles estructurales con un esfuerzo de eficiencia de fy=4200kg/cm^2, el concreto a utilizar será del tipo premezclado f'c=250kg/cm^2 adicionado con impermeabilizante integral y revenimiento 14 obteniendo muestras periódicas para definir la resistencia real del concreto.

La cimbra por utilizar será de pino de tercera con un acabado aparente en la superficie de cimentación, con aplicación de pasta desmoldante para la prolongación de vida de la madera y un aumento en la eficiencia al momento de remoción del cimbrado. Una vez se hayan terminado de construir los elementos de cimentación se procederá a cepillar y limpiar para aplicar dos capas de impermeabilizante elastómero del tipo compuesto por cemento-catalizador.

3. CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA

Se pretenden realizar las actividades para el levantamiento de las estructuras y construcción del proyecto. Las actividades que se realizarán para este fin son las siguientes:

- ✓ **ANCLAJE DE CASTILLOS**

El castillo quedará armado, antes de levantar el muro: Primero se dejan de 25 a 30 cm de acero en los castillos, por arriba del muro, esto para poder amarrar el acero al acero de la losa o al de los cerramientos. Después se coloca la cimbra: colocar los tablones para ambas caras del muro, y finalmente poner los yugos. La madera para la cimbra va barnizada con aceite quemado o diésel, la cimbra se fija al muro con amarres de alambre recocido, que se pasan de un lado al otro del muro a través de pequeñas perforaciones que se hacen en las juntas. El acero se humedece antes de colar para limpiar el polvo. Hay que picar la mezcla mientras se va colando, con una varilla y golpeando la cimbra para que no quede poroso el concreto.

- ✓ **CERRADO DE CIMENTACIÓN:**

cuando se tenga el nivel de calle se colocará una dala de cerramiento que cerrara los espacios y dejara una superficie firme de concreto. En la cual previamente se tuvo que haber preparado con una malla de varilla.

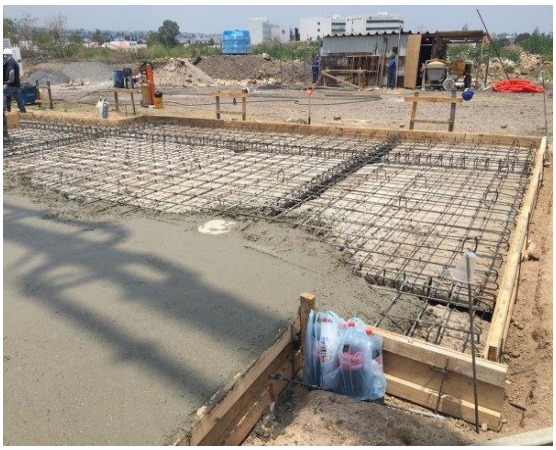


Imagen II.9. Ejemplo de cerrado de cimentación.

- ✓ **DALAS O CADENA DE DESPLANTE O CERRAMIENTOS**

Esta trabe que sirve para distribuir las cargas verticales y ayudar a la estructura a trabajar correctamente en casos de asentamientos. Generalmente es de concreto armado, del mismo ancho del muro y sirve para evitar que el muro sufra fallas o cuarteaduras. El detalle de la cadena de desplante será como se muestra en seguida;

- ✓ **Se realizan:** Bajo todos los muros que se van a desplantar, Sobre las cimentaciones que se hayan construido.
- ✓ **Construcción:** Cada dala se hace con 4 varillas de 3/8” armadas con anillos de alambrón de ¼” y alambre recocido calibre 18. También se venden armadas. La dala se hará del ancho del muro según el material que se va a usar.

También hay que cortar la varilla del largo que va a tener la dala. Los anillos van separados uno del otro según lo que marque el plano estructural (generalmente a cada 60cm.) y se amarrara a la varilla con alambre recocido.

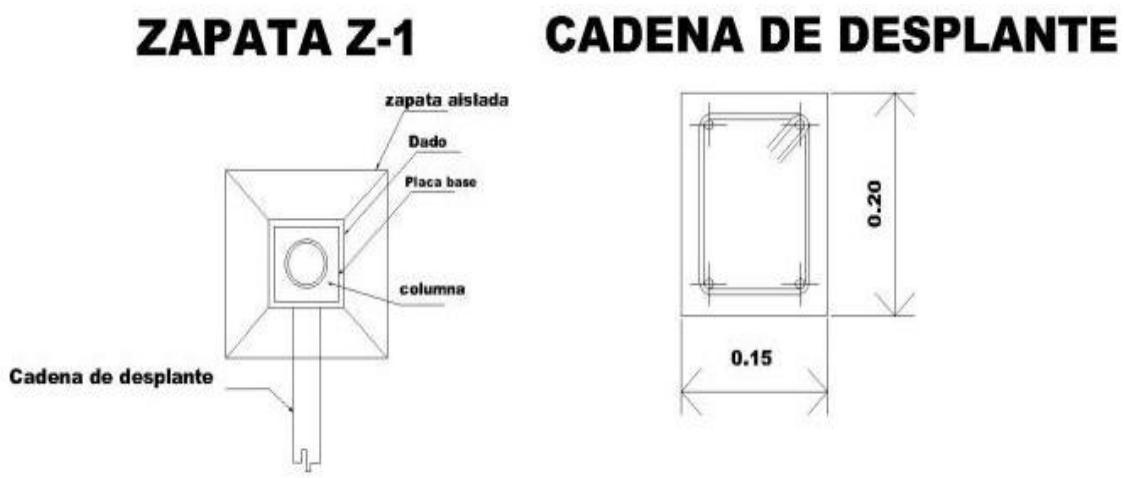


Imagen II.10. Dala o cadena de desplante

- ✓ **LEVANTAMIENTO DE MUROS, RESPETANDO CERRAMIENTOS:**

El levantamiento del muro se inicia extendiendo el mortero sobre el emplantillado. Los ladrillos deben humedecerse con agua antes de ser colocados, para evitar que el ladrillo seco absorba el agua del mortero, impidiendo una buena pega.

El espacio que se dejará entre cada ladrillo será de 1.5 cm aproximadamente. A este espacio se denomina junta y puede ser vertical u horizontal.

La altura máxima de muro que se construirá en una jornada de trabajo es de 1.3 m, que equivale a 12 o 13 filas. El resto se completará al día siguiente. Esto se hace para que las hiladas superiores no compriman a las inferiores, adelgazando las juntas horizontales.

Además, un muro con mortero fresco de más de 1.3 m de altura es inestable y peligroso. Hay que tener presente que las juntas verticales quedarán en medio del ladrillo de la fila inferior, esto garantizará un buen amarre de los ladrillos. Los extremos de los muros que terminarán contra una columna de amarre quedarán endentados en 5 cm como máximo.

- ✓ **COLADO DE CASTILLOS Y DALAS DE CERRAMIENTO**

Se colocará la cimbra alrededor del castillo dejando 20 cm de cada lado para que se pueda clavar la madera con el block y una vez clavada la madera se realizan dos hoyos en cada tabla para poder introducir el alambre y así poder amarrar la cimbra para que esta no se abriera debido al empuje del vaciado de concreto, después de esto, nivelamos cada madera con el nivel de burbuja para que el castillo no quedara desnivelado. Una vez lo anterior, se colocan dos contravientos de cada lado para que al colar esta no se abra, previamente asegurada con alambre galvanizado.

La cadena de cerramiento se colocará en la parte superior del muro, esta debe ir amarrada con la varilla de los castillos, y al momento de colar la losa, se cuela también la cadena. Esta cadena tendrá un armado igual al de un castillo o una dala de desplante, armado con 4 varillas de 3/8", y estribos de alambrón a cada 15 cm. Deben contar con el recubrimiento de 2.5 cm por cada lado.

- ✓ **CERRAMIENTOS, COLADO**

Se utilizará una cimbra de tabla, mismas que se usaron para la cadena de desplante de la cimentación. Se hace un cajón que se coloca sobre el muro, a la altura a la que termina la puerta, y se apuntalarán en los huecos para que en el colado no se mueva. La proporción para el concreto será la misma de las dalas y castillos. Se pica el concreto con una varilla para que no queden huecos.

- ✓ **CIMBRADO, ARMADO Y COLADO DE LOSA DE AZOTEA**

Antes de comenzar a colocar las viguetas sobre los muros o las vigas es necesario apuntalar provisionalmente la estructura. Esto se realiza con polines de 10x10 cm. en sentido contrario al de las viguetas, sostenidos a su vez por postes de las mismas dimensiones, estos se colocarán distanciados a 1.50 m. entre ellos. Es muy importante que este apuntalamiento esté afianzado en todas direcciones, pues será el encargado de sostener la losa mientras fragua el concreto Posteriormente se colocarán de manera manual las viguetas sobre los muros cargadores.

Hay que tomar en cuenta que las viguetas se apoyan directamente sobre los muros, por lo que es necesario al dimensionarlas cortarlas 10 cm. más (5 cm. para cada lado) largas de lo que mide el claro a cubrir. La distancia a la que se colocarán las viguetas dependerá directamente de las dimensiones de las bovedillas. Una vez ubicadas todas las viguetas sobre el claro, se colocarán las bovedillas igualmente de forma manual una por una comenzando por uno de los extremos del claro.

Sobre los muros que delimitan el claro se colocará un armado igual al cerramiento de puertas y ventanas que se colará junto a la mezcla de la capa de compresión de la losa. Esto formará una cadena de remate que dará más firmeza y resistencia a la losa, además de dirigir las cargas a las cimentaciones a través de los muros. Como frontera exterior de estas cadenas se colocarán tablones sujetados a los muros con trozos pequeños de madera unidos con clavos y alambre recocido. Cuando se haya terminado la colocación de todas las bovedillas se procederá a tender sobre la losa las mangueras de la instalación eléctrica, así como salidas de cielo que se estén proponiendo, para las cuales será necesario retirar la bovedilla correspondiente al sitio elegido.

De la misma manera se hará, en el caso de ser necesario, con las instalaciones hidráulicas y sanitarias. Antes de colar la mezcla, para lograr una mayor resistencia y cohesión en el sistema constructivo, se colocará sobre las viguetas y bovedillas una malla electrosoldada que cubra en su totalidad la superficie de la losa. Esta se amarrará a la varilla superior del armado con alambre recocido. Es importante tapar todos los huecos que hayan quedado entre las bovedillas para así tener la menor cantidad de desperdicio posible, asimismo se mojarán las bovedillas con la intención de evitar la eventual absorción del agua de la mezcla al momento del vaciado. La mezcla se vaciará preferentemente con carretilla para agilizar el proceso hasta completar toda la losa. Como en el caso de cualquier losa, habrá que esperar al menos 7 días para remover el apuntalamiento de la losa, durante ese tiempo será –principalmente en los primeros 5 días– será necesario regar la losa 3 veces al día para curarlo.

- ✓ **PERSONAL**

Se requerirá de personal calificado para la construcción del **proyecto**, el cual constará de un ingeniero civil, maestro de obra, aproximadamente 25 albañiles, 15 obreros. La contratación de empresas dedicadas a la instalación de herrería y cancelería, plomería, jardinería, red eléctrica entre otros. Estos serán requeridos acorde al avance del **proyecto**. Cabe mencionar que la construcción del **proyecto** no generará fenómenos migratorios temporales, ya que, se podrá trasladar por medio del transporte público y/o traslado del personal.

- ✓ **MAQUINARIA**

Para la construcción del proyecto solo se requerirá la utilización de vehículos (camionetas y camiones de carga) y equipos de construcción como revolvedora, retroexcavadora, *bulldozer*, martillos hidráulicos, grúas, aplanadora hidráulica tipo “bailarina”.

- ✓ **COMBUSTIBLE**

El combustible requerido para las actividades del proyecto será proveído por las gasolineras locales que se encuentran cercanas al sitio del proyecto, por lo que no se requiere almacenamiento, principalmente se empleará gasolina durante la etapa de construcción, para el suministro de materiales de construcción.

Tabla II.10. Equipo y vehículos requeridos para el proceso de la construcción de la obra

EQUIPO	HORAS/DÍA	TIPO DE COMBUSTIBLE	DECIBELES EMITIDOS	EMISIONES (G/S)
2 Revolvedoras	8	Gasolina	96-98	5
2 Camiones de volteo	8	Diésel	86-98	5
2 Camionetas	10	Gasolina	86-98	5

- ✓ **VOLUMEN Y TIPO DE AGUA**

El agua utilizada durante las etapas de preparación del sitio y construcción será obtenida a través de la formalización de un contrato de servicio de trasiego de agua cruda por medio de pipas al sitio del proyecto, a través de una empresa debidamente autorizada por la autoridad correspondiente. Su almacenamiento será temporal, en tinacos y/o bidones. El abastecimiento de agua para consumo de los trabajadores será a través de establecimientos cercanos al sitio del proyecto, por medio de garrafones de 20 litros y de las marcas comerciales distribuidas en la zona, según las necesidades del personal.

- ✓ **ENERGÍA ELÉCTRICA**

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción la energía eléctrica será provista por medio de plantas eléctricas portátiles para funcionamiento de equipos y herramientas, ya que todas las actividades se realizarán en horarios diurnos.

II.2.4.1. Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.

- ✓ **CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES PROVISIONALES.**

Se habilitarán con materiales removibles. Tales como una bodega para resguardo de herramienta y materiales, serán construidas con madera y láminas, dicha instalación se ubicará en la entrada al predio. Esto tendrá un carácter provisional, así como los baños, los cuales posteriormente serán retirados, una vez concluido las etapas de construcción del proyecto. Se consideran 3 sanitarios portátiles, en una proporción de 1 por cada 5 trabajadores. A continuación, se indican la superficie aproximada a ocupar:

Tabla II.11. Obras provisionales del proyecto

OBRA PROVISIONAL	SUPERFICIE (M^2)
Sanitario	12
Bodega	15
TOTAL	**27**

Los desechos sólidos producidos por estas actividades serán recolectados, reutilizando y reciclando los materiales aptos, y los no aptos serán enviados al sitio de disposición final de residuos sólidos autorizado, del mismo modo, los residuos líquidos acumulados en los sanitarios portátiles serán recolectados periódicamente por la empresa contratada para tal fin, la cual será la responsable de disponerlos en sitios autorizados. Las instalaciones provisionales serán retiradas paulatinamente, una vez que se vaya terminando la obra principal.

II.2.4.2. Descripción de obras asociadas al Proyecto.

No se contemplan otro tipo de obra.

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

II.2.5.1. Metodología empleada para evaluar la vegetación en el Proyecto.

Previo a la visita de campo, se realizó un análisis de la superficie y su entorno, con la finalidad de identificar áreas con cobertura vegetal. Delimitando la Microcuenca de análisis, y para esto se apoyó de ArcGis Pro 3.4. Durante esta etapa se organizaron los materiales, y se realizó la planeación para la evaluación correspondiente. Con el apoyo de la carta topográfica digital (f13c69), escala 1:50,000, se ubicó el proyecto y el área de influencia. Una vez planeado en gabinete, se inició con la evaluación en campo de los aspectos físicos y biológicos, para el Proyecto y la Microcuenca.

II.2.5.1.1. Sistema de muestreo.

Para el área del Proyecto, se **revisaron las 0.757 hectáreas del Predio**, donde se identifica arbolado disperso y cobertura arbustiva poco desarrollada. Por lo tanto, se tomó la decisión de **registrar las dimensiones de cada uno de los individuos del estrato arbóreo y arbustivo, realizando un censo** (Tabla II.12; Mapa 16b). Sin embargo, para **evaluar el estrato herbáceo**, se **consideraron 3 sitios de muestreo distribuidos sobre la superficie, al azar** definidos mediante números aleatorios en Excel previo a la visita de campo. El área evaluada para este último estrato fue de un metro cuadrado (1 m²), determinando para este estrato una intensidad de muestreo del 0.1%, respecto a la superficie del CUTF (Tabla II.13; Mapa 16b). La información dendrometrica se capturo en un formato, para que posteriormente, fueran analizados en gabinete. Los **atributos medidos** de cada individuo fueron; el **diámetro normal (DN); la altura total (h) en metros; y el diámetro de copa (m) para el arbolado y sotobosque**.

Para el **estrato herbáceo** se midió la **altura y diámetro de copa**. La delimitación de cada sitio de muestreo, del estrato herbáceo, fue mediante el apoyo de un metro cuadrado conformada por tubos de PVC.

El **arbolado y arbustivo/sotobosque evaluado en el Proyecto**, que es característico de Selva Mediana Subcaducifolia, como se ha **señalado se realizó un censo**, recorriendo toda la superficie del Predio y midiendo los atributos de manera directa a cada uno de estos. Mientras que para evaluar el estrato herbáceo se **distribuyeron 3 sitios de muestreo** de 1 m². **Derivado a que no se evaluó el estrato arbóreo y arbustivo mediante una muestra, no fue necesario realizar el análisis estadístico, esto ya que se cuenta con el 100% de la información del predio**. Sin embargo, el **análisis estadístico si se realizó para el área de la Microcuenca**, el cual se integra en la memoria del cálculo (Hoja de Excel), los cuales, se aplicaron las ecuaciones y criterios estadísticos (Schaffer *et al*, 1987).

Tabla II.12. Censo de arbolado evaluado en el Proyecto.

NO.	COORDENADAS UTM		DESCRIPCION	CLAVE
SITIO	X	Y		
1	473678	2285970	*Pithecellobium dulce*	A1
2	473681	2285970	*Pithecellobium dulce*	A2-A6
3	473689	2285970	*Tabebuia rosea*	A7
4	473693	2285965	*Cocos nucifera*	A8
5	473657	2285963	*Pithecellobium dulce*	A9
6	473662	2285961	*Pithecellobium dulce*	A10-A11
7	473657	2285958	*Pithecellobium dulce*	A12-A13
8	473663	2285954	*Pithecellobium dulce*	A14
9	473669	2285948	*Cocos nucifera*	A15
10	473669	2285943	*Delonix regia*	A16
11	473666	2285936	*Delonix regia*	A17
12	473672	2285934	*Cocos nucifera*	A18
13	473673	2285933	*Pithecellobium dulce*	A19-A20
14	473671	2285930	*Tabebuia rosea*	A21-A22
15	473659	2285934	*Mangifera indica*	A23
16	473649	2285932	*Cocos nucifera*	A24
17	473649	2285938	*Pithecellobium dulce*	A25

18	473660	2285944	*Pithecellobium dulce*	A26-A29
19	473642	2285934	*Delonix regia*	A30-A31
20	473614	2285906	*Leucaena lanceolata*	A32
21	473611	2285906	*Ficus insipida*	A33-A35
22	473613	2285898	*Pithecellobium dulce, Delonix regia y Terminalia catappa*	A36-A43
23	473628	2285882	*Guazuma ulmifolia*	A44-A49
24	473629	2285903	*Terminalia catappa*	A50-A59
25	473638	2285889	*Bursera simaruba*	A60
26	473644	2285876	*Delonix regia*	A61-A77
27	473652	2285878	*Delonix regia*	A78-A83
28	473657	2285912	*Enterolobium cyclocarpum*	A84
29	473685	2285922	*Tabebuia rosea*	A85-A91
30	473696	2285920	*Salix humboldtiana*	A92-A93

Tabla II.13. Unidades de muestreo para evaluación del estrato herbáceo del Proyecto.

NO.	COORDENADAS UTM		DESCRIPCION
SITIO	X	Y	
1	473671.165	2285956.579	Proyecto (Estrato herbáceo)
2	473689.557	2285918.645	Proyecto (Estrato herbáceo)
3	473636.009	2285922.778	Proyecto (Estrato herbáceo)

Mientras tanto, para el **área de la Microcuenca**, se determinó **establecer un sistema de muestreo al azar** (Mapa 9d), para evaluar los estratos vegetales en diferentes zonas de esta. Para esto, se tomó en cuenta el establecimiento de sitios de muestreo de forma circular con un área de 1,000 m², dentro del cual se evaluó arbolado con un diámetro mayor a 7.5 cm. Dentro de cada sitio, se delimito una subunidad circular con una superficie de 500 m² para evaluar arbustos y/o sotobosque; Finalmente para evaluar el estrato herbáceo se consideró un área de un 1 m² dentro de cada sitio. De la misma manera, para seleccionar la muestra, se utilizó el programa ArcGIS Pro 3.4, para **crear puntos aleatorios**, mediante la cual se realizó una **distribución 43 sitios** (Tabla II.14). Con la muestra obtenida de la Microcuenca se llevó a cabo un **análisis estadístico si se realizó para el área de la Microcuenca**, el cual se integra en la memoria del cálculo (Hoja de Excel), aplicando las ecuaciones y criterios estadísticos (Schaffer *et al*, 1987).

Mapa 16b. Ubicación del arbolado censado y de la ubicación de los sitios de muestreo para evaluar el estrato herbáceo para el Proyecto.

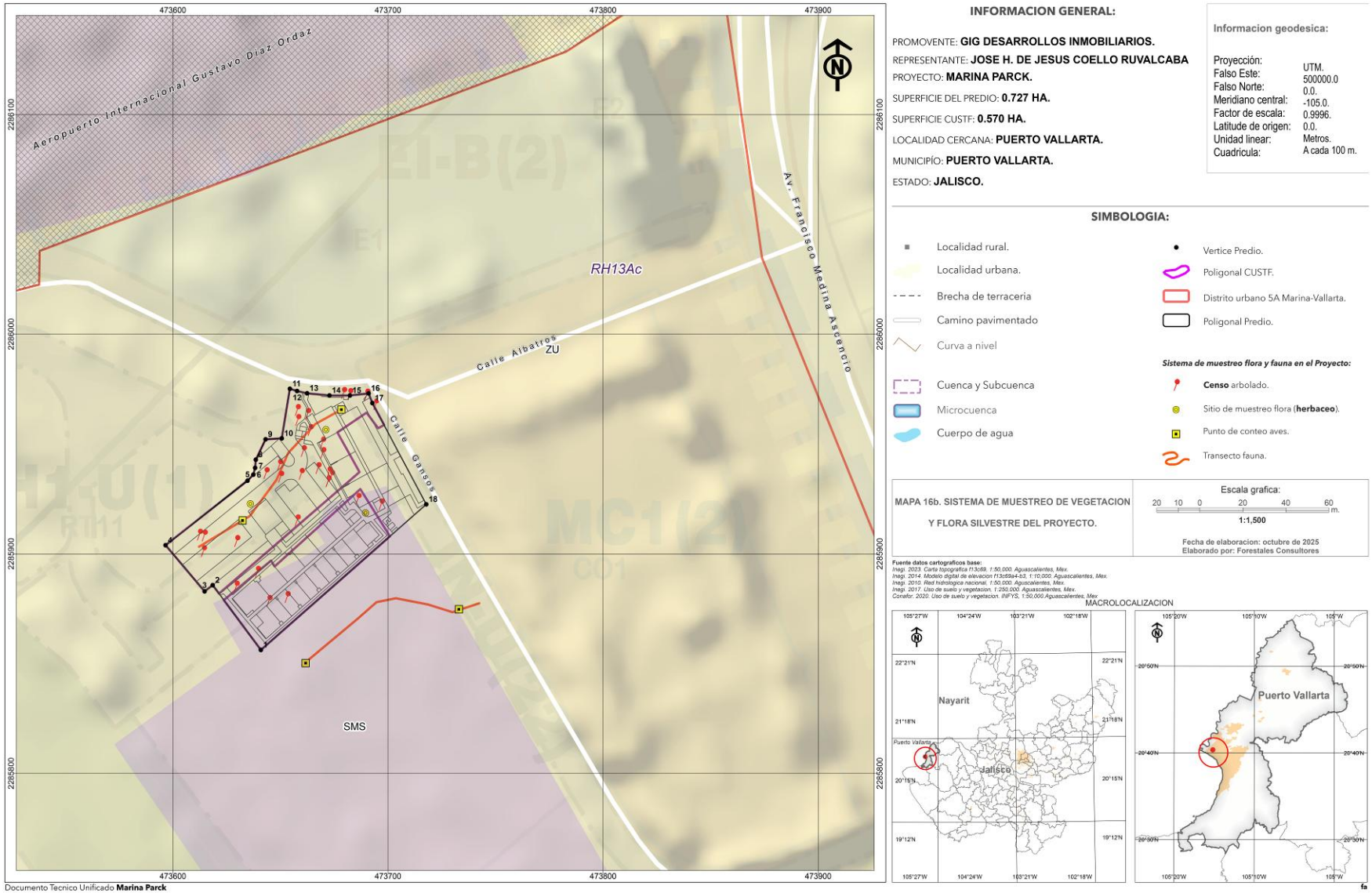


Tabla II.14. Unidades de muestreo para evaluación de los estratos vegetales en la Microcuenca.

CLAVE SITIO	NO. SITIO	COORDENADAS UTM X	COORDENADAS UTM Y	DESCRIPCION	TIPO DE VEGETACION
1	146	480928	2284160	Microcuenca (zona 4)	SMS
2	222	480703	2283979	Microcuenca (zona 4)	SMS
3	253	480190	2283946	Microcuenca (zona 4)	SMS
4	324	480711	2284435	Microcuenca (zona 4)	SMS
5	655	480234	2284127	Microcuenca (zona 4)	SMS
6	712	481491	2285388	Microcuenca (zona 3)	SMS
7	713	481608	2285209	Microcuenca (zona 3)	SMS
8	727	481845	2286699	Microcuenca (zona 3)	SMS
9	749	481561	2285666	Microcuenca (zona 3)	SMS
10	763	481849	2286534	Microcuenca (zona 3)	SMS
11	777	481545	2286321	Microcuenca (zona 3)	SMS
12	821	481767	2286661	Microcuenca (zona 3)	SMS
13	840	481558	2285266	Microcuenca (zona 3)	SMS
14	879	482021	2286549	Microcuenca (zona 3)	SMS
15	920	481909	2286594	Microcuenca (zona 3)	SMS
16	934	481755	2285363	Microcuenca (zona 3)	SMS
17	952	481780	2285174	Microcuenca (zona 3)	SMS
18	976	481798	2285594	Microcuenca (zona 3)	SMS
19	994	479603	2289079	Microcuenca (zona 2)	SMS
20	996	478808	2289044	Microcuenca (zona 2)	SMS
21	1002	479468	2289111	Microcuenca (zona 2)	SMS
22	1003	479050	2289109	Microcuenca (zona 2)	SMS
23	1005	479379	2289700	Microcuenca (zona 2)	SMS
24	1035	479097	2289146	Microcuenca (zona 2)	SMS
25	1040	479628	2289566	Microcuenca (zona 2)	SMS
26	1049	479418	2289465	Microcuenca (zona 2)	SMS
27	1084	478998	2289000	Microcuenca (zona 2)	SMS
28	1117	479575	2289131	Microcuenca (zona 2)	SMS
29	1121	479696	2289174	Microcuenca (zona 2)	SMS
30	1122	479515	2289179	Microcuenca (zona 2)	SMS
31	1130	479480	2289584	Microcuenca (zona 2)	SMS
32	1160	475553	2285982	Microcuenca (zona 1)	VM
33	1170	475831	2286097	Microcuenca (zona 1)	VM
34	1196	475523	2286366	Microcuenca (zona 1)	VM
35	1212	475390	2286293	Microcuenca (zona 1)	VM
36	1231	474714	2285566	Microcuenca (zona 1)	VM
37	1246	474980	2286085	Microcuenca (zona 1)	VM
38	1249	474802	2285806	Microcuenca (zona 1)	VM
39	1251	474904	2285852	Microcuenca (zona 1)	VM
40	1252	474668	2286225	Microcuenca (zona 1)	VM
41	1271	474441	2285642	Microcuenca (zona 1)	VM

42	1308	475401	2286509	Microcuenca (zona 1)	VM
43	1320	475025	2286270	Microcuenca (zona 1)	VM

Derivado que el **estrato arbóreo y arbustivo del Proyecto fue censado**, se conoce el **100%** de la población, mientras que, para el **estrato herbáceo del Proyecto** la **intensidad de muestreo fue del 0.04%**. Para la **Microcuenca** la **intensidad de muestreo fue del 0.5%**. Considerando, para esta última zona, una **confiabilidad del 90% y un error máximo permisible del 10%**.

Para el análisis cartográfico de utilizo ArcGIS Pro 3.4, donde se apoyó de información vectorial de la carta topográfica digital, clave fc13c69 escala 1:50,000 (INEGI, 2014). A demás de obtener las coordenadas de ubicación de cada sitio de muestreo (UTM). Una vez planeado en gabinete los aspectos mencionados, se inició con la evaluación en campo de los aspectos físicos y biológicos, **tanto del Proyecto**, como de la **Microcuenca (MC)**.

Ya en campo, en el **Proyecto**, cada individuo del **estrato arbóreo y arbustivo fue georreferenciado**, y para el caso de los sitios de muestreo en la **Microcuenca**, se consideró como apoyo un GPS Garmin montana 700. Para la delimitación de los sitios de muestreo en la **Microcuenca** se utilizaron cuerdas compensadas y cintas métricas (20 metros). En cada sitio se señaló el centro, y para esto se utilizó pintura en aerosol color azul o naranja fluorescente.

Como se ha mencionado, los atributos dasometricos, fueron la **altura total (h), el diámetro normal (DN) y el diámetro de copa (DC)**, de cada uno de los individuos registrados en el estrato arbóreo y arbustivo, y para el caso del **estrato herbáceo** se registró la **altura total y diámetro de copa**.

II.2.5.1.1.1. Estimación del error de muestreo y límite de confiabilidad.

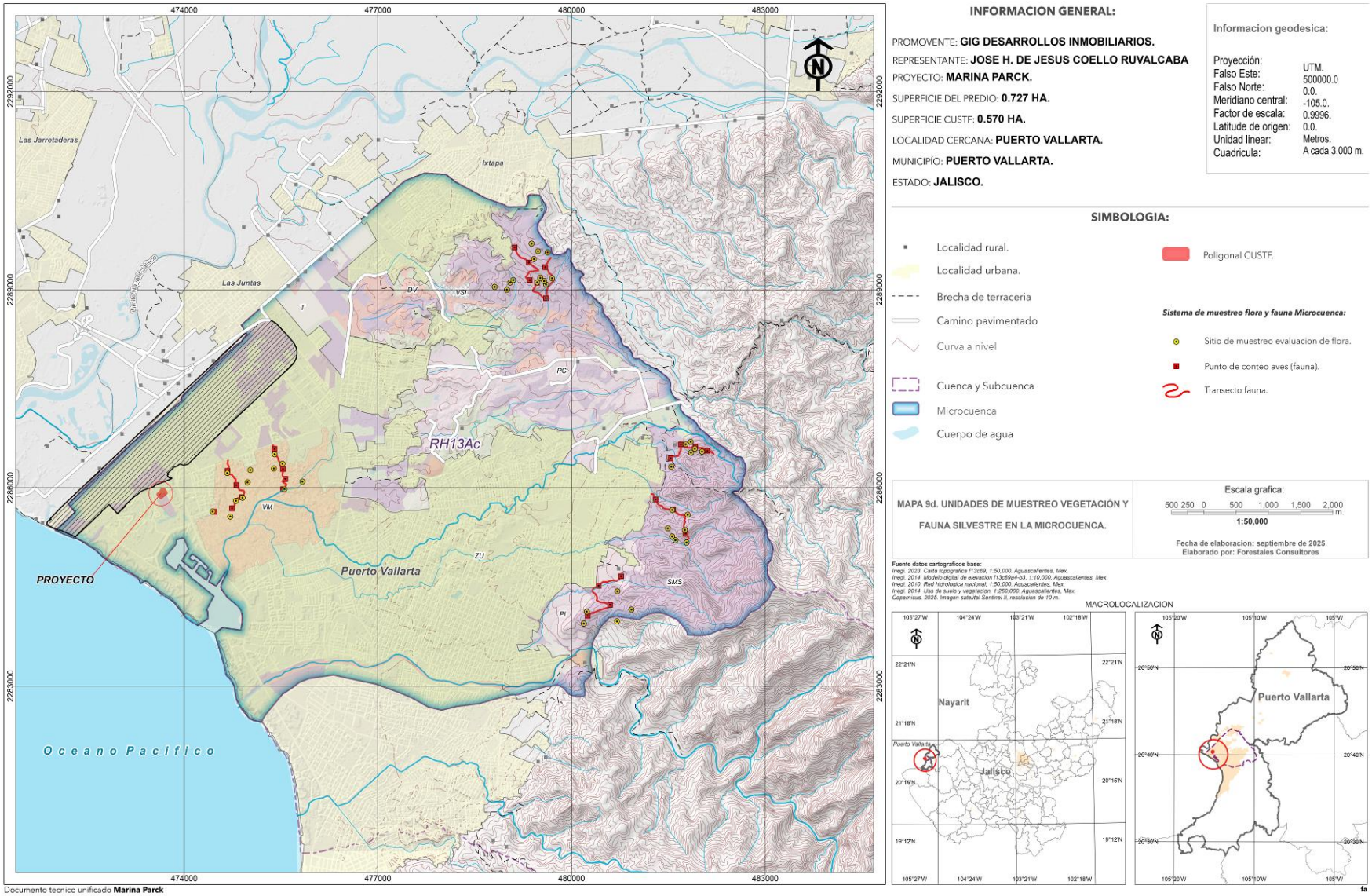
Para el Proyecto se realizó un censo del estrato arbóreo y arbustivo, por lo tanto, no se realizó el análisis estadístico porque se cuenta con la población total. Sin embargo, para la Microcuenca se evaluaron 43 sitios de muestreo. Con la información obtenida de la Microcuenca se realizaron las estimaciones para las siguientes variables para sus análisis estadísticos (Tabla II.15);

Tabla II.15. Metodología para la estimación de las variables.

VARIABLE	ECUACION
Media aritmética	$\hat{\boldsymbol{X}} = \frac{\sum_{i+1} \boldsymbol{ni}}{\boldsymbol{n}}$
Varianza	$\boldsymbol{S^2} = \frac{\sum(X - \hat{X})^2}{n-1}$
Desviación estándar	$\boldsymbol{S} = \sqrt{S^2}$
Coeficiente de variación	$\boldsymbol{CV(s\%)} = \frac{S * 100}{\hat{X}}$
Error estándar (%):	$\boldsymbol{E}(\%) = \frac{S * 100}{\hat{X}}$

Para la **Microcuenca** se estimó un **error de muestreo del 6.6%**, con una confiabilidad del 90% y un error máximo admisible del 10%. Dichos resultados sugieren que la muestra representa una buena confiabilidad y, por lo tanto, es suficiente para la evaluación. Mientras que para el caso del **Proyecto no se estimaron estos parámetros debido a que se colecto la Población**. El **límite de confianza para la Microcuenca fue de 0.264 entre 0.339 m²/ha**.

Mapa 9d. Ubicación de los sitios de muestreo para evaluar los estratos vegetales en la Microcuenca.



Así mismo, se registraron datos como, la pendiente (%), orientación, textura del suelo, contenido de materia orgánica y altura sobre el nivel del mar. Para las mediciones se apoyó de cintas diamétricas, hipsómetro de Christen, clinómetro y cinta metrica, mientras que el registro de los datos se emplearon formatos de campo, cámara fotográfica y prensa botánica.

Con la información obtenida, se pudo estimar las densidades y volúmenes totales de vegetación a remover (Scheaffer *et al*., 1987).

Las condiciones de la vegetación, en el Proyecto, presenta disturbios en toda su estructura, sin embargo, se encuentra dominada por individuos del estrato arbóreo y sotobosque (CONAFOR, 2020; INEGI, 2017).

Tabla II.16. Zonificación en base a las condiciones de la vegetación en el Predio, donde se ubica el proyecto.

DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE (HA)
Vegetación de Selva mediana subcaducifolia	0.570
TOTAL	**0.570**

II.2.5.1.2. Evaluación en campo.

La información se registró en un formato de campo y para la medición de los atributos, se utilizó equipo y materiales adecuado para obtener los valores con mayor precisión (Tabla II.17). Para estimar la altura total (m) del estrato arbóreo, se utilizó el Hipsometro de Christen con una graduación base de 2 metros, mientras que para el arbustivo y herbáceo se utilizó un flexómetro de 5 metros. El **diámetro normal (cm)** de individuos que componen el estrato arbóreo y arbustivo, se midió con una cinta diamétrica.

Y el **diámetro de copa** de cada individuo de todos los estratos, se utilizaron cintas métricas de 5 y 20 metros. En el mismo formato se registró la información de las características físicas de cada sitio de muestreo (Pendiente (%), tipo de suelo, textura del suelo, grado de compactación, material vegetal muerto (cm) y altura sobre el nivel del mar.

Tabla II.17. Material y equipo utilizado durante el inventario forestal en el Proyecto.

EQUIPO Y MATERIALES UTILIZADOS PARA LA EVALUACIÓN DE CAMPO	
✓ GPS Garmin Montana 700	✓ Machetes
✓ Brújula	✓ Pintura en aerosol
✓ Cámaras fotográficas digitales	✓ Prensas botánicas
✓ Clinómetro sunnto	✓ Lápices
✓ Cinta métrica y Diamétrica	✓ Tablas de apoyo
✓ Cinta métrica de 20 metros	✓ Formatos de campo
✓ Cuerda compensada	✓ Hipsómetro de Christen
✓ Manual de identificación de especies	✓ Bolsas de papel

Imagen II.10 y 11. Individuos registrados en el Predio. Momento en el que se realiza el censo de arbolado.

Imagen II.13 y 14. Medición del diámetro normal en arbolado y diámetro de copa.

Imagen II.15 y 16. Condiciones actuales de la distribución del arbolado en el Proyecto.

Imagen II.17 y 18. Delimitación de los sitios para evaluar el estrato herbáceo.

II.2.5.1.3. Proceso para la estimación de existencias volumétricas

- ✓ **Procesamiento de la información.**

Para el análisis de los datos, se apoyó con el programa Microsoft Office Excel (versión 2023). Se estimó el volumen total árbol por hectárea (m³/ha); el área basal por hectárea (m²/ha); la cobertura de copa (m2/ha), así como el número de individuos por hectárea. De la superficie del Predio, el arbolado y vegetación arbustiva se registró en un área de **0.570 hectáreas**, mientras que el estrato herbáceo se registra en toda la superficie del Predio.

Para la estimación del volumen individual se apoyó de las ecuaciones publicadas por el **Manual del Sistema Biometrico Forestal** (Vargas-Larrea, et al, 2018). En dicha publicación, se encontraron las ecuaciones de la mayoría de las especies registradas en el Proyecto y la Microcuenca.

Las ecuaciones se presentan en el Anexo digital de un archivo Excel en la Hoja de cálculo "***A_2.2.0_Modelos_vol_***", para el **Proyecto y la Microcuenca.** En la Tabla II.18, se presentan algunas ecuaciones empleadas para la estimación del volumen.

De las especies, que no se encontró alguna ecuación de la publicación mencionada, se utilizó la ecuación de hojosas, empleada en el inventario nacional forestal (considerada para especies con diámetros entre 12.5 y 132.5 cm). Sin embargo, debido a que durante el inventario se registraron individuos con diámetros normales menores a lo sugerido en la ecuación, se consideró aplicar un factor de forma de 0.5 a la ecuación del cilindro (Ojeda, 2011; Cailliez, 1980). Los siguientes apartados describen brevemente la forma de la estimación correspondiente:

II.2.5.1.3.1. Cálculo del área basal, cobertura de copa y volumen por estrato vegetal.

El Área basal, el volumen y cobertura de copa por hectárea para cada una de las especies, se estimó en una hoja de Excel, tomando en cuenta las siguientes ecuaciones y pasos;

1. El área basal individual por especie, se utilizó la siguiente ecuación;

$$AB = 0.7854 * D^2$$

Dónde:

AB= Área basal individual en m² .

D= Diámetro normal (1.30 m) en centímetros

0.7854= Constante resultado de $AB = \frac{3.1416}{4}$

100= Las unidades en centímetros, equivalentes a 1 m, conversión de centímetros a metros.

2. La cobertura de copa individual por especie se determinó mediante la siguiente ecuación;

$$CC = 0.7854 * Dc^2$$

Dónde:

CC= Cobertura de copa individual en m2.

D= Diámetro de copa en metros.

0.7854= Constante resultado de $= \frac{3.1416}{4}$

3. El volumen individual por especie, se estimó mediante las siguientes ecuaciones:

Para diámetro entre 12.5 a 132.5 cm:

$$V = 0.0006016 + (0.06075 * (D) + (0.00031 * h) + (0.33129 * h * D^2)) - (0.03087 * O21 * (D^2)$$

Para diámetros menores a 12.5 cm se utilizó un factor de forma de 0.5 a la ecuación básica del cilindro:

$$V = Ab * h * ff$$

Dónde:

V.=Volumen individual (m3).

D= Diámetro normal a la altura del pecho (m).

h= Altura (m).

ff= Factor de forma (0.5).

AB= Área basal (m²)

Aplicación de ecuaciones volumétricas para algunas especies:

Tabla II.18. Ecuaciones para la estimación del volumen total por especie para el Proyecto y Microcuenca.

ESTADO	ECUACIÓN	NOMBRE CIENTÍFICO (APG)	EMPLEADA
Chiapas	V=EXP(-10.01137401+1.97688779*LN(diam)+1.02860759*LN(alt))	*Acacia cornigera*	Proyecto/Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-10.01137401+1.97688779*LN(diam)+1.02860759*LN(alt))	*Acacia farnesiana*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-10.01137401+1.97688779*LN(diam)+1.02860759*LN(alt))	*Acacia pennatula*	Microcuenca
Yucatán	V=EXP(-10.01137401+1.97688779*LN(diam)+1.02860759*LN(alt))	*Acrocomia aculeata*	Microcuenca
Oaxaca	V=EXP(-9.98262558+1.94239763*LN(diam)+1.02228707*LN(alt))	*Amphipterygium adstringens*	Microcuenca
Oaxaca	V=EXP(-10.06787497+2.0005528*LN(diam)+0.99031834*LN(alt))	*Annona muricata*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-9.843341+1.92700277*LN(diam)+1.00612327*LN(alt))	*Annona squamosa*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))	*Apoplanesia paniculata*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))	*Ardisia revoluta*	Microcuenca
Tabasco	V=EXP(-9.76784179+1.87539164*LN(diam)+1.05141081*LN(alt))	*Attalea cohune*	Microcuenca
Oaxaca	V=EXP(-10.12597512+2.04755627*LN(diam)+0.96453516*LN(alt))	*Avicennia germinans*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-10.01137401+1.97688779*LN(diam)+1.02860759*LN(alt))	*Bauhinia divaricata*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-9.73746695+1.85643537*LN(diam)+1.07354086*LN(alt))	*Bourreria huanita*	Microcuenca
Oaxaca	V=EXP(-10.06787497+2.0005528*LN(diam)+0.99031834*LN(alt))	*Brosimum alicastrum*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-9.86139158+1.93994057*LN(diam)+1.04126898*LN(alt))	*Bursera excelsa*	Microcuenca
Tabasco	V=EXP(-9.83318819+1.91517713*LN(diam)+1.03835777*LN(alt))	*Bursera simaruba*	Proyecto/Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-10.12597512+2.04755627*LN(diam)+0.96453516*LN(alt))	*Byrsonima crassifolia*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-9.843341+1.92700277*LN(diam)+1.00612327*LN(alt))	*Cascabela ovata*	Microcuenca
Oaxaca	V=EXP(-10.71439546+1.97139127*LN(diam)+1.06409203*LN(alt))	*Casearia sylvestris*	Microcuenca

Chiapas	V=EXP(-9.8528306+1.93994057*LN(diam)+1.0307694*LN(alt))	*Casimiroa sapota*	Microcuenca
Puebla	V=EXP(-9.57488735+1.80188465*LN(diam)+1.01577894*LN(alt))	*Cecropia obtusifolia*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-10.22400164+1.93392327*LN(diam)+1.12044335*LN(alt))	*Ceiba aesculifolia*	Microcuenca
Yucatán	V=EXP(-9.41737421+1.76385327*LN(diam)+1.04067089*LN(alt))	*Celtis*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-9.8528306+1.93994057*LN(diam)+1.0307694*LN(alt))	*Clusia flava*	Microcuenca
Tabasco	V=EXP(-9.76784179+1.87539164*LN(diam)+1.05141081*LN(alt))	*Coccoloba barbadensis*	Microcuenca
Tabasco	V=EXP(-9.60249233+1.83229453*LN(diam)+1.07410993*LN(alt))	*Cochlospermum vitifolium*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))	*Comocladia macrophylla*	Microcuenca
Yucatán	V=EXP(-9.83322527+1.92412457*LN(diam)+1.00970142*LN(alt))	*Cordia alliodora*	Microcuenca
Veracruz	V=EXP(-9.7891527+1.88887745*LN(diam)+1.04457398*LN(alt))	*Croton draco*	Microcuenca
Campeche	V=EXP(-9.41737421+1.76385327*LN(diam)+1.04067089*LN(alt))	*Cryosophila stauracantha*	Microcuenca
Tabasco	V=EXP(-10.02137029+1.95391791*LN(diam)+1.04262341*LN(alt))	*Cupania dentata*	Microcuenca
Oaxaca	V=EXP(-9.98262558+1.94239763*LN(diam)+1.02228707*LN(alt))	*Cynophalla flexuosa*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-10.01137401+1.97688779*LN(diam)+1.02860759*LN(alt))	*Dalbergia*	Microcuenca
Veracruz	V=EXP(-10.25777326+1.98588189*LN(diam)+1.1159178*LN(alt))	*Enterolobium cyclocarpum*	Microcuenca
Oaxaca	V=EXP(-10.71439546+1.97139127*LN(diam)+1.06409203*LN(alt))	*Erythrina*	Microcuenca
Tabasco	V=EXP(-9.75226675+1.94677823*LN(diam)+1.00656774*LN(alt))	*Erythroxylum mexicanum*	Proyecto/Microcuenca
Nuevo León	V=EXP(-9.78340833+1.83372702*LN(diam)+1.07704058*LN(alt))	*Eugenia capuli*	Microcuenca
Oaxaca	V=EXP(-9.98262558+1.94239763*LN(diam)+1.02228707*LN(alt))	*Euphorbia*	Microcuenca
Oaxaca	V=EXP(-10.06787497+2.0005528*LN(diam)+0.99031834*LN(alt))	*Ficus aurea*	Microcuenca
Oaxaca	V=EXP(-10.06787497+2.0005528*LN(diam)+0.99031834*LN(alt))	*Ficus insipida*	Proyecto/Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-9.80434696+1.91033696*LN(diam)+1.03262007*LN(alt))	*Guazuma ulmifolia*	Microcuenca
Tabasco	V=EXP(-9.76784179+1.87539164*LN(diam)+1.05141081*LN(alt))	*Guettarda elliptica*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-9.8528306+1.93994057*LN(diam)+1.0307694*LN(alt))	*Gyrocarpus americanus*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))	*Hamelia patens*	Microcuenca
Yucatán	V=EXP(-9.41737421+1.76385327*LN(diam)+1.04067089*LN(alt))	*Heliocarpus americanus*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-9.80434696+1.91033696*LN(diam)+1.03262007*LN(alt))	*Heliocarpus terebinthinaceus*	Microcuenca
Campeche	V=EXP(-9.41737421+1.76385327*LN(diam)+1.04067089*LN(alt))	*Hura polyandra*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-10.01137401+1.97688779*LN(diam)+1.02860759*LN(alt))	*Hymenaea courbaril*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-9.73746695+1.85643537*LN(diam)+1.07354086*LN(alt))	*Ipomoea wolcottiana*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))	*Jacaratia mexicana*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-10.12597512+2.04755627*LN(diam)+0.96453516*LN(alt))	*Laguncularia racemosa*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-10.01137401+1.97688779*LN(diam)+1.02860759*LN(alt))	*Leucaena*	Proyecto/Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-10.01137401+1.97688779*LN(diam)+1.02860759*LN(alt))	*Leucaena leucocephala*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-9.80434696+1.91033696*LN(diam)+1.03262007*LN(alt))	*Luehea candida*	Microcuenca
San Luis Potosí	V=EXP(-9.66777918+1.8605487*LN(diam)+1.02318950*LN(alt))	*Lysiloma divaricatum*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-9.80434696+1.91033696*LN(diam)+1.03262007*LN(alt))	*Miconia argentea*	Microcuenca
Tabasco	V=EXP(-10.02137029+1.95391791*LN(diam)+1.04262341*LN(alt))	*Pachira aquatica*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))	*Piper*	Microcuenca
Oaxaca	V=EXP(-10.71439546+1.97139127*LN(diam)+1.06409203*LN(alt))	*Pithecellobium dulce*	Proyecto/Microcuenca
Tabasco	V=EXP(-9.82447804+1.93162616*LN(diam)+1.01919725*LN(alt))	*Pithecellobium lanceolatum*	Microcuenca
Yucatán	V=EXP(-9.41737421+1.76385327*LN(diam)+1.04067089*LN(alt))	*Platymiscium*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-9.843341+1.92700277*LN(diam)+1.00612327*LN(alt))	*Plumeria rubra*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-10.01137401+1.97688779*LN(diam)+1.02860759*LN(alt))	*Prosopis juliflora*	Proyecto/Microcuenca
Tabasco	V=EXP(-10.02137029+1.95391791*LN(diam)+1.04262341*LN(alt))	*Pseudobombax ellipticum*	Microcuenca
Oaxaca	V=EXP(-9.98262558+1.94239763*LN(diam)+1.02228707*LN(alt))	*Randia*	Microcuenca
Oaxaca	V=EXP(-10.12597512+2.04755627*LN(diam)+0.96453516*LN(alt))	*Rhizophora mangle*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-10.09141965+1.90481967*LN(diam)+1.09303973*LN(alt))	*Salix humboldtiana*	Proyecto/Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-9.82944377+1.9060093*LN(diam)+1.04047533*LN(alt))	*Sapium macrocarpum*	Microcuenca
Quintana Roo	V=Exp(-9.89061571+1.924447818*LN(diam)+1.04545276*LN(alt))	*Simarouba*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-10.1261214+1.97537735*LN(diam)+1.05085957*LN(alt))	*Spondias purpurea*	Microcuenca

Tabasco	V=EXP(-9.76784179+1.87539164*LN(diam)+1.05141081*LN(alt))	*Syzygium jambos*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-9.843341+1.92700277*LN(diam)+1.00612327*LN(alt))	*Terminalia catappa*	Proyecto/Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-9.87689+1.9349903*LN(diam)+1.03862975*LN(alt))	*Tabebuia rosea*	Proyecto/Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-10.09141965+1.90481967*LN(diam)+1.09303973*LN(alt))	*Trichilia hirta*	Microcuenca
Chiapas	V=EXP(-9.80434696+1.91033696*LN(diam)+1.03262007*LN(alt))	*Trichospermum mexicanum*	Microcuenca
Quintana Roo	V=EXP(-9.84052491+1.92716537*LN(diam)+1.00282618*LN(alt))	*Vitex*	Microcuenca

Dónde:

V.=Volumen individual (m3).

diam= Diámetro normal a lá altura del pecho (m).

alt= Altura (m).

EXP= Funcion exponencial

LN= Logaritmo natural.

4. Estimación del número promedio de individuos por especie y luego se extrapolo por hectárea (ha), para esto se utilizaron las siguientes ecuaciones:

Estrato arbóreo;

Proyecto: $D/ha = \frac{\text{No.ind.}}{0.570}$; $AB/ha = \frac{\text{AB/total}}{0.570}$; $CC/ha = \frac{\text{CC/total}}{0.570}$; $V/ha = \frac{\text{Vol./total}}{0.570}$

Microcuenca: $D/ha = \frac{10{,}000*\text{ds}}{1000}$; $AB/ha = \frac{10{,}000*\text{ABi}}{1000}$; $CC/ha = \frac{10{,}000*\text{CCi}}{1000}$; $V/ha = \frac{10{,}000*\text{Vi}}{1000}$

Estrato arbustivo/sotobosque;

Proyecto: $D/ha = \frac{\text{No.ind}}{0.570}$; $AB/ha = \frac{\text{AB/total}}{0.570}$; $CC/ha = \frac{\text{CC/total}}{0.570}$; $V/ha = \frac{\text{Vol./total}}{0.570}$

Microcuenca: $D/ha = \frac{10{,}000*\text{ds}}{500}$; $AB/ha = \frac{10{,}000*\text{ABi}}{500}$; $CC/ha = \frac{10{,}000*\text{CCi}}{500}$; $V/ha = \frac{10{,}000*\text{Vi}}{500}$

Estrato herbáceo;

Microcuenca y Proyecto: $D/ha = \frac{10{,}000*ds}{1}$; $CC/ha = \frac{10{,}000*\text{CCi}}{1}$;

Dónde:

D/ha= Densidad estimada por hectárea;

AB/ha= Área basal estimada por hectárea;

CC/ha= Cobertura de copa por hectárea;

y V/ha= Volumen por hectárea;

10,000= Superficie (m2) correspondientes a una hectárea.

Ds= Densidad registrada por especie en cada sitio de muestreo

1000= Superficie (m2) de un sitio de muestreo arbóreo.

500= Superficie (m2) de un sitio de muestreo arbustivo.

1= Superficie (m2) de un sitio de muestreo herbáceas.

5. El siguiente paso fue sumar los valores calculados, tanto del AB, CC y Vol, por especie, para obtener el valor total de las variables calculadas.

6. Posteriormente se multiplico el valor total de cada una de estas, ya convertidas a hectáreas, por la superficie propuesta para el CUSTF, obteniendo de esta manera los valores finales de cada especie.

II.2.5.2. Resultados obtenidos para la estimación del volumen por especie en hectáreas (V.T.A) y para la superficie propuesta para el CUSTF.

En la Tabla II.19 y II.20, se presentan los resultados estimados para el estrato arbóreo y arbustivo y/o sotobosque. La superficie **solicitada para el CUSTF corresponde a 5,700 m² (0.570 ha)**. L**os datos y secuencia del cálculo se presentan en el archivo Excel denominado "*A_2.2.1_Coord_dtu_*".**

- ✓ **ESTRATO ARBÓREO.**

Se registra una composición de **12 especies**, estimando una afectación potencial de 93 individuos, los cuales representan un **volumen total de 33.452 m³** (Tabla II.19). Mientras que la **estimación por hectárea de la densidad fue de 163 individuos y un volumen por hectárea estimado de 58.688 m³/ha**. Las especies que se verán más afectadas serán *Phitecellobium dulce, Delonix regia* y *Enterolobium cyclocarpum* en cuanto a volumen y densidad, en una superficie para el CUSTF de 0.570 ha. Se destaca también que *P. dulce* y *E. cyclocarpum* se consideran dentro del plan de trabajo del rescate y reubicación de los individuos jóvenes o en forma de semilla. Este estrato presenta una altura promedio de 11.8 metros y un diámetro normal de 30.3 cm.

- ✓ **ESTRATO ARBUSTIVO Y/O SOTOBOSQUE.**

Se ha registrado una composición de 7 especies, estimando un volumen total de 0.206 m³, y una afectación en cuanto a la densidad de 89 individuos. Mientras que se ha estimado un volumen por hectárea de 0.361 m³ y una densidad de 156 individuos/hectárea. Las especies más afectadas serán *Ricinus comunnis, Leucaena lanceolata* y *Phitecellobium dulce* (Tabla II.20).

- ✓ **HERBÁCEO.**

Este se encuentra bien representado, por 11 especies y estimaciones de densidades promedio por hectárea de 23,000 individuos (Tabla II.21)

En total se estima se removerán**, por el CUSTF, 182 individuos**, los cuales suman un **volumen de 33.658 m³**, de manera conjunta el **estrato arbóreo y arbustivo**. Como se muestra, las condiciones de la vegetación presentes en el proyecto, se encuentran perturbadas fuertemente en su estructura, lo cual se refleja individuos poco desarrollados y dispersos.

Tabla II.19. Estimación de existencias reales totales por hectárea y especie para el estrato arbóreo.

NO.	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	D.N. x (cm)	ALTURA x (m)	E.R. (ha) INDIVIDUOS	E.R. (ha) A.B. (m²)	E.R. (ha) VOL. (m³)	E.R.T (CUSTF) INDIVIDUOS	E.R.T (CUSTF) A.B. (m²)	E.R.T (CUSTF) VOL. (m³)	NOM 59	LISTA ROJA
1	Burseracea	*Bursera simaruba*	Papelillo	18.0	11.0	2	0.045	0.288	1	0.025	0.164	-	LC
2	Palmeras	*Cocos nucifera*	palma de coco	28.8	11.5	7	0.463	2.316	4	0.264	1.320	-	-
3	Fabaceas	*Delonix regia*	Framboyan	17.4	10.9	54	1.450	7.007	31	0.827	3.994	-	LC
4	Fabaceas	*Enterolobium cyclocarpum*	Huanacaxtle	99.0	17.0	2	1.350	13.348	1	0.770	7.608	-	LC
5	Moraceae	*Ficus insipida*	Higuera estranguadora	27.7	17.0	5	0.319	2.881	3	0.182	1.642	-	LC
6	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guasima	14.3	9.8	11	0.194	1.240	6	0.110	0.707	-	LC
7	Fabaceas	*Leucaena lanceolata*	Guaje	8.0	4.1	2	0.009	0.021	1	0.005	0.012	-	-
8	Anacardiaceae	*Mangifera indica*	Mango	58.0	15.0	2	0.464	2.731	1	0.264	1.556	-	-
9	Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	Guamuchilt	32.5	12.0	39	4.016	16.971	22	2.289	9.674	-	LC
10	Salicaceae	*Salix humboldtiana*	Sauce	22.5	9.0	4	0.164	0.878	2	0.094	0.500	-	LC
11	Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Amapa	22.4	13.5	18	0.897	8.744	10	0.511	4.984	-	LC
12	Combretaceae	*Terminalia catappa*	Almendro	15.5	10.5	19	0.385	2.265	11	0.219	1.291	-	
			TOTAL	**30.3**	**11.8**	**163**	**9.756**	**58.688**	**93**	**5.561**	**33.452**		

Tabla II.20. Estimación de existencias reales totales por hectárea y especie para el estrato arbustivo.

NO.	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	D.N. x (cm)	ALTURA x (m)	E.R. (ha) INDIVIDUOS	E.R. (ha) A.B. (m²)	E.R. (ha) VOL. (m³)	E.R.T (CUSTF) INDIVIDUOS	E.R.T (CUSTF) A.B. (m²)	E.R.T (CUSTF) VOL. (m³)	NOM 59	LISTA ROJA
1	Fabaceas	*Delonix regia*	Framboyan	1.0	1.2	4	0.000	0.006	2	0.000	0.003	-	LC
2	Fabaceas	*Leucaena lanceolata*	Guaje	2.7	2.8	30	0.019	0.031	17	0.011	0.018	-	-
3	Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	Guamuchilt	2.5	2.5	28	0.021	0.027	16	0.012	0.015	-	LC
4	Fabaceae	*Prosopis juliflora*	Mezquite mareño	2.4	2.4	25	0.012	0.016	14	0.007	0.009	-	-
5	Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	Higuerilla	2.4	3.6	58	0.033	0.242	33	0.019	0.138	-	-
6	Combretaceae	*Terminalia catappa*	Almendro	4.4	4.4	9	0.014	0.039	5	0.008	0.022	-	-
7	Fabaceae	*Vachellia hindsii*	Jarretadera	1.6	1.2	4	0.001	0.001	2	0.000	0.000	-	-
			TOTAL	**2.4**	**2.6**	**156**	**0.101**	**0.361**	**89**	**0.057**	**0.206**		

Tabla II.21. Estimación de existencias reales totales por hectárea y especie para el estrato herbáceo.

				ATRIBUTOS		E.R./ha		E.R.T (CUSTF)				
NO.	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DC X (cm)	ALTURA X (m)	COBERTURA X (m²)	INDIVIDUOS	COBERTURA X (m²)	INDIVIDUOS	CLAVE ESPECIE	NOM 59	IUCN (LISTA ROJA)
1	Amaranthaceae	*Amaranthus spinosus*	Quelite	0.08	0.18	51	20000	29	11400	As	-	-
2	Poaceae	*Andropogon gayanus*	Zacate llanero	0.31	0.54	506	30000	289	17100	Ag	-	-
3	Aristolochiaceae	*Aristolochia carterae*	hoja corazon	0.44	0.69	2894	20000	1649	11400	Ac	-	-
4	Convolvulaceae	*Distimake quinquefolius*	Pata de pollo	0.65	0.60	1891	10000	1078	5700	Dq	-	-
5	Poaceae	*Lasiacis ruscifolia*	Carricillo	0.22	0.33	479	20000	273	11400	Lr	-	-
6	Fabaceae	*Mimosa pigra*	Sierrilla	0.08	0.37	29	10000	16	5700	Mp	-	LC
7	Asteraceae	*Parthenium hysterophorus*	Flor blanca	0.41	0.54	1505	20000	858	11400	Ph	-	-
8	Poaceae	*Paspalum paniculatum*	Zacate 1	0.31	0.25	754	16667	430	9500	Pp	-	-
9	Solanaceae	*Physalis pubescens*	Tomatillo	0.13	0.22	330	40000	188	22800	Ppu	-	LC
10	Verbenaceae	*Priva lappulacea*	Pega pega	0.35	0.38	548	10000	313	5700	Pl	-	-
11	Malvaceae	*Sida acuta*	Malva	0.30	0.62	3846	60000	2192	34200	Sa	-	-
			TOTAL	**0.30**	**0.43**	**12833**	**256667**	**7315**	**146300**			

II.2.6. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo

Como es bien sabido, que los recursos forestales proveen una gran cantidad de bienes y servicios, los cuales los han clasificados como de regulación (proveen el soporte de las actividades económicas y bienestar humano); Función de producción (Provee recursos básicos oxígeno, agua, madera etc); Función de soporte (hábitats, bosques, pesca, etc); Función de información (Investigación, cultural, etc). Y de esto se ha llegado a clasificarlos para darles una valoración aproximada, aunque si bien es cierto a pesar de estos beneficios, algunos autores sugieren que aún no se reconoce a detalle el valor económico de los recursos biológicos (WBI, 2000; Ojea *et al*, 2011; CONABIO, 1998).

Los servicios ambientales son el conjunto de beneficios que la naturaleza genera, para satisfacer las necesidades de los seres vivos (Wunder, 2006; Zapata, 2006; Návar, 2005; Torres y Guevara, 2005; INE,2002; CONAFOR, 2001; CONAFOR, 2001a) citados por Prieto *et al.,* 2007).

Se sugiere que la valoración económica, se determinen desde un punto de vista de conservación y gestión basada en ecosistemas (enfoque de servicios ecosistémicos), y no como actualmente se ha intentado hacer mediante la valoración individual de los componentes de los ecosistemas, tales como madera, fauna, tierra, agua entre otros. Dicho marco conceptual relaciona las funciones del ecosistema y la biodiversidad con los beneficios que generan para el bienestar humano, tal y como se muestran en la Imagen II.13. (Ojea *et al*, 2011).

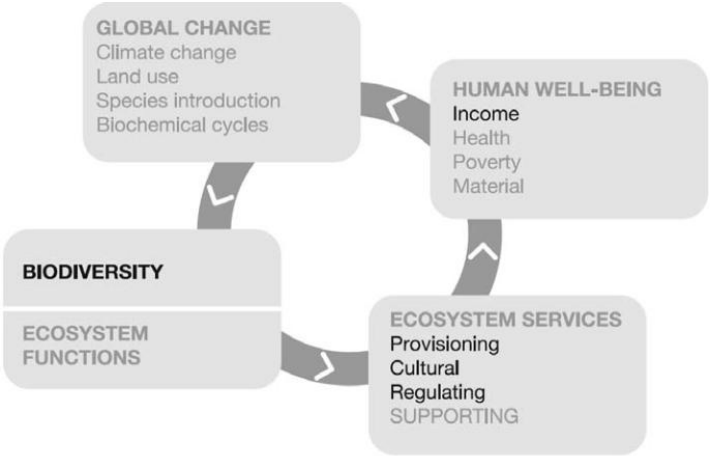


Imagen II.13. Marco conceptual del enfoque ecosistémico (Fuente: Tomado de Ojea *et al*, 2011: Adaptado por MA (2005)).

II.2.6.1. Identificar el volumen total por especie, aquellos correspondientes a las materias primas comercializables (Uso directo).

No en todos los casos, se podrán obtener productos forestales comercializables, ya que gran parte de las especies no representan un valor comercial importante en el mercado. Sin embargo, casi todas las especies son utilizadas de manera local con fines de uso doméstico o autoconsumo (como leña, frutos, postes para casas y cercados etc). Las especies identificadas dentro del Proyecto no representan un valor comercial importante, ya que no cuentan con las características deseables. Sin embargo, si existe un mercado local, como leña. Por lo tanto, considerando este factor, existen posibilidades de que la materia prima pueda ser empleada para el uso mencionado, y en dado caso que así suceda, los residuos maderables resultantes del CUSTF, podrán extraerse con remisiones forestales y de esta manera podrán obtener productos forestales comercializables (DOF, 2019).

Por lo tanto, basándonos en publicaciones oficiales y artículos científicos, y en otros casos, se tomó de referencia los precios locales, acorde al uso del recurso.

Entre los archivos revisados se encuentra información publicada por: CONAFOR (2024); CONABIO (1998); INECC-SEMARNAT (2015); y Deveze (2016), los cuales enlistan en sus análisis un valor económico aproximado tanto de productos individuales, como de un conjunto de bienes y servicios que pueden generar dichas condiciones ecosistémicas similares a las del área del Proyecto. De la misma manera, otro elemento inherente a la presencia de cobertura vegetal es la fauna silvestre que convive en estas condiciones. Es importante señalar también, la importancia que tienen dentro del hábitat, y por esta razón también se contempla su valoración económica basado en valor cinegético y/o de ornato (Pérez, 2020; Aquino *et al*, 2007; y Cantú *et al*, 2011).

Solo dos especies, de las registradas, cuenta con mercado importante con fines maderables, las cuales forman parte del estrato arbóreo, tal es el caso de *E. cyclocarpum* y *T. rosea*, las cuales se sabe cuentan con un valor alto con fines para madera aserrada. El resto de las especies son utilizadas para leña o para la construcción de casas, por las personas que habitan en localidades rurales cercanas a la ciudad de Puerto Vallarta. De la misma manera, el hábitat que conforman las especies en el Predio juega un papel importante para el desarrollo de fauna silvestre, sobre todo para el grupo de aves. El valor económico por metros cubico (m^3) asignado, se ha determinado en base a los precios nacionales publicados por CONAFOR (2024), y de la misma manera, a los precios que la gente, en localidades rurales cercanas, comercializan los productos localmente, por lo tanto, es un valor aproximado para cada especie.

La información se presenta en las Tabla II.22, 23 y 24, donde se ha estimado, una aproximación, del valor económico por las materias primas maderables de **$31,536 pesos**.

Tabla II.22. Valor estimado de los recursos maderables y no maderables para el estrato arbóreo del Proyecto.

					E.R.T				
NO.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DN X (cm)	ALTURA X (m)	VOLUMEN (m³) A REMOVER	INDIVIDUOS A REMOVER	VALOR (MX) PESOS/m³	VALOR $	USO
1	*Bursera simaruba*	Papelillo	18.0	11.0	0.164	1	$1,586.0	$260	Maderable
2	*Cocos nucifera*	Palma de coco	28.8	11.5	1.320	4	$1,586.0	$2,094	Ornato y maderable
3	*Delonix regia*	Framboyan	16.8	10.6	3.994	31	$433.0	$1,729	Leña y postes
4	***Enterolobium cyclocarpum***	**Huanacaxtle**	**99.0**	**17.0**	**7.608**	**1**	**$1,586.0**	**$12,067**	**Maderable**
5	*Ficus insipida*	Higuera estranguadora	27.7	17.0	1.642	3	$433.0	$711	Leña y postes
6	*Guazuma ulmifolia*	Guasima	14.3	9.8	0.707	6	$433.0	$306	Leña y postes
7	*Leucaena lanceolata*	Guaje	8.0	4.1	0.012	1	$433.0	$5	Leña y postes
8	*Mangifera indica*	Mango	58.0	15.0	1.556	1	$433.0	$674	Leña y postes
9	*Pithecellobium dulce*	Guamuchilt	32.5	12.0	9.674	22	$433.0	$4,189	Leña y postes
10	*Salix humboldtiana*	Sauce	22.5	9.0	0.500	2	$433.0	$217	Leña y postes
11	***Tabebuia rosea***	**Amapa**	**22.4**	**13.5**	**4.984**	**10**	**$1,586.0**	**$7,905**	**Maderable**
12	*Terminalia catappa*	Almendro	15.5	10.5	1.291	11	$433.0	$559	Leña y postes
					33.452	**93**		**$30,715**	

Tabla II.23. Valor estimado de los recursos maderable y no maderables registrados en el Proyecto (CUSTF), por especie, para el estrato arbustivo.

					E.R.T.				
NO.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DN X (cm)	ALTURA X (m)	VOLUMEN (m³) A REMOVER	INDIVIDUOS A REMOVER	VALOR (MX) PESOS/m³	VALOR $	USO
1	*Delonix regia*	Framboyan	1.0	1.2	0.003	2	$433.0	$1	Leña y postes
2	*Leucaena lanceolata*	Guaje	2.7	2.8	0.018	17	$433.0	$8	Leña y postes
3	*Pithecellobium dulce*	Guamuchilt	2.5	2.5	0.015	16	$433.0	$7	Leña y postes
4	*Prosopis juliflora*	Mezquite mareño	2.4	2.4	0.009	14	$433.0	$4	Leña y postes
5	*Ricinus communis*	Higuerilla	2.4	3.6	0.138	33	$433.0	$60	No maderable
6	*Terminalia catappa*	Almendro	4.4	4.4	0.022	5	$433.0	$10	Leña y postes
7	*Vachellia hindsii*	Jarretadera	1.6	1.2	0.000	2	$433.0	$0	Leña y postes
					0.206	**89**		**$89**	

Tabla II.24. Valor estimado de los recursos maderables y no maderables registrados en el Proyecto (CUSTF), por especie, para el estrato herbáceo.

					E.R.T			
NO.	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	DC X (cm)	ALTURA X (m)	INDIVIDUOS A REMOVER	VALOR PESOS/m³	VALOR $	USO
1	*Amaranthus spinosus*	Quelite	0.08	0.18	11400	0.005	$57.0	No maderable
2	*Andropogon gayanus*	Zacate llanero	0.31	0.54	17100	0.005	$85.5	No maderable
3	*Aristolochia carterae*	hoja corazon	0.44	0.69	11400	0.005	$57.0	No maderable
4	*Distimake quinquefolius*	Pata de pollo	0.65	0.60	5700	0.005	$28.5	No maderable
5	*Lasiacis ruscifolia*	Carricillo	0.22	0.33	11400	0.005	$57.0	No maderable
6	*Mimosa pigra*	Sierrilla	0.08	0.37	5700	0.005	$28.5	No maderable
7	*Parthenium hysterophorus*	Flor blanca	0.41	0.54	11400	0.005	$57.0	No maderable
8	*Paspalum paniculatum*	Zacate 1	0.31	0.25	9500	0.005	$47.5	No maderable
9	*Physalis pubescens*	Tomatillo	0.13	0.22	22800	0.005	$114.0	No maderable
10	*Priva lappulacea*	Pega pega	0.35	0.38	5700	0.005	$28.5	No maderable
11	*Sida acuta*	Malva	0.30	0.62	34200	0.005	$171.0	No maderable
					146300		**$732**	

FUENTE: CONAFOR. 2024. Sistema de Precios de Productos forestales Maderables (SIPRE); Primer semestre 2024. Coordinación General de Producción y Productividad Gerencia de Abasto, Transformación y Mercados. Zapopan, Jalisco, Mex.

Precios de maderas preciosas y otras tropicales

1	Precios de madera en rollo libre a bordo brecha y planta ($/m³)			
Especie	Largas dimensiones primarios		Largas dimensiones secundarios	
	Brecha ($)	Planta ($)	Brecha ($)	Planta ($)
Caoba	$5,500	$5,750	$3,500	
Cedro	$6,000	$7,000	**$4,000**	
Melina	$1,567	-		
Teca	$3,134	-		
Tzalam	$2,700	$3,708		
Otras especies	**$1,650**	**$2,624**	**$603**	**$1,716**

2	Precios de madera en pie ($/m³)
Especie	Precio
Caoba	**$3,767**
Cedro	$4,000
Melina	$867

Teca	$1,900
Tzalam	$1,643
Otras especies	**$1,586**

3

PRECIOS DE MADERA TROPICAL ASERRADA ($/PIE TABLA).			
	Largas dimensiones (>=8´)		**Cortas**
Especie	**Selecta (Pt)**	**Mil run (Pt)**	**dimensiones (<8´) Pt**
Caoba	$46	$39	$28
Cedro	$24	-	$20
Melina	-	$21	-
Teca	$59	$58	$22
Tzalam	-	$38	-
Otras especies	$32	-	$25

4

PRECIOS DE MADERA TROPICAL CARBÓN VEGETAL ($/TONELADA).		
$/tonelada	**$/m³**	**Estados que reportan**
$7,375	$1,475	Guanajuato
$6,500	$1,300	Guanajuato
$8,000	$1,600	Guanajuato
$4,214	$843	Tamaulipas
$4,000	$800	Tamaulipas
$5,000	$1,000	Tamaulipas
$5,800	**$1,160**	**Nayarit (Directo con el comprador)**

5

PRECIOS DE MADERA TROPICAL ASTILLA ($/M³).	
$/m³	**Estados que reportan**
$390	Jalisco
$350	Tabasco
$370	**Promedio**

PRECIOS DE MADERA TROPICAL LEÑA ($/M³).	
$/m³	**Estados que reportan**
$670	Puebla
$488	Hidalgo
$300	Chihuahua
$273	Oaxaca
$433	**Promedio**

Como se observa, el **estrato arbóreo**, representa la mayor estimación económica, seguido por el **estrato arbustivo y herbáceo**. Estos últimos dos estratos, no representan un valor económico importante, ya que no son comercializables. Sin embargo, la composición de estos estratos también es relevante para el desarrollo de fauna silvestre (aves y pequeños mamíferos) y uso doméstico local, por lo tanto, se le dio un valor aproximado de acuerdo con la potencialidad de producción de frutos o semillas disponibles para la fauna local.

II.2.6.2. Estimación del valor económico de los recursos faunísticos (Directo e indirecto).

Se consideró incluir el valor potencial de ejemplares de **fauna silvestre** registrados durante el muestreo de campo, de los grupos de **mamíferos, herpetofauna y aves**, los cuales se presentan en las Tablas II.25, II.26 y II.27.

Tabla II.25. Estimación económica de ejemplares de mamíferos registrados en el área.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. IND. REGISTRADOS	VALOR APROX. EJEMPLARES ($)	VALOR TOTAL CAPTURA ($)	VALOR TOTAL ($)
Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	2	$180	$285	$285
		TOTAL	**2**		**$285**	**$285**
³Fuente:	De acuerdo con el valor que las personas de la zona, así como de comunidades y ejidos le dan de manera local, en la zona.					

Tabla II.26. Estimación económica de ejemplares de herpetofauna registrados en el área.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. IND. REGISTRADOS	VALOR APROX. EJEMPLARES ($)	VALOR TOTAL CAPTURA ($)	VALOR TOTAL ($)
Hylidae	Agalychnis dacnicolo	Ranita Verduzca**	1.6	$4,489	$7,108	$7,108
Anolidae	Anolis nebulosus³	Abaniquillo del Pacífico	1.6	$350	$554	$554
Iguanidae	Iguana iguana²	Iguana verde	1.6	$4,500	$7,125	$7,125
		TOTAL	**4.8**			**$14,787**
¹Fuente	G. Perez. 2020. aproximación del valor económico del tráfico ilegal de vida silvestre en México. El semestre de las especialidades 1-2. 101-195.					

Tabla II.27. Estimación económica de ejemplares de aves registrados en el área.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. IND. TOTALES	VALOR APROX. EJEMPLAR ($)	VALOR TOTAL CAPTURA ($)	VALOR APROXIMADO AVISTAMIENTO/AÑO($)	VALOR TOTAL ($)
Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe Corona Negra	3	$175	$529	$447,689	$14,568
Icteridae	Cassiculus melanicterus	Cacique mexicanno	7	$175	$1,176		$32,374
Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	8	$175	$1,411		$38,849
Columbidae	*Columbina passerina*	Tortolita Pico Rojo	6	$175	$1,058		$29,136
Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	11	$175	$1,940		$53,417
Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado	6	$175	$1,058		$29,136
Icteridae	*Icterus spurius*	Calandria Castaña	4	$175	$706		$19,424
Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	12	$175	$2,117		$58,273
Cardinalidae	Passerina caerulea	Pico gordo azul	6	$300	$1,814		$29,892
Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma Morada	6	$175	$1,058		$29,136
Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	5	$175	$882		$24,280
Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas Cardenalito	2	$175	$353		$9,712
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	8	$175	$1,411		$38,849
Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltador Gris Mesoamericano	4	$175	$706		$19,424
Parulidae	*Setophaga nigrescens*	Chipe Negrogris	2	$175	$353		$9,712
Troglodytidae	*Thryophilus sinaloa*	Saltapared Sinaloense	3	$175	$529		$14,568

Turdidae	*Turdus rufopalliatus*	Mirlo Dorso Canela	3	$175	$529		$14,568
			96		**$17,631**	**$447,689**	**$465,320**
[1]Fuente	G. Perez. 2020. Aproximacion del valor economico del trafico ilegal de vida silvestre en México. El semestre de las especialidades 1-2. 101-195.						
[2]Fuente:	Cantú, J. C.; Gómez de Silva, H. y M. E. Sánchez. 2011. El Dinero Vuela: El Valor Económico del Ecoturismo de Observación de Aves. Defenders of Wildlife. Washington. 56 pp.						

II.2.6.3. Valor económico de los recursos forestales de uso indirecto (Servicios ambientales).

Considerando las revisiones de artículos científicos y documentos oficiales, referentes al valor económico de los servicios ecosistémicos en su conjunto, por la presencia de cobertura vegetal actual, la cual aún mantiene fluctuación de fauna silvestre, protección del suelo, captación e infiltración de agua, así como almacenamiento de carbono, en el sitio. El valor económico estimado para el área donde se pretende realizar el CUSTF (0.570 ha), se presentan en las siguientes Tablas.

Tabla II.28. Estimación económica del sitio de CUSTF, de acuerdo con su valor funcional (uso indirecto), **captura de carbono**.

TIPO DE BOSQUE	VALOR DEPOSITO CARBONO US$*/HA	VALOR DEPOSITO CARBONO $ MN/HA	VALOR TOTAL (MX$)
Bosque templado caducifolio	$600.0	$0.0	$0.0
Bosque tropical caducifolio	$1,800.0	$0.0	$0.0
Bosque templado	$3,000.0	$0.0	$0.0
Bosque tropical subperennifolio	**$3,600.0**	**$74,448.0**	**$42,435.4**
Costo dólar actual (MN) 2025	**20.68**		
Superficie CUSTF	**0.570**		

Tabla II.29. Estimación económica del sitio de CUSTF, de acuerdo con su valor funcional (uso directo), **servicios ambientales hidrológicos y de biodiversidad**.

SERVICIOS AMBIENTALES (POR COBERTURA VEGETAL)	TIPO VEGETACIÓN	VALOR US$/HA	VALOR $ MN/HA	VALOR TOTAL (MX$)
PSAH (Mantener cobertura Arborea)	Selva mediana subcaducifolia	$53.19	$1,100.0	$627.0
PSAB (Biodiversidad, refugio, protección, alimento etc.)	Selva mediana subcaducifolia	$24.18	$500.0	$285.0
PSA-FPB (Fondo patrimonial de biodiversidad)	Selva mediana subcaducifolia	$1.76	$36.4	$20.7
Evitar sedimentación	Selva mediana subcaducifolia	$3.16	$65.3	$37.2
Caudal y suministro de agua y valor de uso en el hábitat	Selva mediana subcaducifolia	$3.03	$62.7	$35.7
Permanencia y continuidad de flujo de agua	Selva mediana subcaducifolia	144.74	$2,993.2	$1,706.1
Suministro de agua	Selva mediana subcaducifolia	22.14	$457.9	$261.0
Flujo de agua continua y regulacion de sedimentos	Selva mediana subcaducifolia	1.18	$24.4	$13.9
Disponibilidad de agua potable (calidad y cantidad)	Selva mediana subcaducifolia	$144.74	$2,993.2	$1,706.1
Captación y almacenamiento de agua	Selva mediana subcaducifolia	$51.58	$1,066.7	$608.0
Calidad de agua	Selva mediana subcaducifolia	$147.75	$3,055.5	$1,741.6
Regulación de agua y recreo	Selva mediana subcaducifolia	$6,016.55	$124,422.3	$70,920.7
Evita la erosión del suelo (Protección)	Selva mediana subcaducifolia	$53.19	$1,100.0	$627.0
Prácticas de Ecoturismo de naturaleza	Selva mediana subcaducifolia	$46.5	$783.5	$238.3
			Total	**$78,201.5**
Costo dólar actual (MN) 2025	**20.68**			
Superficie CUSTF	**0.570**			

Tabla II.30. Estimación económica del sitio de CUSTF, de acuerdo con su valor funcional (uso indirecto), evitar la **salinización, tratamientos de agua y grado farmacéutico**.

CONCEPTO	TIPO VEGETACIÓN	VALOR US$/HA	VALOR $ MN/HA	VALOR TOTAL (MX$)
Evitar salinización	Selva mediana subcaducifolia	$160.0	$3,308.80	$1,886.02
Tratamiento de agua (proceso de filtración)	Selva mediana subcaducifolia	$50.0	$1,034.00	$589.38
Valor farmacéutico	Selva mediana subcaducifolia	$6.0	$124.08	$70.73
			Total	**$2,546.1**
Costo dólar actual (MN) 2025	**20.68**			
Superficie CUSTF	**0.570**			

De acuerdo con las estimaciones de la **abundancia para fauna silvestre y las E.R.T. para el área del Proyecto**, se **estima un valor económico** total, aproximado, de los recursos forestales de **$634,872.47 pesos,** para una **superficie de 0.570 hectáreas** (Tabla II.31).

Tabla II.31. Estimación económica total para el área donde se pretende realizar el CUSTF.

CONCEPTO	$ TOTAL CUSTF
Valor directo:	**(0.570 ha)**
1. Vegetación (maderable, postes, varetas, farraje etc.). Estrato arboreo, arbustivo y herbaceo	$31,535.96
2. Fauna silvestre (usos locales y comerciales)	$480,391.9
Valor indirecto (funcional):	
1. Captura de carbono	$42,435.4
2. Servicios ambientales hidrológicos (calidad agua, evitar sedimentación y erosión, infiltración, captura, almacenamiento etc.)	$77,963.2
3. Evitar salinización de agua, tratamiento natural del agua y grado farmacéutico	$2,546.1
Total	**$634,872.47**

II.2.7. Operación y mantenimiento

La etapa de operación del proyecto se refiere a la habitabilidad de los departamentos y uso y disfrute de las áreas comunes, incluyendo la administración de las instalaciones, además de actividades de muestra y venta de los condominios y promoción de productos y servicios el área comercial, así como actividades relacionadas con el mantenimiento de tipo preventivo y correctivo de las instalaciones.

La diferencia entre las actividades de operación y las de mantenimiento están dadas en función de la frecuencia con la que se realicen dichas actividades. Considerando “operación” a las actividades diarias, cada tercer día o hasta semanales y posterior a estos intervalos se considera “mantenimiento”.

Dicho esto, gran parte del mantenimiento de este tipo de proyecto habitacionales, consiste en la verificación del correcto funcionamiento de las instalaciones hidrosanitarias, eléctricas, equipos de bombas y electromecánicos, retoque de pintura y/o barniz en muros interiores y exteriores, verificación de los herrajes y elementos de cierre y apertura de puertas y ventanas, limpieza de las áreas exteriores como terrazas, alberca, área de asoleadero, andadores y demás áreas de circulación, así como la aplicación de productos de desinfección en alberca y limpieza, poda, fertilización y riego de las áreas de jardín.

Estas actividades serán realizadas por parte del propietario o administración del proyecto a través del personal contratado para tal fin. Dada la naturaleza del proyecto, en la etapa de operación y mantenimiento se requerirá personal permanente y personal eventual. El personal permanente estará integrado por el personal administrativo, personal de limpieza y guardia de seguridad, mientras que el personal eventual será aquél integrado por los técnicos y especialistas subcontratados para la revisión, limpieza y en su caso, mantenimiento programado de los equipos

especiales de la alberca, equipos de bombas, equipos de aire acondicionado, elevador, equipos de cómputo y demás instalaciones que lo requieran. En la siguiente tabla se muestra el personal permanente y eventual para la etapa en referencia.

Categoría	Personal proyectado
Personal de Operación Permanente	
Personal operativo: administrador, auxiliar administrativo/recepcionista, personal de limpieza y guardia de seguridad	20
Personal de mantenimiento eventual	
Personal de mantenimiento: servicio de mantenimiento de jardinería, de equipos de alberca, de aire acondicionado, de impermeabilización, pintores, servicios de fontanería y/o electricidad, carpintero/ebanista, aluminero/herrero, servicios de mantenimiento a la red de voz y datos y servicio de mantenimiento al elevador.	15
Total de persona para operación y mantenimiento	**35**

Con la finalidad de evitar el almacenamiento de materiales y/o sustancias peligrosas dentro del proyecto, se prevé contratar los servicios especializados para cada una de las actividades requeridas, de tal manera que las personas físicas o morales que se contraten, deberán estar debidamente establecidas y autorizadas con la autoridad competente. La finalidad es que los responsables de cada tipo de reparación o actividad traigan consigo el equipo y material requerido para cada evento y de la misma manera, se retire del sitio del proyecto cualquier tipo residuo generado en dicho proceso. Así mismo, los productos de limpieza domésticos se almacenarán en cantidades que no representen riesgo.

II.2.7.1. Programa de trabajo.

En la Tabla II.32 se desglosan las actividades del Proyecto.

Actividades relacionadas con la operación y mantenimiento	Frecuencia
Operación de condominios, áreas comunes, área comercial y área exterior	
Administración de las instalaciones	Desde el inicio de las actividades de operación y
Actividades en el área de lobby-recepción	
Actividades de alimentación y descanso	
Actividades de recreación en las áreas comunes	

Seguridad y vigilancia de las instalaciones	durante la vida útil del proyecto
Limpieza de las instalaciones y áreas en general	
Venta y promoción de los condóminos y zona comercial	
Suministros de insumos en el área comercial	Semanalmente
Riego de la áreas de jardín	Tres veces a la semana
Recolección, traslado y disposición final de residuos por la empresa autorizada por el H. Ayuntamiento de Puerto Vallarta, Jalisco.	Tres veces a la semana
Limpieza y aplicación de productos de desinfección del agua de la alberca	Tres veces a la semana
Actividades de mantenimiento	
Revisión general de la estructura para detectar posibles daños del sistema constructivo	Anualmente
Tratamiento a fachadas y azoteas (grietas y fisuras); incluye retoque de pintura	Anualmente
Reparación y mantenimiento de las áreas de circulación y áreas exteriores	Anualmente
Revisión y limpieza del mobiliario exterior, incluye sustitución de elementos dañados	Si se requiere
Revisión, limpieza y en su caso aplicación de productos para el control de plagas y enfermedades y/o sustitución de los elementos de madera en pergolado de azotea	Si se requiere
Impermeabilización en azoteas	Cada tres años
Revisión y mantenimiento de los equipos, accesorios e instalaciones de la alberca y cisternas	Semestralmente
Revisión del estado de muebles de baño como lavabos, inodoros, regaderas, coladeras, así como grifos y cañerías	Mensualmente
Mantenimiento a equipos de aire acondicionado	Semestralmente
Mantenimiento a los equipos de cómputo, incluye la red de voz y datos	Anualmente
Verificación de las tuberías de agua potable y de drenaje sanitario y pluvial, sus respectivos registros y puntos de conexión. Verificación de ductos de gas	Semestralmente
Revisión y mantenimiento a la red eléctrica, incluye la verificación de tableros, cableado, enductado, centros de carga y transformador	Anualmente
Revisión y en su caso reemplazo de equipos de iluminación	Anualmente
Limpieza, repintado y/o remplazo de señalizaciones, elementos de iluminación y contenedores de residuos por medios manuales	Anualmente
Aplicación de fertilizantes, productos para el control de plagas y enfermedades y, si se requiere, remplazo de vegetación dañada.	Trimestralmente
Verificación y tratamiento de tornillería y herrajes; comprobación del correcto funcionamiento de los mecanismos de cierre y de maniobra	Anualmente
Renovación de los acabados lacados de puertas y ventanas. Inspección del anclaje de los marcos de las puertas a las paredes	Cada diez años
Recolección, traslado y disposición final de residuos por la empresa autorizada por el H. Ayuntamiento de Bahía de Banderas	Tres veces a la semana o conforme ocupación
Acopio de residuos de plástico y cartón por la alguna asociación civil del ramo	Quincenalmente

Además, con la finalidad de mitigar impactos al medio ambiente durante estas etapas, se equipará a las instalaciones con elementos disponibles en el mercado y que contribuyan a disminuir los impactos al ambiente, tales como agotamiento de recursos, la disminución de emisiones de GEI

(Gases Efecto Invernadero), contaminación del suelo y agua y realizar una gestión adecuada de los residuos.

II.2.8. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

No se contempla el abandono del sitio, ya que el abandono de infraestructura de este tipo, tiene muy bajas probabilidades de que suceda, no obstante, se definirá con base a un peritaje de ingeniería en el que se demuestre si las obras deben ser demolidas o rehabilitadas en un periodo de vida útil de 100 años.

II.2.9. Residuos.

- ✓ **DURANTE LA PREPARACIÓN DEL SITIO**

1. RESIDUOS DE LIMPIEZA

Se llevará a cabo la recolección del material terrícola que sea derivado de la excavación, que será puesto a disposición en lugares autorizados por el Ayuntamiento. Se realizará la reutilización al material que pueda funcionar para tales fines. De la misma manera, se llevarán acciones de limpieza de residuos sólidos como trozos de madera, cartón, algunas ramas, empaques de plástico, basura orgánica, etc. Mismos que serán puestos a disposición en contenedores con tapadera para evitar la generación de vectores, y su recolección se realizará por parte del Ayuntamiento.

Tabla II.32. Cronograma de actividades del Proyecto.

		AÑO 1 (BIMESTRE)						AÑO 2 (BIMESTRE)						AÑO 3 (BIMESTRE)											
No.	**Partida / Mes**	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	OBRAS:																								
	Trazado de limites																								
1	**Rescate y reubicación de flora y fauna silvestre**																								
	Actividades de reforestación y medidas de compensación																								
	Manejo de residuos sólidos y liquidos																								
	Cambio de uso de suelo																								
	Despalme																								
	Trazo																								
	Excavación, Nivelación y Relleno																								
	Preliminares																								
1.1	Movimiento de tierras																								
1.2	Estructura																								
1.3	Albañilería																								
1.4	Pisos																								
1.5	Tablaroca, Plafones Y Yesos																								
1.6	Pintura																								
1.7	Cancelería de Aluminio																								
1.8	Carpintería																								
1.9	Cocinas y electrodomésticos																								
1.10	Landscape Areas Verdes																								
1.11	Pavimento ingreso																								
1.12	Elevadores																								
1.13	Herreria																								
1.14	Instalación Hidrosanitaria																								
1.15	Instalación Eléctrica																								
1.16	Instalaciones especiales																								

1.17	Aire Acondicionado																								
1.18	Varios																								
3	**INGRESO PEATONAL**																								
4	**ESTACIONAMIENTO**																								
5	**AREA DE JARDINERIA**																								
6	**VIALIDAD ACCESO**																								
7	**OBRAS DE INFRAESTRUCTURA INTERIOR Y EXTERIOR**																								
8	**SEGUIMIENTO PROGRAMAS AMBIENTALES (5 AÑOS)**																								

- ✓ **DURANTE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS**

2. RESIDUOS SÓLIDOS

Se generarán residuos los cuales serán principalmente:

- ✓ Residuos de manejo especial (escombro)
- ✓ Residuos de construcción (cemento, escombro, pedacería de alambre y madera).
- ✓ Residuos de fierro y aluminio
- ✓ Residuos sólidos urbanos (basura) en pequeñas cantidades.

Tomando como referencia la **NOM-161-SEMARNAT-2011**, la cantidad de residuos provenientes de la excavación y construcción que se generarán no resulta relevante, por lo que no será necesario implementar un plan de manejo de estos; sin embargo, la disposición que se les dará será bajo autorización por parte del Ayuntamiento.

Respecto de los residuos como fierro y aluminio, se dará prioridad a su reciclaje y/o reutilización. Los residuos sólidos urbanos, serán dispuestos en tambos rotulados y con tapa a la entrada del predio, en los días asignados por la autoridad municipal para ser recogidos.

El sitio cuenta con servicio de recolección de basura por parte del municipio.

- ✓ **RESIDUOS SÓLIDOS**

Estos serán dispuestos y separados, en contenedores de plástico con tapadera, para posteriormente ser puestos a disposición al Ayuntamiento, aquellos que sean posibles a ser reutilizados, se les dará el uso adecuado, de acuerdo con lo especificado en sus etiquetas respectivas.

- ✓ **RESIDUOS PELIGROSOS**

Durante la etapa de construcción se utilizarán algunas sustancias peligrosas necesarias para que la maquinaria funcione adecuadamente. Gasolina, diésel, aceites, grasas que serán utilizadas en vehículos automotores, se procurará que estas sustancias no sean derramadas, dándoles el correcto mantenimiento a estos equipos, en sitios autorizados. Se abastecerán de combustible en la gasolinera más cercana al sitio del proyecto, lugar donde también se les dará el mantenimiento a los equipos en talleres autorizados.

La empresa constructora contará con una camioneta con funcionamiento a base de gasolina para los servicios de transporte de material y equipo de construcción que sean necesarios para el desarrollo del proyecto; como se mencionó anteriormente, éstas se abastecerán de combustible en la gasolinera cercanas y a la vez recibirán mantenimiento preventivo en talleres autorizados para tal fin en dicha localidad.

- ✓ **RESIDUOS LÍQUIDOS**

Se rentará un módulo de sanitario portátil por cada 5 trabajadores, el cual cuenta con su propio contenedor de desechos como se muestra en la siguiente figura. Dichos desechos serán removidos por la empresa proveedora, también será la encargada de limpieza y transporte del módulo.

Imagen II.19. Ejemplo de módulo de sanitario portátil

- ✓ **DURANTE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

1. RESIDUOS SÓLIDOS

En la etapa de operación de la casa de descanso plurifamiliar, se generarán residuos sólidos urbanos (basura); calculados sobre la base de la ocupación de éste, estimándose que podrá ser ocupada por un máximo de 10 personas en temporadas vacacionales y fines de semana, con una generación promedio de 1 kg/día/persona, por tal virtud se estarían generando un total aproximado de 10 kilogramos/día, estos serán recolectados, separados según sus características y enviados a disposición final mediante el servicio de recolección de basura por parte del municipio.

2. RESIDUOS LÍQUIDOS

Para el tratamiento de aguas residuales Se **recomienda la conexión de un Biodigestor** Autolimpiable para tratar las aguas generadas en el desarrollo. Bajo los criterios de sustentabilidad se recomienda el método de Biodigestor Autolimpiable Anaerobix.

El Biodigestor Autolimpiable Anaerobix es un sistema patentado para el saneamiento, sobre todo cuando no se cuenta con servicio de drenaje en red. En este caso se existe la red de drenaje, sin embargo, será una forma de limpieza de las aguas. El sistema recibe las aguas residuales domésticas y realiza un tratamiento primario del agua, favoreciendo el cuidado del medio ambiente y evitando la contaminación de mantos freáticos. Es innovador en el Tratamiento de Aguas Residuales, y es ideal para el proyecto por contar con las siguientes características:

- ✓ Para su instalación NO requieren de bases de concreto, ni muros perimetrales solo se requiere la excavación, una cama de grava y una vez instalados se rellena el espacio con grava o un material permeable
- ✓ Por su forma estructural y grosor no existe riesgo de colapso si se llegan a vaciar.
- ✓ Pueden soportar con tapa de hierro colado autos de hasta 3.5 tons.
- ✓ Resisten el nivel freático.
- ✓ Integra un biofiltro que aumenta la eficiencia de tratamiento anaeróbico, no necesita adicionarle consumibles.
- ✓ La eficiencia de estos equipos está certificada por la PIA (Testing Institute for Wastewater Technology, organismo regulador internacional), lo que asegura que este sistema es de la más alta calidad.
- ✓ Ahorro de costes de instalación gracias a sus componentes ensamblables.
- ✓ Bajos costes de mantenimiento.
- ✓ Costes reducidos para la eliminación de fangos en comparación con fosas filtro convencionales.
- ✓ Sin presencia de fangos en la salida.
- ✓ Cumplimiento de la **NOM-006-CONAGUA-1997** con los requerimientos para las fosas sépticas prefabricadas.

- ✓ Tanques con calidad mundial DIN.
- ✓ El sistema indica la capacidad de tratamiento diario no solamente el volumen total del tanque. Esto a diferencia de otros sistemas que solo indica el volumen total del tanque sin mencionar cuánto puede tratar al día.
- ✓ Fácil maniobrabilidad, no se requieren de grúas y maniobras especiales para su manejo.
- ✓ Instalación sencilla y rápida.

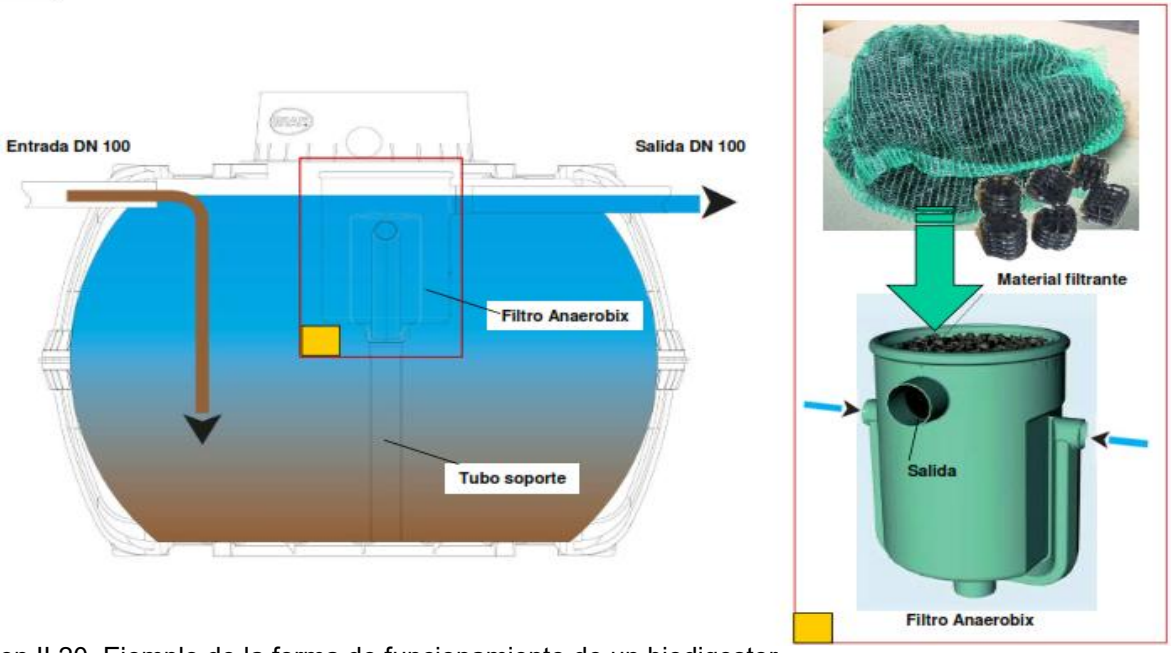


Imagen II.20. Ejemplo de la forma de funcionamiento de un biodigestor

Para el cálculo del volumen de agua residual máxima a tratar, se tomó en cuenta la capacidad máxima del proyecto. A partir de esa cantidad se calculó el volumen de agua residual total por día, que se consideró para la dimensión del Biodigestor Autolimpiable.

Las siguientes ecuaciones ayudan para la estimación pertinente y ver las necesidades.

Fórmula 1. Ecuación para estimar el volumen pico de generación de agua residual por descargas de inodoros en el proyecto

G = (8 usuarios) (3 descargas) (4.8 L/usuario/día) = 144 L/día
G = Caudal o gasto generado por día
3 = Constante de descargas máximas al día

Fórmula 2. Ecuación para estimar el volumen pico de generación de agua residual por uso de regaderas en el proyecto

G = (10 usuarios) (3 duchas) (100 L/usuario/día) = 3,000 L/día
G = Caudal o gasto generado por día
2 = Constante de duchas máximas al día

El uso de estos sistemas de tratamiento conlleva otros beneficios; es hermético, por lo que no despedirá aromas que puedan ser foco de enfermedades o que alteren el confort de los usuarios, además de que no depende de sistemas electromecánicos ni de energía eléctrica. En dado caso se determine en usar este o cualquier sistema de tratamientos, tener en cuenta la necesidad de obtener una autorización por parte de la Comisión Nacional del Agua.

DESCRIPCIÓN DE TECNOLOGÍAS PARA CONTROL DE RESIDUOS LÍQUIDOS Y SÓLIDOS

Sistema de manejo de residuos sólidos: La estrategia a seguir para un efectivo manejo de los residuos contempla lo siguiente:

- ✓ Compra de productos “ambientalmente amigables”.
- ✓ Separación de basura (orgánica, inorgánica, reutilizable y de manejo especial).
- ✓ La disposición final de los residuos sólidos se realizará por medio de camiones recolectores del Ayuntamiento.

GENERACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO

Durante las diferentes etapas que conforman la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, habrá emisiones de gases efecto invernadero, las cuales serán generadas de manera secundaria por vehículos automotores que acudan al lugar y generación de energía eléctrica. Debido a que el movimiento de equipos será reducido, este impacto será muy bajo.

II.2.10. Emisiones y descargas.

No se proyecta el uso de explosivos durante el desarrollo del Proyecto.

En lo que respecta a los residuos sólidos, durante todas las etapas del proyecto se vigilará que haya un correcto manejo de acuerdo con su naturaleza. Para abordar este tema, primeramente, se hará referencia a las definiciones establecidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) y su Reglamento.

Por definición, el material proveniente de los residuos de las rocas o los productos de su descomposición, tales como despalme, excavaciones y los residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general, son consideradas en el artículo 19 fracciones I y VII de la Ley antes señalada como “residuos de manejo especial” o RME. Se prevé que dentro de esta clasificación se cuantifique el material proveniente de las obras y actividades de excavación, desmonte y despalme, rellenos y residuos de la construcción en general provenientes de la etapa de preparación del sitio y construcción.

Uno de los RME considerados son el despalme, superficie correspondiente al área a intervenir por la edificación.

De igual manera, el producto de las excavaciones integra otro componente de los RME. Este material no será utilizado para los rellenos, en cambio, se dispondrá en sitios que requieran restauración en la zona a través de convenios con empresas autorizadas por la Secretaría para actividades de mejoramiento de suelo o actividades de restauración. Para los rellenos se utilizará material de banco con calidad subrasante, el cual provendrá de bancos de la región debidamente acreditados por SEMADET, o bien, por la SEMARNAT y/o CONAGUA.

El material producto de la edificación de la obra, para el pronóstico de generación durante las etapas de preparación del sitio y construcción, tomando como base el indicador el Diagnostico Básico de Residuos de la Construcción del Estado de México (2007) se indica que un m^2 de obra terminada genera un promedio de 170 kg de residuos no peligrosos, por lo que la cantidad total de escombros se calculó con base a la superficie total construida.

Así también, esta definición de RME aplica en la etapa de operación, para los grandes generadores de residuos sólidos urbanos; es decir, aquellas personas físicas o morales que generen una cantidad igual o superior a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida, de tal manera que el Promovente deberá apegarse a las disposiciones que señale la autoridad estatal, en este caso la SEMADET.

Los “residuos sólidos urbanos” o RSU podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria, de tal manera que los residuos orgánicos generados en la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto, están dados por los restos de alimentos consumidos por el personal de la obra. Estos residuos se colocarán en tambos de 200 litros con bolsa plástica que permanecerán cerrados para evitar la proliferación o atracción de fauna nociva. En la etapa de operación y mantenimiento serán aquellos generados principalmente

por los residentes y trabajadores del proyecto, así como los restos de las actividades de poda y jardinería.

En la etapa de preparación del sitio y construcción los RSU serán recolectados y transportados con la periodicidad requerida, pudiendo ser semanalmente, cada tercer día o hasta de manera diaria en el auge de la obra mediante vehículos de la empresa constructora o por una empresa subcontratada para tal efecto hacia el Relleno Sanitario municipal más cercano.

Durante la etapa de operación y mantenimiento se realizará un contrato de servicios para la recolección y transporte con la empresa autorizada por el H. Ayuntamiento de Puerto Vallarta, Jalisco, denominada RED AMBIENTAL y dispuestos en el Relleno Sanitario antes mencionado. De igual manera, en esta etapa se colocará señalización indicativa para la correcta disposición de residuos en contenedores rotulados con bolsa plástica, los cuales estarán ubicados en puntos estratégicos y en cantidad suficiente para evitar la dispersión de los mismos.

Por su parte, los residuos inorgánicos con potencial para reincorporarse a un ciclo productivo generados en cualquiera de las etapas, tal como cartón, envases de plástico de diferentes densidades y metal, se almacenarán también en tambos de 200 litros. La recolección de estos residuos se llevará a cabo de manera separada. El plástico y cartón se prevé sea negociado con empresas interesadas en este tipo de materiales ubicadas en la región del proyecto, las cuales recolecten este tipo de material con la periodicidad que se determine, o en su defecto, ser recolectados por el Promovente y transportados a los centros de acopio de la región.

En cuanto a los residuos líquidos, están compuestos por las aguas residuales generadas durante las etapas de preparación del sitio y construcción, por los desechos hidrosanitarios de los trabajadores durante la jornada de trabajo. Con la finalidad de evitar la defecación al aire libre y la

contaminación del suelo y mantos freáticos por la infiltración de aguas residuales, se colocarán sanitarios portátiles en el sitio de obra en la proporción de uno por cada 15 trabajadores. Por otra parte, se considera que el agua utilizada en la obra para el humedecimiento de materiales, compactación de plataformas y riego de superficies de circulación como medida de control en la generación polvo, se perderá a través de la evaporación.

Como otra medida preventiva, el responsable de la obra solicitará a las empresas proveedoras de concreto premezclado que el lavado de los trompos (contenedores de concreto), se realice fuera del sitio del proyecto, en un lugar que cuente con la infraestructura que impida la contaminación del suelo.

Para la etapa de operación, los residuos líquidos serán aquellos generados en la red de aguas negras, las cuales serán enviadas a la red de drenaje sanitario municipal ubicada al pie del lote, dado que el proyecto tiene factibilidad para tal efecto. Esta infraestructura recibe mantenimiento periódicamente mostrando una eficiencia de conformidad con los límites permitidos en la NOM-002-SEMARNAT-1996. El destino final de estas aguas será la planta a cargo de SIAPAL del municipio de Puerto Vallarta, Jalisco.

Ahora bien, en lo que refiere a la generación de contaminantes a la atmósfera, la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto tendrá como fuente de emisión las actividades de desmonte, despalme y nivelación del terreno, misma que será llevada a cabo por medios manuales y mecánicos, ocasionando con ello la generación de polvos en suspensión dentro o posiblemente fuera de la obra. Posteriormente, en las labores de excavación, movimiento y traslado materiales, igualmente se ocasionará la suspensión de polvos, así como la emisión de gases por combustión de la maquinaria, equipos y vehículos que circularán en el proyecto.

Las medidas a tomar para el control de estas emisiones serán las siguientes:

- Las actividades de desmonte y despalme se realizarán de manera paulatina.
- Se informará a través del residente de la obra a los choferes de los vehículos que circulen siempre con lonas para evitar la caída de materiales y dentro de su capacidad de carga.
- Se implementará el uso de agente de riego sobre el área de trabajo.
- Se evitará dejar suelos expuestos a efectos erosivos, que puedan afectar su consistencia y arrastre hacia los escurrimientos presentes en el área del proyecto.
- Toda la maquinaria y equipo que pueda incidir en la generación de contaminantes atmosféricos, se sujetará a un mantenimiento preventivo programado; el cual se realizado por parte del contratista con la finalidad de que operen en las condiciones adecuadas y suficientes para la prevención y control de la contaminación del aire.
- Se verificará que los vehículos que transporten el volumen excedente generado por las excavaciones, circulen por una ruta de trafico de menor intensidad y a una velocidad baja, siempre cuidando que no haya dispersión de polvo a través de la colocación de una lona.
- Se cuidará que los vehículos no permanezcan con el motor encendido cuando no se encuentre en operación.
- Se supervisará que las máquinas y equipos que utilicen combustibles como diésel y gasolina, se encuentren en perfecto estado de operación para reducir las emisiones de humos.
- Los equipos pesados para carga y descarga contarán con alarmas acústicas y ópticas para operaciones de retroceso.
- Se optará por realizar en forma manual las tareas menores de excavación, remoción de suelo y cobertura vegetal, siempre y cuando no implique riesgo para los trabajadores.
- Se verificará que toda la maquinaria y vehículos que circulen en el sitio de la obra cumpla con las Normas Oficiales Mexicanas NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-045-SEMARNAT-

2017 y demás normatividad aplicable para garantizar el correcto funcionamiento de los motores que utilizan gasolina y diésel.

- El proyecto se ejecutará conforme al calendario programado en función que el suministro de equipos coincida con su utilización en la obra. Lo anterior para evitar la acumulación de equipos sin utilizar y que corran el riesgo de dañarse por dejarse a la intemperie.
- Durante la temporada de lluvias, se tomarán las medidas de resguardo necesarias para evitar que las excedencias pluviales arrastren materiales o tierra fuera de la zona de aprovechamiento.

Así mismo, durante la etapa de preparación del sitio y las subsecuentes fases del proceso constructivo, la generación de ruido se presentará en niveles elevados por periodos cortos y no continuos debido al funcionamiento de maquinaria pesada y la ejecución de actividades en donde se requiere del golpeteo y demás trabajos que producen contacto directo entre materiales. Dado que el sitio de la obra se encuentra inmerso en una zona habitacional ya consolidada y en operación, se aplicarán las siguientes medias para el control de niveles sonoros:

- Se restringirá el uso del claxon en la zona de obras.
- Toda maquinaria y equipo se someterá por parte de la empresa contratista, al cumplimiento de un programa de mantenimiento preventivo permanente para garantizar su adecuado funcionamiento.
- Se verificará que todos los vehículos que circulen en el sitio de la obra cumplan con la Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos.
- Se minimizará la generación de ruidos y vibraciones provenientes de la maquinaria y equipo, controlando los motores y el estado de los silenciadores de equipos como motoniveladora y compactadora.

- Se laborará en horario diurno de 8:00 a 18:00 horas de lunes a viernes y sábados de 08:00 a 14:00 horas.
- De igual manera, en la etapa de operación, se generarán emisiones de gases a la atmósfera por la combustión de los vehículos automotores particulares de los habitantes de los departamentos y del personal laboral y clientes de la zona comercial, así como de las estufas, lavadoras, secadoras, equipos de aire acondicionado y equipos de bombas ubicados en los cuartos de máquinas, las cuales se considera que no serán representativas debido a que el proyecto puede ser habitado por temporadas. Las medidas a tomar al respecto serán las vinculadas al equipamiento de los departamentos y áreas comunes y de servicios con mecanismos de alta eficiencia y de baja generación de Gases Efecto Invernadero (GEI); así mismo, estas emisiones se verán reducidas debido a las revisiones periódicas de los equipos y vehículos automotores.
- Finalmente, en cuanto a los “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, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con el artículo 5° fracción XXXII de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos24 (LGPGIR), así como el inciso b) de la fracción II del artículo 35 de su Reglamento.
- Al respecto, en la etapa de preparación del sitio y construcción, no se contempla la instalación de talleres, ni el almacenamiento de residuos peligrosos, no obstante, eventos imprevistos relacionados con el mantenimiento de equipo y maquinaria, puede ser causa de que este tipo de residuos se generen; en este caso, se exigirá que la maquinaria y vehículos de la obra reciban mantenimiento en talleres establecidos y autorizados en la región. Quedará establecido en el Contrato de trabajo en las Cláusulas de Responsabilidad

Ambiental para que los contratistas tengan conocimiento de las actividades no permitidas enfatizando que por ningún motivo podrán realizarse actividades de mantenimiento a la maquinara en el sitio del proyecto.

- Con la finalidad de prever esta situación, y, de ser el caso, se dispondrá en un sitio cubierto un tambor hermético debidamente rotulado con la leyenda “residuos peligrosos” para que se coloquen los residuos que pudieran ser generados y posteriormente ser recolectado, trasladado y dispuesto en un sitio autorizado a través de una empresa autorizada y con registro vigente por la SEMARNAT. En caso de derrame accidental de combustible se realizará un procedimiento de remediación del suelo, el cual consistirá en retirar el suelo contaminado con medios manuales y mecánicos. El material extraído será colocado sobre una plataforma de concreto o en un contenedor hermético que impida su dispersión hasta que sea recolectado y trasladado igualmente por una empresa autorizada por la SEMARNAT.

En la etapa de operación, para el mantenimiento de las instalaciones y equipamiento especifico, se prevé subcontratar los servicios de diferentes empresas especializadas que traigan consigo todos los insumos necesarios para realizar sus actividades, de tal manera que en el proyecto no se almacenen materiales con alguna característica de peligrosidad, así, al final de la jornada, la empresa debidamente establecida para su operación, se llevará los residuos generados. Por su parte, los productos de limpieza domésticos se almacenarán en volúmenes que no representen riesgo.

.

CAPITULO III: VINCULACIÓN CON LOS INTRUMENTOS DE PLANEACION Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.

ÍNDICE

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 3
II.1.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 4
III.1.3 Reglamentos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 5
III.1.4 Ley General de Vida Silvestre 8
III.1.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento 9
III.1.6 Ley General de Aguas Nacionales 10
III.1.7 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales 11
III.1.8 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) 12
III.1.9 Ley General de Cambio Climático 14
III.2. Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET) 16
III.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) 16
III.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico de la Costa Alegre de Jalisco (POETCA) 26
III.3. Decretos y programas de conservación y manejo de áreas naturales protegidas 27
III.4. Normas Oficiales Mexicanas. 29
III.5. Planes o programas de desarrollo urbano (PDU) 32
III.6. Otros Instrumentos. 37
III.6.1. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP). 37
III.6.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP). 37
III.6.3. Sitios RAMSAR. 39
III.6.4. Areas de importancia para la conservación de las aves (AICAS). 40

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

III.1. Ordenamientos jurídicos federales.

III.1.1 Constitución política de los estados unidos mexicanos

Tabla III.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

ARTÍCULOS APLICABLES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
ARTÍCULO 4, quinto párrafo. Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.	Cumple con lo establecido en este artículo ya que se ajusta a la legislación existente para la protección y conservación de los recursos naturales y la vida silvestre, y propone medidas de mitigación encaminadas a evitar el daño o deterioro ambiental en el predio del proyecto.
ARTICULO 27.- La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza publica, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas.	El proyecto se ubica en una zona urbanizada regulada por instrumentos de planeación vigentes, y se ajusta a lo establecido por los mismos, con lo que se da cumplimiento a lo dispuesto en este Artículo.

II.1.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Principalmente para el **proyecto** en materia de normatividad ambiental, le es aplicable la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente**, específicamente en su artículo 28, Fracciones VII, IX y X) las cuales señalan:

ARTICULO 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:

VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;

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 sus litorales o zonas federales.

Vinculación con el proyecto:

Por tratarse de la construcción, operación y mantenimiento de un complejo habitacional plurifamiliar vertical, que comprende actividades inmersas en un ecosistema forestal, se presenta el siguiente **Documento Técnico Unificado**, para su correspondiente evaluación por parte de la Autoridad.

III.1.3 Reglamentos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental. (DOF, 2002), siendo su última reforma publicada en el DOF 31-10-2014; mismo que aplica al proyecto específicamente en su artículo 5°, incisos O), Q) y R), donde se establece lo siguiente:

Artículo 5°. - Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:

Fracción I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables; Reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental cámara de diputados del h. congreso de la unión Secretaría General Secretaría de Servicios Parlamentarios Última Reforma DOF 31-10-2014 9 de 29.

Fracción II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más de veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas, y.

Fracción III. Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas o pecuarios en forestales, agroforestales o silvopastoriles, mediante la utilización de especies nativas.

Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:

Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte 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:

Fracción I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, y

Fracción II. Cualquier actividad que tenga fines u objetivos comerciales, con excepción de las actividades pesqueras que no se encuentran previstas en la fracción XII del artículo 28 de la Ley, y que de acuerdo con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables y su reglamento no requieren de la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como de las de navegación, autoconsumo o subsistencia de las comunidades asentadas en estos ecosistemas.

Aunado a lo anterior y considerando el acuerdo con el Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23/04/2018, por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente**, artículo 3o, XIII Bis, que define a los Ecosistemas Costeros como:

ARTCULO 3o.- *Para los efectos de esta Ley se entiende por:*

I.- *a* ***XIII.- ...***

…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.*

La Secretaría, en colaboración con las entidades federativas y los municipios, determinará la zona costera nacional tomando en consideración las interacciones fisiográficas y biológicas particulares de la zona que se trate y la publicará en el Diario Oficial de la Federación mediante Acuerdo.

Vinculación con el proyecto:

Por tratarse de la construcción y operación de un desarrollo inmobiliario de viviendas plurifamiliar, que comprende actividades cercanas a ecosistema costero. A demás de que cuenta con desarrollo

de Vegetación secundaria de **Selva mediana subcaducifolia**, para esto se presenta el siguiente **Documento Técnico Unificado**, para su correspondiente evaluación por parte de la Autoridad.

III.1.4 Ley General de Vida Silvestre

La Ley es de orden público e interés social, su objeto es restablecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en relación con la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República mexicana y en las zonas dónde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. A continuación, se presenta la vinculación del Proyecto con la Ley General de Vida Silvestre (LGVS)

LINEAMIENTO	VINCULACIÓN
Artículo 4. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.	En función de la ubicación, caracteristicas y alcances del Proyecto, su ejecución no pone en riesgo la integridad funcional, ni el equilibrio ecológico de alguna especie de fauna, ya que la zona donde se inserta tiene vocación de uso de suelo relacionado con los asentamientos humanos y su infraestructura establecida. La escasa fauna que se logró registrar durante la visita de campo es el resultado de diversas presiones de origen antropogénico, sobre todo porque el área de estudio se encuentra totalmente inmersa dentro de un área urbanizada. Las especies de fauna registradas se limitan a aves comunes de las zonas urbanas, ninguna de las cuales encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. No obstante, lo anterior, se prevé informar al personal de las infracciones y sanciones a las que se hacen acreedores quienes realicen actos que causen la destrucción o daño de la vida silvestre o de su habitar en contravención de lo establecido en esta Ley General de Vida Silvestre (LGVS)
Artículo 122. Son infracciones a lo establecido en esta Ley:	Se instruirá a todo el personal a pie de obra, para que conozca la responsabilidad y obligación de evitar en todo

I. Realizar cualquier acto que cause la destrucción o daño de la vida silvestre o de su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente Ley. XXIII. Realizar actos que contravengan las disposiciones de trato digno y respetuoso a la fauna silvestre, establecidas en la presente Ley y en las disposiciones que de ella se deriven.	momento realizar actos y omisiones que resultasen en alguna de las infracciones establecidas por este artículo.

III.1.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento

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

Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciando el desarrollo sustentable a través de la prevención, de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

En las etapas del proyecto, se generan diversos residuos y para dar cumplimiento a la presente ley se dará manejo conforme a la normatividad ambiental al respecto.

Tabla III.2. Vinculación del presente proyecto con la LGPGIR

LINEAMIENTO	VINCULACIÓN
Artículo 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	El presente proyecto contempla que todo Residuo que se genere durante la construcción, operación y mantenimiento de este, será clasificado de acuerdo con lo manifestado.

III.1.6 Ley General de Aguas Nacionales

Esta Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales. Sus disposiciones son de observancia obligatoria en todo el término nacional, así como de carácter público e interese social. El objeto de la Ley de Aguas Nacionales (LAN) es regular la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, su control y distribución, así como la preservación de su calidad y cantidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Tabla III.3a. Vinculación del presente proyecto con la LAN

LINEAMIENTO	VINCULACIÓN
Artículo 86 BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.	En observancia de lo que estableced este artículo, como medidas para prevenir la contaminación de algún cuerpo de agua de la zona, se contemplan distintas acciones, entre las que se encuentra la colocación de contenedores con tapa en el frente del trabajo, así como la capacitación del personal a pie de obra para que deposite en dichos contendores los residuos sólidos urbanos que genere, y de esta manera se

	evite que por efecto de disolución o arrastre estos residuos pudieran contaminar algún cuerpo de agua en la zona. Es importante mencionar que, en función de las características, ubicación y alcances del Proyecto, no se prevén impactos en el medio marino. En relación con las aguas residuales, durante la etapa constructiva, el Proyecto contará con el servicio de sanitarios portátiles para los trabajadores. En la etapa operativa, se contará con un sistema interno de drenaje y alcantarillado que estará conectado a los servicios municipales, Sistema de servicio de agua potable, Drenaje y Alcantarillado (SEAPAL), a donde se enviarán las aguas generadas.

III.1.7 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

El Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales (LAN) y la propia ley establecen que los municipios son responsables de los servicios de agua potable y alcantarillado, regulando las descargas de aguas residuales y promoviendo sistemas de saneamiento adecuados, con la CONAGUA supervisando la calidad y manejo, y exigiendo permisos para descargas que se sujeten a Normas Oficiales Mexicanas para proteger los cuerpos de agua, vinculando el drenaje urbano al manejo general del agua y saneamiento nacional.

Tabla III.3b. Vinculación del presente proyecto con el RLAN

LINEAMIENTO	VINCULACIÓN
Articulo 84.- Corresponde al Municipio o, en su caso, al Distrito Federal, así como a los organismos o empresas que presten el servicio de agua potable y alcantarillado, el tratamiento de las aguas residuales de uso público urbano, previa a su descarga a cuerpos receptores de propiedad nacional, conforme a las condiciones particulares de descarga que les determine "La Comisión". Para tal efecto, en los términos del artículo 45 de la "Ley", corresponde a los municipios, directamente o a través de los organismos operadores encargados de la prestación del servicio público de agua potable y alcantarillado o, en su caso, al Distrito Federal, la autorización y contratación o concesión de las obras de tratamiento de aguas residuales, si éstas se realizan antes de descargar dichas aguas en una corriente o depósito de propiedad nacional.	En relación con las aguas residuales, durante la etapa constructiva, el Proyecto contará con el servicio de sanitarios portátiles para los trabajadores. En la etapa operativa, se contará con un sistema interno de drenaje y alcantarillado que estará conectado a los servicios municipales, Sistema de servicio de agua potable, Drenaje y Alcantarillado (SEAPAL), a donde se enviarán las aguas generadas.

III.1.8 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de junio de 2018 y reformada el 4 de abril de 2024, la presente Ley es reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales el país y sus recursos. Para dar cumplimiento a la presente ley se dará manejo conforme a la normatividad ambiental al respecto.

ARTÍCULO 7.- Para efectos de esta Ley se entenderá por:

VI. Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales.

ARTICULO 93.- La Secretaría solo podrá autorizar 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, la capacidad de almacenamiento de carbono, 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.*

En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate.

La Secretaría podrá emitir criterios y lineamientos en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en el ámbito de sus atribuciones y de conformidad con lo establecido en esta Ley y su Reglamento.

Las autorizaciones que se emitan ***deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat*** *conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.*

Tratándose de terrenos ubicados en territorios indígenas, la autorización de cambio de uso de suelo además deberá acompañarse de medidas de consulta previa, libre, informada, culturalmente

adecuada y de buena fe, en los términos de la legislación aplicable. Para ello, la Secretaría se coordinará con el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas.

Vinculación con el proyecto:

Como se ha venido mencionando, dentro del polígono del **proyecto**, se requerirá el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, motivo del presente estudio.

III.1.9 Ley General de Cambio Climático

La Ley General de Cambio Climático (LGCC) en México es el marco legal para mitigar y adaptarse a los efectos del cambio climático, estableciendo metas de reducción de emisiones de GEI y promoviendo una economía baja en carbono, involucrando a todos los niveles de gobierno y la sociedad para garantizar un medio ambiente sano y el desarrollo sostenible, buscando el carbono neutralidad a largo plazo.

De acuerdo a lo establecido en su artículo primero, esta Ley 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 y 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.

Tabla III.4. Vinculación del presente proyecto con el LGCC.

LINEAMIENTO	VINCULACIÓN
Articulo 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,	En observancia a lo que establece este artículo, y como medidas para prevenir y reducir al mínimo la emisión de constaminantes que provocan el cambio climático, se prevé llevar a cabo la

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

XIII. Progresividad, las metas para el cumplimiento de esta Ley deberán presentar una progresión y gradualidad a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus capacidades respectivas, a la luz de las diferentes circunstancias nacionales, y en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza; asimismo, se deberá considerar la necesidad de recibir apoyos de los países desarrollados para lograr la aplicación efectiva de las medidas que se requieran para su cumplimiento; sin que represente un retroceso respecto a metas anteriores, considerando, la mejor información científica disponible y los avances tecnológicos, todo ello en el contexto del desarrollo sostenible.

Al adoptar medidas para hacer frente al cambio climático, se deberán respetar irrestrictamente los derechos humanos, el derecho a la salud, los derechos de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas, las comunidades locales, los migrantes, los niños, las personas con discapacidad y las personas en situaciones de vulnerabilidad y el derecho al desarrollo, así como la igualdad de género, el empoderamiento de la mujer y la equidad intergeneracional.

capacitación del personal involucrado en el Proyecto sobre el tema de cambio climático, con el objetivo de concientizar al personal acerca de la importancia de prevenir y reducir al mínimo la generación de gases de efecto invernadero, así como reducir la generación de residuos y realizar un manejo responsable de los mismos.

Debido a que el desarrollo del Proyecto implica el uso de vehículos que durante su funcionamiento emiten gases de efecto invernadero, el contratista deberá realizar a sus vehículos el mantenimiento preventivo, y en su caso correctivo que resulte necesario, para que estos cumplan con los límites establecidos en las NOM que resulten aplicables dependiendo el tipo de combustibles que utilicen (Gasolina-NOM-041-SEMARNAT-2015, diésel NOM-045-SEMARNAT-2017 y/o gas licuado de petróleo NOM-050-SEMARNAT-2018).

III.2. Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET)

III.2.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El POEGT se decretó el 7 de septiembre de 2012 (D.O.F, 2012). Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este programa y sin menoscabo del cumplimiento de Programas de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) o Regional (POER) vigentes.

Para orientar los objetivos del Proyecto, el promovente asume el compromiso de contribuir a mantener una congruencia con las prioridades de este POEGT en el desarrollo sustentable, para ello, se ha llevado a cabo el siguiente análisis-vinculación del proyecto con respecto al POEGT.

El modelo del **POEGT** para el país mexicano se sustenta primero en una regionalización ecológica en donde se definen características físico-bióticas. Se describen y se identifican áreas de atención prioritaria, a las cuales les asignan propuestas de corresponsabilidad sectorial para el desarrollo productivo y de asentamientos humanos. Cada una de estas regiones está acompañada de lineamientos, estrategias ecológicas y acciones que deben ser observados por los sectores.

El **POEGT** se constituye por 80 regiones ecológicas y 145 unidades denominadas **Unidades Ambientales Biofísicas (UAB),** las cuales son representadas a escala 1:2,000,000, a cada una le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas.

Para cada región ecológica, se identifican las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial que tienen como fin indicar los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Las regiones ecológicas se integran por un conjunto de **Unidades Ambientales Biofísicas (UAB)** que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Así a cada **UAB** le son asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las **Unidades de Gestión Ambiental (UGA´s)** previstas en los **POER Y POEL**.

Cabe señalar que, aun cuando las **UAB** y las **UGA** comparten el objetivo de orientar la toma de decisiones sobre la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos en el territorio, así como fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales, las **UAB** se construyeron como unidades de análisis y de síntesis para concentrar lineamientos y estrategias ecológicas aplicables en dichas unidades y, por ende, a las regiones ecológicas de las que formen parte.

- ✓ **Ubicación del Proyecto en la Unidad Biofísica (UAB)**

El proyecto se localiza en la UAB N°65 al norte y occidente de Jalisco, se extiende sobre una superficie de 16´531.2 km^2, su política ambiental contempla la Protección, Preservación y aprovechamiento sustentable y su prioridad de atención está clasificada como Baja. (Figura III.1) POEGT: Unidades Ambientales Biofísicas.

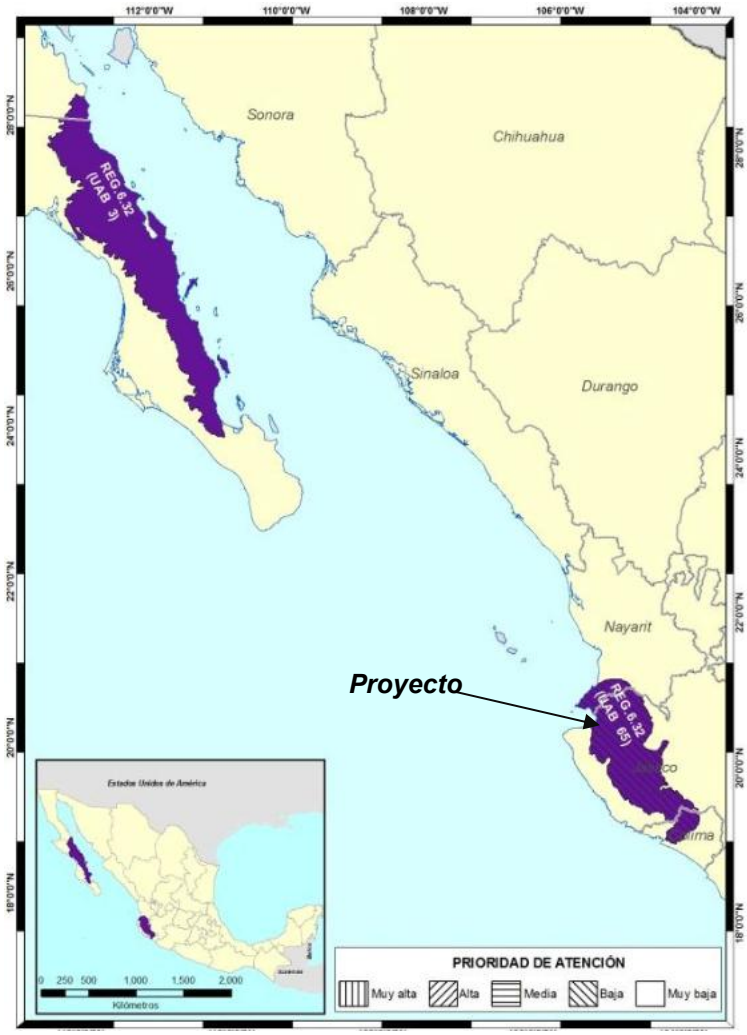


Imagen III.1 Ubicación de la UAB 65 con respecto al proyecto.

En seguida se describen las vinculaciones de las estrategias que aplican al proyecto (Tabla III.5).

Tabla III.5. Estrategias vinculantes al proyecto (UAB 65)

CLAVE REGIÓN	UAB	NOMBRE UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIACIONES DEL DESARROLLO
6.32	SIERRAS DE LA COSTA DE JALISCO Y COLIMA	SIERRAS DE LA COSTA DE JALISCO Y COLIMA	PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA	FORESTAL MINERÍA	GANADERÍA TURISMO
POLÍTICA	**ESTRATEGIA**			**VINCULACIÓN CON EL PROYECTO**	
GRUPO I. DIRIGIDAS A LOGRAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DEL TERRITORIO					
A) Preservación	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.			Se considera la construcción, operación y mantenimiento de un Desarrollo Habitacional Plurifamiliar Vertical, el uso de suelo donde se ubica el proyecto es de tipo vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia y colindante con asentamientos humanos, por lo que la zona actualmente ya cuenta con perturbación antropogénica, dado que en los alrededores ya se encuentran construcciones en operación como casas de descanso, hoteles y restaurantes. En las etapas de construcción, operación y mantenimiento se tienen contempladas actividades que podrían llegar a afectar de manera puntual pero compensables sin ser de gran impacto los ecosistemas de los alrededores, ya que referente al manejo de aguas residuales, se llevará a cabo la instalación de un sistema de tratamiento para esas aguas con el objeto de preservar las condiciones del ecosistema, por lo que no habrá descargas de éstas al subsuelo sin el tratamiento correspondiente. Derivado de la afectación a la cobertura vegetal, se plantea como medida de **compensación la reforestación de 635 individuos nativos** más la reposición durante su mantenimiento, contemplando especies como; ***P. dulce, T. rosea, E. cyclocarpum*** **y** ***L. lanceolata***, tal y como se detalla en **el programa de reforestación (0.762 ha)**. De la misma manera se proyecta el rescate de germoplasma vegetal de 1,354 individuos distribuidos en especies como; ***P. dulce, T. rosea, E. cyclocarpum, F. insípida*** **y** ***S. humboldtiana*** **para su reproducción y posterior reubicación en una superficie de 3.647 ha**.	

Tabla III.3. Estrategias vinculantes al proyecto (UAB 65)

CLAVE REGIÓN	UAB	NOMBRE UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIACIONES DEL DESARROLLO
6.32	SIERRAS DE LA COSTA DE JALISCO Y COLIMA	SIERRAS DE LA COSTA DE JALISCO Y COLIMA	PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA	FORESTAL MINERÍA	GANADERÍA TURISMO
POLÍTICA	**ESTRATEGIA**			**VINCULACIÓN CON EL PROYECTO**	
GRUPO I. DIRIGIDAS A LOGRAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DEL TERRITORIO					
A) Preservación	2. Recuperación de especies en riesgo.			En el área del Proyecto no se detectaron especies bajo alguna categoría de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010). Sin embargo, como **medida compensatoria se propone un programa de rescate, reubicación y reforestación** en una parcela ubicada en la parte alta de la Microcuenca, **destinando una superficie de 0.762 ha (reforestación y suelos) y 3.647 ha para reubicación de flora y fauna.**	
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.			Se sugiere hacer el esfuerzo para rescatar plantas completas, partes o germoplasma para reubicarlas y de esta manera mantenerla en sitios específicos de la zona. Como medida compensatoria se propone un programa de reforestación, rescate y reubicación de especies, en la parte alta de la Microcuenca, que es donde a un se conserva una condición forestal, principalmente las mencionadas y otras especies nativas que se verán afectadas durante la etapa de construcción, operación y mantenimiento del área del proyecto y los diversos complementos dentro del predio.	

Tabla III.3. Estrategias vinculantes al proyecto (UAB 65)

CLAVE REGIÓN	UAB	NOMBRE UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIACIONES DEL DESARROLLO
6.32	SIERRAS DE LA COSTA DE JALISCO Y COLIMA	SIERRAS DE LA COSTA DE JALISCO Y COLIMA	PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA	FORESTAL MINERÍA	GANADERÍA TURISMO
POLÍTICA	**ESTRATEGIA**			**VINCULACIÓN CON EL PROYECTO**	
GRUPO I. DIRIGIDAS A LOGRAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DEL TERRITORIO					
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.			No se contempla efectuar ningún tipo de aprovechamiento. Se tendrá vigilancia hacia los visitantes para que estos respeten las condiciones naturales del ecosistema aledaño al proyecto.	
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.			En las actividades a realizar, no se contempla la ejecución de ningún tipo de aprovechamiento forestal en el área del proyecto.	
				La valoración pertinente de los servicios ambientales que brinda el área del proyecto se encuentra explícita en la necesidad de implementar medidas de mitigación para minimizar, proteger y restaurar los ecosistemas y los recursos naturales afectados con la construcción, operación y mantenimiento del proyecto. De manera general, citaremos algunas de estas medidas, toda vez que en el capítulo VII del presente documento se detallan. Aire Este elemento se verá impactado únicamente por los vehículos automotores que acudirán al proyecto para la etapa de construcción que será temporal el impacto, y la generada por los automóviles de los usuarios del proyecto una vez terminado.	

Tabla III.3. Estrategias vinculantes al proyecto (UAB 65)

CLAVE REGIÓN	UAB	NOMBRE UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIACIONES DEL DESARROLLO
6.32	**SIERRAS DE LA COSTA DE JALISCO Y COLIMA**	**SIERRAS DE LA COSTA DE JALISCO Y COLIMA**	**PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA**	**FORESTAL MINERÍA**	**GANADERÍA TURISMO**
POLÍTICA	**ESTRATEGIA**	**VINCULACIÓN CON EL PROYECTO**			
GRUPO I. DIRIGIDAS A LOGRAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DEL TERRITORIO					
C) Protección de los recursos naturales	8. Valoración de los servicios ambientales.	Agua El proyecto estará conectado al sistema de agua potable y alcantarillado de la zona y se instalarán mecanismos ahorradores, es posible además que se instale un sistema de tratamiento de aguas residuales para descarga y tratar las aguas residuales al suelo. Suelo De acuerdo con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano para Puerto Vallarta, el área donde se ubica el proyecto en la Clasificación de Áreas se considera como Áreas Urbanizables (AUR), además de acuerdo al Inventario Nacional Forestal y de Suelos el uso de suelo y vegetación contemplado para el polígono es zona urbana con área no forestal, de igual manera el Reglamento de Gestión y Ordenamiento territorial del Municipio de Puerto Vallarta en la Utilización especifica del suelo, los usos y destinos, de acuerdo a las características del área se puede considerar como Habitacional Medio (H3) y en INEGI, serie VI, ese considera como zona urbana; dicho lo anterior la operación del presente proyecto no contraviene con lo estipulado en ambos instrumentos. Sin embargo, a pesar de eso, el a**nálisis si destacamos que existe cobertura arbórea y sotobosque que mantiene y provee funciones importantes**.			

Tabla III.3. Estrategias vinculantes al proyecto (UAB 65)

CLAVE REGIÓN	UAB	NOMBRE UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIACIONES DEL DESARROLLO
6.32	**SIERRAS DE LA COSTA DE JALISCO Y COLIMA**	**SIERRAS DE LA COSTA DE JALISCO Y COLIMA**	**PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA**	**FORESTAL MINERÍA**	**GANADERÍA TURISMO**
POLÍTICA	**ESTRATEGIA**	**VINCULACIÓN CON EL PROYECTO**			
GRUPO I. DIRIGIDAS A LOGRAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DEL TERRITORIO					
C) Protección de los recursos naturales	8. Valoración de los servicios ambientales.	Flora Se recomienda llevar a cabo, acciones de reforestación, rescate y reubicación de individuos de ***P. dulce, T. rosea, E. cyclocarpum*** **y** ***L. lanceolata***, tal y como se detalla en **el programa de reforestación (0.762 ha)**. De la misma manera se proyecta el **rescate de germoplasma vegetal de 1,354 individuos** distribuidos en especies como; ***P. dulce, T. rosea, E. cyclocarpum, F. insípida*** **y** ***S. humboldtiana*** **para su reproducción y posterior reubicación en una superficie de 3.647 ha**. Mediante estas acciones y su mantenimiento por 4 años, se estará contribuyendo en compensar un poco y se fomenta la preservación de las especies que se verán afectadas por el CUSTF.			
	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	La construcción y operación del proyecto no explotará, ni comprometerá el equilibrio de las escorrentías, cuerpos de agua superficiales y acuíferos; ya que el abasto de agua potable es a través de la red de la localidad. Además, se fomentará el consumo del recurso hídrico se hará de manera consciente.			

Tabla III.3. Estrategias vinculantes al proyecto (UAB 65)

CLAVE REGIÓN	UAB	NOMBRE UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIACIONES DEL DESARROLLO
6.32	**SIERRAS DE LA COSTA DE JALISCO Y COLIMA**	**SIERRAS DE LA COSTA DE JALISCO Y COLIMA**	**PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA**	**FORESTAL MINERÍA**	**GANADERÍA TURISMO**
POLÍTICA	**ESTRATEGIA**	**VINCULACIÓN CON EL PROYECTO**			
GRUPO I. DIRIGIDAS A LOGRAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DEL TERRITORIO					
C) Protección de los recursos naturales	10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	El agua que se utilizará durante la operación del proyecto es a través de la red que se distribuye en la zona. En el caso específico del llenado de las albercas, contará con sistemas ahorradores, así como la instalación de cubiertas para evitar la evaporación del agua, el llenado de estas solo será durante los periodos de ocupación por medio de pipas.			
	12. Protección de los ecosistemas.	El proyecto contempla la construcción, operación y mantenimiento de un desarrollo habitacional plurifamiliar vertical, el cual por las actividades que desarrolla no contempla la afectación puntual; sin embargo, derivado de esto, se proyectan actividades para proteger dichos sistemas como el cuidado de la calidad visual y la densidad arbórea, priorizar no realizar actividades por la noche para evitar afectación a la fauna, el consumo razonable del recurso hídrico, y la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales para evitar las descargas de aguas residuales al suelo. Además, se tiene contemplado como medida de compensación actividades de reforestación, rescate y reubicación de especies nativas, para favorecer a la permanencia de las especies que se puedan ver más afectadas.			

Tabla III.3. Estrategias vinculantes al proyecto (UAB 65)

CLAVE REGIÓN	UAB	NOMBRE UAB	RECTORES DEL DESARROLLO	COADYUVANTES DEL DESARROLLO	ASOCIACIONES DEL DESARROLLO
6.32	SIERRAS DE LA COSTA DE JALISCO Y COLIMA	SIERRAS DE LA COSTA DE JALISCO Y COLIMA	PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA	FORESTAL MINERÍA	GANADERÍA TURISMO
POLÍTICA	ESTRATEGIA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO			
GRUPO I. DIRIGIDAS A LOGRAR LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DEL TERRITORIO					
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El proyecto contempla la afectación de una fracción de terreno con presencia de **vegetación forestal**. Sin embargo, debido a esto el promovente tiene la responsabilidad de ejecutar el plan de trabajo de las acciones de **rescate, reubicación de flora, así como actividades de reforestación y obras de conservación de suelos**, que favorezcan al inicio de la restauración forestales de una superficie igual a la que se verá afectada.			
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional)	La construcción y operación del proyecto forma parte de las acciones que tienen como objetivo el incrementar la demanda turística local, regional e internacional, ya que proporciona un servicio de interés para ambos. Y de la misma manera se logran generar empleos permanentes con la operación.			

De acuerdo con lo dispuesto anteriormente la vinculación de la operación del proyecto no contraviene con lo que se señala en las políticas del POEGT.

III.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico de la Costa Alegre de Jalisco (POETCA)

El Proyecto se localiza en la UGA con clave Tu-2-030-A, la cual corresponde a un uso predominante Turístico, compatible para asentamientos humanos alta e instalación de infraestructura (Periodico oficial Jalisco, 1999). Los criterios ecológicos que se vinculan con el Proyecto son; 1, 7-14, 16-28, 35 y 36;

Tabla III.6. Estrategias vinculantes al proyecto (UGA 030).

	UGA	NOMBRE	USO COMPATIBLE
USO	030	COSTA ALEGRE	ASENTAMIENTOS HUMANOS E INFRAESTRUCTURA
PREDOMINANTE	CRITERIO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO	
Turismo	2	Es vinculable con este criterio, ya que con la puesta en marcha del Proyecto se prevé el desarrollo de un Programa de rescate y reubicación de flora y fauna. A demás de dar seguimiento a un programa ambiental para la prevención de afectación de fauna durante los trabajos.	
	7	Se prevé que al arrancar los trabajos de construcción se instalen sanitarios y contenedores para un manejo de residuos adecuados.	
	9	Durante el desarrollo del CUSTF se realizará únicamente en la zona autorizada.	
	10	Referente a este criterio, el proyecto arquitectónico prevé dejar arbolado adulto dentro de las áreas de estacionamiento y áreas verde.	
	13	Dentro del plan de trabajo se señala atender el no realizar quemas dentro del área de trabajo, ni la aplicación de herbicidas.	
	17	Se vincula a la etapa del CUSTF, ya que se removerá cobertura vegetal, por lo tanto, se tiene previsto evitar daños a los individuos aledaños, no autorizados para su remoción.	
	20	Vinculable al Proyecto ya que se espera que los servicios de alcantarillados se conecten a la red pública. Recomendando, además, que las aguas residuales sean tratadas en un biodigestor dentro del Proyecto.	
	26	Vinculable al Proyecto, ya que se proyecta un programa para actividades de reforestación y la reubicación de planta, en un área fuera del proyecto, como medida de compensación y/o mitigación.	
	35	Vinculable al proyecto, debido a que dentro del programa de reforestación y rescate de flora, se proyectan especies nativas.	

De la misma manera el POETCA, los criterios ecológicos no se contraponen o limitan el desarrollo del Proyecto.

III.3. Decretos y programas de conservación y manejo de áreas naturales protegidas

- ✓ **ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS**

El área de interés para desarrollar el proyecto no se encuentra dentro o en la cercanía de algún Área Natural Protegida que pueda resultar afectada con las diferentes actividades que se contemplan, por lo que la operación del proyecto no infiere en la degradación de alguna reserva.

- ✓ **ÁREA NATURAL PROTEGIDA FEDERAL**

EL proyecto no se encuentra inmerso dentro de alguna área Natural protegida de tipo federal. Aunque se destaca que, aproximadamente 30 km al noreste y este, se localiza hacia la ANP C.A.D.N.R. 043 y aproximadamente a 20 km al Norte y Noreste se localiza la reserva de la biosfera Sierra de Vallejo (Mapa 3)

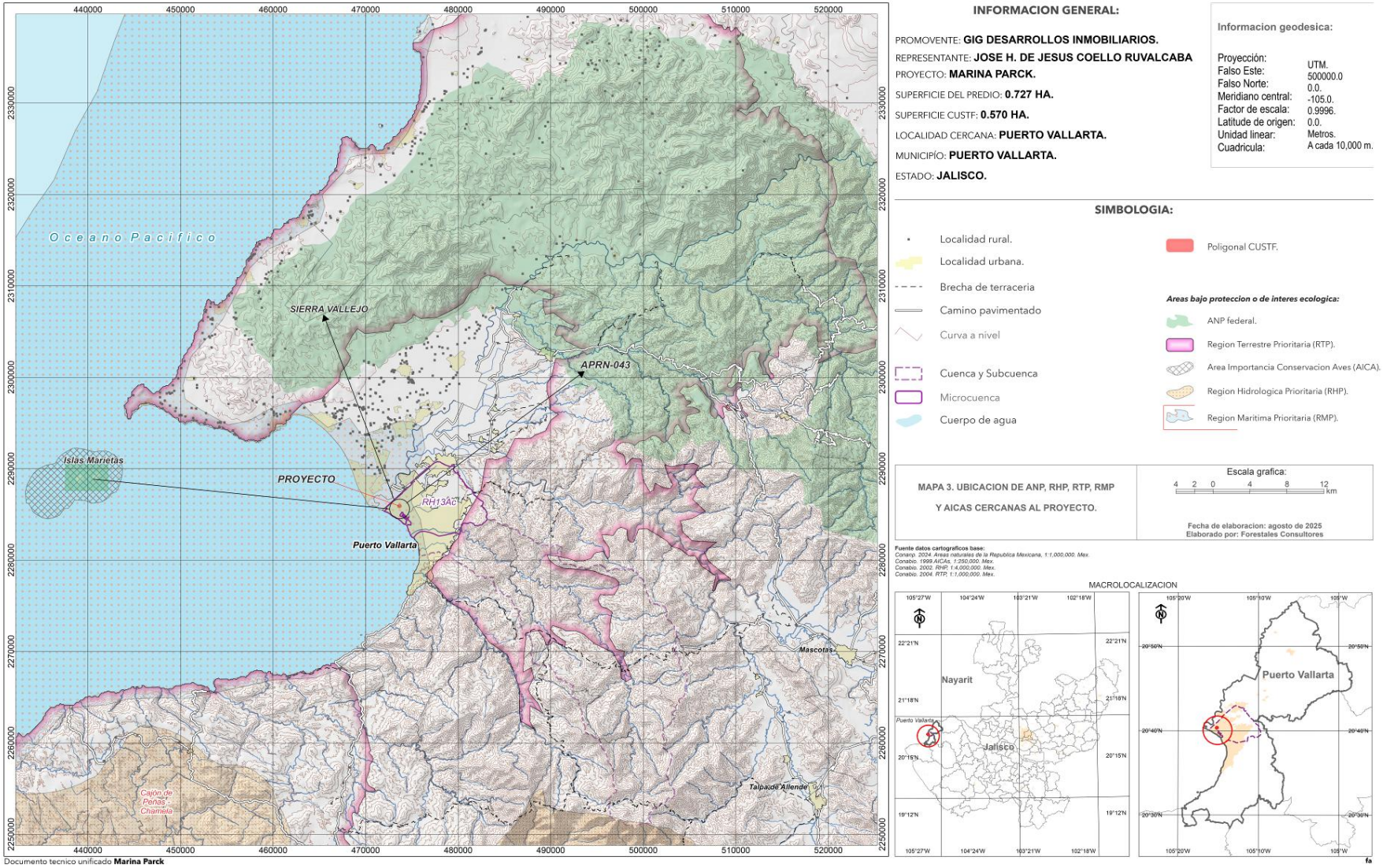
- ✓ **ÁREA NATURAL PROTEGIDA ESTATAL**

Tampoco se localiza el proyecto dentro de áreas naturales protegidas estatales o municipales.

- ✓ **ÁREA DE IMPORTANCIA ECOLOGICA.**

El proyecto se encuentra dentro de la Región Marítima Prioritaria Bahía de Banderas.

Mapa 3. Ubicación del Proyecto tomando como referencia ANP o zonas ecológicas de relevancia.



III.4. Normas Oficiales Mexicanas.

Respecto a las normas oficiales mexicanas aplicables al **proyecto** se enuncian a continuación:

Tabla III.7. Normas oficiales mexicanas aplicables al proyecto

NORMA OFICIAL MEXICANA	ESPECIFICACIONES	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
NOM-001-SEMARNAT-2021	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Las aguas residuales generadas se consideran de uso doméstico, ya que solo se contemplan por el uso de sanitarios y aguas jabonosas por lavado de loza y regaderas, así como la limpieza de alimentos. Por lo que se considera que estas no rebasan los límites máximos permisibles establecidos en la presente norma, dichas aguas residuales serán descargadas al biodigestor que será instalado.
NOM-004-SEMARNAT-2002	Protección ambiental. - Lodos y biosólidos. - Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.	El sistema de tratamiento de aguas residuales al que estarán conectadas las aguas negras que genere el proyecto, generarán lodos biodegradables (sin metales pesados o elementos patógenos) que podrán ser utilizados como abono o composta; en caso de ser necesario, se realizará un análisis de sus condiciones para verificar que estos no sobrepasen los LMP considerados en la Tabla 1 y 2 de la NOM en cuestión.
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.	Durante las labores de construcción, la cantidad de vehículos utilizados no rebasará la cantidad de 2 y aquellos que sean utilizados durante la operación del proyecto estos estarán bajo un

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.	esquema de mantenimiento bimestral (durante la etapa de construcción) y mantenimiento semestral (los que sean utilizados durante la operación del proyecto, tomando en cuenta que el proyecto será construido en un periodo de 36 meses, lo cual ayudara en evitar que se rebasen los parámetros establecidos en las NOM's. Es importante resaltar que estas actividades no se realizarán en las inmediaciones del proyecto, sino en lugares especializados y autorizados por el Ayuntamiento, de los cuales se obtendrá un comprobante que será incluido en los informes anuales que se presentarán a la Autoridad.
NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección ambiental – Especies nativas de México Flora y Fauna silvestres – Categorías en riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo.	Aplica ya que debido a que se registran especies de flora, tanto en el Proyecto y en la Microcuenca (sistema ambiental), catalogadas en alguna categoría de riesgo. A las cuales, en caso de presentarse en el predio, se les dará una atención especial. El caso de fauna silvestre se registraron indicios de pocos mamíferos y reptiles que regularmente son de fácil movilidad, así como aves, y se espera que el impacto para este elemento no sea mínimo o nulo.
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.	Toda maquinaria y vehículo que sean utilizados para las diferentes etapas del proyecto estarán bajo un estricto control en su mantenimiento, esto con el propósito de evitar que se rebasen los parámetros establecidos en las NOM's. Las horas de trabajo será diurno de 7:00 a 17:00 horas.

NOM-081-SEMARNAT-1994	Establece los límites máximos permisibles emisiones de ruido de las fuentes fijas y métodos de medición. Que la contaminación acústica es un problema ambiental importante con cada vez mayor presencia en la sociedad moderna, debido al desarrollo de actividades industriales, comerciales y de servicios que constituyen fuentes tanto fijas como móviles que generan diferentes tipos de ruido que, de acuerdo a su intensidad, frecuencia y tiempo de exposición, repercuten no sólo en los seres humanos sino en los seres vivos que conforman los ecosistemas en los que se encuentra inmersa la población humana.	Se evitará realizar actividades en horarios no habituales que puedan afectar al entorno del proyecto, tanto a las construcciones colindantes como a la fauna presente en el área de influencia del proyecto. Las horas de trabajo será diurno de 7:00 a 17:00 horas.
NOM-161-SEMARNAT-2011	Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.	Se integra a la presente información adicional Plan de Manejo para el adecuado tratamiento de residuos que contempla el proyecto, el cual estará vigente durante la vida útil del mismo.
NAE-SEMADET-01-2016	Establece los criterios y especificaciones técnicas bajo las cuales se deberá realizar la separación, clasificación, valoración y destino de los residuos de construcción y demolición en el Estado de Jalisco.	Se dará cabal cumplimiento a todas y cada una de las especificaciones contenidas en la Norma durante las etapas del proyecto.

III.5. Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)

En relación con la ubicación del predio del proyecto, este se encuentra ubicado en la Ciudad de Puerto Vallarta, Jalisco.

- ✓ **REGLAMENTO DE GESTION Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE PUERTO VALLARTA**

Con relación al lineamiento ecológico, el Proyecto se realiza en apego al Reglamento de Gestión y Ordenamiento Territorial del Municipio de Puerto Vallarta y no constituye un proyecto con una finalidad productiva, así también las obras del proyecto se pretenden realizar en la Zona Urbana donde el predio presenta fracturas con los ecosistemas y considerando que las actividades a realizar en el área de influencia directa e indirecta son de turismo local, actividad que se desarrolla desde hace décadas en la zona.

La zona en donde se establecerá el proyecto es de eminente desarrollo habitacional turístico por las potencialidades de uso del suelo, las bellezas escénicas de la región, el clima, la cercanía con la playa, etcétera. Los predios cercanos y/o contiguos al presente estudio, tienden a desarrollarse como habitacionales turísticos, sin potencial para el desarrollo forestal, ganadero o agrícola. En cuanto a ordenamientos en materia de uso del suelo, el área del proyecto se inscribe en la zona de aplicación del Reglamento de Gestión y Ordenamiento Territorial del Municipio de Puerto Vallarta.

- ✓ **PLAN PARCIAL DE DESARROLLO URBANO "DISTRITO URBANO 5", EN EL MUNICIPIO DE PUERTO VALLARTA JALISCO.**

En base a la normatividad urbanistica municipal, el proyecto comprendido se localiza en el uso del suelo **H1-U (12)-RP1**, contemplado para el desarrollo de actividades **habitacional unifamiliar** de baja densidad, de acuerdo al plan de desarrollo urbano distrito urbano 5 (Ayuntamiento Púerto Vallarta, 2020).

De acuerdo con la zonificación secundaria hecha para la zona se encuentra dentro en la utilización del suelo y tipos básicos de zona establecido en el Reglamento de Zonificación para el Municipio de Puerto Vallarta, según el Plano en donde se determina que el uso de suelo del predio es: **H1-U (12), Habitacional Unifamiliar baja densidad** (imagen III.2).

H1-U (12) Habitacional Unifamiliar de Densidad baja.

Usos generales: predomina el uso habitacional.

Dicho lo anterior, la construcción, operación y mantenimiento del **proyecto**, **no contraviene** con lo contemplado con el **Reglamento de Zonificación para el Municipio de Puerto Vallarta.**

Vinculación: El **proyecto** tiene como fin principal la construcción, operación y mantenimiento de un complejo Unifamiliar, por lo cual las actividades que se realizan entran de en las particularidades del **H1-U (12)**.

Imagen III.2. Plano de zonificación secundaria plano E-02 sobre el uso de suelo en el distrito 5.

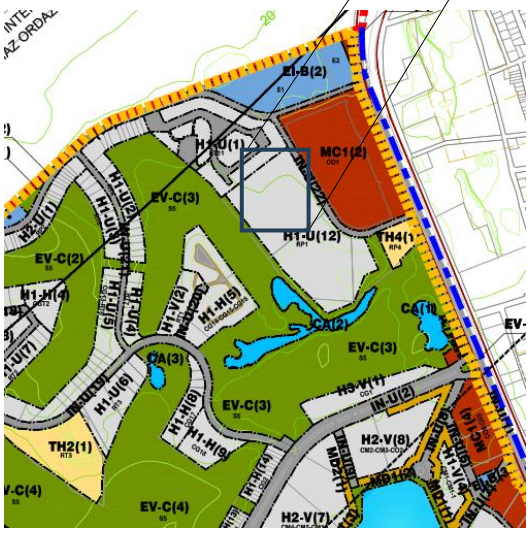


Tabla III.8. Vinculación con tabla de uso de suelo (H1-U (12)

NORMATIVIDAD DE UTILIZACIÓN DEL SUELO		HABITACIONAL, UNIFAMILIAR)	PROYECTO	VINCULACIÓN
Densidad máxima (habitantes por hectárea)		50	10	Cumple
Superficie mínima del lote (m^2)		300	2,438.81	Cumple
Frente mínimo (ml)		10	57.20	Cumple
C.O.S.		0.4	3,030.456 m^2 C.O.S.= 0.32	Cumple
Niveles máximos de construcción (Altura máxima de la edificación)		*R	8	Cumple
C.U.S.		1.2	687.69 m^2 C.U.S.= 0.31	Cumple
Estacionamiento		2/vivienda	1.9	Cumple
Restricciones	Frontal (ml), hacia elementos viales	7.0 ml	7.00 ml	Cumple
	% área ajardinada restricción frontal	50%	8.5%	*No Cumple
	Trasera (ml)	7.00 m	10.7 ml	Cumple
Modo de edificación		Abierto	Abierto	Cumple

*Nota: Las resultantes de aplicar los coeficientes de ocupación y utilización del suelo. Para las zonas escarpadas se aplicará el Reglamento de Construcción.

A efectos de realizar y desarrollar un proyecto rentable en un sitio con esas dimensiones, se llevó a cabo el diseño del proyecto tratando de aprovechar al máximo su potencial. Es importante señalar que la facultad de expedición de Licencias y Dictámenes de Construcción corresponderán al Ayuntamiento en relación con el cumplimiento de las Normas de edificación establecidas en los Planes de Desarrollo, sus Reglamentos, así como en lo establecido en el Artículo 12 fracción IX del Reglamento de Construcción para el Municipio de Puerto Vallarta:

Artículo 12. Son atribuciones de la Autoridad Municipal, las siguientes:

VIII. Autorizar la constitución del régimen de condominio para la utilización de un predio, finca o edificación;

IX. Expedir las licencias o permisos de construcción o edificación;

De tal modo, el promovente obtendrá previo a la realización del proyecto que nos ocupa, conforme al avance de obra las Licencias de uso de Suelo y Construcción por parte del H. Ayuntamiento Constitucional de Puerto Vallarta, Jalisco; autoridad encargada de la aplicación del Reglamento de Zonificación para el Municipio de Puerto Vallarta, Jalisco**.**

Asimismo, se considera que la importancia ambiental vinculante con los Planes o Programas de Desarrollo Urbano de acuerdo con lo establecido en el Articulo 35 segundo párrafo de la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente** para el caso del proceso de evaluación del impacto ambiental tiene su razón de ser con el fin de crear una planeación organizada encaminada a proyectos sustentables y principalmente propiciar el cumplimiento de la urbanización respetando la integralidad del medio ambiente; es decir, respetando las zonas consideradas para tal fin como lo pueden ser las áreas silvestres, espacios verdes, áreas naturales protegidas, cuerpos de agua y zonas ecológicas.

Por lo mencionado anteriormente, para el caso del **proyecto**, la zona donde se inserta es una zona urbanizable y no de reserva ecológica o espacio verde. Es decir que según el **Reglamento de Zonificación para el Municipio de Puerto Vallarta** el uso de suelo permitido y compatible es el Habitacional, Unifamiliar de densidad baja, el cual no establece en sus restricciones o parámetros, alguna de índole ambiental que se vea considerada, al establecer la zona con un uso habitacional, lo cual no contraviene con el **proyecto**.

III.6. Otros Instrumentos.

III.6.1. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

La identificación de las regiones terrestres prioritarias (RTP) se llevó a cabo por medio de dos talleres multidisciplinarios con la participación de 65 expertos, pertenecientes a 37 instituciones, realizados entre 1996 y 1999, en los que se delimitaron 152 polígonos en función de diversos criterios biológicos, de amenaza para el mantenimiento de la biodiversidad, que representaban una oportunidad para la conservación, y de su correspondencia espacial con rasgos topográficos, cuencas hidrológicas, áreas naturales protegidas, tipos de sustrato y de vegetación en un sistema de información geográfica (véanse detalles metodológicos en Arriaga *et al.* 2000).

Tiene como objetivo determinar unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nación, que contengan una riqueza ecosistémicos y especifica comparativamente mayor que en el resto del país, junto con una integridad ecológica funcional relevante y cuyas oportunidades de conservación sean reales (Arriaga, Espinoza, Aguilar, Martínez, Gómez y Loa, 2000). En relación con las RTP el proyecto no incide en alguna de estas, siendo la más próxima la denominada “Sierra de Vallejo Rio Ameca” cuyo límite más cercano al Proyecto se encuentra a aproximadamente 5 km en línea recta en dirección sureste.

III.6.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

La identificación de las 110 regiones hidrológicas prioritarias (RHP) se llevó a cabo por medio de dos talleres multidisciplinarios en 1998, en los que participaron 48 especialistas, provenientes de 38 instituciones. Los criterios, consideraron aspectos de biodiversidad en relación con el valor ambiental de recursos bióticos y abióticos, con el valor económico, así como con los riesgos y amenazas a los que está sujeta la biodiversidad que se presenta en ambientes limnológicos, y consideran las características físicas y químicas de los cuerpos de agua epicontinentales, y de los ecosistemas que

se encuentran en toda la cuenca hidrográfica, desde el parteaguas hasta las zonas costeras (Arriaga *et al.* 2000).

Las 110 RHP cubren un área de 777 248 km^2 de las principales cuencas hidrográficas del país; las áreas con la mayor concentración y extensión geográfica se encuentran a lo largo de la Sierra Madre Occidental y en las cuencas aluviales del norte del país. En el caso de la Sierra Madre Occidental, las RHP se localizan en las partes altas de la sierra de los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Nayarit, Durango, Zacatecas y Jalisco donde se forman las cabeceras de los ríos que descargan a las planicies costeras del Pacífico, hacia el occidente, y al Altiplano mexicano, al oriente. Las cuencas aluviales del norte comprenden las cuencas endorreicas y las interconectadas de los estados de Chihuahua, Coahuila y Durango, algunas de las cuales descargan hacia el río Bravo.
Para la identificación de las RHP se contó con el apoyo económico del Fideicomiso Fondo para la Biodiversidad, The David and Lucile Packard Foundation (Packard), The United States Agency for International Development (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF).

En relación con las Regiones Hidrológicas Prioritarias el Proyecto no incide en alguna de estas, siendo la más cercana la denominada “Cajón de Peñas”, la cual se encuentra a una distancia aproximada de 35.0 km en línea recta Suroeste. En función de las características, ubicación y alcances del Proyecto, se considera que su ejecución no representa una amenaza para los objetivos de conservación de la RHP “Cajón de Peñas”.

III.6.3. Sitios RAMSAR.

Los humedales son zonas en donde el agua es el principal factor que controla el ambiente, así como la vegetación y fauna asociada. Existen en donde la capa freática se encuentra en o cerca de la superficie del terreno o donde el terreno está cubierto por agua.

La Ley de Aguas Nacionales define a los humedales como zonas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres que constituyen áreas de inundación temporal o permanente, sujetas o no a la influencia de mareas, como pantanos, ciénegas y marismas, cuyos límites los constituyen el tipo de vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional, las áreas en donde el suelo es predominantemente hídrico; y las áreas lacustres o de suelos permanentemente húmedos por la descarga natural de acuíferos. Por otra parte, la Convención Ramsar hace uso de una definición más amplia ya que además de considerar a pantanos, marismas, lagos, ríos, turberas, oasis, estuarios y deltas, también considera sitios artificiales como embalses y salinas y zonas marinas próximas a las costas cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros, los cuales pueden incluir a manglares y arrecifes de coral.

Los humedales representan ecosistemas estratégicos y de gran importancia para la conservación de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas, por lo que es necesario llevar a cabo acciones que aseguren el mantenimiento de sus características ecológicas.

La CONANP cuenta con atribución para coordinarse con las unidades administrativas competentes de la Secretaría y otras dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, para aplicar los lineamientos que deriven de los acuerdos y compromisos adoptados por la Convención de Ramsar sobre los Humedales de importancia internacional.

En noviembre de 2012 se publicó en el DOF el Reglamento Interior de la SEMARNAT, en cuyas disposiciones se atribuye a la CONANP lo siguiente:

- Art. 70, fracc. XIV: Fungir como autoridad designada ante la Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas y coordinarse con las unidades administrativas competentes de la Secretaría y otras dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, para aplicar los lineamientos, decisiones y resoluciones derivados de los acuerdos y compromisos adoptados en dicha Convención, con la participación que, en su caso, corresponda a la Unidad Coordinadora de Asuntos Internacionales.
- Art. 73, fracc. VII: Coordinar la ejecución de las acciones necesarias para dar cumplimiento a los compromisos de la Convención Ramsar, específicamente en materia de hábitat de especies acuáticas.

Los atributos y las funciones de los humedales son fundamentales para el equilibrio ecológico y ambiental global, ya que son el hábitat de muchas especies de fauna y flora, y elementos vitales en la estructura ecosistémica, sociocultural y económica de las naciones del mundo. Se contabiliza hasta el 2 de febrero de 2014 que la CONANP atiende 142 sitios Ramsar.

En relación con los Sitio Ramsar, el Proyecto no incide en algún sitio de este tipo, siendo el más cercano el denominado “Parque Nacional Isla Marietas” el cual se encuentra a 36 km de distancia aproximada en línea recta del proyecto.

III.6.4. Areas de importancia para la conservación de las aves (AICAS).

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 de la Comisión 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 identificar las AICAS en el territorio mexicano, se invitó a especialistas e interesados en la conservación de las aves a un primer taller que se llevó a cabo en Huatulco, Oaxaca del 5 al 9 de junio, de 1996 en donde se reunieron alrededor de 40 especialistas, representantes de universidades y organizaciones no gubernamentales de diferentes regiones en México para proponer de manera regional Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México. En este Taller se identificaron 170 áreas, mismas que se difundieron, invitando a más personas a participar para conformar 193 áreas nominadas durante 1996-1997.

Estas áreas fueron revisadas por la coordinación del programa AICAS y se constituyó la primera base de datos. La estructura y forma de la base de datos fueron adecuándose a las necesidades del programa. La información gráfica recabada en el taller que incluía los mapas dibujados por los expertos se digitalizó y sistematizó en CONABIO incorporándose en un sistema de información geográfica.

En mayo de 1997, durante una reunión del Comité Consultivo, la Coordinación y técnicos de la CONABIO, con el apoyo de mapas de vegetación, topografía e hidrografía, se revisaron las 193 áreas propuestas, incluyendo los polígonos, coordenadas y límites.

Durante 1998 se definieron regiones para el programa con el apoyo financiero del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C., (FMCN) formándose cuatro coordinaciones regionales (Noreste, Noroeste, Sur y Centro).

En cada región se organizaron dos talleres para revisar las AICAS, anexándose y eliminándose aquellas áreas que de acuerdo a la experiencia de los grupos de expertos así lo ameritaron, concluyendo con un gran total de 219 AICAS, las cuales quedaron clasificadas dentro de alguna de las 20 categorías definidas con base en criterios de la importancia de las áreas en la conservación de las aves; dichos criterios resultaron de discusiones trilaterales (México, Canadá y Estados Unidos) y se adaptaron a partir de los utilizados por BirdLife International. Igualmente se concluyó una lista de cinco áreas de prioridad mayor por Región, en donde se identificaron los grupos locales capaces de implementar un plan de conservación en cada AICA. Los nuevos mapas se digitalizaron a escala 1:250 000.

La ficha de cada AICA tiene una descripción técnica que incluye características bióticas y abióticas y un listado avifaunístico que incluye las especies registradas y probables para la zona, categorías de riesgo, endemismo y su estacionalidad. Toda la información antes detallada forma parte del primer directorio de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México, publicación que representa la culminación de la primera fase de trabajo del proyecto en México. El libro cubre varios propósitos entre los que se encuentran:

- ✓ Ser una herramienta para los sectores de toma de decisiones que ayude a normar criterios de priorización y de asignación de recursos para la conservación.
- ✓ Ser una herramienta para los profesionales dedicados al estudio de las aves que permita hacer accesible a todos, datos importantes acerca de la distribución y ecología de las aves en México.
- ✓ Ser una herramienta de difusión que sea utilizada como una guía para fomentar el turismo ecológico tanto a nivel nacional como internacional.

- ✓ Ser un documento de renovación periódica que permita fomentar la cooperación entre los ornitólogos y los aficionados a las aves, para lograr que este documento funja siempre como una fuente actualizada de información.

Fomentar la cultura de la conservación, especialmente en lo referente a las aves, sirviendo como herramienta para la formación de clubes de observadores de aves, y de otros tipos de grupos interesados en el conocimiento y la conservación de estos animales.

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) es depositaria de la base de datos nacional de las AICAS. Pronatura A.C. es el aliado nacional de Birdlife International en México, coordinando diferentes aspectos del programa a nivel nacional. Derivado de la convocatoria de Identificación de nuevas AICAS organizada por CONABIO a través de la Coordinación de la Iniciativa para la Conservación de las Aves de América del Norte (NABCI México) y el Programa Nacional de Aves de Pronatura, para la revisión y actualización de la red de AICAS en México, en 2015 se incluyeron 27 nuevas AICAS a la red, para sumar un total de 243 AICAS en México (tres de estas nuevas AICAS se fusionaron a AICAS existentes).

Dentro de las 243 AICAS es posible observar al 94.53% de las aves de México, 97.29% de las especies incluidas en alguna categoría de amenaza en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y todas las especies endémicas, semiendémicas y cuasiendémicas consideradas en la publicación “Conservación de aves: Experiencias en México”.

El proyecto no incide en alguna de estas áreas, siendo la más cercana la denominada “Parque Nacional Isla Marietas” el cual se encuentra a 36 km de distancia aproximada en línea recta del proyecto.

CAPITULO IV: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

ÍNDICE

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN. 6

IV.1. Delimitación del área de estudio donde se pretende establecer el proyecto 6

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental regional (SAR) 14

IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR. 20

IV.2.2.1. Medio abiótico. 21

IV.2.2.1.1. Clima (SAR). 22

IV.2.2.1.1.1. Fenómenos meteorológicos registrados en la Microcuenca (SAR). 25

IV.2.2.1.2. Fisiográficas de la Microcuenca (SAR). 28

IV.2.2.1.2.1. Grado de Pendiente (%) en la Microcuenca (SAR). 29

IV.2.2.1.3. Edafología de la Microcuenca (SAR). 30

IV.2.2.1.3.1. Estimación de la pérdida de suelos en la Microcuenca (SAR). 43

IV.2.2.1.3.1.2. Resultados de la pérdida y grados de erosión de los suelos en la Microcuenca (SAR) y las causas que la originan. 53

IV.2.2.1.3.1.2.1. Desarrollo de la ecuación y estimación de la erosión hídrica en la Microcuenca (SAR) y el proyecto. 54

IV.2.2.1.4. Geología (SAR). 79

IV.2.2.1.4.1. Formación de las rocas en las diferentes etapas de la historia y su distribución en la Microcuenca (SAR). 83

IV.2.2.1.5. Hidrológica de la Microcuenca (SAR). 85

IV.2.2.1.5.1. Hidrológica superficial de la Microcuenca (SAR). 91

IV.2.2.1.5.1.1. Calidad del agua de la zona. 91

V.2.2.1.5.1.2. Balance hídrico de la Microcuenca (SAR). 94

IV.2.2.1.5.1.2.1. Estimación del escurrimiento superficial de la Microcuenca (SAR). 95

IV.2.2.1.5.1.2.1.1. Consideraciones sobre la secuencia para la estimación del escurrimiento superficial. 104

IV.2.2.1.5.1.2.1.2. Estimación del escurrimiento superficial para la Microcuenca (SAR). 108

IV.2.2.1.5.1.2.2. Evapotranspiración potencial (ETP). 113

IV.2.2.1.5.1.2.3. Infiltración (I). 117

IV.2.2.1.5.2. Hidrología subterránea de la Microcuenca (SAR). 120

IV.2.2.1.5.3. Calidad del aire de la zona Microcuenca (SAR). 123

IV.2.2.2. Medio Biótico 124

IV.2.2.2.1. Vegetación característica de la Microcuenca (SAR) 124

IV.2.2.2.1.1. Selva Mediana Subcaducifolia 125

IV.2.2.2.1.2. Vegetación de Manglar. 126

IV.2.2.2.2. Elaboración de cartografía de acuerdo con el uso de suelo actual en la Microcuenca (SAR). 126

IV.2.2.2.3. Metodología para el inventario forestal en la Microcuenca (SAR). 128

IV.2.2.2.3.1. Resultados obtenidos de los análisis correspondientes al inventario. 137

IV.2.2.2.3.2. Principales especies vegetales localizadas en la Microcuenca (SAR). 137

IV.2.2.2.3.3. Metodología para la estimación de índices estructurales y diversidad florística de la Microcuenca (SAR). 149

IV.2.2.2.3.3.1. Resultados del análisis estructural y biodiversidad vegetal en la Microcuenca (SAR). 157

IV.2.2.2.3.3.1.1. Índice de Valor de importancia (IVI), por estrato vegetal. 157

IV.2.2.2.3.3.1.2. Diversidad arbórea, arbustiva y herbácea de la Microcuenca (SAR). 174

IV.2.2.2.3.3.1.2. Análisis de las condiciones de la vegetación en la Microcuenca (SAR). 184

IV.2.2.2.2. Fauna silvestre Microcuenca (SAR) (Anexo 2.2.5.2 digital). 186

IV.2.2.2.2.1. Biogeografía de México y ubicación general de Microcuenca (SAR). 186

IV.2.2.2.2.2. Distribución potencial de la fauna silvestre en el estado. 187

IV.2.2.2.2.3. Distribución potencial de la fauna silvestre en la Microcuenca (SAR) y el Proyecto. 188

IV.2.2.2.2.4. Evaluación de la fauna silvestre en la Microcuenca (SA). 189

IV.2.2.2.2.4.1. Estimación de la diversidad faunística en la Microcuenca (SAR). 193

IV.2.2.2.2.5. Resultados de la diversidad faunística en la Microcuenca (SAR). 196

IV.2.2.2.2.5.1. Riqueza de especies. 196

IV.2.2.2.2.5.2. Estimación de la abundancia en la Microcuenca (SAR). 203

IV.2.2.2.2.5.3. Resultados índices de diversidad de especies. 206

IV.2.2.2.3. Descripción de las condiciones del área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales (físicas y biológicas). 212

IV.2.2.2.3.1. Ubicación del área del proyecto en la Microcuenca (SAR), condiciones hidrológicas, relieves y poblados más cercanos. 212

IV.2.2.2.3.2. Pendientes y exposiciones en el área del proyecto. 220

IV.2.2.2.3.3. Condiciones físicas (abióticas) del área del proyecto. 221

IV.2.2.2.3.1. Condición climática. 221

IV.2.2.2.3.2. Fisiografía características del Proyecto. 224

IV.2.2.2.3.3. Condiciones edafológicas del Proyecto. 224

IV.2.2.2.3.3.1. Tipos y grado de degradación del área del proyecto y las causas que la originan. 228

IV.2.2.2.3.3.2. Estado de conservación y/o deterioro de los suelos en el área del Proyecto. 228

IV.2.2.2.3.3.3. Estimación aproximada de la pérdida de suelo en el Proyecto sin y con CUSTF. 229

IV.2.2.2.3.3.3.1. Desarrollo de la ecuación y estimación de la erosión para el Proyecto. 229

IV.2.2.2.3.3.3.1.2. Erosión actual para el Proyecto. 238

IV.2.2.2.3.4. Condiciones geológicas del Proyecto. 243

IV.2.2.2.3.5. Hidrología superficial del Proyecto. 243

IV.2.2.2.3.5.1. Corrientes naturales, permanentes y temporales, su caudal minino y máximo que alcanzan. 243

IV.2.2.2.3.5.2. Calidad del agua. 246

IV.2.2.2.3.5.3. Balance hídrico del Proyecto. 246

IV.2.2.2.3.5.3.1. Estimación del escurrimiento superficial para el Proyecto. 248

IV.2.2.2.3.5.3.2. Estimación de la evapotranspiración potencial (ETP) para el Proyecto. 252

IV.2.2.2.3.5.3.3. Infiltración (I). 254

IV.2.2.2.3.5.3.4. Resumen del balance hídrico en el Proyecto. 254

IV.2.2.2.3.6. Hidrología subterránea. 259

IV.2.2.2.4. Condiciones biológicas del proyecto. 260

IV.2.2.2.4.1. Tipo de vegetación representativa en el proyecto. 260

IV.2.2.2.4.2. Metodología para la evaluación de la vegetación en el proyecto. 260

IV.2.2.2.4.3. Estado de conservación y degradación de la vegetación del Proyecto y sus causas principales. 266

IV.2.2.2.4.3.1. Principales especies registradas en el proyecto donde se realizará el CUSTF. 267

IV.2.2.2.4.3.2. Estimación de índices estructurales y diversidad florística en el área para el CUSTF. 271

IV.2.2.2.4.3.2.1. Resultados del análisis de la estructura y biodiversidad vegetal en el proyecto. 272

IV.2.2.2.4.3.3. Análisis de las condiciones de la vegetación en el Proyecto. 287

IV.2.2.2.4.2. Evaluación de la fauna silvestre en el Proyecto. 289

IV.2.2.2.4.2.1. Diversidad faunística en el Proyecto. 290

IV.2.2.2.4.2.1.1. Riqueza de especies. 290

IV.2.2.2.4.2.2. Estimación de la abundancia en el Proyecto. 294

IV.2.2.2.4.2.3. Estimación de la diversidad en el Proyecto. 296

IV.2.2.2.4.2.3.1. Resultados de los índices de biodiversidad estimados. 298

IV.2.2.3. Medio socioeconómico. 302

IV.2.2.3.1. Estructura de población del estado, municipio y localidad cercana al proyecto. 304

IV.2.2.3.2. Población económicamente activa por sector o actividad. 305

IV.2.2.3.3. Migración de la población del municipio y localidad cercana al proyecto. 306

IV.2.2.3.4. Índice y grado de marginación en el municipio. 308

IV.2.2.3.5. Factores socioculturales. 308

IV.2.2.3.5.1. Zonas arqueológicas, monumentos históricos y patrimonio cultural edificado. 308

IV.2.2.4. Paisaje. 313

IV.2.2.4.1. Visibilidad y calidad paisajística. 313

IV.2.2.74.2. Fragilidad. 324

IV.3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio del uso de suelo propuesto. 330

IV.3.1. La provisión del agua en calidad y cantidad. 333

IV.3.2. La protección y recuperación de los suelos. 335

IV.3.3. Almacenamiento de carbono y mitigación por el CUSTF. 336

IV.3.3.1. Liberación de carbono secuestrado por el CUSTF. 336

IV.3.3.1.1. Metodología empleada para la estimación de carbono. 337

IV.3.3.1.2. Descripción de las medidas de mitigación que favorezcan en el secuestro de carbono. 343

IV.3.3.2. Conclusión. 355

IV.3.4. Diagnostico ambiental. 356

IV.3.4.1. Aspectos abióticos. 356

IV.3.4.2. Aspectos bióticos. 358

IV.3.4.3. Aspectos socioeconómicos. 359

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

IV.1. Delimitación del área de estudio donde se pretende establecer el proyecto

El Sistema Ambiental (SA), está compuesto por un conjunto de relaciones de subsistemas, el ecológico, productivo y socioeconómico. Dichos subsistemas, se conforman por elementos que contribuyen a la funcionalidad en el interior del SA, sin embargo, para su interpretación, también se sugiere tomar en cuenta las condiciones del entorno. Esto significa, que existe una interrelación entre los elementos internos y externos, a escala temporal donde se desarrolla la problemática ambiental, las relaciones fluctúan sin transformar su estructura (Castañares, 2009). Para determinar el SA, se tomó como referencia información espacial de los aspectos físicos, biológicos y sociales (INEGI, 1971, 1999, 2001, 2010, 2015, 2017).

El Programa de Ordenamiento POEGT (SEMARNAT, 2012) para México, es el documento que establece políticas públicas ambientales en base a Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), las cuales se rigen mediante estrategias y lineamientos ecológicos. El sistema ambiental se basa en los lineamientos establecidos en las UAB del POEGT, ya que esta regionalización, comprende unidades territoriales en base al medio biofísico (clima, vegetación, relieve y suelos), interactuando factores que conllevan a la homegeneidad dentro de la UBA y expresan heterogeneidad entre sí (SEMARNAT, 2013).

Se observa, en las inmediaciones del Proyecto, un crecimiento poblacional, las cuales han fragmentado, a través de los años, a poblaciones forestales sobre la zona costera, así como en gran parte del entorno donde se localiza el proyecto.

Para determinar el SA, se tomó como referencia las diversas escalas cartográficas, esto para comprender las características del territorio en el cual se pretende insertar el proyecto y en el cual se consideran los tres análisis fundamentales siguientes:

1. El Territorial, el cual permite identificar y localizar los elementos bióticos y abióticos presentes en la zona, y su valoración espacial tanto desde el punto de vista dimensional, como en la dinámica que juegan en el sistémica, a lo cual se considera lo siguiente;

- ✓ Delimitación y descripción del sitio del proyecto,
- ✓ Cartografía específica disponible (INEGI escala 1:50,000 y 1:250,000 e imágenes de satélite 1:10,000), y para el sitio del proyecto a partir del análisis cartográfico, verificaciones en campo mediante los estudios específicos de flora y fauna.
- ✓ Caracterización ambiental, según sus atributos físicos, bióticos y socioeconómicos más relevantes.
- ✓ Zonificación con los instrumentos legales aplicables, particularmente los de índole de planeación en cuanto a la compatibilidad del suelo, acorde al plan de desarrollo urbano del municipio, el cual ya se ha mencionado anteriormente.

2. En el análisis funcional. Forma parte del concepto sistémico integral, en el cual las condiciones en que se presenta actualmente el ecosistema, es el resultado de la convergencia de una serie de dinámicas asociadas en donde lo que le sucede a algún elemento, afecta en alguna medida al resto de los elementos. Inferir la dependencia entre los distintos actores y la susceptibilidad de cada uno de ellos al cambio, aportó elementos para dimensionar espacialmente las cadenas de sucesos que pudieran ocurrir en caso de afectar alguno de los elementos presentes en el predio.

Una obtenida la información de campo, podemos entender un poco el funcionamiento de los elementos bióticos y abióticos de manera independiente, así como de la interdependencia entre cada uno de ellos de forma sistémica, con base en expresiones y evidencias de los ciclos y procesos naturales, permitió concebir la integridad funcional del ecosistema del propio Sistema Ambiental y, por ende, ser la justificación plena para su delimitación.

Dentro de los elementos más relevantes para definir la amplitud del Sistema Ambiental, fueron las dimensiones del proyecto, las obras y acciones a desarrollar, así como las áreas hasta donde pudieran manifestarse los efectos por la construcción del proyecto.

Resultado de este análisis, se conciben dos áreas:

1. **Sitio del Proyecto**. Este corresponde al espacio físico dentro de una poligonal englobada por las áreas que serán objeto de obras y actividades, donde de forma directa se establecerá infraestructura permanente (SEMARNAT, 2012).

2. **Área de influencia**. Espacio donde, por la realización de las obras y la modificación de los elementos físicos y bióticos que en el sitio del proyecto ocurren, pueden manifestarse de alguna forma, los efectos ambientales (SEMARNAT, 2012).

El proyecto presenta un modelo de construcción de bajo impacto, consideramos que los efectos negativos por el impacto serán muy puntuales y no sobrepasen hacia las partes interior de la Microcuenca, que conforma el SA. A demás de encontrarse en zonas urbanizadas anexas.

En la periferia del Proyecto, existen calles y en sus colindancias al norte, este y oeste, se observan lotes urbanizadas y por lo tanto servirá como límite dentro de las dinámicas más relevantes de los elementos físicos y bióticos, en lo referente a la zona marítima, según la topografía del sitio del proyecto no se afectará la hidrodinámica costera, ya que se encuentra en una zona elevada.

Con el conocimiento de los principales elementos del ecosistema, que definen las dinámicas y que permiten inferir las tendencias en caso de seguir así, o inclusive prever lo que les sucedería en caso de cambiar algunos de sus elementos, se consideró el Sistema Ambiental (SA).

3. Delimitación del área de estudio donde pretende establecer el proyecto.

Uno de los factores considerados, fue ubicación y amplitud de los componentes ambientales con los que el proyecto tendrá alguna interacción y las dimensiones de este, así como a la distribución de obras y actividades a desarrollar, asociadas y provisionales, los sitios para la disposición de desechos y factores sociales (localidades y poblados cercanos).

Algunos elementos considerados para su delimitación fueron rasgos geomorfoedafológicos, hidrográficos, meteorológicos, tipos de vegetación y la fauna silvestre. El tipo, características, distribución, uniformidad y continuidad de las unidades ambientales (ecosistemas). Para esto, se tomó de referencia la clasificación del INEGI (2010), en cuanto a la delimitación de la Cuenca y Subcuenca, y mediante elementos de relieve, hidrológicos y de vegetación se procedió a delimitar una Microcuenca.

Se apoyo de un Modelo Digital de Elevación escala 1:50000, f13c69 (INEGI, 2001), los archivos vectoriales de la carta topográfica escala 1:50000, f13c69 (INEGI, 2023), la Red Hidrológica de la Subcuenca (RH13Ac), escala 1:50000 (INEGI, 2010). Para analizar la información se utilizó ArcGIS PRO 3.4 (ESRI, 2025).

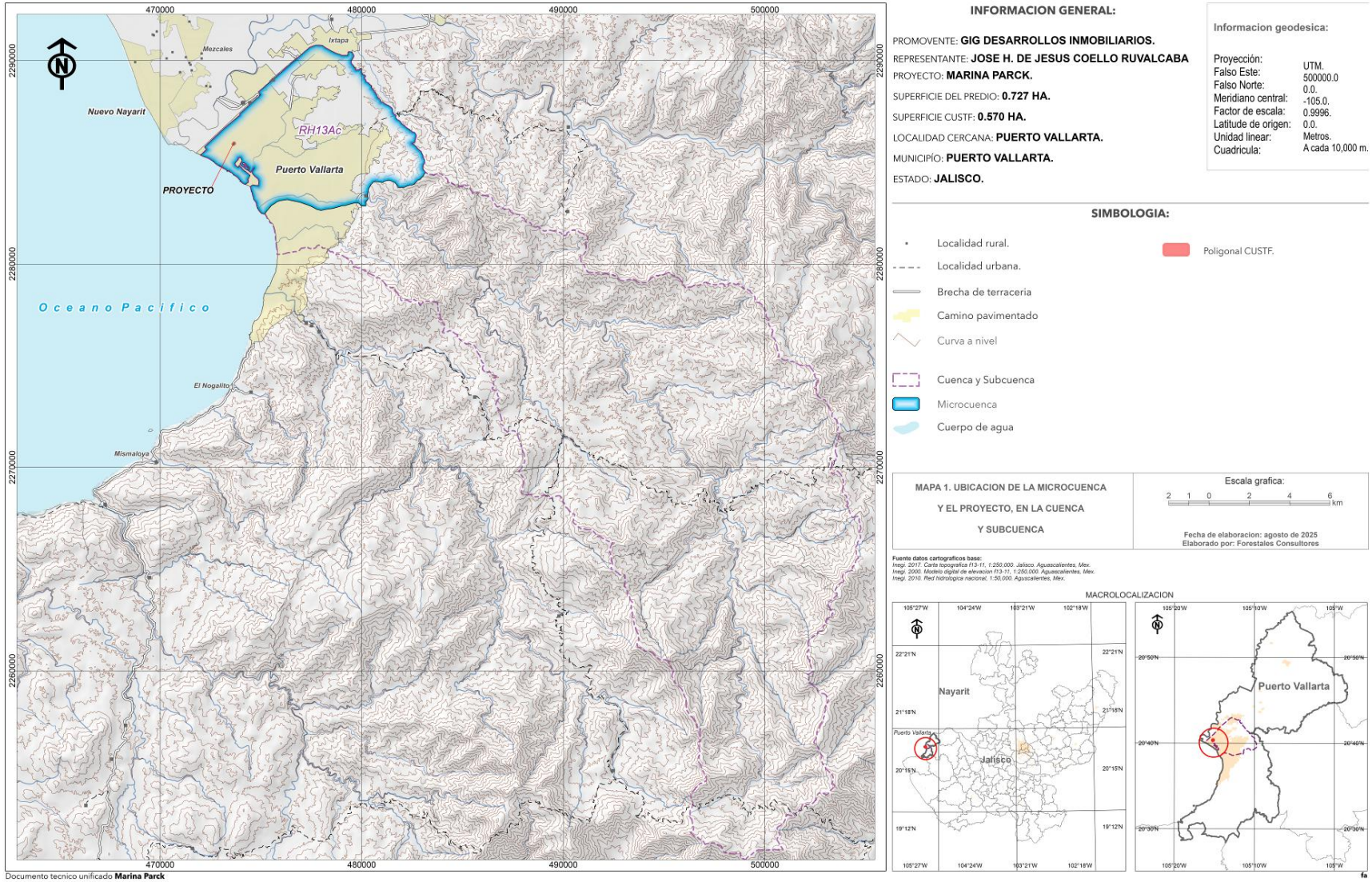
El Proyecto comprende una **superficie de 7,360 m²**, de los cuales **5,700 m² requieren el CUSTF.** Se localiza en la Región hidrológica Huicicila (13); en la Cuenca Río Cuale-Pitillal (A); en la Subcuenca Río Pitillal (c); y en la Microcuenca denominada Puerto Vallarta (001). De la misma manera este se localiza dentro de la Provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur (XII); Subprovincia Sierras de la costa de Jalisco y Colima (65) y dentro de un Sistema de Topoformas de Llanuras costeras con deltas (526-0/03) (Mapa 1).

Como base se consideró el Modelo Digital de Elevación (MDE) escala 1:50000 (f13c69) con una resolución de 50 metros/pixel, con el cual se generó un MDE a escala 1:10,000, con una resolución de 10 metros/pixel. Esto como información vectorial y archivos tipo ráster publicados por INEGI (1999; 2010; 2014; 2017). También se apoyó con archivos vectoriales de la carta topográfica f13c69 escala 1:50,000, la red hidrológica detallada para la Subcuenca (RH13Ac) a escala 1:50000 (INEGI, 2010; 2023;).

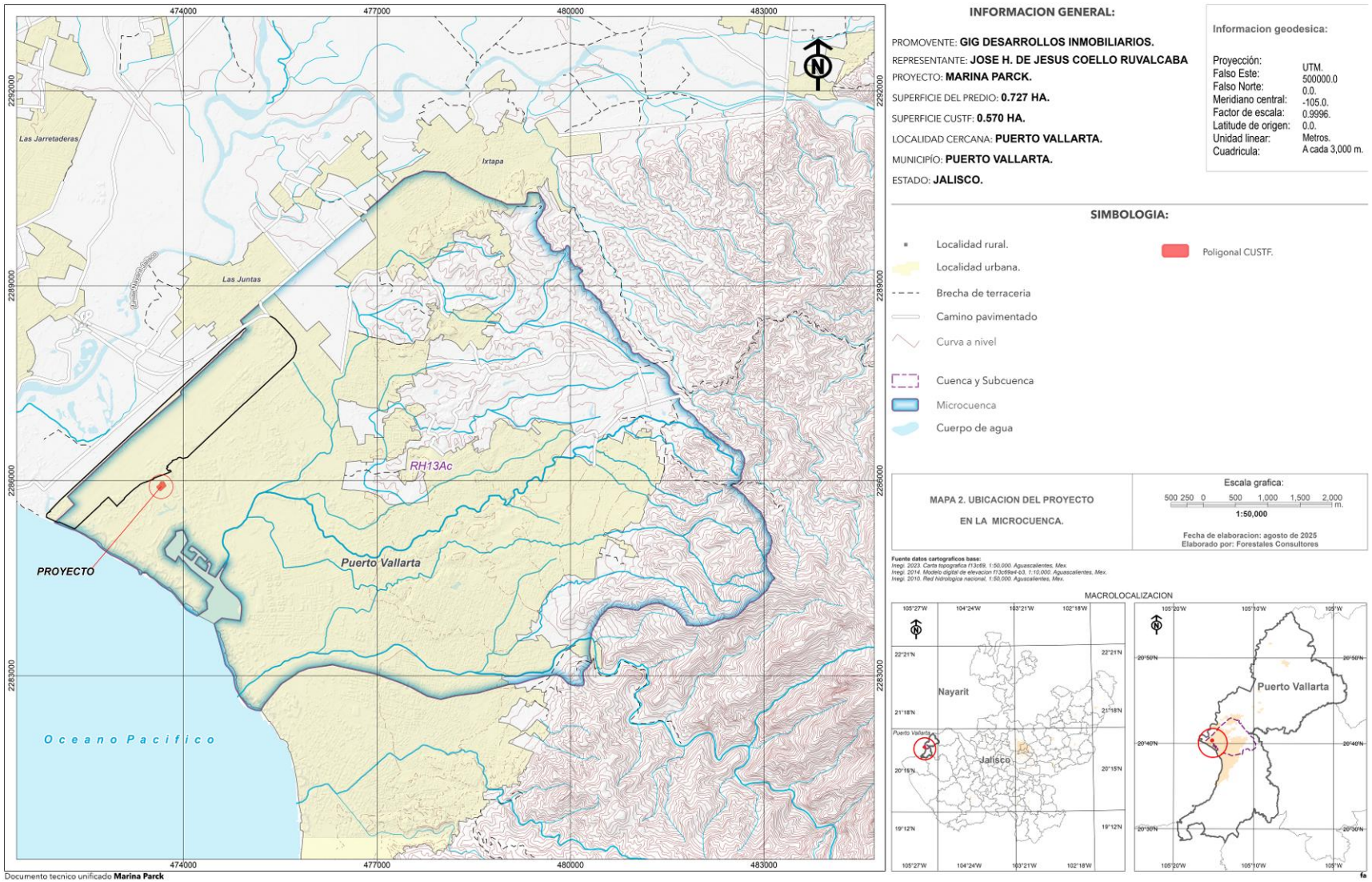
Para el análisis y proceso de la información se utilizó ArcGIS Pro 3.4 (ESRI, 2025). Tomando como referencia la información mencionada, de manera manual se detallaron los límites de la Microcuenca. La red hídrica está conformada por escurrimientos de tipo intermitentes, siendo un **arroyo importante el cual conecta al Estero el Salado** (Mapa1).

Algunos de los aspectos más importantes en la delimitación de la MC, fueron el relieve y los escurrimientos de orden 1 al 4, que drenan hacia la parte baja. Con esto se obtuvo un archivo tipo Shape (.Shp), en forma de polígono cerrado, considerándose una Microcuenca pequeña, de tipo exorreica. Con ArcGIS Pro 3.4, se estimaron los parámetros morfometricos correspondientes, entre los que se destaca la estimación de la superficie, la cual resulto ser de 5,376 ha (53.739 km²), con un perímetro de 38.983 km., y un área de 53,763,977 m². Esta será nuestra zona de interés para el análisis de los elementos biológicos y físicos.

Mapa 1. Ubicación de la Microcuenca y el Proyecto en la Cuenca y Subcuenca.



Mapa 2. Ubicación de la Microcuenca, como Sistema ambiental para su análisis.



IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental regional (SAR)

La caracterización, nos ayudara a genera un diagnóstico del sistema ambiental, previo a la realización del proyecto, en donde se identificaron y analizaron las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural y grado de conservación del área de estudio y de la calidad de vida que pudieran presentar en la zona por el desarrollo del proyecto, considerando aspectos de tiempo y espacio. Mediante este, podremos explicar su funcionamiento y qué uso ecológicamente viable podría tener, así como la calificación que, de manera subjetiva, podría calificarse a fin de que pueda ser empleado como un parámetro de comparación con respecto al tiempo, de la velocidad y grado de cambio

Existe una carretera pavimentada que conduce, muy cercas al predio, la cual es la federal 200. Y dicha carretera y otro tipo de infraestructura han modificado al ambiente natural en distintos puntos del SA, sustituyendo áreas naturales, por infraestructura para el desarrollo económico regional, influenciados por las distintas prácticas agrícolas y de ganadería, así como de asentamientos humanos.

Se observa en la zona, el incremento de infraestructura con fines turísticos, sobre toda la Riviera y hacia al pie de la sierra en la ciudad de Puerto Vallarta. El tráfico constante de vehículos y personas ha provocado una transformación continua y sinérgica de las condiciones biofísicas del área.

Como ya se ha detallado, Plan de desarrollo del municipio, específicamente para la zona, clasifica la zona para actividades con fines habitacionales plurifamiliares, lo que ha impactado en parte, el deterioro del ambiente natural, de tal manera que se observan fragmentaciones de la cobertura vegetal, en algunos casos muy fuerte y en otros muy leve.

Sin embargo, es importante señalar también, que el desarrollo de estas actividades ha traído consigo una gran cantidad de empleos directos en la zona, observándose una buena calidad de vida de los habitantes (económicamente).

El desarrollo económico en la zona ha ido creciendo notablemente, lo cual se refleja en las fuentes de empleo, buenos salarios y capacitación que se ofrece el sector turístico. A demás de que el municipio y el estado perciben impuestos, gracias a las inversiones en diversas obras de beneficio social y de instalación de servicios en el municipio. Es importante recalcar, que un proyecto bien diseñado en compatibilidad con el ambiente no implica el manejo de sustancias peligrosas y/o tóxicas o procesos de deterioro de los componentes ambientales que sustentan la actividad turística.

A pesar de que la cubierta forestal, es la que, se verá más impactada por la construcción de las obras, se considera como no significativa, ya que solo se afectarán las áreas de desplante en áreas pequeñas, y se conservara zonas aledañas con vegetación natural en el mismo Predio. Por otro lado, la composición florística identificada es reducida y estas mismas especies se distribuyen sin problemas fuera del Proyecto. La presencia de fauna silvestre es muy limitada, se registró una baja incidencia, por tal motivo no se prevé afectarla significativamente, sobre todo en los límites del proyecto, sin embargo, hacia dentro de la selva, se observan mejores poblaciones de flora y fauna.

Es importante mencionar que en las distintas etapas del Proyecto se tomarán todas las precauciones para que los impactos generados sean bajos y de concordancia con la factibilidad de la realización del proyecto.

Los criterios de valoración, para los elementos físicos del ambiente, se basan principalmente en el factor *Calidad*, concebido como parámetro que se refiere a la desviación de los valores identificados pero adosados al factor *Naturalidad, versus* los valores perceptibles de un ambiente no alterado (Boix *et al*., 2009).

Los elementos bióticos, adoptan el aspecto simple de *Naturalidad*, donde se estima el estado de conservación de las comunidades e indica el grado de perturbación derivado de la acción humana, en comparación con otro de referencia, que se ubica relativamente cerca (Recatala *et al*., 2009).

Por su parte, la concepción de los atributos del escenario socioeconómico, recurren al criterio de Representatividad, como el factor descriptivo del estado. Se refiere a qué tan relevante es la actividad con respecto a las principales actividades en la localidad.

La siguiente Tabla describe brevemente, los elementos básicos para la descripción del sistema o elementos perceptibles, representados en la superficie de interés para el análisis.

Tabla IV.1. Indicadores para describir el estado de los elementos del SA (Microcuenca).

ELEMENTO	FACTOR DE CONDICIÓN	GRADO DE ALTERACIÓN ESTIMADA
MEDIO FÍSICO		
Calidad del Agua	La afluencia de turismo en la zona cercana al proyecto es alta sobre todo en ciertos periodos del año, considerando que la infraestructura turística y urbana tiende a incrementarse, actualmente los efectos por contaminación son poco evidentes. De la misma manera a pesar de una importante infraestructura urbana. Por lo que el agua de la zona costera tampoco presenta rasgos de deterioro relevantes en sus atributos. Es notable la presencia de basura principalmente atribuida por la inadecuada disposición de residuos desde las zonas urbanas y producto de los turistas que visitan la zona.	BAJO (x<10%) De acuerdo con lo reportado para la zona costera la Conagua (2025), en cuanto a la calidad del Agua subtrerranea y superficial mencionan los siguientes parámetros; **Solidos Suspendidos** en escurrimiento superficial es excelente (5 mg/l); **Coliformes fecales** cumple con el parámetro y se considera Buena (0 NPM/100 ml); Enterococos fecales excelente (85 NMP/100 ml); **Saturación de oxígeno disuelto superficial** Excelente (99.8%). De acuerdo con información de la estación de Calidad de agua superficial con Clave OCLSP3980, de calidad mala. Por lo tanto, tomando en cuenta estos parámetros se sugiere que la alteración en la calidad del agua es baja.
Naturalidad del Suelo	La condición del suelo en el terreno se califica como transformado, en gran parte de este, pues su calidad y naturalidad se encuentran marcadas por condiciones de vegetación conformada por individuos adultos, la vegetación primaria ha sido desplazada por actividades antropogénicas, determinan en mayor medida, las condiciones del escenario actual.	MODERADO (x<10%). Las características naturales, son fácilmente reconocibles y dominantes en la zona, el elemento natural se ha visto afectado en aproximadamente un 83% del escenario dominante de la Microcuenca, derivado del crecimiento poblacional en la zona. El indicador clave 3-3 (SEMARNAT, 2019), sobre el estado de la degradación del suelo (físicas, químicas y biológicas). Específicamente mediante la herramienta ArcGIS PRO (2025), se realizó un proceso para estimar la erosión actual de la Microcuenca, por la acción del agua. Nula=35.1%; ligera 15.7, moderada 8.8%, alta=37.4%; y muy alta=3.1%. El análisis de la SEMARNAT, sugiere una degradación Quimica, provocada por act. Agrícolas.

Calidad del Aire	El aire no presenta efectos relevantes por afectación antrópica y se califica como totalmente natural, ya que en el sitio no se realizan actividades industriales o de transformación, aunado a la alta capacidad dilutiva de la zona.	NULO (No detectable), porque la información se registra en la Capital del estado. De acuerdo con el Sistema Nacional de Indicadores Ambientales (2019), el municipio de Puerto Vallarta presenta valores bajos en los siguientes parámetros: Oxido de Nitroso: 500.1-2,000 t. Bióxido de azufre: 60.1 a 1,600 t. Monóxido de carbono: 1,600.1-60,000 t. Amoniaco: 0.8 a 200 t. Mientras que INECC (2016), publica que, para estado, se registró un promedio de Partículas suspendidas con diámetro aerodinámica =<micrómetros (PM_{10}) de =<38. (dentro del rango) $PM_{2.5}$ promedio de 14 (fuera del rango) O_3 de 0.068 (dentro del rango).
Modificación del clima local	El clima no ha sido objeto de afectación en el ámbito regional y local, posiblemente solo llegue a ser diferente puntualmente en la zona del proyecto una vez establecido.	NULO (No detectable)
Dominancia de Flora Silvestre	Actualmente la flora presente en la parte alta (Selva mediana subcaducifolia) y en el estero (Vegetación de manglar) de la Microcuenca se mantiene en buen estado, ya que se registran zonas bien conservadas y en zonas bajas se observan una fragmentación fuerte por la presencia de asentamientos humanos. Se observan también acahuales, existen puntos bien definidos con completa transformación, por ejemplo, en la zona costera. De las partes más elevada existe una fracción que mantiene un ambiente completamente conservado, con abundante presencia de flora, de acuerdo con el análisis de la vegetación. Y en la parte baja, en la zona del estero el Salado, se conserva una fracción de vegetación de manglar y especies asociadas. Mientras que, en el Proyecto, existe arbolado adulto disperso.	ALTO (x<10%). Las características naturales se mantienen estables y dominan elementos naturales, manteniéndose una cobertura aproximadamente del 17%. Indicador de desempeño ambiental (SEMARNAT, 2019). Indicador básico 7-6, extensión de bosques y selvas (estado): 7.1. C.U.S.T.F. el cual nos da un valor de -0.50.

Fauna	El estado de conservación de la fauna se asocia a la vegetación, la frecuencia de avistamientos de fauna silvestre en las partes altas de la Microcuenca es común observar indicios, sin embargo, hacia la zona bajas, existen escasas áreas de refugio, alimentación, reproducción o anidación por sus características transformadas o perturbadas, por lo que solo es posible observar fauna menor de paso.	ALTO (x<30%). Las características naturales, mantienen pocas condiciones de un hábitat estable, ya que se encuentra fragmentado gran parte de la superficie. Existe una cobertura aproximada del 17% de la superficie de la Microcuenca. Por otro lado, el Índice de biodiversidad clave 6.4-3, Especies en riesgo (SEMARNAT, 2010), se puede calcular un porcentaje de presencia en el área del Proyecto. Índice de vegetación remanente, el cual corresponde al 77%.
Escenario perceptivo	Actualmente la vegetación como el elemento más importante y que define el escenario perceptivo, se mantiene con afectación evidente en el ámbito local y regional, existen puntos bien definidos de su completa transformación, como son los asentamientos humanos de la zona costera. El resto del territorio puede ser apreciado por un espectador, ubicado en la parte alta del SA (MC), como un ambiente homogéneo, con variación en la flora espacialmente, determinada por la densidad y la fragmentación de la cubierta vegetal. Su estado es mediano, aunque difiere a ambientes donde no existe afectación alguna en las cañadas protegidas a nivel de SA y en la parte alta de la cuenca que define el SA.	MEDIO (El escenario difiere en toda la región y la actividad humana muestra efectos evidentes en el paisaje).
Flujos de materia y energía	El deterioro natural y antrópico registrado en el predio, ha sido muy fuerte y muestra alteración en los estratos vegetales, de manera significativa en los flujos de materia y energía, es decir está altamente transformado. Específicamente en las zonas bajas del SA.	MEDIO (no medible).
Economía Empleo y Mano de Obra Estilo y calidad de vida	Las dinámicas asociadas al socio-sistema en el área del proyecto son importantes, existe un flujo de capital de	MEDIO (Los efectos son regionales significativos).

Turismo, agricultura y ganadería	inversionistas, presencia de fuentes de empleo y desarrollo de infraestructura carretera y turístico-habitacional.	
Asentamientos humanos		

IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR.

Es importante reconocer los componentes ambientales que puedan verse afectados por las actividades, y para esto se tomaron en cuenta los siguientes aspectos (Cecel-ingenieros, 2015);

- ✓ Aspecto técnico. Diferentes etapas de desarrollo del Proyecto.
- ✓ La Incidencia. Son los impactos directos e indirectos que se pueden generar por la ejecución, operación y abandono del Proyecto.
- ✓ Espacio requerido para el establecimiento del Proyecto. Es la infraestructura temporal o permanente.
- ✓ Vías de acceso al Proyecto. Son las vías de acceso, aquellas existentes en la zona.
- ✓ Aspecto social de interés. Las localidades cercanas, autoridades (locales, estatales y federales), que forman parte del seguimiento de la ejecución de Proyecto (empleo y permisos).

La caracterización de los elementos que componen el SA (MC) y parte de los cuales se verán afectados por el CUSTF, se tomó en cuenta el área de influencia donde potencialmente se manifiestan los impactos derivados de las distintas actividades del proyecto (aspectos físico-ambientales y Socioeconómico).

Como se muestra en el Mapa 2, la delimitación del área de influencia del Proyecto abarca asentamientos humanos cercanas, las vías de comunicación, las cuales facilitan el ingreso al proyecto y además que conectan con la carretera federal 200.

IV.2.2.1. Medio abiótico.

Dentro de los ecosistemas existe una gran cantidad de interacciones entre sus elementos biológicos y físicos, lo cual llega a conformar un sistema que tiende a ser auto estable, debido a la contribución que ofrece cada uno de estos sobre algún otro elemento, por lo tanto, se define también como la unidad funcional básica (Millar, T. 1994; citado por Villalobos, 2006).

La Microcuenca (SA), fue evaluada y analizada en zonas con condiciones conservadas de vegetación, así como también otras zonas donde existe alta influencia de asentamientos humanos y vías de comunicación. Se atribuye que las condiciones vegetales cercanas a la construcción de carreteras tienden a sufrir un elevado grado de degradación (Requena Lara *et al*., 2020).

El análisis de los elementos físicos nos dará una referencia sobre las condiciones que guardan en la zona. Para describir detalladamente se revisó información vectorial y cartográfica publicada por el INEGI (1974; 2000; 2023; 2013, 2014, 2015 y 2016), así como los registros climatológicos de la zona (CONAGUA, 2025), manuales y guías de identificación de especies de flora y fauna silvestre. La información analizada, será de utilidad para comparar estas condiciones, con la que actualmente se desarrolla en el Proyecto donde se plantea el CUSTF (Capítulo V y VI).

IV.2.2.1.1. Clima (SAR).

La información cartográfica escala 1:250,000, se describe la clasificación climática dominante, (INEGI, 2000; 2005), En este caso, la condición es de **tipo cálido subhúmedo de mayor humedad** con clave **Aw_1-w** (Tabla IV.2; Mapa 3). De la información estadística, de la estación Puerto Vallarta (14116), la precipitación y temperatura media registrada fue de 1,428.9 mm y 25.8°C respectivamente (Tabla IV.3) (CONAGUA, 2025).

La Tabla IV.3, muestra el valor promedio registrados del periodo de 1961-1990 (Grafico 1). El Mapa 4 interpreta la distribución de Isoyetas e Isotermas, así como la unidad climática.

Tabla IV.3. Distribución de los tipos de climas en la Microcuenca

TIPO	CLAVE	SUPERFICIE (ha)	TOTAL (%)
Cálido subhúmedo	Aw_1(w)	5,376	100

Tabla IV.4. Estaciones meteorológicas más cercanas a la Microcuenca.

COORDENADAS UTM		A.S.N.M.	PRECIPITACIÓN	TEMPERATURA	NOMBRE	CLAVE
X	Y	Z	TOTAL, ANUAL (MM)	MEDIA (°C)	ESTACIÓN	
475920	**2279372**	**10**	**1428.9**	**25.8**	**Puerto Vallarta**	**14116**
478483	2292126	19	1068.6	26.1	La desembocada	14081
473814	2294575	21	1075.8	27.4	San José del Valle	18030
487890	2313043	43	1577.6	26.1	Las Gaviotas	18021
477075	2277497	800	1647.6	22.7	El Cuale	14339

- ✓ **Descripción de la condición climática.**

De acuerdo con su grado de humedad y su abundancia, son cálidos subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad (24.22%). Muestra una temperatura media anual mayor de 22ºC y su temperatura media mensual más baja superior a 18ºC.

Los cálidos subhúmedos con lluvias en verano (mayor humedad -aw_1-w).

Estos son definidos con mayor humedad de este grupo, se pueden presentar precipitaciones medias anuales que fluctúan entre los 1200 a 1500 mm, con un porcentaje de lluvia invernal menor a 5 y con temperaturas promedios anuales que van de los 24° a los 26° C (INEGI, 2000; 2005).

Se clasifica para toda la superficie de la Microcuenca (SAR) (García, 2004; INEGI, 2000; CONAGUA, 2025). El análisis, se basó a la clasificación de Koppen modificado por García (1988), para México. Como se ha dicho, se revisaron los datos de la estación meteorológica más cercana (Tabla 3), así como la cartografía digital escala 1: 250,000 (INEGI, 2000; CONAGUA, 2025).

De varias estaciones más cercanas, se apoyó de la temperatura y precipitación media, para construir curvas de Isotermas e Isoyetas para representar en un Mapa la distribución de estas condiciones. Para el análisis se utilizó ArcGIS PRO 3.4 (ESRI, 2024). Se realizo una interpolación (Spline-Curvatura mínima dibimencional), la cual provee información específica dentro de zonas de la Microcuenca.

El resultado fue un archivo tipo raster (Isotermas y otra de Isoyetas). A través de estas se extrajeron polilíneas con información de la precipitación y temperatura media en la Microcuenca (Mapa 3).

La estación meteorológica Puerto Vallarta 14116 (datos de 1961-1990), indica que el mes más lluvioso es septiembre (369.8 mm) y el más seco marzo con un registro de 3.5 mm. La temperatura media es de 25.8° C, siendo el mes de agosto el más caliente (28.6° C) y el más frio es febrero con 22.7° (Grafico 1 y Tabla 5).

Los Cálidos Subhumedos con lluvias en verano (de mayor humedad -Aw2-w).

Son los de mayor humedad de este grupo, se pueden presentar precipitaciones medias anuales que fluctúan entre los 1200 a 1500 mm, con un porcentaje de lluvia invernal menor a 5 y con temperaturas promedios anuales que van de los 24° a los 26° C (INEGI, 2000; 2005). Se clasifica para toda la superficie de la Microcuenca (SA).

El análisis, se basó a la clasificación de Koppen modificado por García (1988), para México. Como se ha dicho, se revisaron los datos de la estación meteorológica más cercana (Tabla IV.3), así como la cartografía digital escala 1: 250,000 (INEGI, 2000; CONAGUA, 2022).

Utilizando temperatura y precipitación media, de varias estaciones aledañas, se construyeron curvas de Isotermas e Isoyetas, para el análisis se utilizó ArcGIS PRO 3.4 (ESRI, 2025). Esto, mediante una interpolación (IDW-Distancia inversa ponderada), con la cual nos proporciona información específica dentro de zonas de la Microcuenca. El resultado fue un archivo tipo raster, una de Isotermas y otra de Isoyetas. A partir de estas, se obtuvieron polilíneas con la información de la distribución de la precipitación y temperatura media en la Microcuenca (SAR) (**Mapa 3**).

La estación meteorológica Puerto Vallarta 14116 (datos de 1961-1990), indica que el mes más lluvioso es septiembre (369.8 mm) y el más seco abril con un registro de 3.5 mm. La temperatura media es de 25.8° C, siendo el mes de agosto el más caliente (28.6° C) y el más frio es febrero con 22.7°C (Grafico IV.1 y Tabla IV. 4).

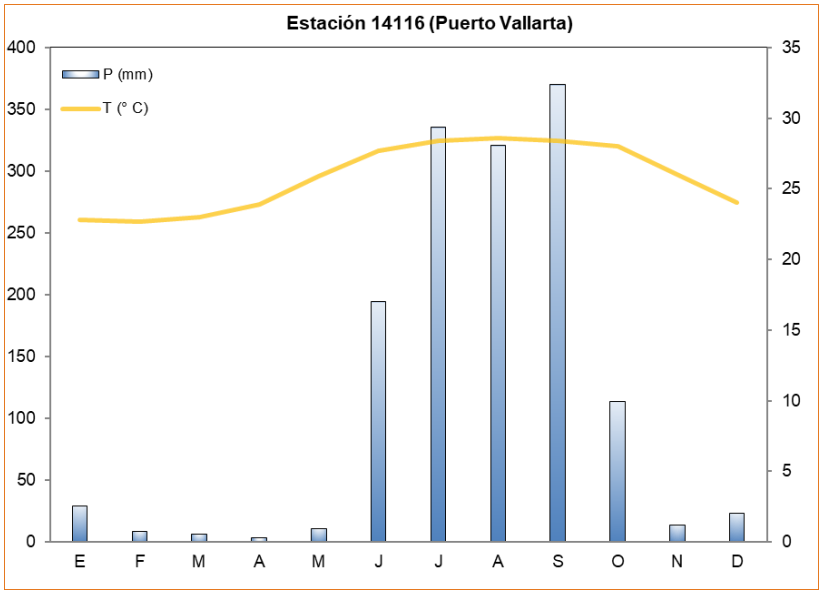


Gráfico 1. Climograma estación 14116, Puerto Vallarta.

MES	T (° C)	P (mm)
E	22.8	29.2
F	22.7	8.6
M	23	6.4
A	23.9	3.5
M	25.9	10.4
J	27.7	194.6
J	28.4	335.3
A	28.6	320.6
S	28.4	369.8
O	28	113.8
N	26	13.4
D	24	23.3
ANUAL	**25.8**	**1428.9**

Tabla 5. Temperatura y precipitaciones mensuales.

IV.2.2.1.1.1. Fenómenos meteorológicos registrados en la Microcuenca (SAR).

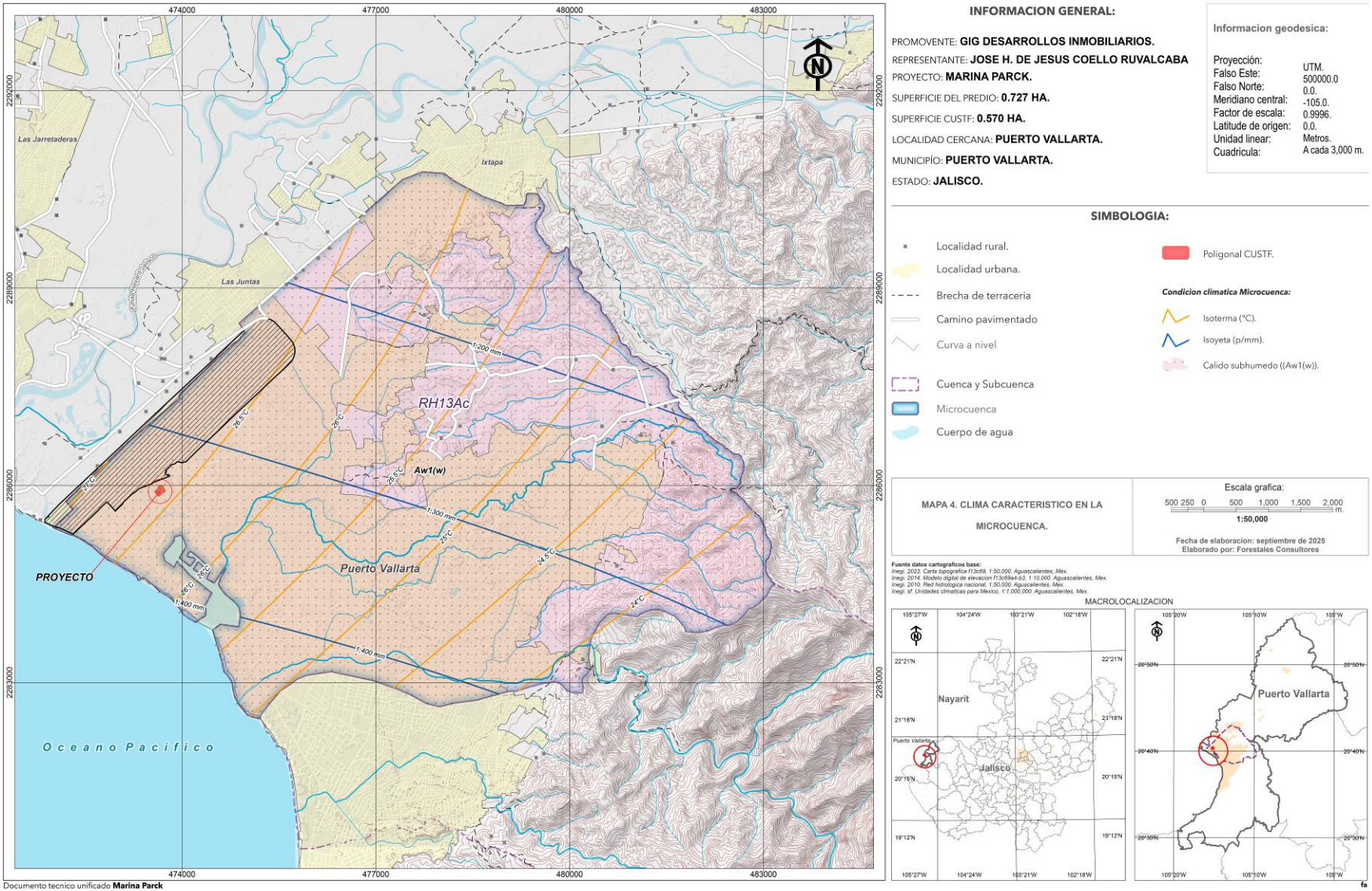
Los fenómenos meteorológicos que se presentan en el estado son, helados y granizadas. Las primeras se producen en invierno y su frecuencia está relacionada principalmente con el tipo de clima y el relieve, de tal forma que su distribución sigue un patrón acorde con esos factores. En esta zona no se han presentado, en la zona, granizada y heladas, pero si algunas tormentas eléctricas y eventos de nieblas.

Tabla IV.5. Fenómenos meteorológicos registrados.

ELEMENTO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Evaporación	86.5	101.5	140.7	162.8	173.9	149.5	147	141.8	124.2	114.2	91.8	77.6	1,511.50
Niebla	4.5	1.3	3.9	2.2	7.9	12.4	9.9	8.3	9	9.1	3.5	2	74
Granizada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tormentas eléctricas	0.6	1.4	1.3	0.1	0.7	2.2	3.4	3.7	3.2	1.3	0.9	1.5	20.3

Por otro lado, se 2024, se tormentas y ciclones tropicales en la zona. Entre los que tocaron tierra con categoría 4 fueron el huracán Lidia y Beatriz en categoría 1. Dichas condiciones generaron en la zona vientos de 120 a 220 km/hora, lluvias torrenciales, las cuales no generaron afectaciones.

Mapa 4. Clima característico en la Microcuenca (SA).



IV.2.2.1.2. Fisiográficas de la Microcuenca (SAR).

De acuerdo con la información publicada por INEGI (2000), escala 1:1,000,000, la zona del Proyecto y Microcuenca (SAR), hemos constatado que se localiza en la Provincia Sierra madre del Sur (XII), dentro de la Subprovincia Sierras de la costa de Jalisco y Colima (65) y dominada por un Sistema de topoformas conformada por Sierra alta compleja (100-0/01) y en menor proporción y la parte baja por llanura costera (526-0/03) (Mapa 5a). En seguida se describen las principales características:

- ✓ **Provincia Sierra madre del Sur.**

Zona compleja, debido a la relación que guarda con la placa de cocos. A dicha placa se debe la fuerte sismicidad que se manifiesta en esta provincia, específicamente sobre las costas. Las rocas que sobreyacen a las rocas ígneas, son las sedimentarias del terciario superior (INEGI, 2000; 1981).

- ✓ **Subprovincia Sierras de la costa de Jalisco y Colima**

Es una franja irregular que atraviesa la provincia. Presenta formas volcánicas acumulativas originadas por emisión de lavas y ceniza, las cuales no se han sido transformadas por procesos exógenos, lo que significa que son relativamente nuevas. (INEGI, 2000).

- ✓ **Sierra alta compleja**

Sistema más grande, conformada por la Sierra de Vallejo, su Topografía es accidentada y se caracteriza por presentar una red hídrica amplio (INEGI, 2000).

IV.2.2.1.2.1. Grado de Pendiente (%) en la Microcuenca (SAR).

La geomorfología es un elemento importante en el desarrollo del fenómeno hidrológico, por lo tanto, esta se refiere a las formas que se van presentan sobre la superficie terrestre, entre las que destacan la pendiente, área, perímetro etc (Campos, 1998).

Para determinar las pendientes de la Microcuenca (SAR), se apoyó con las curvas a nivel, escala 1:50,000 (f13c69) con un desnivel de 20 metros (INEGI, 2023). Para detallar la zona, se generaron curvas a nivel con un desnivel de 10 metros, el análisis se obtuvo con ArcGIS PRO 3.1, utilizando herramientas, para generar un archivo raster, tales como análisis-*3D Analyst* y manejo de datos (da*ta management-tin-create tin; y 3D Analyst Tools-conversion-from tin-tin to raster*). Posteriormente se extrajeron las curvas a nivel de 10 m y finalmente se volvió a generar un archivo tipo raster (MDE), mediante estas últimas curvas, con mejor detalle del relieve. Con este archivo se procedió a obtener valores de la pendiente de la MC.

Para su análisis se utilizó a herramienta de *Spatial Analyst Tool y Surface & Slope* (pendientes en porcentajes). Se realizó una reclasificación para manejar rangos de pendientes, utilizando la herramienta *Reclassify*. Con esta última se clasificaron los rangos de pendientes de 10%, obteniendo nuevamente un archivo raster, pero con los rangos de pendientes (%) que nos interese conocer dentro de la Microcuenca (Mapa 5b).

Los resultados indican que en la Microcuenca (SAR), se presenta una dominancia con pendientes con un relieve plano a suavemente inclinado (81.2%), mientras que a medida que se hacerca al pie de la Sierra se estiman pendientes inclinadas a modernamente escarpada de un 10 a 30% (12.5%), y con un 6.3% con relieves escarpados, tal y como se muestra en la Tabla IV.6.

Tabla IV.6. Pendiente (%) calculada para la Microcuenca (SAR).

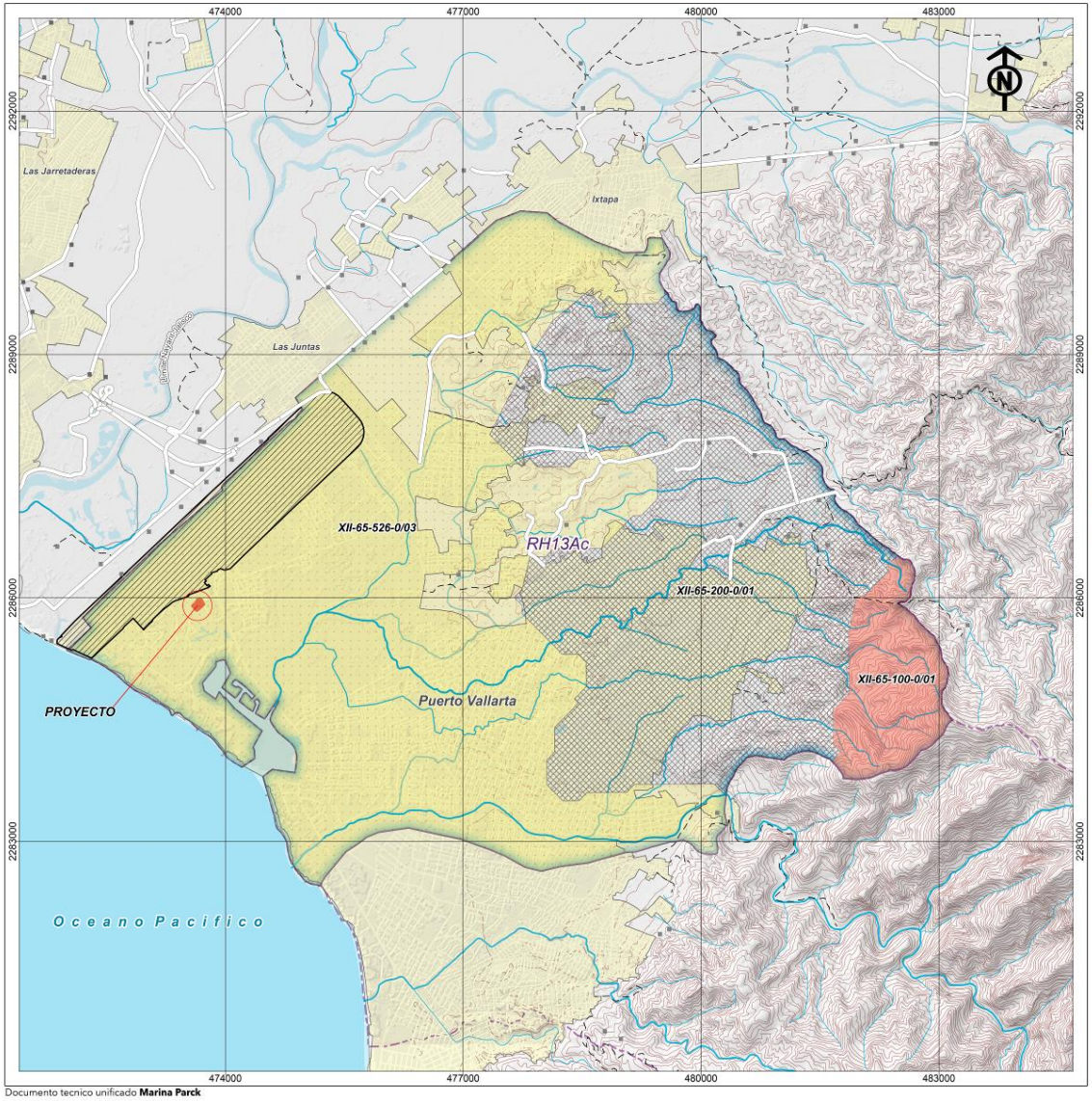
NUMERO VALOR	CATEGORÍA PENDIENTE (%)	SUPERFICIE (HA)	SUPERFICIE (%)	TIPO DE RELIEVE
1	0 a 10%	4365.3	81.2	Plano a suavemente inclinado
2	10 a 20%	505.3	9.4	Inclinado
3	20 a 30%	166.7	3.1	Moderadamente escapado
4	30 a 40%	123.6	2.3	Escarpado
5	40 a 50%	86.0	1.6	Escarpado
6	50 a 60%	69.9	1.3	Escarpado
7	60 a 70%	37.6	0.7	Escarpado
8	70 a 80%	16.1	0.3	Muy escarpado
9	80 a 90%	5.4	0.1	Muy escarpado
10	90 a 100%	0	0.0	Muy Escarpado
11	> al 100%	0	0.0	Muy Escarpado
	Total	**5,376.0**	**100.0**	

IV.2.2.1.3. Edafología de la Microcuenca (SAR).

Su formación se debe a las interacciones de factores físicos, biológicos y el tiempo (INEGI, 2004). De acuerdo con los horizontes, propiedades y materiales de diagnósticos (procesos de formación), los cuales deben ser medibles y observables en campo (WRB, 2007).

El estado, presenta condiciones de relieve accidentados de origen volcánico, con etapas geomorfológicas jóvenes como lo son la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico, así como etapas ya desarrolladas (maduros), como en la Sierra Madre del Sur. Estas condiciones y las diferencias altitudinales son las responsables de las variaciones de humedad y temperatura, así como los diferentes tipos de vegetación. Como consecuencia, la interacción de los factores con el material parental, a través del tiempo, han generado cambios en la formación de diversos tipos de suelo (INEGI, 2000).

Mapa 5a. Fisiografía representativos en la Microcuenca (SA).



INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**
REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**
PROYECTO: **MARINA PARCK.**
SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**
SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**
LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**
MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**
ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 3,000 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Poligonal CUSTF.

Condicion fisiografica Microcuenca:

-Provincia Sierra Madre del Sur (XII).
-Subprovincia Sierras de la Costa de Jalisco y Colima (65).

- Llanura costera con delta (526-0/03).
- Lomerio (200-0/01).
- Sierra (100-0/01).

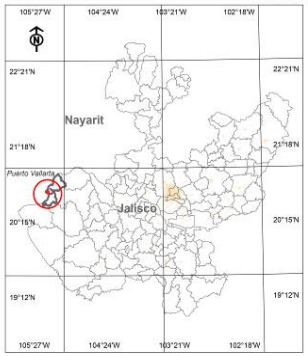
MAPA 5a. FISIOGRAFIA CARACTERISTICA EN LA MICROCUENCA.

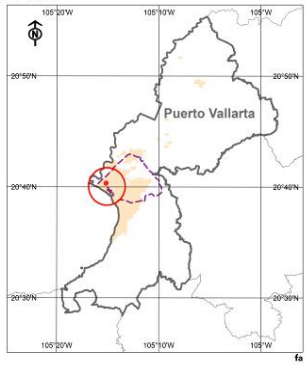
Escala grafica:
500 250 0 500 1,000 1,500 2,000 m.
1:50,000

Fecha de elaboracion: septiembre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2023. Carta topografica f13c69, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69e4-03, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguscalientes, Mex.
Inegi. 2000. Unidades fisiograficas para Mexico, 1:1,000,000. Aguascalientes, Mex.

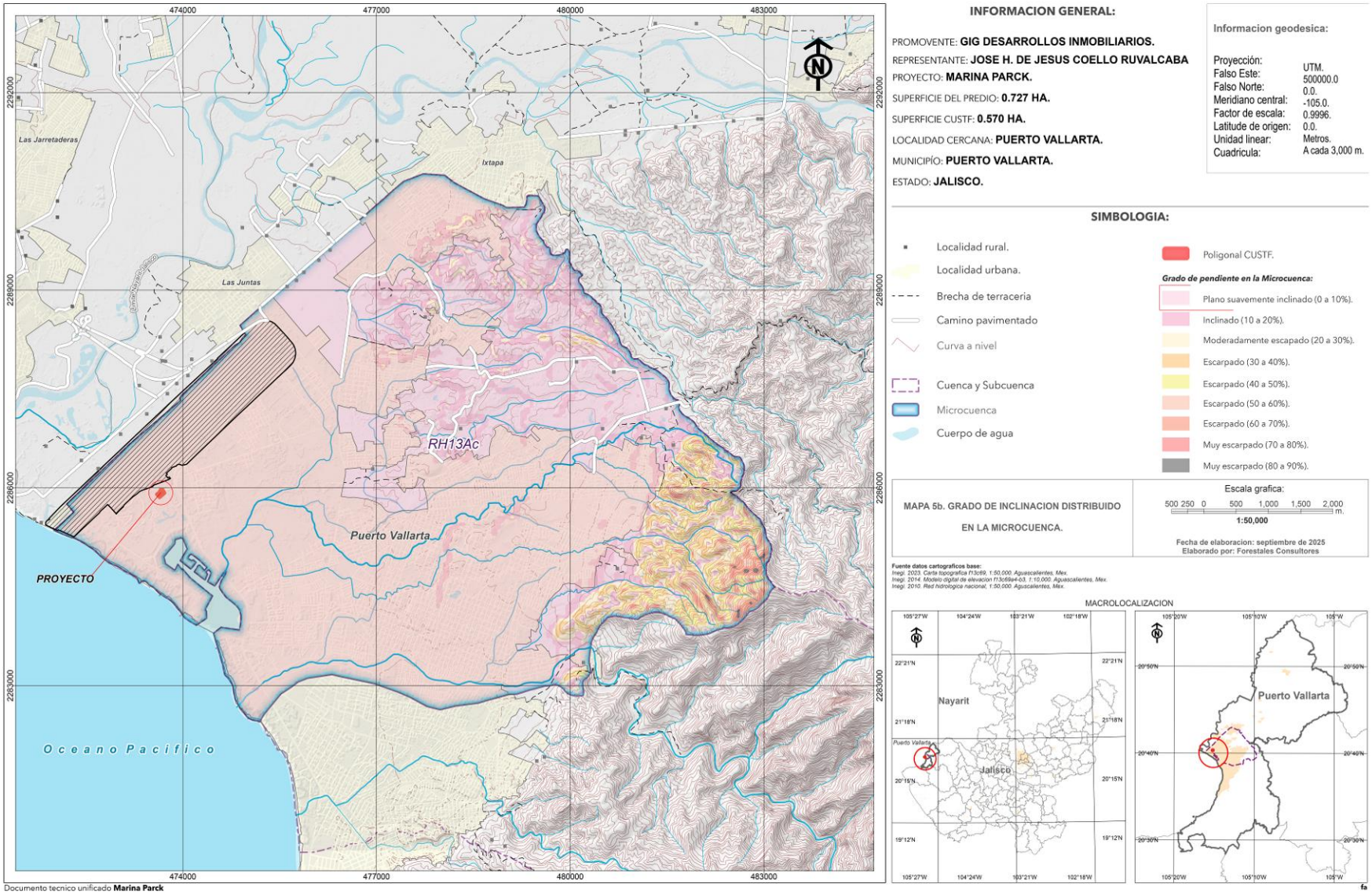
MACROLOCALIZACION





Documento tecnico unificado **Marina Parck**

Mapa 5b. Distribución de pendientes (%) en la Microcuenca (SA).



Como es sabido, las características de los suelos se pueden ver afectada por limitantes físicas, como el estrato rocoso (lítica) el cual determina las variaciones de espesor, la pedregosidad, y la química, las cuales impiden la capacidad para el desarrollo de actividades agrícolas. Estas se clasifican es Lítica (L) a menos de 50 cm., de profundidad y Lítica-profunda (LP) hasta 70 cm., limitada por roca madre. Las fases físicas indican la presencia de fragmentos de roca o materiales cementados que limitan el uso de la maquinaria agrícola y la penetración de las raíces del suelo (INEGI, 2000).

La estabilidad de estos se debe, a las características de textura y fases físicas. La textura, indica el tamaño de las partículas. El número 1 en la carta de suelos, significa que son suelos arenosos de textura gruesa (con más de 65% de arena). El 2, suelos de textura media, francos, equilibrados en el contenido de arena, arcilla y limo**.** Y el 3 son suelos arcillosos de textura fina (con más de 35% de arcilla), mal drenaje, baja porosidad, son por lo general duros al secarse, se inundan fácilmente y son menos favorables al laboreo (INEGI, 2000).

De acuerdo con la clasificación oficial (INEGI, 1971; 2005; 2015), el suelo dominante en la Microcuenca es Feozem háplico, seguido por Cambisol eutrico, y en menor proporción Regosol eutrico y Solonchak gleyico (Tabla IV.7a; Mapa 6a). En seguida se describen brevemente sus características y sus combinaciones presentes en la Microcuenca (SA).

Tabla IV.7a. Proporción de los tipos de suelos distribuidos en la Microcuenca.

CLASIFICACION	CLAVE	SUPERFICIE (ha)	SUPERFICIE (%)
Cambisol eutrico	Be+Re/2/Be/2	1,070	19.9
Feozem haplico	Hh+Je/2/Re/2/Hh/2	2,438	45.3
Fluvisol eutrico	Je/1	210	3.9
Litosol	I+Re/1	560	10.4
Regosol eutrico	Re+Hh/1/Re+Be/2/Re/1	801	14.9
Solonchak gleyico	Zg-n/3	297	5.5
		5,376	**100.0**

1. Feozem háplico (Hh+Je/2 y Hh+Re/2)

Son suelos pardos, con una capa superficial color oscura, suave, rica en materia orgánica, resultado de una fuerte actividad biológica. De profundidad variable, los más profundos se encuentran en zonas planas y los menos profundos, se localizan, en laderas con pendientes fuertes, limitándolos la roca, por lo tanto (INEGI, 2005). La clave es **Hh+Re/2**, siendo Feozem háplico dominante, con una subunidad de Regosol eutrico, de clase textural media (2), equilibrados en cuanto al contenido de área, limo y arcilla, denominados francos, buen drenaje y porosidad en sus estructuras (Tabla IV.7b).

Perfil representativo para Feozem háplico:

- ✓ **Horizonte A11**

Profundidad 0 a 22 cm. Color gris oscuro en húmedo. De textura Franca. Drenaje interno drenado (INEGI, 2000).

- ✓ **Horizonte A12**

Profundidad de 22 a 42 cm. Color gris oscuro en húmedo. Textura franca. Estructura en bloques subangulares y desarrollo débil. Drenaje interno drenado (INEGI, 2000).

Tabla IV.7b. Características principales del horizonte Feozem háplico.

ATRIBUTO	**VALOR**	
HORIZONTE	**A11**	**A12**
Profundidad (cm)	0-22	22-46
Textura:		
% de arcilla	20	20
% de limo	46	40
% de arena	34	40
Clasificación textural	C	C
Color en húmedo	10YR 3/1	10YR 3/1
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	< 2.0	< 2.0
pH en agua relación 1:1	6.2	6.9
% de materia orgánica	4.2	2.3
C.I.C.T. (meq/100 g)	13.8	8.5

Cationes intercambiables:		
Potasio (meq/100 g)	0.5	0.2
Calcio (meq/100 g)	10.2	7
Magnesio (meq/100 g)	1.9	1.2

Estabilidad edafológica de Feozem háplico.

La susceptibilidad para erosionar es alta, tomando en cuenta que el relieve presente va de ligeramente inclinada a escarpada, presentan una estabilidad de media (INEGI, 2000; 2005).

2. Cambisol eutrico (Be/2)

Presentan un horizonte A ócrico que pasa de forma gradual a un B cámbico (Cambisol éutrico), se desarrollan en la mayoría de los tipos climáticos con excepción de los semisecos. Su uso es restringido debido a la pendiente que presentan los sitios donde se forman, así como a la profundidad, que por lo general en la Sierra Madre Occidental es menor de 55 cm, con fertilidad que varía de moderada a baja, ocasionada por la variación en el contenido de materia orgánica y nutrientes.

- ✓ **Perfil representativo para cambisol eutrico:**

Horizonte A

Profundidad 0-17 cm. Color pardo grisáceo muy oscuro en húmedo. Separación de contraste claro y forma plana. Reacción nula al HCl diluido. Textura de migajón arenoso. Consistencia suelta en húmedo. Adhesividad y plasticidad nulas.

Estructura en forma de bloques subangulares de tamaño fino y desarrollo débil. Porosidad en cantidad moderada y constitución finamente porosa. Raíces finas y muy finas escasas, raíces medias y gruesas muy escasas. Drenaje interno muy drenado. Denominación del horizonte: Ocrico.

Horizonte B2

Profundidad 17-54 cm. Color pardo oscuro en húmedo. Separación de contraste claro y forma plana. Reacción nula al HCl diluido. Textura migajón arenoso. Consistencia muy friable en húmedo. Adhesividad moderada y plasticidad ligera. Esqueleto con guijarros de forma subangular en cantidad escasa. Estructura en forma de bloques subangulares de tamaño fino y desarrollo débil. Porosidad moderada y constitución finamente porosa. Nódulos de naturaleza férrica y color ocre, tamaño fino, forma irregular, cantidad escasa, macizos, duros y con distribución dispersa. Raíces muy finas escasas, raíces finas y media muy escasas. Drenaje interno muy drenado. Denominación del horizonte: Cámbico.

Tabla IV.7c. Características principales del horizonte Cambisol eutrico.

ATRIBUTO	VALOR	
HORIZONTE	A1	B2
Profundidad (cm)	0-17	17-54
Textura:		
% de arcilla	10	14
% de limo	22	26
% de arena	68	60
Clasificación textural	Ma	Ma
Color en húmedo	10YR 3/2	10YR 4/3
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	< 2.0	< 2.0
pH en agua relación 1:1	5.8	5.4
% de materia orgánica	1.7	0.6
C.I.C.T. (meq/100 g)	4.6	3.8
Cationes intercambiables:		
Potasio (meq/100 g)	0.2	0.1
Calcio (meq/100 g)	4.5	3.8
Magnesio (meq/100 g)	0.3	0.2
Sodio (meq/100 g)	0.1	0.1
% saturación de bases	100	100

3. Regosol eutrico (Re+Be/2)

Suelos sueltos, poco desarrollados y no presentan capas bien diferenciadas. Regularmente son claros y pobres en materia orgánica, muy parecidos a la roca que los forma. La clave es **Re/2**, de clase textural media (2), equilibrados, denominados francos, buen drenaje y porosidad en sus estructuras (Tabla IV.7d.) (INEGI, 2000; 2005).

Perfil representativo para Regosol eutrico:

Horizonte A1

Con una profundidad que va de 0 a 20 cm. De color pardo oscuro en húmedo. De textura franca. Consistencia blanda en seco y friable en húmedo. Raíces finas y muy finas muy escasas. Drenaje interno drenado (INEGI, 2000).

Estabilidad edafológica de Regosol eutrica.

La susceptibilidad para erosionar puede ser alta, tomando en cuenta pendientes que van de ligeramente inclinada a escarpada, presentan una estabilidad de baja (INEGI, 2000; 2005).

Tabla IV.7d. Características principales del horizonte Regosol eutrico.

ATRIBUTO	VALOR
HORIZONTE	**A1**
Profundidad (cm)	0-20
Textura:	
% de arcilla	26
% de limo	36
% de arena	38
Clasificación textural	C
Color en húmedo	7.5YR 4/2
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	< 2.0
pH en agua relación 1:1	5.5
% de materia orgánica	**1.8**
C.I.C.T. (meq/100 g)	13
Cationes intercambiables:	
Potasio (meq/100 g)	0.9

Calcio (meq/100 g)	4.4
Magnesio (meq/100 g)	2.6
Sodio (meq/100 g)	0.2
% saturación de bases	> 50

4. Litosol (I+Re/1)

Se particularizan por tener profundidad menor de 10 cm, limitada por la roca de la que se están formando; se encuentran en áreas con condiciones topográficas de excesiva a moderada pendiente o con materiales geológicos relativamente recientes (basalto). Se distribuyen de manera abundante en la Sierra Madre Occidental, en el volcán Ceboruco y su área de influencia, así como los alrededores de la confluencia del arroyo Chiquito con el río Atengo en la zona sur del estado.

5. Solonchak gleyico (Zg-n/3)

Característicos en zonas de marismas y esteros; su propiedad más relevante es el elevado contenido de sales, con una conductividad eléctrica del extracto de saturación mayor de 16 mmhos/cm. Tienen un horizonte A ócrico de color pardo obscuro y un B cámbico de color pardo amarillento obscuro (en húmedo); debido al medio anaeróbico en que se desarrollan (continuo exceso de agua), presentan hidromorfismo (Solonchak gléyico), manifestado por cierta reducción del hierro y la formación de un patrón de moteaduras o manchas al quedar en contacto con el aire.

- ✓ **Perfil representativo para solonchak gleyico:**

Horizonte A1

Profundidad 0-30 cm. Color pardo oscuro en húmedo. Separación de contraste abrupto y forma plana. Reacción nula al HCl diluido. Textura de migajón arenoso. Consistencia friable en húmedo. Adhesividad ligera y plasticidad moderada. Estructura en forma de bloques subangulares de tamaño fino y desarrollo moderado.

Porosidad en cantidad moderada y constitución esponjosa. Raíces muy finas frecuentes, raíces finas y medias escasas. Drenaje interno drenado.

Horizonte B2

Profundidad 30-70 cm. Color pardo amarillento oscuro en húmedo. Reacción nula al HCl diluido. Textura de migajón arcillo-arenoso. Consistencia muy friable en húmedo. Adhesividad y plasticidad nulas. Estructura en forma de bloques subangulares de tamaño fino y desarrollo moderado. Porosidad en cantidad moderada y constitución esponjosa. Raíces muy finas escasas, raíces finas y medias muy escasas. Drenaje interno drenado. Denominación del horizonte: Cámbico. Este horizonte está limitado por un nivel freático.

Tabla IV.7e. Características principales del horizonte Solonchak gleyico.

ATRIBUTO	VALOR	
HORIZONTE	A1	B2
Profundidad (cm)	0-30	30-70
Textura:		
% de arcilla	18	24
% de limo	14	12
% de arena	68	62
Clasificación textural	Ma	Mra
Color en húmedo	10YR 3/3	10YR 4/4
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	21.6	39.0
pH en agua relación 1:1	6.5	7.8
% de materia orgánica	1.6	0.4
C.I.C.T. (meq/100 g)	10.7	10.5
Cationes intercambiables:		
Potasio (meq/100 g)	1.1	0.9
Calcio (meq/100 g)	4.0	4.0
Magnesio (meq/100 g)	9.4	7.5
Sodio (meq/100 g)	4.3	3.7
% saturación de bases	100	100
% saturación de Sodio	> 15	> 15

6. Fluvisol (Je/1)

Tienen poco desarrollo, son de color gris obscuro (en húmedo), textura media, estructura en forma de bloques subangulares de tamaño fino y débil desarrollo; además de saturación de bases mayor de 50% (Fluvisol éutrico), contenido variable de materia orgánica y nutrientes y, por lo tanto, de fertilidad. Algunos sitios manifiestan presencia de salinidad con una conductividad eléctrica del extracto de saturación de 4 a 8 mmhos/cm, y otros más presentan hidromorfismo (Fluvisol gléyico), lo que limita el desarrollo de cultivos; sin embargo, en general con un buen manejo, podrían obtenerse elevados rendimientos en su utilización agrícola.

- ✓ **Perfil representativo para fluvisol eutrico:**

Horizonte C1

Profundidad 0-27 cm. Color pardo oscuro en húmedo. Separación de contraste claro y forma plana. Reacción nula al HCl diluido. Textura arcillosa. Consistencia friable en húmedo. Adhesividad y plasticidad ligeras. Estructura en forma de bloques angulares de tamaño fino y desarrollo moderado. Porosidad en cantidad escasa y constitución porosa. Raíces muy finas abundantes, raíces finas escasas y raíces medias muy escasas. Drenaje interno imperfectamente drenado.

Horizonte C2

Profundidad 27-54 cm. Color pardo oscuro en húmedo. Separación de contraste claro y forma plana. Reacción nula al HCl diluido. Textura de migajón arcillo-limoso. Consistencia muy friable en húmedo. Adhesividad y plasticidad ligeras. Estructura en forma de bloques angulares de tamaño fino y desarrollo moderado. Porosidad en cantidad escasa y constitución finamente porosa. Raíces finas y muy finas escasas, raíces medias muy escasas. Drenaje interno moderadamente drenado.

Horizonte C3

Profundidad 54-76 cm. Color pardo oscuro en húmedo. Separación de contraste difuso y forma plana. Reacción nula al HCl diluido. Textura de arcilla limosa. Consistencia muy friable en húmedo. Adhesividad y plasticidad ligeras. Estructura en forma de bloques subangulares de tamaño muy fino y desarrollo débil. Drenaje interno drenado.

Horizonte C4

Profundidad 76-120 cm. Color pardo oscuro en húmedo. Separación de contraste difuso y forma plana. Reacción nula al HCl diluido. Textura arcillosa. Consistencia muy friable en húmedo. Adhesividad y plasticidad ligeras. Estructura en forma de bloques subangulares de tamaño muy fino y desarrollo débil. Drenaje interno escasamente drenado.

Tabla IV.7f. Características principales del horizonte Fluvisol eutrico.

ATRIBUTO	VALOR			
HORIZONTE	C1	C2	C3	C4
Profundidad (cm)	0-27	27-54	54-76	76-120
Textura:				
% de arcilla	50	36	42	50
% de limo	34	48	42	30
% de arena	26	16	61	20
Clasificación textural	R	Mrl	Rl	R
Color en húmedo	7.5YR 3/2	7.5YR 3/2	7.5YR 3/2	7.5YR 3/2
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
pH en agua relación 1:1	7.5	7.6	7.7	7.8
% de materia orgánica	1.7	1.6	1.4	1.4
C.I.C.T. (meq/100 g)	30.3	24.0	27.7	30.0
Cationes intercambiables:				
Potasio (meq/100 g)	2.7	1.6	2.0	2.4
Calcio (meq/100 g)	24.5	21.2	27.1	24.9
Magnesio (meq/100 g)	5.2	3.8	5.8	4.9
Sodio (meq/100 g)	2.2	1.8	3.0	7.0
% saturación de bases	100	100	100	100
% saturación de Sodio	< 15	< 15	< 15	> 15
Conductividad eléctrica del extracto De saturación (mmhos/cm)	3.4	3.4	2.2	2.6

Iones solubles:				
Na^+ (meq/l)	10.0	12.0	6.9	28.2
K^+ (meq/l)	1.0	1.1	0.4	0.7
Ca^{++} (meq/l)	23.2	16.9	12.7	18.0
Mg^{++} (meq/l)	2.7	2.6	1.5	2.4
Cl^- (meq/l)	40.0	32.5	29.0	60.0
$SO_4^=$ (meq/l)	10.0	7.7	1.3	15.3
$HCO_3^=$ (meq/l)	3.0	2.5	2.5	6.5
$CO_3^=$ (meq/l)	0.0	0.0	0.0	0.0

IV.2.2.1.3.1. Estimación de la pérdida de suelos en la Microcuenca (SAR).

Para estimar un aproximado de la degradación hidrológica del suelo en la Microcuenca, se siguió el método de la *Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE, siglas en inglés)*. Se empleo información generada a nivel nacional, la cual estandariza algunos valores para la aplicación simplificada de la ecuación. Aunque se sugiere emplear la modificación propuesta por la *FAO Provisional Methodology of soil degradation assesment,* con fines comparativos en la determinación de pérdida de suelos (FAO, 1979; Cortes-Becerra, 2012).

La metodología establece criterios para calcular el grado de erosión actual de los terrenos, considerando un perfil representativo de condiciones de sitio estables, donde la erosión del suelo se considera como normal, de acuerdo con el tipo y profundidad del suelo, con pérdidas menores de 2.0 cm de espesor. La metodología comprende cinco etapas;

1. Fase de Reconocimiento.

Mediante imágenes de satélite, se hace un reconocimiento del área, tomando en cuenta el comparativo con imágenes de épocas anteriores, y se seleccionan sitios representativos, para el muestreo de campo, para que al final se genere una carta de vegetación.

2. Fase de Identificación.

Parte de la delimitación de Microcuencas y regiones fisiográficas, estableciendo los sitios de muestreo; se toma en cuenta la frecuencia y superficie ocupada por las unidades cartográficas de dinámica vegetal.

3. Análisis Sistemático.

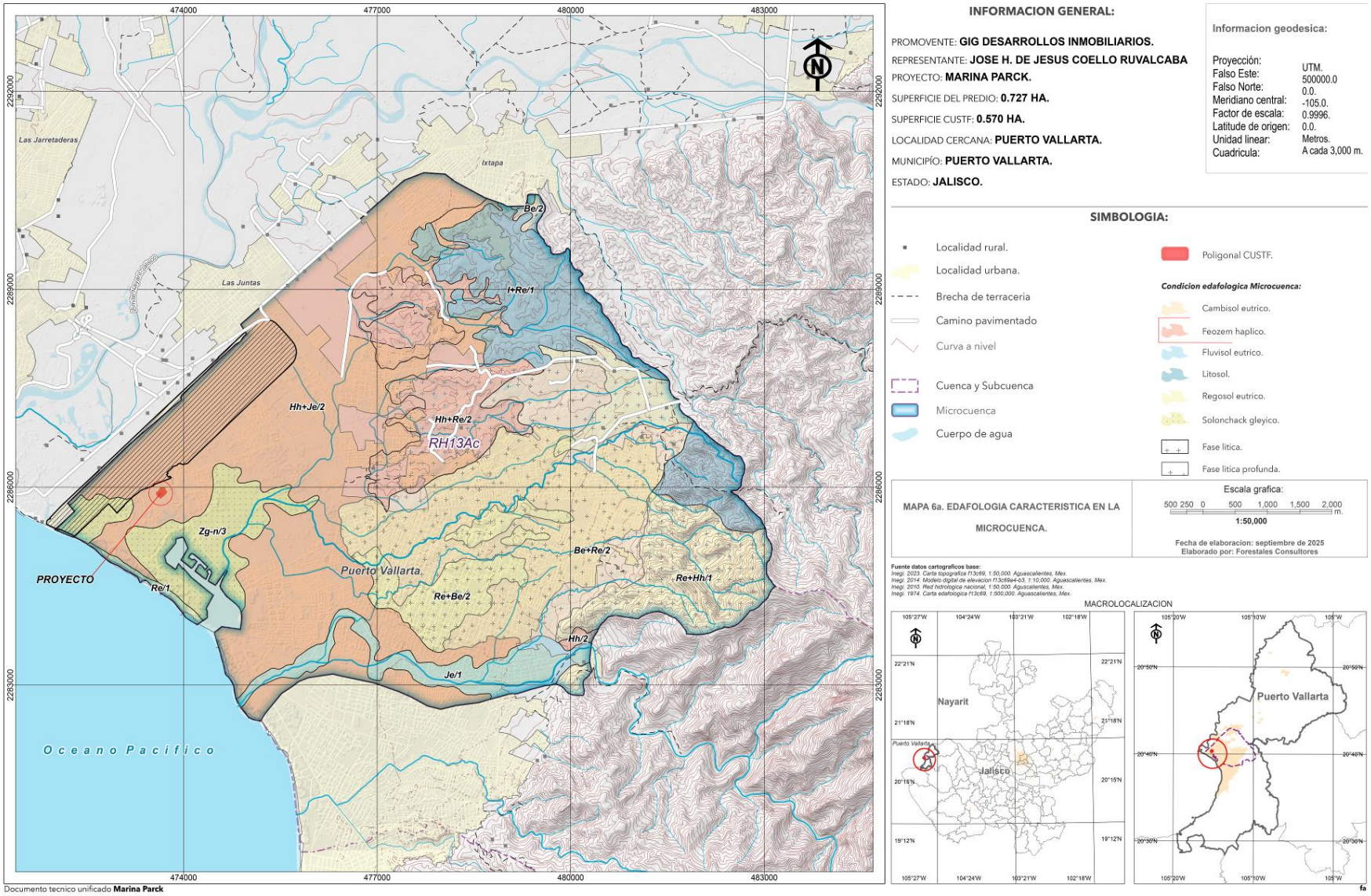
Se concreta el análisis de la información de campo a la Microcuenca y se clasifican las áreas de muestreo, tomando como base las clases de erosión de FAO, 1954.

El marco de muestreo lo darán las Microcuencas, a partir de una dinámica vegetal por área de muestreo.

4. Clasificación de las unidades cartográficas.

Con el análisis sistemático de las áreas muestreadas, se realiza extrapolación de la clasificación de erosión actual, al resto de las unidades con dinámica vegetal homogénea, conforma al marco de muestreo establecido.

Mapa 6a. Edafológicas en la Microcuenca (SA).



5. Determinación de áreas y niveles de erosión actual del suelo.

Mediante ArcGis Pro 3.4, se ha podido estandarizar procedimientos de cálculo de superficies y valores de clase de erosión; depuración de la información, eliminando áreas no cartografiables a la escala de edición (Tabla IV.8).

Tabla IV.8. Sistema de Clasificación de la Erosión (FAO 1954).

CLASE	NOMBRE CLASE	DEFINICIÓN DE LA CLASE
A	Erosión no manifiesta	La capa superficial del suelo se ha perdido en menos del 25% pero se admite un 10% de la superficie del área con grado de erosión B o C.
A/B	Erosión leve	La capa superficial del suelo se ha perdido en menos del 25% pero se tiene de un 10% a un 25% de la superficie del área con erosión B o C.
B	Erosión moderada	La capa superficial del suelo se ha perdido de un 25% a un 75% pero se admite de un 10% de la superficie del área con erosión A o C.
B/C	Erosión severa	La capa superficial del suelo se ha perdido de un 25 al 75% pero se tiene de un 10 a un 25% de la superficie del área con erosión A o C.
C	Erosión muy severa	La capa superficial del suelo se ha perdido en un 75% y se admite un 25% de la superficie del área con erosión A o B.

IV.2.2.1.3.1.1. Procedimiento para calcular el valor aproximado de la pérdida de suelo por la acción del agua en la Microcuenca (SA).

EL siguiente procedimiento se siguió en base a la ecuación universal de pérdidas de suelo (EUPS) de Wischmeier y Smith (1979) modificada, la cual se expresa de la siguiente manera:

$$E = R * K * LS * C * P$$

Dónde:

E.- Pérdida de suelo (Ton/ha/año).

R.- Erosividad de la lluvia (Mj/mm/ha/hr/año).

K.- Erodabilidad del suelo (Ton/ha/Mj/mm/).

L.- Longitud de la pendiente (m).

S.- Grado de pendiente (%).

C.- Cubierta vegetal (Adimensional).

P.- Práctica de conservación del suelo (Adimensional).

Se utilizaron los datos de las tablas de la metodología que se adaptó para México (Cortes. 1991; citado por Bueno-Hurtado *et al*, 2016*)*, lo que implico elaborar una plantilla en Excel para su cálculo y se obtuvo un solo valor de perdida de suelo.

Para generar un mapa de **zonificación de degradación del suelo**, se realizó el mismo procedimiento, utilizando la ecuación mencionada, para construir los archivos tipos raster, y de esta manera interpretar dicha situación. Para el análisis espacial se utilizó **ArcGIS PRO 3.4**, utilizando la herramienta de Algebra de mapas (Map algebra) se aplicó la formula con los factores calculados en archivos raster (Hope, 2010; Montes-Leon *et al*, 2011; Navarro, *et al*, 2012; Bueno-Hurtado *et al*, 2016).

Se apoyo con una base de datos de precipitación y temperatura, de las estaciones meteorológicas cercanas a la Microcuenca (SA), un MDE (tipo raster) escala 1:50,000, así como archivos vectoriales publicados por INEGI (2001; 2010; 2016), todo esto como insumos para el análisis.

Con ArcGIS PRO 3.4, se estimaron los valores morfometricas de la Microcuenca, y posteriormente estos fueron utilizados para el cálculo en una hoja de Excel, siguiendo cada una de las ecuaciones sugeridas.

En seguida se describe el cálculo para cada uno de los factores necesarios para el análisis:

1. Factor R de erosividad de la lluvia. Conocido como índice de Wischmeier (Wischmeier y Smith, 1978), y se define como la suma del producto de la energía cinética total y la intensidad máxima en treinta minutos por evento, el cual se expresa de la siguiente manera;

$$EL = (Ec) * I_{30}$$

Dónde:

EI_{30}= Índice de erosividad para un evento en MJ mm/ha h.

Ec= Energia cinética total de la lluvia en MJ/ha.

I_{30}= Intensidad máxima de la lluvia en 30 minutos en mm/h.

El cálculo anterior, corresponde a la energía cinética, requiere de la intensidad de la lluvia, sin embargo, como no se cuenta con información registrada por pluviográficos, se tomó en cuenta la información publicada por Cortés (1991).

Dicho estudio regionalizó el territorio nacional en 14 áreas y mediante análisis de regresión estimó el valor de **R** en función de la precipitación anual (P). Revisando el mapa se identificó que la Microcuenca (SA) se encuentra dentro de la región X (Tabla IV.91), quedando la siguiente ecuación para el cálculo del factor R.:

$$R = (6.6938 * P) + (0.000442 * P^2$$

Dónde:

R= Erosividad de la lluvia (MJ mm / ha hr año).

P= Precipitación anual (mm).

Tabla IV.9. Valores determinados por Cortes (1991) para diferentes regiones de México.

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 índice de erosividad se clasifica y expresa la agresividad de la lluvia para provocar la erosión del suelo, generando pérdidas que quedan definidas dentro de los rangos señalados en la siguiente Tabla (FAO, 1998).

Tabla IV.10. Clasificación de la agresividad de la lluvia en la erosión del suelo*

VALOR (TON/HA/AÑO)	GRADO DE ERODABILIDAD
< a 2	Nula
2 a 10	Ligera
10 a 50	Moderada
50 a 200	Alta
>a 200	Muy alta

*Citado por Montes-León *et al*, (2011)

2. Factor K. Este factor ayuda a determinar la **susceptibilidad de un suelo a ser erosionado** y esta se encuentra relacionado con las propiedades del suelo, como la textura, contenido de materia orgánica, contenido de humedad y su estructura principalmente (Martínez et *all.*2001). Para esto se tomó en cuenta la unidad de suelo y la textura superficial de acuerdo con la clasificación hecha por la FAO (Tabla IV.11), considerando los datos de suelos publicados por INEGI (1971).

Para este caso, la Microcuenca presenta cinco condiciones edafológicas y en base a las especificaciones señaladas en la Tabla IV.11, se procedió a dar los valores correspondientes del factor K.

Tabla IV.11. Erosionabilidad de los suelos (K), acorde a la textura y contenido de materia orgánica.

TEXTURA	PORCENTAJE DE MATERIA ORGÁNICA		
	0.0- 0.5	0.5- 2.0	2.0- 4.0
Arena.	0.005	0.003	0.002
Arena fina.	0.016	0.014	0.010
Arena muy fina.	0.042	0.036	0.028
Arena migajosa.	0.012	0.010	0.008
Arena fina migajosa.	0.024	0.020	0.016
Arena muy fina migajosa.	0.044	0.038	0.030
Migajón arenoso.	0.027	0.024	0.019
Migajón arenoso fina.	0.035	0.030	0.024
Migajón arenoso muy fina.	0.047	0.041	0.033
Migajón.	0.038	0.034	0.029
Migajón limoso.	0.048	0.042	0.033
Limo.	0.060	0.052	0.042
Migajón arcillo arenosa.	0.027	0.025	0.021
Migajón arcilloso.	0.028	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa.	0.037	0.032	0.026
Arcillo arenosa.	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa.	0.025	0.023	0.019
Arcilla.	0.013 - 0.029		

3. Factor LS: Es **la longitud y grado de pendiente**. La longitud de la pendiente (L) es la distancia desde el punto de origen del escurrimiento superficial, al punto donde el grado de la pendiente decrece lo suficiente para que se depositen los sedimentos. El factor S es el grado de inclinación de la pendiente.

Para determinar cada factor se utiliza la siguiente formula;

Para ***L***: $L = \left(\frac{\lambda}{22.13}\right)^M$ y para ***S*** $S = 0.065 + 0.45s + 0.0065^2$

Para calcularlo en conjunto:

$$S = \lambda^m(0.0138 + (0.00965 * s) + (0.00138 * S^2)$$

Dónde:

L= Factor longitud de la pendiente (adimensional).

S= Factor por grado de pendiente (adimensional).

λ=Longitud de la pendiente (metros).

m= Coeficiente que depende del grado de pendiente (el cual puede variar de 0.2 a 0.5) de acuerdo con la Tabla IV.12.

s= Grado de pendiente (%).

Tabla IV.12. Valores del coeficiente de acuerdo con el grado de pendiente.

GRADO DE PENDIENTE (%)	VALOR QUE DEBE TOMAR M
<1	0.2
1 a 3	0.3
3 a 5	0.4
>5	**0.5**

Las características morfométricas de la Microcuenca (SA) se mencionan en la Tabla IV.17.

4. Factor C. Se refiere a la **capacidad de la vegetación para amortiguar el efecto de desprendimiento** de partículas de suelo por las gotas lluvia y para impedir el arrastre de sedimentos con el escurrimiento superficial (Martínez *et all*., 2001).

Para el determinar el grado de perturbación de la vegetación en la Microcuenca (SA), se apoyó con información de la cobertura arbórea, con la que se pudo obtener la superficie cubierta por vegetación por hectárea y en base al porcentaje de cobertura determinada se tomó el factor de ***C*** de acuerdo con la Tabla IV.13. El uso de suelo existe en la Microcuenca (SA), se presenta en la Tabla IV.14.

Tabla IV.13. Valores para tomar en cuenta para el Factor ***C.***

CULTIVO	NIVEL DE PRODUCTIVIDAD		
	ALTO	MODERADO	BAJO
Maíz	0.54	0.62	0.80
Maíz labranza cero	0.05	0.1	0.15
Maíz rastrojo	0.10	0.15	0.20
Algodon	0.30	0.42	0.49
Pastizal	0.004	0.01	0.10
Alfalfa	0.020	0.05	0.10
Trébol	0.025	0.05	0.10
Sorgo grano	0.43	0.55	0.70
Sorgo grano rastrojo	0.11	0.18	0.25
Soya	0.48		
Soya después de maíz con rastrojo	0.18		
Trigo	0.15	0.38	0.53
Trigo rastrojo	0.10	0.18	0.25
Bosque natural	0.001	0.1	0.10
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.54	
Sabana sobrepastoreada	0.1	0.22	
Maíz-sorgo, mijo	0.4 a 0.9		
Arroz	0.1 a 0.2		
Algodón, tabaco	0.5 a 0.7		
Cacahuate	0.4 a 0.8		
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3		
Piña	0.1 a 0.3		

Tabla IV.14. Datos uso de suelo y vegetación presentes en la Microcuenca.

CONDICIÓN	FACTOR C	SUP. (HA)	MICROCUENCA
			(SA)
Agricultura de temporal/cultivado	0.1	297.5	Puerto Vallarta-Salado
Asentamientos humanos	0.5	3071.7	Puerto Vallarta-Salado
Pastizal cultivado/inducido	0.01	941.0	Puerto Vallarta-Salado
Pastizal halofilo	0.001	148.9	Puerto Vallarta-Salado
Vegetación de manglar	0.001	131.3	Puerto Vallarta-Salado
Selva mediana subcaducifolia (VsA/Vsa)	0.001	786.1	Puerto Vallarta-Salado
Promedio	**0.023**	**5,376.4**	

IV.2.2.1.3.1.2. Resultados de la pérdida y grados de erosión de los suelos en la Microcuenca (SAR) y las causas que la originan.

Se obtuvieron los valores de precipitación de las estaciones meteorológicas distribuidas en la zona para el análisis con ArcGIS PRO 3.4 (estación 14339, 14116, 14059, 18030 y 18021). Mientras que para la estimación directa se tomaron los datos de precipitación de la estación 14116 (Tabla IV.16 y 17), por ser la más cercana la Microcuenca (CONAGUA, 2024).

La información se consultó la página de la CONAGUA (2024), correspondientes a una base de datos normales registrados de 1951 al 2010. La información morfológicos de la Microcuenca (SA), se presentan en la Tabla IV.17.

Tabla IV.15. Datos generales de las condiciones hidrológicas donde se encuentra el Proyecto.

REGIÓN HIDROLÓGICA	CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA	SUP. MICROCUENCA (HA)
RH13	Rio Cuale-Pitillal (A)	R. Pitillal (c)	Puerto Vallarta (001)	5,376

Tabla IV.16. Datos de la precipitación y temperatura media, de la estación meteorológica más cercana a la Microcuenca.

NOMBRE	COORDENADAS UTM		A.S.N.M.	PRECIPITACIÓN	TEMPERATURA	NOMBRE	CLAVE
MICROCUENCA	X	Y	Z	TOTAL ANUAL (MM)	MEDIA (°C)	ESTACIÓN	
1	475920	2279372	10	1428.9	25.8	Puerto Vallarta	14116
2	478483	2292126	19	1068.6	26.1	La desembocada	14081
3	473814	2294575	21	1075.8	27.4	San Jose del Valle	18030
4	487890	2313043	43	1577.6	26.1	Las Gaviotas	18021
5	477075	2277497	800	1647.6	22.7	El Cuale	14339
		Promedio		**1,359.7**	**25.6**		

Tabla IV.17. Parámetros morfometricos de la Microcuenca.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MICROCUENCA
		VALOR
Superficie:		
Área	Km²	53.76
Perimetró	Km	38.984
Cotas:		
Cota máxima	metros	800

Cota mínima	metros	10
Centroide (wgs84, UTM 13 N):		
X Centroide	metros	477835
Y Centroide	metros	2286232
Z Centroide	m.s.n.m.	50
Altitud:		
Altitud media	m.s.n.m.	230
Altitud mas frecuente	m.s.n.m.	50
Pendiente:		
Pendiente promedio:	%	9.40
Red hídrica:		
Longitud del cuerpo principal	Km	12.01
Orden de la red hídrica		4
Longitud de la red hídrica	Km	96.15
Pendiente promedio de la red hídrica		52.11
Otros parámetros:		
Pendiente del cauce principal	%	9.4

IV.2.2.1.3.1.2.1. Desarrollo de la ecuación y estimación de la erosión hídrica en la Microcuenca (SAR) y el proyecto.

Para estimar la degradación de los suelos, es importante calcular una aproximación de la pérdida de suelo de los terrenos forestales. La pérdida de suelo (**PS**) se compara con la tasa de formación del suelo (**TFS**) de acuerdo con las siguientes expresiones:

1. PS > TFS Degradación
2. PS = TFS Equilibrio
3. PS < TFS Formación

Formula a seguir para el cálculo es:

---

1. $\boldsymbol{E} = R * K * LS * C * P$

Dónde:

E = Erosión del suelo t/ha año.

R = Erosividad de la lluvia. Mj/hamm/hr.

K = Erosionabilidad del suelo.

LS = Longitud y Grado de pendiente.

C = Factor de vegetación.

P = Factor de prácticas mecánicas

1. Desarrollo de los factores de la ecuación; estimación de la *erosión potencial* (Ep) se consideran los siguientes factores de la ecuación;

---

1. $\boldsymbol{Ep} = R * K * LS$

- ✓ **Factor R**

Se refiere a la erodavilidad del suelo por la acción de la lluvia. Para la ***estimación directa*** se considera la siguiente ecuación (**Anexo 2.1.2.1 digital**).

---

1. $\boldsymbol{R} = (6.8939 * P) + (0.000442 * P^2)$
2. $R = (6.8939 * 1{,}428.9) + (0.000442 * 1{,}428.9^2)$
3. $R = 9{,}850.694 + (0.000442 * 2241755.210)$
4. $R = 9{,}850.694 + 902.456$
5. $\boldsymbol{R = 10{,}753.150\ \frac{Mj}{ha} mm/hr}$

Dónde:

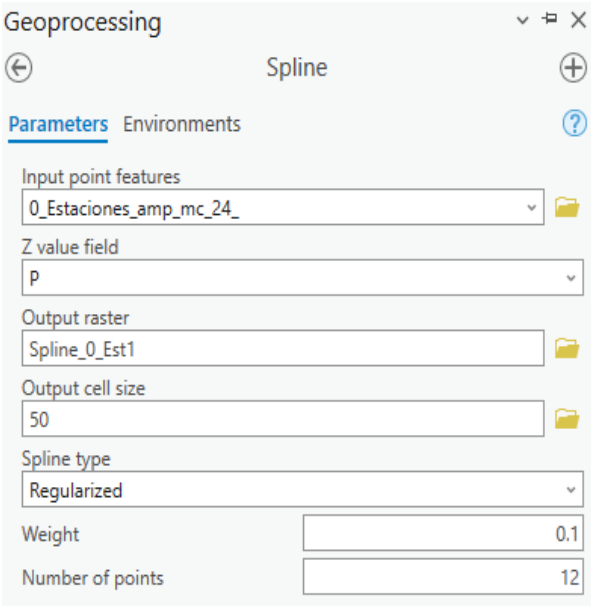
R= Erodavilidad de la lluvia Mj/ha mm/hr.

P= Precipitación total Tabla IV.18 (1,428.9 mm).

Para generar un **Mapa de distribución de la precipitación** para la Microcuenca (SA) y contar con la **estimación del factor R**, se realizó el análisis con **ArcGIS PRO 3.4** (**Anexo 3.1 digital**), mediante los siguientes pasos;

1. Se ubicaron las estaciones meteorológicas 14116, 14339, 14081, 18021 y 18030 (Tabla IV.16), considerando la información de la Precipitación total y temperatura media de cada una. Dicha información se almaceno en la Tabla de atributos del archivo Shape.

1. El archivo shape generado, se procesó en ArcGIS Pro, donde se realizó una **interpolación de la Precipitación** (Figura IV.1 y IV.2), utilizando la siguiente secuencia de herramientas; *Spatial Analyst Tools* > *Interpolation* > ***Spline.*** Dicho proceso utiliza una técnica de curvatura mínima bidimensional, resultando una superficie suave que paso por estos puntos (ESRI, 2025). Con esto se obtuvo un archivo tipo raster (Figura IV.2), con la información de la intensidad de la Precipitación para la Microcuenca (factor R).



Paso 1. Proceso de los datos con interpolación.

Resultado del valor de R en formato raster para la Microcuenca

Figura IV.1 y IV.2. Proceso para *R*, utilizando una interpolación con el método *Spline*, con datos de Precipitación de estaciones meteorológicas cercanas.

- ✓ **Factor K**

Es la susceptibilidad de erodabilidad del suelo de acuerdo a sus propiedades (**Anexo 2.12.1 digital**). Para la **estimación directa**, se tomó en cuenta la textura de cada una de los tipos de suelo registrados en la Microcuenca, los cuales se presentan en la Tabla IV.18a. A cada tipo de suelo, de acuerdo con sus propiedades de textura y contenido de materia orgánica, se le asignó un valor de ***K*** (Tabla IV.11). Al final se determinó un valor promedio del valor de *K*, para aplicarlo a la formula Y obtener un valor general de este factor. La información edafológica se obtuvo de la carta edafología escala 1:50000, f13c69 (CETENAL, 1971) y de los perfiles de suelos publicados por INEGI (2000).

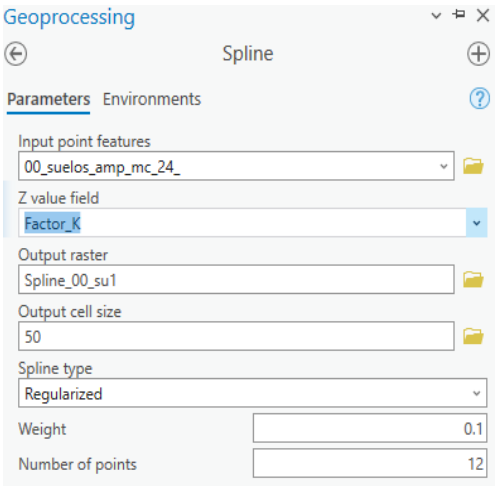
Tabla IV.18a. Características del tipo de suelo registrados par la Microcuenca.

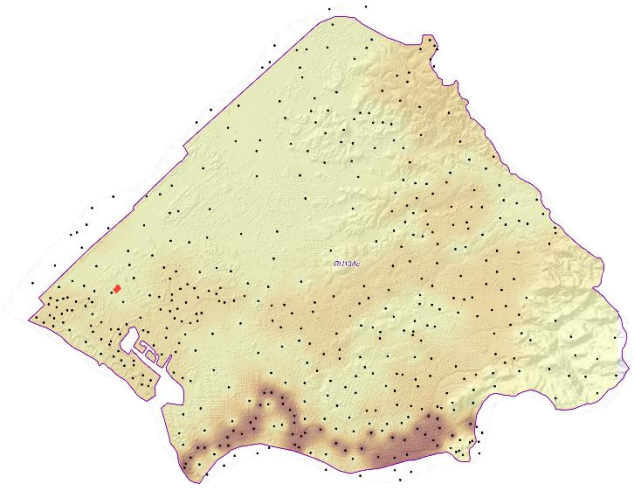
TIPO DE SUELO	TEXTURA	FACTOR (K)	SUP. (ha)
Cambisol eutrico	Migajon arenoso	0.024	1,070
Feozem haplico	Migajon arcilloso	0.021	2,438
Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0.032	210
Litosol	Arcilloso	0.029	560
Regosol eutrico	Migajon arcilloso	0.021	801
Solonchak gleyico	Migajon arenoso	0.024	297
Promedio		**0.025**	**5,376**

De la misma manera, para obtener un valor de K, sobre la superficie de la Microcuenca y Proyecto, se generó un Mapa de distribución del valor de K, acorde para cada tipo de suelo. El análisis se realizó con **ArcGIS PRO 3.4**, mediante los siguientes pasos;

1. Se genero un archivo tipo shape de puntos (Tabla IV.18b), distribuidos al azar sobre el área de la Microcuenca, los cuales contenían la información como el tipo de suelo, la textura y el contenido de materia orgánica, así como el valor de K correspondiente. Se consideró tomar en cuenta puntos en las inmediaciones de la Microcuenca de tal manera se incluyeran otros tipos de suelo diferentes a esta.

2. Posteriormente con la información se realizó una Interpolación; Spatial Analyst Tools > Interpolation > Spline. La técnica de la interpolación de Curvatura mínima bidimensional, el método presupone un alisamiento de la superficie que pasa sobre los puntos de entrada y minimiza la curvatura de la superficie (ESRI, 2025). El resultado es un archivo raster (Figura IV.3 y IV.4), con la información referente al factor K de acuerdo con el tipo de suelo (**Anexo 3.1 digital**).





Paso 1. Proceso de los datos con interpolación.

Resultado del valor de K en formato raster para la zona.

Figura IV.3 y IV.4. Proceso para obtener *K* en formato raster, para la zona, con una interpolación mediante el método Spline.

Tabla IV.18b. Información del tipo de suelo de la zona para determinar el factor K en ArcGIS PRO.

ID	COORDENADAS UTM		CLAVE	SUELO	TETURA	CONTENIDO	FACTOR
	X	Y		DOMINANTE		M.O	K
1	479770	2287812	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
2	479519	2287608	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
3	479221	2287530	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
4	478762	2287300	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
5	479039	2287399	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
6	479389	2287305	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
7	479420	2287065	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
8	479514	2286924	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
9	479895	2287055	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
10	480151	2287102	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
11	480235	2287378	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
12	479864	2287378	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
13	480287	2287676	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
14	480428	2287373	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025

15	480177	2286992	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
16	479608	2286715	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
17	479096	2286407	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
18	478934	2286668	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
19	478777	2286328	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
20	478239	2285968	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
21	477680	2285785	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
22	477330	2285675	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
23	477294	2285513	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
24	476902	2285482	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
25	476761	2285633	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
26	476526	2285623	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
27	476541	2285351	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
52	479315	2283784	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
53	479603	2283826	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
65	480658	2285127	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
66	480345	2285430	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
67	480251	2285764	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
68	479906	2285754	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
80	480616	2285545	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
90	479596	2290179	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
91	479290	2290179	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
92	479467	2290339	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
93	479550	2290240	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
94	479539	2289875	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
95	478578	2289439	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
96	478915	2289263	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
97	479091	2288169	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
98	480024	2288539	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
99	480648	2288269	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
100	479815	2289047	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
101	479274	2289152	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
102	479301	2288655	Be+Hh/2	Cambisol eutrico	Migajon arenoso	1.15	0.025
103	478066	2290006	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
104	478286	2290202	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
105	478384	2290349	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
106	477658	2290618	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
107	477176	2290177	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
108	477560	2290210	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
109	477094	2289679	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
110	475911	2289173	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
111	475862	2288545	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
112	475258	2288063	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
127	474262	2285802	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
128	473968	2286112	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
129	473886	2286341	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
130	474311	2286512	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
131	474654	2286773	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
132	474156	2287051	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
133	474205	2287565	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
134	474670	2287753	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
135	474792	2287296	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
136	475380	2287337	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
137	475331	2286831	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
138	474997	2286749	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021

139	473495	2286994	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
140	473005	2286651	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
141	472507	2286333	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
169	474882	2283688	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
170	474809	2283353	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
171	474882	2283149	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
172	475282	2283402	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
173	475797	2283565	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
174	476115	2283924	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
175	475731	2284169	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
176	475209	2283794	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
177	475454	2284471	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
178	476278	2284782	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
179	476515	2284422	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
180	476784	2284251	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
181	477135	2283916	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
182	477143	2283606	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
183	477511	2283606	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
184	478670	2283516	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
185	479062	2283639	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
186	478939	2283533	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
187	478580	2283394	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
188	478343	2283525	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
196	475641	2282774	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
197	475462	2282978	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
198	476262	2282994	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
199	476572	2283476	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
200	476466	2283867	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
201	476719	2283500	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
202	476482	2283092	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
219	477752	2286378	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
220	478798	2286952	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
221	479002	2287106	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
222	478466	2286761	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
223	479193	2287794	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
224	478823	2287628	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
225	478033	2287348	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
226	477510	2288164	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
227	477153	2287526	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
228	477051	2287935	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
229	477522	2288687	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
230	476885	2288496	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
231	476311	2288560	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
232	477344	2288878	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
233	479400	2287783	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
234	478972	2287856	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
235	479159	2286877	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
242	477260	2289080	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
243	477571	2289090	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
244	476247	2288368	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
245	477599	2290894	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
246	478275	2290932	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
247	472089	2286021	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	4	0.021
248	478135	2287909	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	1.8	0.021
249	478441	2288419	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	1.8	0.021

250	478033	2288509	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	1.8	0.021
251	478795	2288562	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	1.8	0.021
252	478972	2288421	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	1.8	0.021
253	478410	2288869	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	1.8	0.021
254	478591	2288876	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	1.8	0.021
255	478751	2288846	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	1.8	0.021
256	478333	2289043	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	1.8	0.021
257	478173	2289047	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	1.8	0.021
258	478063	2288936	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	1.8	0.021
259	477862	2288746	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	1.8	0.021
260	477819	2288528	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	1.8	0.021
261	478012	2288187	Hh+Je/2	Feozem haplico	Migajon arcilloso	1.8	0.021
262	474913	2282737	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
263	474930	2282808	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
264	475023	2282918	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
265	475160	2283092	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
282	476946	2283540	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
283	476916	2283336	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
284	476959	2283145	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
289	477718	2283172	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
290	477895	2283045	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
291	478374	2283359	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
292	478200	2283078	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
293	478507	2282931	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
294	478808	2282915	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
295	478815	2282694	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
296	478323	2282370	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
297	478250	2282192	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
298	478574	2282303	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
299	478872	2282360	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
300	478912	2282520	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
301	479116	2282664	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
302	479042	2282971	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
303	478995	2283232	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
304	478768	2283276	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
305	479233	2283429	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
306	479440	2283653	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
307	479604	2283610	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
308	479644	2283443	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
309	479377	2283326	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
310	479530	2283226	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
311	479601	2283129	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
312	479885	2283312	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
313	480216	2283516	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
314	480336	2283466	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
315	480433	2283359	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
316	480373	2283202	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
317	480380	2282991	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
318	480544	2282958	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
319	480694	2283035	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
320	480781	2283215	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032

Tabla IV.18b. Información del tipo de suelo de la zona para determinar el factor K en ArcGIS PRO.

ID	COORDENADAS UTM		CLAVE	SUELO	TETURA	CONTENIDO	FACTOR
	X	Y		DOMINANTE		M.O	K
321	480881	2283232	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
322	471182	2285636	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
344	471780	2286917	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
345	472048	2287061	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
346	472298	2286950	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
347	472519	2287194	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
348	472335	2287375	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
349	472492	2286934	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
350	472803	2286880	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
351	472914	2287358	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
352	473091	2287061	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
353	473191	2287358	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
354	473104	2287579	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
355	472917	2288047	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
356	472887	2287726	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
357	473255	2287773	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
358	473097	2287913	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
359	473632	2288431	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
360	473475	2288234	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
361	473258	2288478	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
362	473037	2288599	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
363	472974	2288435	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
364	473158	2288425	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
365	473378	2288823	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
366	473705	2288711	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
367	473496	2288993	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
368	473370	2289118	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
369	473757	2289092	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
370	473814	2288690	Je/1	Fluvisol eutrico	Migajon arcillo-limoso	0	0.032
371	477971	2283629	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
372	477742	2283840	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
373	477567	2284023	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
374	477136	2284244	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
375	477186	2284607	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
376	476718	2284891	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
377	477039	2284997	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
378	477618	2284281	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
379	477893	2284170	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
380	478086	2284069	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
381	478403	2284414	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
382	478256	2284524	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
383	478091	2284368	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
384	478169	2284703	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
385	478679	2284721	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
386	479184	2284708	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
387	478646	2284189	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
388	478187	2285268	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
389	478403	2285231	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
420	481797	2285353	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
421	482084	2285066	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
422	482572	2284672	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
423	482048	2284370	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021

424	481787	2287008	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
425	481567	2287251	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
426	481447	2287504	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
427	480754	2287761	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
428	480506	2288055	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
429	480194	2288216	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
430	479840	2287982	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
431	480832	2287495	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
432	480768	2287173	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
433	480442	2286879	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
434	479937	2286622	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
435	480125	2286664	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
436	481121	2287127	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
437	481075	2287440	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
438	480869	2287059	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
439	481277	2287077	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
440	479850	2283089	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
441	480019	2283232	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
442	480006	2283040	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
443	479953	2283021	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
444	480072	2282967	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
445	480209	2283187	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
446	480247	2283215	Re+Be/2	Regosol eutrico	Migajon arcilloso	2.9	0.021
447	472161	2285409	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
448	472295	2285319	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
449	472472	2285258	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
450	472656	2285322	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
451	472489	2285392	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
452	472409	2285449	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
453	472385	2285646	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
454	472419	2285753	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
455	472549	2285713	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
456	472536	2285589	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
457	472629	2285476	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
458	472733	2285539	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
459	472659	2285743	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
460	472736	2285767	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
461	472897	2285693	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
462	473134	2285747	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
463	473191	2285680	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
464	473074	2285609	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
465	472823	2285539	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
466	473171	2285262	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
481	473683	2284814	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
482	473545	2284988	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
483	473679	2285198	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
493	475090	2285930	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
494	474936	2285676	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
495	474676	2285820	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
496	474465	2285556	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
497	474779	2285566	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
498	474726	2285392	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
499	474579	2285218	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
500	474569	2285048	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
501	474813	2284954	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024

502	474749	2284794	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
503	474709	2284429	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
509	474672	2285713	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
510	475130	2285472	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
511	475224	2285489	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
512	475160	2285767	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
513	475361	2285884	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
514	475498	2285827	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
515	475652	2285673	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
521	475017	2285309	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
522	474859	2285342	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
523	474642	2285523	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024
524	473542	2285198	Zg-n/3	Solonchack gleyico	Migajon arenoso	1	0.024

- ✓ **Factor LS** (Longitud y grado de pendiente) (**Anexo 2.1.2.1 digital**)

Para determinar el factor LS, de manera directa, se utilizó la siguiente formula:

---

1. $\boldsymbol{LS} = \lambda^m * (0.0138 + 0.00965 * s + 0.00138 * s^2)$

Dónde:

L= Factor longitud de la pendiente (adimensional).

S= Factor por grado de pendiente (adimensional).

λ=Longitud de la pendiente en metros (8,400 m).

m= Coeficiente que depende del grado de pendiente. **el valor será = 0.5**, ya que la pendiente promedio es de 9.4%.

s= Grado de pendiente (%).

Para determinar la **pendiente media** se utilizó la siguiente formula:

$$\boldsymbol{S} = \left(\frac{Ha - Hb}{L}\right) * 100$$

Dónde:

S= Pendiente media (%).

Ha= Altura máxima (800 m).

Hb= Altura mínima (10 m).

L= Longitud entre la altura máxima y mínima (8,400 m).

---

1. $S = \left(\frac{Ha-Hb}{L}\right) * 100$
2. $S = \left(\frac{800-10}{8,400}\right) * 100$
3. $S = \left(\frac{790}{8,400}\right) * 100$
4. $S = 0.094 * 100$
5. $\boldsymbol{S = 9.4}\%$

Una vez determinado la pendiente media se pudo determinar el **LS**, desarrollando la ecuación mencionada, dándonos el siguiente resultado.

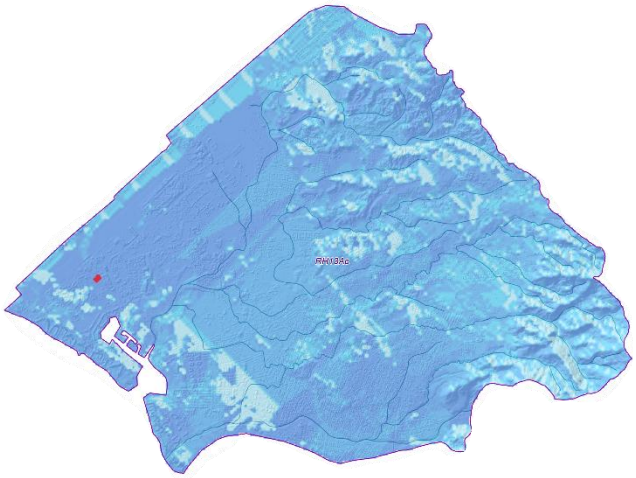
---

1. $LS = 8400^{0.5} * (0.0138 + 0.00965 * 9.4 + 0.00138 * 9.4^2)$
2. $LS = 91.6515 * (0.0138 + 0.0908 + 0.00138 * 88.4495)$
3. $LS = 91.6515 * (0.0138 + 0.0908 + 0.1221)$
4. $LS = 91.6515 * 0.2267$
5. $\boldsymbol{LS = 20.77}$

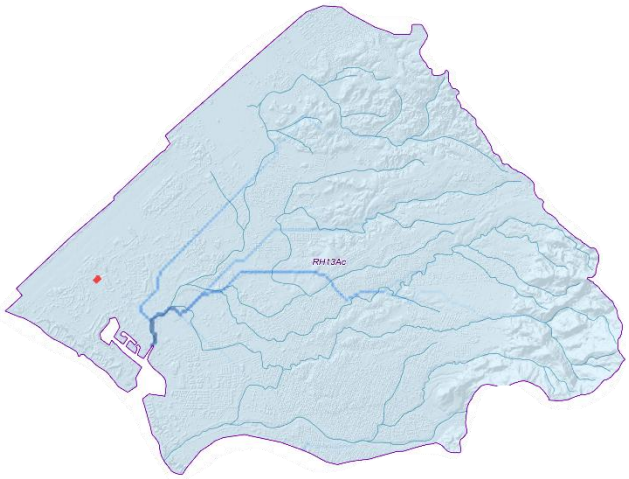
Para generar un mapa **del factor LS**, se procesó en **ArcGIS PRO 3.4** (**Anexo 3.1 digital**), información espacial de la zona de la Microcuenca (SA) y el Proyecto, contemplando los siguientes pasos;

1. Con el MDE de la Microcuenca (SA), se generó un archivo raster de **pendientes del terreno (grados);** (*Spatial Analyst Tool>Surface>Slope*).

2. Con el mismo MDE, se realiza un análisis hidrológico, obteniendo un raster con la **dirección de flujo** y otro más con la **acumulación de flujos**, como se muestra enseguida; (*Spatial Analyst Tool>Hydrology>Flow direction* y *Spatial Analyst Tool>Hydrology>Flow accumulation*), Obteniendo un resultado como se muestra en las Figuras IV.5 y IV.6.



Paso 1. Dirección de flujo.



Paso 2. Acumulación de flujo.

Figura IV.5 y IV.6. Proceso para obtener el valor de *LS*. Valores de la red hídrica, dirección y acumulación.

La **dirección de flujo** (Flow direction) está determinada por la dirección del descenso más empinado, o la caída máxima, desde cada celda del raster procesado. Mientras que la herramienta de **Acumulación de flujos** (Flow accumulation), calcula el flujo acumulado, peso acumulado de las celdas que fluyen hacia cada celda con pendiente descendente en el ráster de salida.

Estas acumulaciones concentradas ayudan a identificar canales de arroyos o ríos (ESRI, 2025).

3. Para el **factor L y S**, se siguió la sugerencia hecha por Castro *et al*., (2017) y Flores *et al*. (2003), donde hacen referencia a los cálculos mediante las siguientes expresiones:

Para el **factor L** con el área de drenaje aportadora se desarrollan las siguientes expresiones:

1. $\boldsymbol{L}_{(\boldsymbol{i},\boldsymbol{j})} = \frac{A_{(i,j)}+D^{2^{m+1}}-A_{(i,j)}{}^{m+1}}{X^{m}{*}D^{m+2}{*}(22.13)^{m}}$

2. $\boldsymbol{m} = \frac{\beta}{1+\beta}$

3. $\boldsymbol{\beta}\ (\boldsymbol{f}) = \frac{sen\emptyset/0.0896}{3(sen\emptyset)^{0.8}+0.56}$

Donde:

$A_{(l,j)}$ = Área aportadora unitaria a la entrada de un píxel (celda) longitud (**Flow accumulation**)

D = Tamaño del píxel.

X = Factor de corrección de la forma.

m = Exponente de la longitud de la pendiente.

B (f) = Ángulo medio a todos los subgrids en la dirección de mayor pendiente.

Ø = Ángulo de la pendiente.

El **ángulo de la pendiente (Ø)** debe convertirse en radianes (1 grado sexagesimal=0.01745 radianes), para poder procesarlo en ArcGIS PRO 3.4. Para procesar los factores antes mencionados, se utilizará la siguiente secuencia de herramientas; *Spatial Analyst Tool>Map algebra>Raster calculator.*

Para determinar el **valor de *β (f)***, con **ArcGIS PRO 3.4**, se desgloso la ecuación de la siguiente manera (*raster calculator*), generando un archivo raster (Figura IV.7);

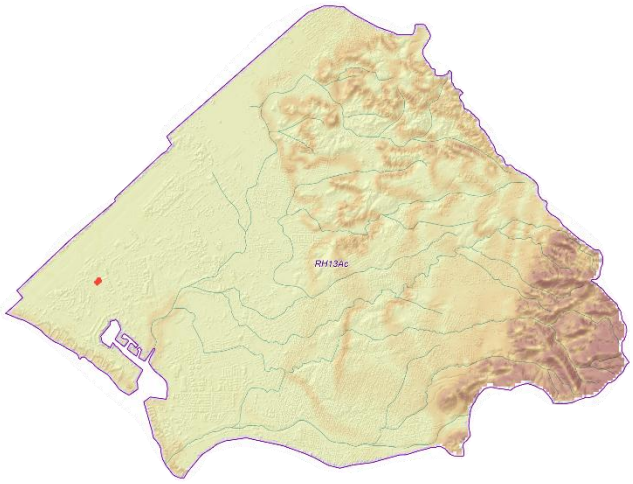
1. $\boldsymbol{\beta}\ (\boldsymbol{f}) = \frac{\frac{Sin("slp_mc_.tif*0.01745)}{0.0896}}{(3*Power(Sin("slp_mc_.tif"*0.01745),0.8)+0.56)}$

Para determinar el valor de ***m***, con **ArcGIS PRO 3.4**, se desgloso la ecuación de la siguiente manera (*raster calculator*), generando un archivo raster (Figura IV.8):

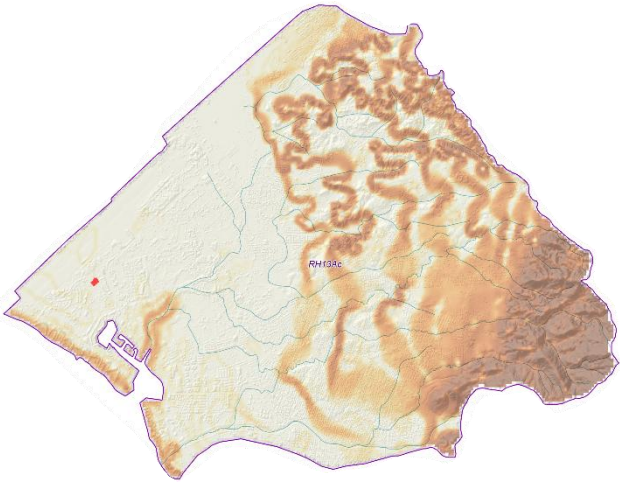
1. $\boldsymbol{m} = \frac{\boldsymbol{\beta}\ (\boldsymbol{f})=(\boldsymbol{f}_{.tif})}{\mathbf{1}+\boldsymbol{\beta}\ (\boldsymbol{f})=(\boldsymbol{f}_{.tif})}$

La estimación del valor de $\boldsymbol{L_{(i,j)}}$ con **ArcGIS PRO 3.4**, se desgloso la ecuación de la siguiente manera (*raster calculator*), generando un archivo raster (Figura IV.9):

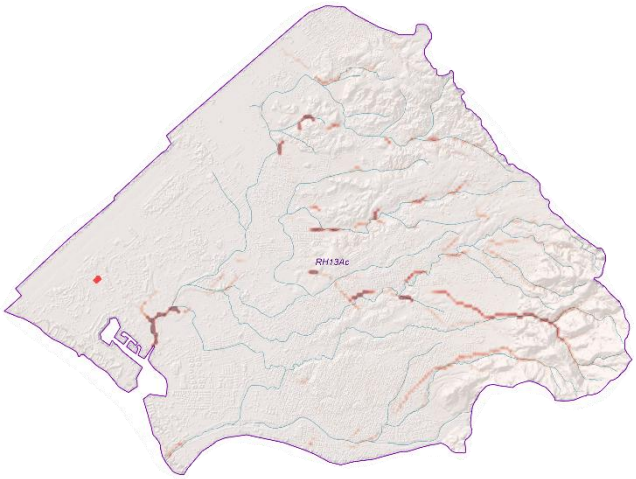
1. $\boldsymbol{L}_{(I,J)} = \frac{(Power(("fa_.tif"+625),("m_.tif"+1)) - Power("fa_.tif",("m_.tif"+1)))}{(Power(25,("m_.tif"+2)) * Power(22.13,"m_.tif"))}$



Paso 1. Resultado del valor de *β* (**f**).



Paso 2. Resultado del valor del factor **m**.



Paso 3. Resultado del valor del **factor L**

Figura IV.7, IV.8 y IV.9. Proceso para determinar el valor del **factor L**.

Para el factor de inclinación de la pendiente $\boldsymbol{S_{(i,j)}}$ se sugiere la siguiente expresión:

1. $\boldsymbol{S_{(I,J)}} = \begin{cases} 10.8\ sin\ \beta_{(i,j)} + 0.03 & \tan\beta_{(i,j)} < 0.09 \\ 16.8\ sin\beta_{(i,j)} - 0.5 & tan\beta_{(i,j)} \geq 0.09 \end{cases}$

Donde:

$S_{(i,j)}$= Inclinación de la pendiente

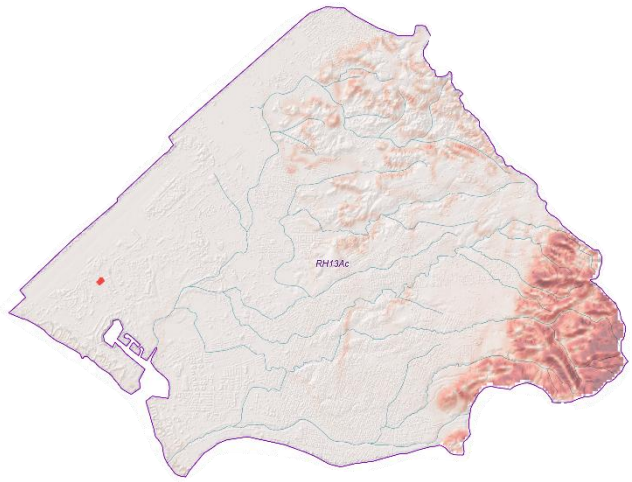
$\beta_{(i,j)}$= Ángulo medio a todos los subgrids en la dirección de mayor pendiente.

La estimación del valor de $\boldsymbol{S_{(i,j)}}$ con **ArcGIS PRO 3.4**, se desgloso la ecuación de la siguiente manera (*raster calculator*), generando un archivo raster (Figura IV.10):

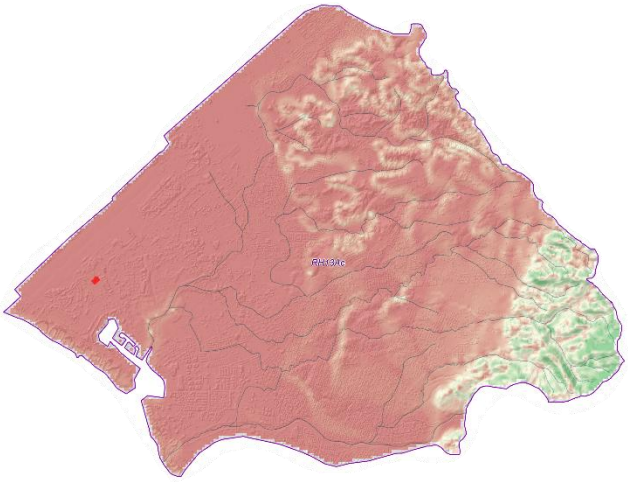
1. $\boldsymbol{S_{(1,J)}} = Con((Tan(\text{“}slp_mc_.tif\text{”} * 0.01745) < 0.09), (10.08 * Sin(\text{“}slp_mc_.tif\text{”} * 0.01745) + 0.03), (16.8 * Sin(\text{“}slp_mc_.tif\text{”} * 0.01745)) - 0.5)).$

Finalmente teniendo los raster obtenidos con datos para el factor ***L*** y ***S***, se procedió a estimar el valor de ***LS***, mediante **ArcGIS PRO 3.4**, se desgloso la ecuación de la siguiente manera (*raster calculator*), generando un archivo raster (Figura IV.11);

1. $\boldsymbol{LS_{(1,J)}} = L_.tif * S_.tif.$



Paso 4. Resultado del valor del ***factor S***.



Paso 5. Resultado del valor ***factor LS.***

Figura IV.10 y IV.11. Proceso para determinar el valor del ***factor LS***.

Una vez determinados los **factores R, K y LS**, tanto de **manera directa** (valor promedio para aplicarlo directamente en la formula), y mediante la generación de archivos tipo raster que contiene la información correspondiente a cada factor, dentro de la Microcuenca, con el apoyo de **ArcGIS PRO 3.4** (distribución de los valores en un mapa sobre la Microcuenca). Se pudo determinar la aproximación de la **erosión potencial (EP)** para la Microcuenca.

- ✓ **Estimación de la Ep**, a partir de los valores promedios estimados para aplicarlos en la **ecuación directa (Anexo 2.1.2.1)**:

1. $\boldsymbol{Ep} = R * K * LS$
2. $Ep = 10{,}753.150 * 0.025 * 20.77$
3. $\boldsymbol{Ep = 5{,}621\ \frac{ton}{ha}/año}$

El resultado promedio, de la aproximación de la perdida de suelo por la acción del agua para la Microcuenca, aplicando los valores de manera **directa en la ecuación** nos indica que el **grado de degradación potencial** del suelo es **muy alta** de acuerdo a la clasificación señalada en la Tabla IV.10. La secuencia de la estimación, se resume en la Tabla IV.18c, y se desarrolla cada paso en el Anexo 2.1.2.1, ubicada en la hoja de cálculo anexo en digital.

Tabla IV.18c. Erosión potencial para la Microcuenca.

MICROCUENCA	FACTOR *R*	FACTOR *K*	FACTOR *LS*	Ep[1] PROMEDIO TON/HA/AÑO
Puerto Vallarta-Salado	10,753.150	0.025	20.77	5,621

[1]Ep: Erosión potencial.

La **erosión potencial**, considera, hipotéticamente, que la superficie del terreno no cuenta con cobertura vegetal, por lo tanto, se estima una pérdida de una lámina de suelo, aproximada, de 375 mm, si tomamos en cuenta que la pérdida de 1 mm corresponde, aproximadamente, a 15 toneladas por hectárea (FAO, 1998, citado por Pedraza, 2015).

- ✓ **Estimación de la Ep**, a partir de los **archivos ráster** generados para cada factor en **ArcGIS PRO 3.4**, y los cuales fueron procesados en este programa, con la **finalidad de generar un mapa de distribución** de las **condiciones de degradación de la Microcuenca**, acorde a las condiciones de la zona (Anexo 3.1). Para generar el Mapa de degradación del suelo de la Microcuenca (Mapa 6b), con la herramienta ***Raster calculator*** de ArcGIS PRO 3.4, se desarrolló la siguiente secuencia;

1. $\boldsymbol{Ep} = R_.tif * K_.tif * LS_.tif$

Se genero un archivo raster nuevo, del cual se extrajo el número de pixeles por cada categoría de degradación identificada (acorde a la Tabla IV.10), y se obtuvieron los resultados que se presentan en la Tabla IV.18d.

Tabla IV.18d. Estimación con ArcGIS PRO, del grado de degradación potencial del suelo en la Microcuenca (SA).

CLASIFICACIÓN DE EROSIÓN			EROSIÓN POTENCIAL (SIN COBERTURA VEGETAL)	
NO.	**CLASE**	**RANGO DE EROSIÓN (TON/HA/AÑO)**	**SUPERFICIE (HA)**	**SUPERFICIE (%)**
1	Nula	< a 2	1,885.7	35.1
2	Ligera	2 a 10	845.2	15.7
3	Moderada	10 a 50	470.5	8.8
4	Alta	50 a 200	2,008.3	37.4
5	Muy Alta	>a 200	166.3	3.1
Total			**5,376.0**	**100.0**

La zonificación, del grado de degradación para la Microcuenca, sugieren que, en el 37.4% de la superficie de la MC, el **grado de degradación seria alta** (partes más altas), mientras hacia zonas más **bajas el grado va de nulo a ligero** (50.8%) y se registran zonas pequeñas con un grado de degradación moderado (8.8%) y muy alto (3.1%). Con esta información se elaboró un mapa con la zonificación de las condiciones de degradación de la Microcuenca (Mapa 6b).

2. Desarrollo de los factores de la ecuación; estimación de la *erosión actual* (Ea) se consideran los siguientes factores de la ecuación;

1. $\boldsymbol{Ea} = R * K * LS * C$

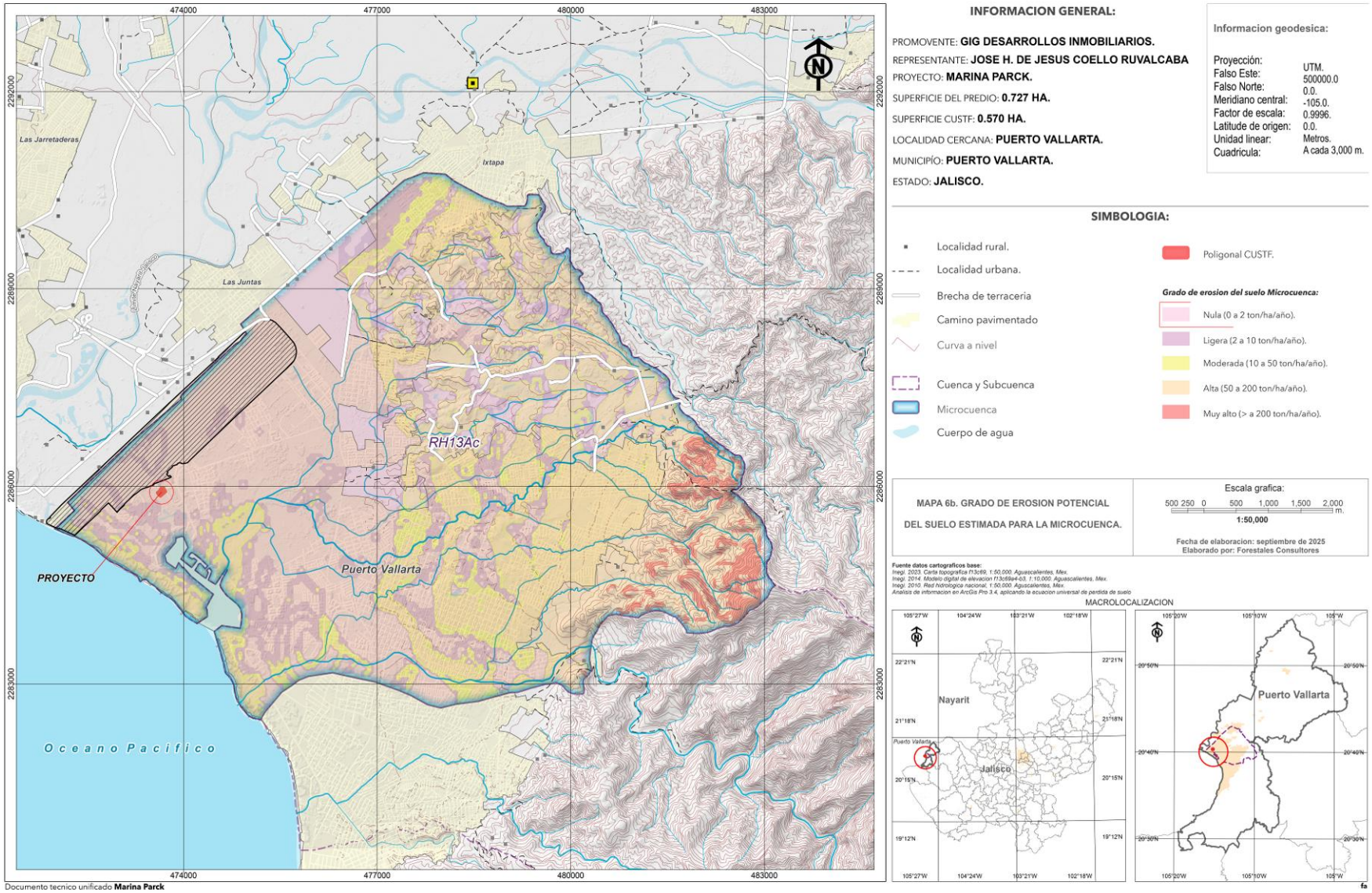
Dentro de la Microcuenca, existen, parches de vegetación natural, distribuidos en la parte central de esta y la parte alta. En esas zonas, existe el desarrollo de una cubierta vegetal conformado por un estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo, por lo tanto, esto favorece a la protección de la superficie. Por ello, para estimar este valor se considera un factor de cobertura que interprete la proporción de distribución de los estratos vegetales (***Ea***).

El factor *C*, se obtuvo de acuerdo con el uso del suelo y vegetación (INEGI, 2017), escala 1:250,000. Dicha información vectorial, indica que la distribución del tipo de vegetación dominante en la Microcuenca, la cual está representada por vegetación característica de selva mediana subcaducifolia (24.6%), seguida por Vegetación de manglar en el estero el Salado (3.4%). De la misma manera, se registran pastizales inducidos o cultivados (6.6%), los cuales también son relevantes en la protección de la superficie. La información se presenta en la Tabla IV.18e. Para determinar el valor para **C**, se tomó como referencia el tipo de vegetación y considerando la clasificación señalada en la Tabla IV.13. Se designó el valor para cada condición de uso de suelo como se muestran en l–a Tabla IV.18e. Para estimar la perdida de suelo y grado de degradación se obtuvo un valor promedio, el cual se aplicó para la **estimación directa** en la ecuación desarrollada en el Anexo 2.1.21 (Digital).

Tabla iv.18e. Valores promedios correspondientes al **Factor *C***.

CONDICIÓN	CLAVE	SUP. (%)	SUP. (Ha)	FACTOR C
Agricultura de temporal/cultivado	TA	5.5	297.48	0.1
Pastizal cultivado/inducido	P	17.5	940.95	0.01
Pastizal halofilo	Ph	2.8	148.90	0.001
Vegetación de manglar	VM	2.4	131.28	0.001
Selva mediana subcaducifolia (VsA/Vsa)	SMS (VSA/VSa)	14.6	786.10	0.001
Asentamientos humanos	AH	57.1	3071.69	0.5
Total		**100.0**	**5,376.0**	**0.023**

Mapa 6b. Zonificación de la **erosión potencial** del suelo en la Microcuenca (SA).



- ✓ **Estimación de la Ea**, a partir de los valores promedios estimados para aplicarlos en la **ecuación directa (Anexo 2.1.2.1)**:

---

1. $\boldsymbol{Ea} = R * K * LS * C$
2. $Ea = 10{,}753.150 * 0.025 * 20.77 * 0.023$
3. $\boldsymbol{Ea} = \mathbf{127}\ \frac{\boldsymbol{ton}}{\boldsymbol{ha}}/\boldsymbol{a}\text{ño}$

La aproximación de la perdida de suelo por la acción del agua para la Microcuenca, aplicando los valores promedio estimados de manera **directa en la ecuación** nos sugiere que el **grado de degradación actual** del suelo, se considera **Alta** de acuerdo a la clasificación señalada en la Tabla IV.10. La secuencia de la estimación, se resume en la Tabla IV.18f, y se desarrolla cada paso en el Anexo 2.1.2.1 (Digital), ubicada en la hoja de cálculo anexo en digital.

Tabla IV.18f. Erosión potencial para la Microcuenca.

MICROCUENCA	FACTOR *R*	FACTOR *K*	FACTOR *LS*	FACTOR *C*	Ea[2] PROMEDIO TON/HA/AÑO
Puerto Vallarta-Salado	10,753.150	0.025	20.77	0.023	127

[1]Ea: Erosión actual.

- ✓ **Estimación de la Ea**, mediante el programa **ArcGIS PRO 3.4**, generando el factor C. Procesando los factores previamente generados, esto con la **finalidad de generar un mapa de distribución** de las **condiciones de degradación de la Microcuenca** como actualmente se encuentra, acorde a las condiciones de la zona (Anexo 3.1 digital). El Mapa de la degradación actual del suelo de la Microcuenca se presenta más abajo (Mapa 6c). Para esto se empleó la herramienta ***Raster calculator***, se desarrolló la siguiente secuencia;

---

1. $\boldsymbol{Ea} = R_.tif * K_.tif * LS_.tif * C_.tif$

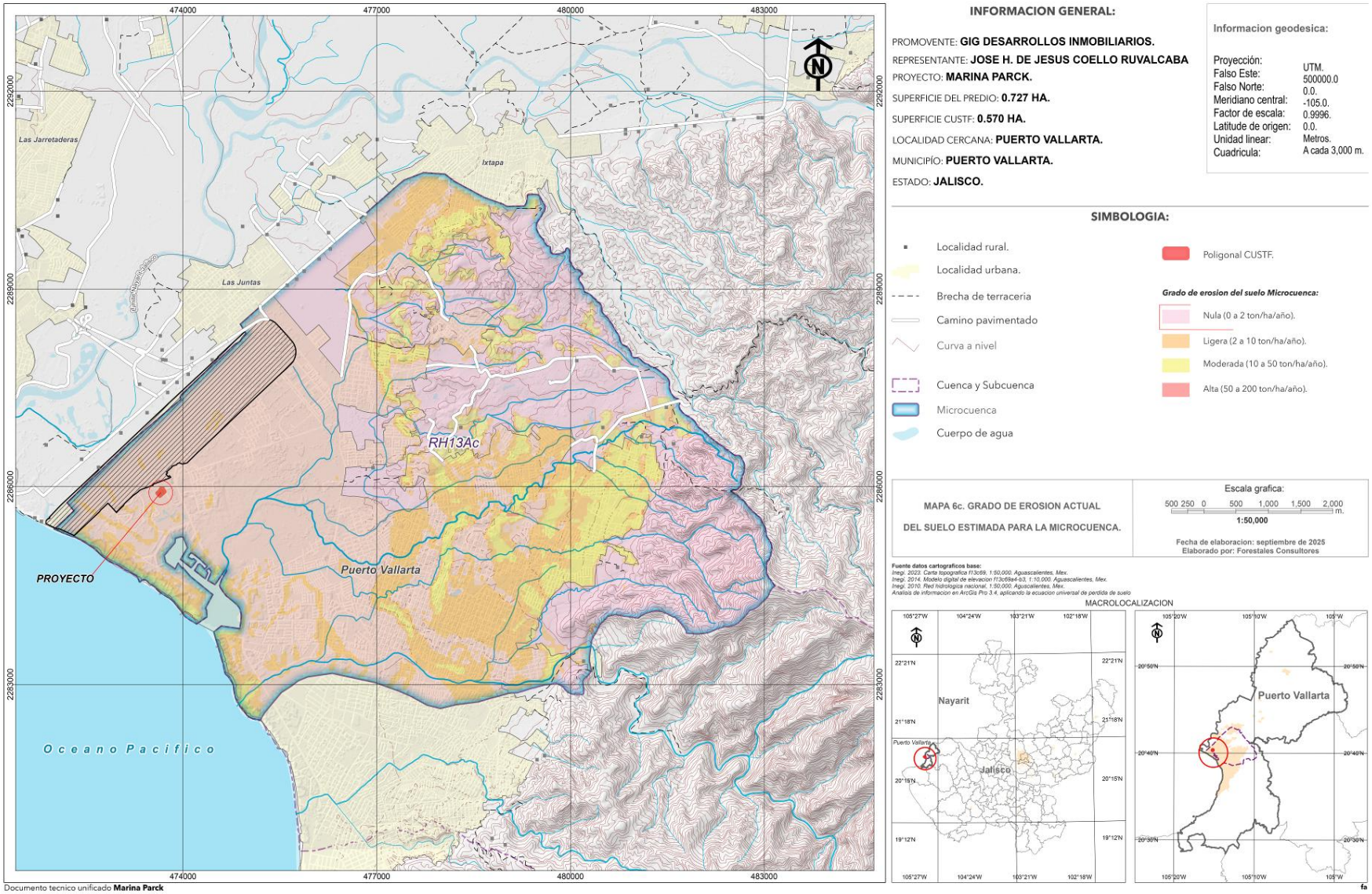
El proceso genero un archivo raster, del cual se extrajo el número de pixeles por cada categoría de degradación identificada (acorde a la Tabla IV.10), y se obtuvieron los resultados que se presentan en la siguiente Tabla.

Tabla IV.18g. Estimación con ArcGIS PRO, del grado de degradación actual del suelo en la Microcuenca (SA).

CLASIFICACIÓN DE EROSIÓN			EROSIÓN ACTUAL (COBERTURA VEGETAL)	
NO.	**CLASE**	**RANGO DE EROSIÓN (TON/HA/AÑO)**	**SUPERFICIE (HA)**	**SUPERFICIE (%)**
1	Nula	< a 2	3741.3	69.6
2	Ligera	2 a 10	1037.3	19.3
3	Moderada	10 a 50	593.5	11.0
4	Alta	50 a 200	3.9	0.1
5	Muy Alta	>a 200	0.0	0.0
Total			**5,376.0**	**100.0**

La zonificación, del grado de degradación actual para la Microcuenca, sugieren que, en el 88.9% de la superficie de la MC, el **grado de degradación va de nula a ligera** (partes más bajas y media), mientras zonas se consideran como **moderada** (11.0%) y una proporción pequeña (en zonas de mayor pendiente), se estima sea **alta** (0.1%). Con esta información se elaboró un **mapa con la zonificación de las condiciones de degradación actual del suelo en la Microcuenca** (Mapa 6c).

Mapa 6c. Zonificación del grado de **erosión actual** del suelo en la Microcuenca.



IV.2.2.1.4. Geología (SAR).

Se determinó la geología de la Microcuenca en base a la clasificación de la carta geológica publicada por INEGI (1974), y de la carta geológica-minera del Servicio Geológico Mexicano (SGM, 2022) ambas a escala 1: 50,000. Dichas cartas describen una dominancia de Toba (T), seguido por Arenisca-conglomerados (ar-Cgl), enseguida Arenisca conglomerado (ar-Cg) (Tabla IV.19; Mapa 7).

Se identifico la distribución suelos Aluviales (al) en un 5%. La carta geológico-minera, sin embargo, destaca solo la distribución de rocas ígneas intrusivas de granito (Gr). El granito es de grano medio, textura fanerítica equigranular, con mineralogía de cuarzo, plagioclasa, feldespato hornblenda y biotita (SGM, 2020).

Tabla IV.19. Tipos de rocas representativas en la Microcuenca.

NOMBRE	CLAVE	SUPERFICIE (HA)	SUPERFICIE (%)
Arenisca conglomerada	ar-Cg	2,243.0	41.7
Granito	Gr	231	4.3
Toba	T	2,631	48.9
Aluvial	al	271	5.0
Total		**5,376**	**100**

1. Presencia de fallas y fracturas en el SAR.

Se registran fracturas que forman un patrón que van de E-W, las principales estructuras que se registran en la Microcuenca. En el ámbito regional, se encuentra en la zona que cruza la falla Zapopan-Acambay que se utiliza como límite entre la zona de alta sismicidad y la zona sísmica de México. Se registran 2 fracturas que corren a diversos sentidos, así como una falla en la parte Norte-Noroeste de la Microcuenca (Mapa 7). Sin embargo, no se ha registrado evidencia que esta se encuentre en actividad, aun así, existe un riesgo para la infraestructura el cual dependerá de las condiciones sísmicas que pudiera presentarse en la zona.

2. Susceptibilidad de sismicidad en el SAR.

La unidad de análisis se localiza en una zona sísmica de **alta exposición (D)**, lo que significa que es susceptible de presentarse sismos de magnitud alta, mayores a 7° en escala de Richter, esto debido a la convergencia que tiene la placa del Pacifico con la de la Rivera (Figura IV.12 y IV.13), que tiene una subducción promedio anual de 2 cm (SSN, 2025).

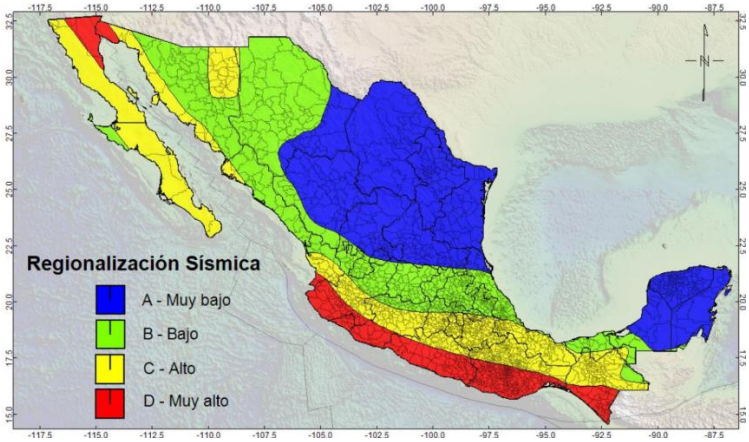


Figura IV.12. Regionalización del peligro sísmico en el territorio nacional (Seguridad *et al*, 2020, tomado de CFE, 2015)

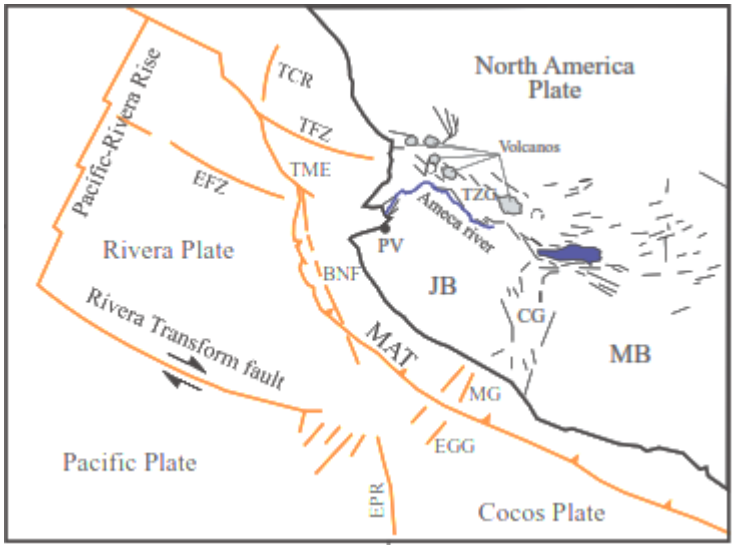


Figura IV.13. Plagas tectónicas en la República Mexicana (Tomado de Arzate *et al*, 2006).

De acuerdo con el SSN (2025), durante el mes de septiembre de 2025, se han registrado un total de 5 sismos de baja intensidad en la zona. En toda esta zona, se han presentado una gran cantidad de eventos sísmicos de baja magnitud (alrededor de 3° a 3.9° en la escala de Richter), por lo tanto, la Microcuenca donde se ubica el proyecto, está expuesta a estos eventos (SSN, 2025). (Figura IV.14).

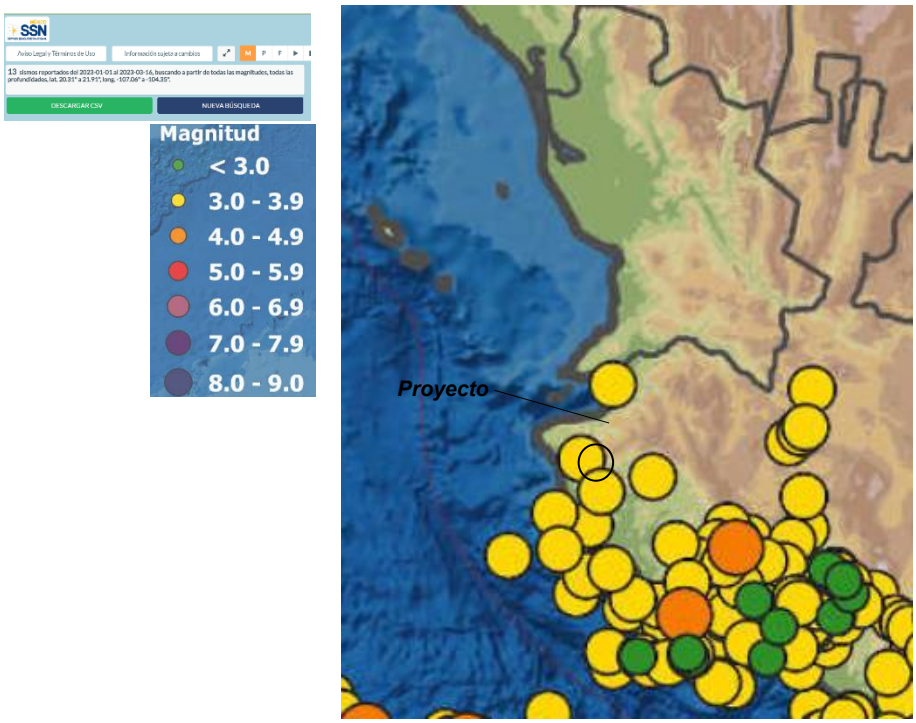


Figura IV.14. Principales puntos sísmicos registrados en septiembre 2025 (SSN, 2025).

3. Susceptibilidad a inundaciones en la Microcuenca (SAR).

Para el sitio en particular se detectaron áreas susceptibles de inundarse, ya que se encuentra en la planicie. Por lo tanto, se considera un como un grado de riesgo por inundación es alto en la parte baja de la Microcuenca, mientras que en la zona media y alta el riesgo es bajo (Ayuntamiento de Puerto Vallarta, 2012).

Por este motivo, se deberá tener precaución en drenar adecuadamente las áreas que sufran modificaciones en la morfología del terreno, ya que cualquier cambio de la topografía podría traer como consecuencia que alguna zona pudiera ser susceptible de sufrir encharcamientos o inundaciones severas (Ayuntamiento municipal Puerto Vallarta, 2012).

4. Susceptibilidad a deslizamientos en la microcuenca (SAR).

Esta condición se puede dar en un grado medio sobre las zonas con fuertes pendientes en a costera. Los suelos presentan poca estabilidad, sobre todo en pendientes fuertes. Por lo tanto, se puede considerar susceptibilidad de media a alta, principalmente en zonas altas de la MC (Ayuntamiento municipal Puerto Vallarta, 2012).

5. Actividad volcánica en la microcuenca (SAR).

Las actividades que pudieran tener estos Volcanes podrían tener una influencia sobre la Microcuenca con un riesgo muy bajo (Ayuntamiento municipal Puerto Vallarta, 2012; SSN, 2025).

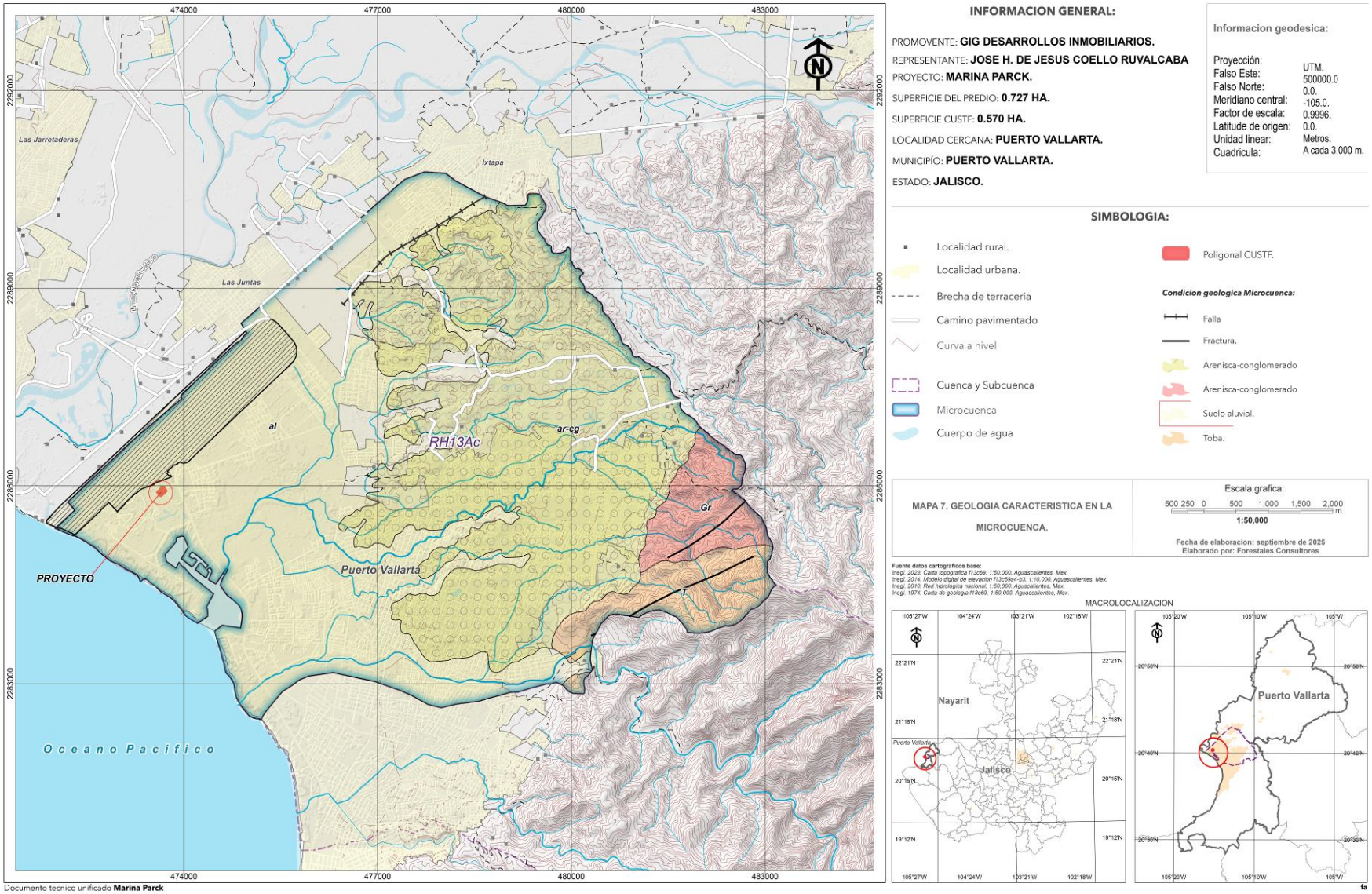
Para este caso no existe la presencia de actividades volcánicas dentro de la Microcuenca, y se destaca que los más cercanos es el Volcán el Cerobuco en Nayarit y la primavera ubicada en Ahululco y Tequila, con registros de actividades bajas.

IV.2.2.1.4.1. Formación de las rocas en las diferentes etapas de la historia y su distribución en la Microcuenca (SAR).

- ✓ **Mesozoico.**

Comprendidas en el sistema Cretácico, como rocas de mayor antigüedad, las cuales consisten en secuencias sedimentarias, volcánicas, volcanosedimentarias y rocas ígneas extrusivas. Las unidades de roca descritas están afectadas por granito que muestra variaciones a granodiorita y tonalita **K(Gr).** Su estructura es compacta masiva con superficies de oxidación y fractura miento en dos direcciones perpendiculares entre sí, que dan origen a bloques; en algunos sitios está intrusionado a la vez por diques díabásicos. Se le considera del Cretácico por su relación con las rocas mencionadas y porque lo cubre en discordancia andesita del Terciario Inferior y toba ácida del Oligoceno-Mioceno. En algunas localidades estos cuerpos ígneos intrusionan, alteran y mineralizan a andesita del Terciario Inferior. Sus afloramientos más representativos se encuentran en las sierras Vallejo y Zapotán (INEGI, 2000; SGM, 2021).

Mapa 7. Geología representativa en la Microcuenca (SA).



IV.2.2.1.5. Hidrológica de la Microcuenca (SAR).

La red hidrológica de la zona se obtuvo de la información vectorial publicada por INEGI (2010), escala 1: 50,000, ya que en esta se establece el orden de la red hídrica. La Microcuenca, se localiza en la RH13 (Huicicila), Cuenca A (Río Cuale-Pitillal), Subcuencas b (Río Pitillal).

Está conformado por una red hídrica amplia, la cual comprende escurrimiento de tipo perennes e intermitentes, siendo el arroyo el Estero el Salado el cauce principal (INEGI, 2000; 2010). Para conocer sobre las características y conformación de la red hídrica fue necesario además considerar los siguientes aspectos;

- ✓ **Sistema de drenaje o de corrientes superficiales.**

Las zonas altas de la cuenca, los cursos de agua y zonas adyacentes tienen características de suelo y vegetación diferentes, los cuales mantienen niveles altos de diversidades y densidades de especies, y tasas de productividad biológica, que la mayoría de otros elementos del paisaje.

Normalmente funcionan dentro de rangos naturales de flujo, movimiento de sedimentos, temperatura y otras variables, en lo que es denominado un equilibrio dinámico (Aguirre, 2007). La red de drenaje es una de las características más importante de una cuenca, ya que interviene en la magnitud de los escurrimientos como en el número y trayectoria de los escurrimientos, además en la eficiencia del drenaje, y se destaca que la forma de drenaje es un indicador de las condiciones del suelo y de la superficie de la cuenca. Los cursos desempeñan funciones ecológicas relevantes como: modular el flujo de la corriente, almacenar agua, remover del agua materiales dañinos y proporcionar un hábitat para plantas y animales terrestres y acuáticos (Aguirre, 2007).

Los siguientes puntos describen las características de una red de drenaje:

1. Tipos de corrientes.

1. Perennes. Conducen agua, frecuentemente, todo el tiempo y el nivel de agua subterránea mantiene una alimentación continua y no desciende nunca debajo del lecho del río (Aguirre, 2007).

2. Intermitentes. Llevan agua la mayor parte del tiempo, aunque principalmente en temporada de lluvias. En verano el escurrimiento cesa, u ocurre solamente durante o inmediatamente después de las lluvias (Aguirre, 2007).

3.- Efímeros. Este tipo conduce agua únicamente durante la temporada de lluvias y sólo transportan escurrimiento superficial (Aguirre, 2007).

El área de la Unidad de análisis se compone por una red de escurrimientos de tipo intermitentes (Mapa 8).

2. Orden de cause y colector principal.

Dentro de la cuenca refleja el grado de ramificación o bifurcación. Esta también se define, mediante el concepto de ordenamiento de Strahler, en el cual, las corrientes se clasifican siguiendo un orden de importancia (Aguirre, 2007).

El orden del cauce principal define el orden de la cuenca:

- ✓ Corrientes de primer orden: Tributario pequeños sin ramificaciones.
- ✓ Corrientes de segundo orden: Este posee únicamente ramificaciones de primer orden.
- ✓ Corrientes de tercer orden: Posee ramificaciones de primer y segundo orden.
- ✓ Corrientes de orden n+1: corrientes de orden n se unen.

A mayor numero del orden de los escurrimientos dentro de una cuenca, indica un drenaje más eficiente que desalojara rápidamente el agua.

Para este caso la Microcuenca está representada por una red hídrica de orden 1 a la 4, con escurrimientos de longitud variables, en su mayoría de primer orden (Mapa 10a), seguido en menores proporciones por el resto como se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla IV.20. Orden de corriente y longitudes presentes en la Microcuenca.

ORDEN DE ESCURRIMIENTO	NÚMERO DE ESCURRIMIENTOS	LONGITUD KM
1	28	40.928
2	5	35.119
3	2	6.241
4	1	1.432
TOTAL	**38**	**52.113**

3. Longitud de los causes.

Es hacer la medición lineal total de causes, expresada en Km, para esta el resultado permite determinar la densidad de drenaje en la Microcuenca. Los caudales medios, máximos y mínimos, crecen con la longitud de los cauces, debido a la relación que existe entre las longitudes de los cauces y las áreas de las cuencas hidrográficas. Por lo tanto, el área crece con la longitud, y creciendo la superficie de captación, crece el caudal (Aguirre, 2007).

La Tabla IV.20, presenta las longitudes totales por orden, regularmente de baja dimensión, excepto la del orden 4.

4. Densidad de corriente.

Esta se define mediante la relación del número de escurrimientos, independientemente del número de orden de cause, entre el área de la cuenca (Aguirre, 2007). La siguiente expresión nos permitió determinar esta variable para la Microcuenca;

1. $\boldsymbol{D_c} = \frac{N_c}{A}$ 2. $D_c = \frac{38}{53.76}$ 3. $\boldsymbol{D_c = 0.707\ corrientes/km^2}$

Dónde:

D_c= Densidad de corrientes.

N_C= Numero de corrientes (38).

A= Área de la Microcuenca en Km² (53.76 km²)

Si el valor es mayor que 500 km/km² se considera que existe un régimen pluvial alto y por lo tanto, se espera que el suelo sea más propenso a ser erosionado. Por otro lado, si la densidad es menor a 5 km/km³, nos indica que régimen pluvial bajo y una resistencia del suelo a ser erosionable (Breña y Jacobo, 2006). De acuerdo al resultado para la Microcuenca significa que el drenaje es bajo.

5. Densidad de drenaje.

Corresponde a la longitud total de los cauces dentro de la Microcuenca, dividida entre el área total de esta, expresada mediante la siguiente forma (Gaspari *et al*, 2010).

1. $\boldsymbol{D_d} = \frac{L_c}{A}$ 2. $D_d = \frac{52.113}{53.76}$ 3. $\boldsymbol{D_c = 0.969\ corrientes/km^2}$

Dónde:

D_d= Densidad de drenaje

L= Longitud total de las corrientes en Km. (52.113 km).

A= Área de la Cuenca en Km² (53.76 km²).

Este parámetro indica que a medida que la densidad de drenaje se alta indica como una cuenca, bajo una tormenta, evacua el agua en menor tiempo, lo que significa una velocidad del escurrimiento es alto. Por otro lado, a medida que este valor sea bajo, sucede que la cuenca desfoga con mayor lentitud el agua captada durante una tormenta

Cuencas con drenaje pobre: D_d=alrededor de 0.5 km/km^2

Cuencas bien drenadas: $D_{d=}$alrededor de 3.5 km/km^2

En la Microcuenca hidrológica refleja la influencia de la geología, topografía, suelos y vegetación y está relacionado con el tiempo de salida del escurrimiento superficial de esta. Una densidad de drenaje alta sugiere una cuenca muy bien drenada que debería responder, relativamente rápido, al influjo de la precipitación. Mientras que una con baja densidad de drenaje refleja un área pobremente drenada, con respuesta hidrológica muy lenta (Gaspari *et al*, 2010). De acuerdo a la estimación, para la zona de la Microcuenca se considera con un **drenaje regular**.

6. Sinuosidad de las corrientes de agua.

A medida que la sinuosidad aumenta indica que la pendiente del cauce es baja, mientras que cuando este sea menor representa un cauce con una pendiente mayor (Senciales, 1998).

Es la relación entre la longitud del rio principal a lo largo de su cauce y la longitud del valle medido en línea curva o recta. La siguiente formula determina el grado de sinuosidad del cauce y se clasifico de acuerdo con la Tabla IV.21.

1. $\boldsymbol{S} = \frac{L}{Lt}$ 2. $S = \frac{8.4}{12.01}$ 3. $\boldsymbol{D_c = 0.70}$

Dónde:

S= Sinuosidad de corriente.

L= Longitud del valle medio en Km (8.4 Km).

Lt= Longitud total en línea recta del cauce principal en Km (12.01 Km).

Tabla IV.21. Índice de sinuosidad de acuerdo con la modificación de Morisawa (1985), citado por Senciales (1998).

TIPO DE CANAL	ÍNDICE DE SINUOSIDAD
Rectilíneo	**<1.05**
Sinuoso	1.05-1.5
Meandrizante	>1.5
Entrelazado	>1.8
Anastomosado	>2.0

El resultado nos indica que la sinuosidad de la Microcuenca presenta un cauce **rectilíneo**, lo cual significa que presenta una pendiente moderada (Sanciales, 1998; Aguirre, 2007).

IV.2.2.1.5.1. Hidrológica superficial de la Microcuenca (SAR).

El cauce principal de la red hidrológica que se distribuye en la Microcuenca está representado por escurrimientos de tipo intermitentes y lo conforma el Arroyo Estero el Salado (Mapa 8), al cual descargan escurrimientos que vienen de todas las direcciones, de orden 1 a la 4 (INEGI, 2010).

IV.2.2.1.5.1.1. Calidad del agua de la zona.

La unidad de análisis en estudio, si cuenta con varios puntos de monitoreo para revisar la calidad del agua superficial, sobre todo en las inmediaciones de algunos escurrimientos. Para esto se revisaron datos de la estación monitoreo en la desembocadura del Rio mismaloya (OCLSP3964M1), así como en la desembocadura del rio el Pitillal (OCLSP3973M1) y Rio Cuale la aguacatera (OCLSP3979M1), donde se observaron algunos parámetros respecto a los niveles de contaminación del agua (CONAGUA, 2024).

Debido a que son escurrimientos cortos y poco influenciado por actividades humanas, se considera que la calidad del agua es buena, debido a que se recarga durante la época de lluvias, y se logra mantener durante gran parte del año. Ya que no se cuenta con puntos de monitoreo de calidad del agua en el arroyo de la Microcuenca. En estos puntos de monitoreo, los datos finales de la evaluación hecha por la CONAGUA (2024), llegaron a la conclusión que la calidad del agua presenta variaciones en los parámetros medidos, los cuales se presentan en la Tabla IV.22.

Los parámetros más relevantes para la zona fueron medidos fueron (CONAGUA, 2024):

1. Demanda bioquímica de oxígeno soluble (**DBO/mg/litro**).

    Fue **menor a 2 mg/litro**, lo cual se clasifica como de calidad excelente (OCLSP3979M1).

2. Demanda química de oxígeno soluble (**DQO/mg/litro**).

En promedio fue de 21.65 mg/litro, lo cual se clasifica como excelente (OCLSP3979M1).

3. Solidos suspendidos totales (**SST/mg/litro**).

En promedio fue de 119.2 mg/litro, lo cual se clasifica como de **calidad aceptable** en la zona. El resultado para OCLSP3979M1 fue de 15.8 mg/l, considerándose como de **calidad excelente**, mientras que para OCLSP3964M1 el resultado fue menor a 10.0 mg/l, lo cual representa una **calidad excelente**. Y para OCLSP3973M1 fue de 331.7 mg/l lo cual representa una **calidad contaminada**.

4. Coliformes fecales (**COLI_FEC/NMP/100 mL**).

En ambos casos el resultado sugiere que tanto en la estación de monitoreo OCLSP3979M1 el agua se **encuentra contaminada** (2,247 NMP/100 ml).

5. Escherichia coli (**E_COLI/NMP/100 mL**).

Para ambas estaciones se registra una calidad buena (355 NMP/100).

6. Porcentaje de oxígeno disuelto (**OD_%**)

Se registro una **calidad excelente** para ambos casos (100.1%).

De acuerdo con los indicadores, nos sugieren que **no existen niveles de toxicidad relevantes** en el agua, lo cual significa, que la calidad del agua superficial en la zona es buena. En general podemos afirmar que la calidad del agua de la zona no presenta signos relevantes de contaminación, con excepción de coliformes fecales que si se encuentra en altas concentraciones.

Tabla IV.22. Resultados obtenidos de los indicadores de calidad del agua en la zona cercana a la Microcuenca (CONAGUA, 2024).

CLAVE	NOMBRE	TIPO CUERPO DE AGUA	AÑO	COLI_FEC	E_COLI	DBO_SOL	DQO_SOL	TOX_D_48_UT	TOX_FIS_SUP_15_UT	TOX_V_15_UT	SST	OD_%	OD_%_SUP	OD_%_FON
OCLSP3964M1	Desembocadura rio Mismaloya	Costero (Humedal)	2020						<1		<10		101.2	100.7
OCLSP3973M1	Desembocadura rio tipillal	Costero (Humedal)	2020						<1		331.7		101.2	102.4
OCLSP3979M1	Rio cuale la aguacatera	LOTICO (Rio)	2020	2,247	355	<2	<10	<1		<1	15.8	100.1		

V.2.2.1.5.1.2. Balance hídrico de la Microcuenca (SAR).

El balance hídrico, nos permite determinar la distribución de la precipitación que cae en determinado sitio, entre ellas destaca la parte de agua que vuelve a la atmósfera ya sea por evaporación directa o por transpiración de la vegetación (evapotranspiración); aquella que escurre por la superficie (escurrimiento superficial), a través de la red de drenaje hasta los cauces principales o bien al mar, y la porción de agua que se infiltra en el terreno y se incorpora al sistema de aguas subterráneas o acuífero (Breña y Jacobo, 2006). El balance hídrico debe cumplir con la siguiente ecuación (**Anexo 2.1.5.1 digital**);

$$P = ETR + ES + I$$

Donde;

P. Precipitación.

ETR. Evapotranspiración.

ES. Escorrentía superficial.

I. Infiltración.

La fórmula general se expresa de la siguiente manera:

Captación-ETR = ES+I

- ✓ **captación (P-área).**

El resultado es en m³, denominándosele captación bruta. Es la cantidad de agua de la precipitación por unidad de área del territorio (cuenca, subcuenca, Microcuenca etc). El área de la Microcuenca es de 5,376 ha y una precipitación total anual 1,428.9 mm (CONAFOR, 2023; Aparicio, 1992, CONAGUA, 2025).

El resultado sería como se muestra en la siguiente expresión, aplicada para cada mes (Tabla IV.23):

1. $\text{Captacion} = \frac{(P*A*10000)}{1000}$

Por lo tanto, la captación bruta de la precipitación por mes es como se registra en la Tabla siguiente.

Tabla IV.23. Resultado de la captación bruta para la Microcuenca.

MES	PRECIPITACIÓN TOTAL (MM)	CAPTACIÓN BRUTA MENSUAL-MC (M/M²) M³
E	29.2	1,569,792
F	8.6	462,336
M	6.4	344,064
A	3.5	188,160
M	10.4	559,104
J	194.6	10,461,696
J	335.3	18,025,728
A	320.6	17,235,456
S	369.8	19,880,448
O	113.8	6,117,888
N	13.4	720,384
D	23.3	1,252,608
	1,428.9	**76,817,664**
		76.818

IV.2.2.1.5.1.2.1. Estimación del escurrimiento superficial de la Microcuenca (SAR).

Para obtener esta estimación, es necesario conocer la probabilidad de ocurrencia de la precipitación (máxima diaria anual), ya que con esto podremos diseñar y planear las obras de conservación necesarias como medida de mitigación, especialmente el control de cárcavas y obras de captación de agua de lluvia. Los escurrimientos superficiales fluyen sobre la superficie de manera laminar y al acumularse en zonas bajas forman arroyos y ríos. (CONAFOR, 2023).

Se consulto el manual de conservación y restauración de suelos de la CONAFOR (2023), y tomando como referencia información histórica de lluvias en los últimos 50 años, se describe en seguida brevemente los pasos a seguir para la estimación requerida, sin embargo, dicho procedimiento también se detalla en un archivo Excel (Anexo 2.1.3.1):

1. Se cuenta con los datos morfométricos de la microcuenca y sus principales escurrimientos.

Tabla IV.24. Datos morfométricos característicos de la Microcuenca.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
Superficie:		
Área	Ha	5376
Área	Km²	53.76
Perímetro	Km	38.984
Cotas:		
Cota Máxima	Metros	800
Cota Mínima	Metros	10
Centroide (Wgs84, Utm Zona 13 N):		
X Centroide	Metros	
Y Centroide	Metros	
Z Centroide	m.s.n.m.	
Altitud:		
Altitud Media:	m.s.n.m.	230
Altitud Mas Frecuente:	m.s.n.m.	50
Pendiente:		
Promedio De La Microcuenca:	%	9.40
Red Hídrica:		
Longitud Del Cuerpo Principal:	Km	12.01
Orden De La Red hídrica:		4
Longitud De La Red hídrica:	Km	52.11
Pendiente Promedio De La Red hídrica:	%	9.40

Tabla IV.25. Ubicación de la Microcuenca en la Región Hidrológica, y escurrimientos.

RH	CUENCA	SUBCUENCA	MICROCUENCA	LONG. ESC. PRINCIPAL (KM)	LONG. ESC. SECUNDARIOS (KM)	CANTIDAD ESCURRIMIENTO	NO. ORDEN
RH13Ac	Rio Cuale-Pitillal (A)	R. Pitillal (c)	Puerto Vallarta	12.01	40.108	38	1 al 4

2. La información histórica de la precipitación, tomando como base la estación meteorológica Puerto Vallarta, esto porque se tienen registro de precipitación durante los últimos 63 años (Tabla IV.26a).

Tabla IV. 26a. Precipitación del periodo 1926 al 1988 (14116 Puerto Vallarta), para determinar la Probabilidad de lluvia y el periodo de retorno.

C1	C2	C3	C4	C5
LLUVIA MAXIMA ANUAL		LLUVIA MAXIMA ORDENADA DE >a<.		
AÑO	LLUVIA (mm)	AÑO	LLUVIA ORDENADA (mm)	ORDEN CONSECUTIVO (m)
1926	72.0	1927	17.0	1
1928	151.5	1952	52.5	2
1929	110.2	1937	55.0	3
1930	96.0	1936	57.5	4
1931	123.5	1988	62.5	5
1932	240.0	1963	69.0	6
1933	17.0	1942	70.5	7
1934	124.0	1926	72.0	8
1935	180.0	1944	72.0	9
1936	57.5	1955	81.5	10
1937	55.0	1946	82.0	11
1938	111.5	**1977**	82.0	12
1939	127.0	1985	83.5	13
1940	90.5	1968	84.0	14
1941	97.5	1957	88.0	15
1942	70.5	1981	90.0	16
1943	110.5	1940	90.5	17
1944	72.0	1947	92.0	18
1945	168.5	1930	96.0	19
1946	82.0	1964	97.0	20
1947	92.0	1941	97.5	21
1948	100.5	1984	98.0	22
1949	111.5	1961	100.0	23
1950	136.0	1948	100.5	24

1951	218.5	1986	101.0	25
1952	52.5	1962	103.5	26
1953	158.5	1969	106.0	27
1954	136.0	1958	107.0	28
1955	81.5	1929	110.2	29
1956	155.0	1943	110.5	30
1957	88.0	1938	111.5	31
1958	107.0	1949	111.5	32
1959	163.8	1974	120.0	33
1960	162.0	1979	120.4	34
1961	100.0	1982	121.5	35
1962	103.5	1983	123.2	36
1963	69.0	1931	123.5	37
1964	97.0	1934	124.0	38
1965	144.0	1987	126.5	39
1966	145.0	1939	127.0	40
1967	131.5	1967	131.5	41
1968	84.0	1950	136.0	42
1969	106.0	1954	136.0	43
1970	160.0	1965	144.0	44
1971	192.0	1975	144.5	45
1972	152.0	1966	145.0	46
1973	200.0	1928	151.5	47
1974	120.0	1976	151.5	48
1975	144.5	1972	152.0	49
1976	151.5	1956	155.0	50
1977	82.0	1953	158.5	51
1978	241.5	1970	160.0	52
1979	120.4	1960	162.0	53
1980	167.0	1959	163.8	54
1981	90.0	1980	167.0	55
1982	121.5	1945	168.5	56
1983	123.2	1935	180.0	57
1984	98.0	1971	192.0	58
1985	83.5	1973	200.0	59
1986	101.0	1951	218.5	60
1987	126.5	1932	240.0	61
1988	62.5	1978	241.5	62
				62

Se tomaron los datos de esta estación, ya que comparte la misma condición climática que la de la Microcuenca. Y se localiza en la localidad de Puerto Vallarta, localizada en siguientes coordenadas; 475919.52 y latitud 2279373.24, con una altitud de 10 msnm, con numero de estación 14116. La información comprende registros desde 1926 a 1988 (CONAGUA, 2024).

Para estimar los valores de escurrimientos y captación se desarrollará mediante los siguientes procedimientos:

1. Probabilidad y periodo de retorno de la lluvia.

- ✓ **Estimación de la probabilidad de lluvia (*P*).**

Para determinar la probabilidad de lluvia de una determinada zona, se recabaron los datos de precipitación máxima diaria anual durante años. Para esto se utilizó la siguiente ecuación (CONAFOR, 2023).

Se considera importante conocer el periodo de retorno de la lluvia Máxima diaria anual, con este dato se estime el escurrimiento medio y máximo instantáneo. Para el presente caso por el tipo de obras se considera un **periodo de retorno de 5 años**. El siguiente desarrollo corresponde al orden 12 y 13 de la columna C6 de la Tabla IV, los cuales engloban el periodo de retorno a estimar.

---

1. $\boldsymbol{P} = \frac{m_i * 100}{n+1}$ 2. $P = \frac{12*100}{62+1}$ 3. $P = \frac{1{,}200}{63}$ 4. $\boldsymbol{P = 19.05\%}$

1. $\boldsymbol{P} = \frac{m_i * 100}{n+1}$ 2. $P = \frac{13*100}{62+1}$ 3. $P = \frac{1{,}300}{63}$ 4. $\boldsymbol{P = 20.63\%}$

Dónde:

P = Probabilidad de ocurrencia de una lluvia (%).

m = Numero de orden de la lluvia.

n = Número de eventos registrados.

Tal y como se muestra en el ejercicio anterior, se realiza la estimación para cada evento considerando el orden de la información. Los resultados de la probabilidad de lluvia para cada año se registran en la Tabla IV.26b en la columna C6.

- ✓ **Estimación del periodo de retorno (*F*).**

De una determinada cantidad (máxima diaria anual) de lluvia es la periodicidad estadística en años con que pueden presentarse tormentas de características similares en intensidad y duración. Es relevante el cálculo del periodo de retorno, para la planeación de obras de conservación de suelos. Para el cálculo del periodo de retorno se aplica la siguiente fórmula (CONAFOR, 2023). Con la siguiente expresión podemos estimar el periodo de retorno por evento, considerando para el ejemplo la secuencia de orden 12 y 13 señalados en la Columna C5;

---

1. $\boldsymbol{F} = \frac{n_i+1}{m_i}$ 2. $F = \frac{62+1}{12}$ 3. $F = \frac{63}{12}$ 4. $\boldsymbol{F = 5.25\ años}$

1. $\boldsymbol{F} = \frac{n_i+1}{m_i}$ 2. $F = \frac{62+1}{13}$ 3. $F = \frac{63}{13}$ 4. $\boldsymbol{F = 4.85\ años}$

Dónde:

F = Frecuencia o periodo de retorno.

n = Número total de años de registro.

m = Número de orden de la lluvia.

Los resultados para cada año se registran en la Tabla IV.26b en la columna C7.

Tabla IV.26b. Resultados del cálculo para la probabilidad de Lluvia y el periodo de retorno.

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
LLUVIA MAXIMA ANUAL		LLUVIA MAXIMA ORDENADA DE >a<.			PROBABILIDAD	PERIODO DE RETORNO
AÑO	LLUVIA (mm)	AÑO	LLUVIA ORDENADA (mm)	ORDEN CONSECUTIVO (m)	DE LLUVIA (%)	(AÑOS)
1926	72.0	1927	17.0	1	1.59	63.00
1928	151.5	1952	52.5	2	3.17	31.50
1929	110.2	1937	55.0	3	4.76	21.00
1930	96.0	1936	57.5	4	6.35	15.75
1931	123.5	1988	62.5	5	7.94	12.60
1932	240.0	1963	69.0	6	9.52	10.50
1933	17.0	1942	70.5	7	11.11	9.00
1934	124.0	1926	72.0	8	12.70	7.88
1935	180.0	1944	72.0	9	14.29	7.00
1936	57.5	1955	81.5	10	15.87	6.30
1937	55.0	**1946**	82.0	11	17.46	5.73
1938	111.5	**1977**	82.0	**12**	**19.05**	**5.25**
1939	127.0	**1985**	83.5	**13**	**20.63**	**4.85**
1940	90.5	1968	84.0	14	22.22	4.50
1941	97.5	1957	88.0	15	23.81	4.20
1942	70.5	1981	90.0	16	25.40	3.94
1943	110.5	1940	90.5	17	26.98	3.71
1944	72.0	1947	92.0	18	28.57	3.50
1945	168.5	1930	96.0	19	30.16	3.32
1946	82.0	1964	97.0	20	31.75	3.15
1947	92.0	1941	97.5	21	33.33	3.00
1948	100.5	1984	98.0	22	34.92	2.86
1949	111.5	1961	100.0	23	36.51	2.74
1950	136.0	1948	100.5	24	38.10	2.63
1951	218.5	1986	101.0	25	39.68	2.52
1952	52.5	1962	103.5	26	41.27	2.42
1953	158.5	1969	106.0	27	42.86	2.33
1954	136.0	1958	107.0	28	44.44	2.25
1955	81.5	1929	110.2	29	46.03	2.17
1956	155.0	1943	110.5	30	47.62	2.10
1957	88.0	1938	111.5	31	49.21	2.03
1958	107.0	1949	111.5	32	50.79	1.97
1959	163.8	1974	120.0	33	52.38	1.91
1960	162.0	1979	120.4	34	53.97	1.85

1961	100.0	1982	121.5	35	55.56	1.80
1962	103.5	1983	123.2	36	57.14	1.75
1963	69.0	1931	123.5	37	58.73	1.70
1964	97.0	1934	124.0	38	60.32	1.66
1965	144.0	1987	126.5	39	61.90	1.62
1966	145.0	1939	127.0	40	63.49	1.58
1967	131.5	1967	131.5	41	65.08	1.54
1968	84.0	1950	136.0	42	66.67	1.50
1969	106.0	1954	136.0	43	68.25	1.47
1970	160.0	1965	144.0	44	69.84	1.43
1971	192.0	1975	144.5	45	71.43	1.40
1972	152.0	1966	145.0	46	73.02	1.37
1973	200.0	1928	151.5	47	74.60	1.34
1974	120.0	1976	151.5	48	76.19	1.31
1975	144.5	1972	152.0	49	77.78	1.29
1976	151.5	1956	155.0	50	79.37	1.26
1977	82.0	1953	158.5	51	80.95	1.24
1978	241.5	1970	160.0	52	82.54	1.21
1979	120.4	1960	162.0	53	84.13	1.19
1980	167.0	1959	163.8	54	85.71	1.17
1981	90.0	1980	167.0	55	87.30	1.15
1982	121.5	1945	168.5	56	88.89	1.13
1983	123.2	1935	180.0	57	90.48	1.11
1984	98.0	1971	192.0	58	92.06	1.09
1985	83.5	1973	200.0	59	93.65	1.07
1986	101.0	1951	218.5	60	95.24	1.05
1987	126.5	1932	240.0	61	96.83	1.03
1988	62.5	1978	241.5	62	98.41	1.02
				62		

En la **Tabla IV.26c**, se presentan los resultados resumidos de la precipitación máxima en 24 horas estimada para distintos periodos de retorno. Específicamente, en la **columna C16**, se presenta el resultado para un periodo de retorno de 5 años. La precipitación máxima estimada en 24 horas, en un periodo de retorno de 5 años, nos sirvió para estimar un aproximado del **escurrimiento superficial** de la Microcuenca, el cual fue de una precipitación de una tormenta máxima de **66.43 mm.**

Tabla IV.26c. Valores del periodo de retorno calculada.

C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
RECUENCIA	**DURANCION**	**LLUVIA MAXIMA**	**PERIODO DE**	**DIFERENCIA**		**DIFERENCIA**	**CANTIDAD MAXIMA**	***P***
AÑOS	**(HORAS)**	**ORDENADO (mm)-(C4)**	**RETORNO (AÑOS) (C7)**	**C10**	**C11**	**C8 - C13**	**DE LLUVIA EN 24 HRS**	**(mm)**
2	24	111.50	2.03	0.00	0.06	1.94	0.00	111.50
		111.50	1.97					
5	**24**	**82.00**	**5.25**	**-1.50**	**0.40**	**4.60**	**-17.07**	**66.43**
		83.50	**4.85**					
10	24	69.00	10.50	-1.50	1.50	8.50	-8.50	62.00
		70.50	9.00					
20	24	55.00	21.00	-2.50	5.25	14.75	-7.02	50.48
		57.50	15.75					
30	24	52.50	31.50	-2.50	10.50	19.50	-4.64	50.36
		55.00	21.00					
50	24	17.00	63.00	-35.50	31.50	18.50	-20.85	31.65
		52.50	31.50					
60	24	17.00	63.00	-35.50	31.50	28.50	-32.12	20.38
		52.50	31.50					
70	24	17.00	63.00	17.00	63.00	7.00	1.89	18.89
80	24	17.00	63.00	17.00	63.00	17.00	4.59	21.59
90	24	17.00	63.00	17.00	63.00	27.00	7.29	24.29
100	24	17.00	63.00	17.00	63.00	37.00	9.98	26.98

DONDE:	
Columna 8	Frecuencia de años para el cálculo. Partiendo de un valor de 5 años. Frecuencia del periodo de retorno
Columna 9	Duración de la lluvia en 24 horas, de acuerdo a los datos tomados de la estación meteorológica Puerto Vallarta.
Columna 10	Lluvia máxima ordenada, que corresponda al año a calcular del periodo de retorno definido, en dado caso no contar con el valor exacto, tomar los intervalos donde se encuentra.
Columna 11	Periodo de retorno calculado, en la C7, que corresponda al año a calcular del periodo de retorno definido, en dado caso no contar con el valor exacto, tomar los intervalos donde se encuentra.
Columna 12	Es el resultado de la diferencia entre los los intervalos de datos de la Columna 10, es decir se resta el valor mayor del menor.
Columna 13	Es el resultado de la diferencia entre los los intervalos de datos de la Columna 11, es decir se resta el valor mayo del menor.
Columna 14	Es el resultado de la diferencia entre la Columna 8 (Frecuencia a calcular) y la Columna 13
Columna 15	Corresponde al faltante de la cantidad máxima de lluvia en 24 horas: resultado de= (Columna 14*Columna 12) /Columna 13
Columna 16	Corresponde al resultado de la **lluvia máxima en 24 horas** exacta a la frecuencia del periodo de retorno establecido. Obtenido de la suma del valor más bajo de la Columna 10 y el valor de la Columna 15.

IV.2.2.1.5.1.2.1.1. Consideraciones sobre la secuencia para la estimación del escurrimiento superficial.

El escurrimiento superficial representa una etapa del ciclo hidrológico, el cual se calculó con datos de la cantidad e intensidad de la lluvia máxima diaria anual, la cobertura vegetal, la rugosidad del terreno, la textura, contenido de materia orgánica del suelo, la pendiente del suelo y el manejo del suelo (CONAFOR, 2023; Aparicio, 1992). La información se obtuvo a través de un inventario, recorridos de campo y con apoyo de las cartas topográficas y archivos vectoriales publicados por INEGI (2010; 2017).

La estimación del escurrimiento superficial fue de acuerdo con la metodología propuesta por el Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA-SCS), que toma en cuenta la mayoría de los parámetros que inciden en el escurrimiento superficial (Francisco-Nicolas, *et al*., 2010; CONAFOR, 2023). Donde el **método de curvas numéricas** presenta similitudes con el coeficiente de escurrimiento y fueron obtenidas por el Servicio de Conservación de Suelos, basándose en la observación de hidrogramas, procedentes de varias tormentas en diferentes cuencas de los Estados Unidos. Estas curvas dependen del tipo de suelo, condición hidrológica de la Microcuenca, uso y manejo del suelo, así como de su antecedente condición de humedad (Francisco-Nicolas, *et al*., 2010; CONAFOR, 2023).

La ecuación Para determinar el escurrimiento medio, a partir de las curvas numéricas, se consideran las siguientes relaciones:

1. $\boldsymbol{Q} = \frac{(p-02S)^2}{p+0.8S}$

Dónde:

Q = Escurrimiento medio por evento (mm).

P = Precipitación efectiva por evento (mm).

S= Potencial máximo de retención de humedad (mm).

Esta ecuación es aplicable siempre y cuando el resultado de ***0.2S* sea menor que *P***, de lo contrario se entiende que la lluvia es retenida por el suelo y por lo tanto no se presenta escurrimiento. Para esto se procede primero a determinar el valor de ***S***, utilizando la siguiente formula:

1. $\boldsymbol{S} = \left(\frac{25400}{CN}\right) - 254$

Dónde:

S = Potencial máximo de retención de humedad.

CN = Curva numérica o número de curva obtenida de tablas.

- ✓ **El valor de las *curvas numéricas (CN)* está determinado por los siguientes factores:**

1. Condición del suelo.

Se considera que el **contenido de materia orgánica y la textura del suelo**, favorecen en la infiltración (CONAFOR, 2023). El USDA tomó en cuenta la clase textural de los suelos y su infiltración básica y para agruparlos en cuatro clases, como se muestran en la Tabla IV.26d.

Tabla IV.26d. Grupos de suelo de acuerdo con sus características de infiltración.

GRUPO DE SUELO	DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE SUELO
A	Suelo con bajo potencial de escurrimiento, incluye arenas profundas con muy poco limo y arcilla: también suelo permeable con grava en el perfil. Infiltración básica 8–12 mm/hr.
B	Suelos con bajo potencial de escurrimiento, arenosos menos profundos y más agregados que el grupo A. Cuando húmedo. Estos tienen una infiltración mayor que los promedio. Ejemplos: suelos migajones, arenosos y limosos. Infiltración básica 4–8 mm/hr.
C	Suelos con alto potencial de escurrimiento, comprende suelos someros y suelos con considerable contenido de arcilla, pero menor al del grupo D. Estos tienen una infiltración menor que la promedio después de saturación. Ejemplo: suelos migajones arcillosos. Infiltración básica 1–4 mm/hr.
D	Suelos con alto potencial de escurrimiento como suelos pesados, con alto contenido de arcilla expandibles y suelos someros con material fuertemente cementado. Infiltración básica menos 1 mm/hr.

Las condiciones de edafología descritas para la Microcuenca, indican características dominantes, similares a las del **grupo de suelo "*C*"**.

2. Condición hidrológica o cobertura vegetal del terreno.

Este factor considera la cobertura vegetal del suelo, la cual incide directamente en la intercepción de la precipitación, y la rugosidad que se opone al escurrimiento. Para este factor se determinaron tres clases de cobertura de acuerdo con la Tabla IV.26e y IV.27f, y los parámetros para agruparlas de acuerdo con el uso del terreno (CONAFOR, 2023).

Tabla IV.26e. Clases de cobertura vegetal.

CLASES DE COBERTURA VEGETAL	COBERTURA VEGETAL (%)
Buena	> de 75
Regular	50 a 75
Mala	< de 50

De acuerdo con la información de campo registrada, nos sugiere que solo el **37.33% de la superficie** de la Microcuenca, presenta un uso de suelo y vegetación de **Selva mediana Subcaducifolia, vegetación de manglar y en menor proporción pastizal**, por lo tanto, se considera con una **cobertura buena** y en el **resto de la superficie es mala**.

Esta condición se determinó a partir las condiciones de cobertura y basados en los criterios señalados en la Tabla 26f.

Tabla IV.26f. Condiciones de la vegetación e Hidrología del suielo.

VEGETACIÓN	CONDICIÓN HIDROLÓGICA
Pastos naturales	**Malas condiciones**: dispersos, fuertemente pastoreados, con menos que la mitad del área total con cobertura vegetal. **Condiciones regulares**: moderadamente pastoreados, con la mitad o las tres cuartas partes del área total con cubierta vegetal. **Buenas condiciones**: ligeramente pastoreados y con más de las tres cuartas partes del área total con cubierta vegetal.
Áreas boscosas	**Condiciones malas**: tienen árboles dispersos y fuertemente pastoreadas, sin crecimiento rastrero. **Condiciones regulares**: moderadamente pastoreadas y con algo de crecimiento. **Buenas condiciones**: densamente pobladas y sin pastorear.
Pastizales mejorados	**Buenas condiciones**: pastizales mezclados con leguminosas sujetas a un cuidadoso sistema de manejo de pastoreo.
Rotación de praderas	**Malas condiciones**: áreas con material disperso, sobrepastoreado. **Buenas condiciones:** praderas densas, moderadamente pastoreadas, bajo una adecuada planeación de rotación de cultivos.
Cultivos	**Malas condiciones**: cultivos manejados con base en monocultivos. **Buenas condiciones**: cultivos que forman parte de una buena rotación de cultivos (cultivos de escarda, praderas, cultivos tupidos).

3. Uso del suelo.

Este factor, es determinante para estimar el escurrimiento superficial. Por esta razón se consideran diferentes prácticas de manejo a la que es sometido. Con este último parámetro, se determina el valor **promedio de la curva numérica** apoyada de la Tabla IV.26g.

Tabla IV.26g. Uso, tratamiento y condición hidrológica del suelo, para obtener el valor de ***CN***

USO DE SUELO	TRATAMIENTO O PRACTICA	CONDICIÓN HIDROLÓGICA	CURVA NUMÉRICA			
			A	B	C	D
Suelo en descanso	Surcos rectos		77	86	91	94
Cultivos de descarda	Surcos rectos	Mala	71	81	88	91
	Surcos rectos	Buena	67	78	85	89
	Curva de nivel	Mala	70	79	84	88
	Curva de nivel	Buena	95	75	82	86
	Terrazas y curva a nivel	Mala	66	74	80	82

USO DE SUELO	TRATAMIENTO O PRACTICA	CONDICIÓN HIDROLÓGICA	CURVA NUMÉRICA			
			A	B	C	D
	Terrazas y curva a nivel	Buena	62	71	78	81
Cultivos de tupidos	Surcos rectos	Mala	65	76	84	88
	Surcos rectos	Buena	63	75	83	87
	Curva de nivel	Mala	63	74	82	85
	Curva de nivel	Buena	61	73	81	84
	Terrazas y curva a nivel	Mala	61	72	79	82
	Terrazas y curva a nivel	Buena	59	70	78	81
Leguminosas en hilera o forraje en rotación	Surcos rectos	Mala	66	77	85	85
	Surcos rectos	Buena	58	72	81	85
	Curva de nivel	Mala	64	75	83	85
	Curva de nivel	Buena	55	73	80	83
	Terrazas y curva	Mala	63	73	80	83
	Terrazas y curva	Buena	51	67	76	80
Pastizales	Sin tratamiento mecánico	Mala	68	79	86	89
	Sin tratamiento mecánico	Regular	49	69	79	84
	Sin tratamiento mecánico	Buena	39	61	74	80
	Curva de nivel	Mala	47	67	81	88
	Curva de nivel	Regular	25	59	75	83
	Curva de nivel	Buena	20	35	70	79
Pasto de corte		Buena	30	58	71	78
Vegetación natural/Bosque		Mala	45	66	77	83
		Regular	36	60	73	79
		Buena	25	55	70	77
Camino de tierra		Buena	72	82	87	89
Camino pavimentado		Buena	90	90	90	90

IV.2.2.1.5.1.2.1.2. Estimación del escurrimiento superficial para la Microcuenca (SAR).

La información que se presenta en seguida es necesaria para desarrollar las ecuaciones previamente señaladas (**Anexo 2.1.3.1 digital**):

1. El periodo de retorno de 5 años, estimando para la Microcuenca un valor de precipitación máxima en 24 horas de **66.43 mm (*P*)**.

2. La Microcuenca presenta una **cobertura arbórea aproximada del 37.33%, dentro de las cuales se estima una cobertura vegetal del 78% (Buena); En el resto de la superficie la cobertura vegetal es <50% por lo tanto se considera como Mala.** Esta última condición es dominante.

3. Se registra una **cobertura vegetal de bosque natural** reducida (Selva mediana subcaducifolia, después por pastizal inducido, vegetación de mangle), una gran cantidad de zona urbanizada, zonas agrícolas y pastizales, tal y como se presentan en la Tabla IV.26h.

4. La condición hidrológica se considera mala (zonas urbanas y agrícolas), mientras que en zonas con cobertura es buena (selva, manglar y pastos) (Tabla IV.26h).

Tabla IV.26h. Condición de la vegetación e hidrológica, obtenida para estimar el valor de ***CN***.

CONDICION				ESCURRIMIENTO		
VEGETAL	CLAVE	SUP. (ha)	SUP. (%)	COBERTURA (%)	CLASE	VALOR CONSIDERADO CURVA NUMERICA
Agricultura de temporal/cultivado	TA	297.48	5.5	< a 50%	Mala	83
Asentamientos humanos	AH	3,071.69	57.1	< a 50%	Mala	79
Pastizal cultivado/inducido	P	940.95	17.5	50 A 75%	Regular	73
Pastizal halófilo	Ph	148.90	2.8	>75%	Buena	70
Vegetación de manglar	VM	131.28	2.4	>75%	Buena	87
Selva mediana subcaducifolia (VsA/Vsa)	SMS (VSA/VSa)	786.10	14.6	>75%	Buena	70
PROMEDIO		**5,376**	**100**			**77**

5. Tipo de suelo. Se registran varias condiciones, sin embargo, la textura dominante es **Migajón arenoso, arcilloso, arcillo-limoso** correspondiente al **grupo B, C y D,** y siendo dominante para el grupo de suelos **C** (Tabla IV.26i).

Tabla IV.26i. Grupo de suelo de acuerdo con sus características para obtener el valor de **CN**.

TIPO DE SUELO	CLAVE	TEXTURA	SUPERFICIE		ESCURRIMIENTO
			(ha)	(%)	GRUPO SUELO
Cambisol eutrico	Be+Re/2/Be/2	Migajon arenoso	1,070	19.9	B
Feozem haplico	Hh+Je/2/Re/2/Hh/2	Migajon arcilloso	2,438	45.3	C
Fluvisol eutrico	Je/1	Migajon arcillo-limoso	210	3.9	C
Litosol	I+Re/1	Arcilloso	560	10.4	D
Regosol eutrico	Re+Hh/1/Re+Be/2/Re/1	Migajon arcilloso	801	14.9	C
Solonchak gleyico	Zg-n/3	Migajon arenoso	297	5.5	B
PROMEDIO			**5,376**	**100**	**C**

Relacionando este parámetro (numeral 5) y el de la condición de la vegetación (numeral 4), pudimos obtener un valor de ***CN*** para cada condición, así como un valor promedio para realizar la estimación promedio, como se muestra en Tabla IV.26h. En promedio se obtuvo un valor de ***CN*** de **77**. Ya con este valor es posible continuar con la estimación del valor del **potencial máximo de retención de humedad (S) y el escurrimiento medio (Q)***,* utilizando las fórmulas mencionadas anteriormente, ya que, el valor de ***0.2S< P***, fue de **15.17< 66.43.**

1. **Estimación del Potencial máximo de retención de humedad (*S*)** se desarrolla de la siguiente manera para:

---

1. $\boldsymbol{S} = \left(\frac{25400}{CN}\right) - 254$ 2. $S = \left(\frac{25400}{77}\right) - 254$ 3. $S = 329.870 - 254$ 4. $\boldsymbol{S = 75.87\ mm}$

---

2. Estimación del escurrimiento medio (*Q*)*,* desarrollando la siguiente ecuación;

---

1. $\boldsymbol{Q} = \frac{(P-(0.2*S))^2}{P+(0.8*S)}$ 2. $Q = \frac{(66.43-(0.2*75.87))^2}{66.48+(0.8*75.87)}$ 3. $Q = \frac{(66.43-15.174)^2}{66.48+60.696}$ 4. $Q = \frac{(51.255)^2}{127.125}$ 5. $Q = \frac{2627.028}{127.125}$

6. $\boldsymbol{Q = 20.66\ mm}$

El resultado nos sugiere que, para la Microcuenca, de los **66.43 mm** de lluvia máxima a en un periodo de retorno de 5 años**,** escurrirá una lámina aproximada de **20.665 mm**. Esto es equivalente al **31.1%** del escurrimiento estimado.

3. Estimación del tiempo de concentración (*Tc*) para la Microcuenca

También denominado tiempo de equilibrio, y se describe como el tiempo que tarda una partícula de agua en trasladarse desde la parte más alta de la Microcuenca hasta la zona más baja de salida de esta (Gaspari *et al*, 2010). Para esto se empleó la siguiente secuencia de expresiones;

---

1. $\boldsymbol{T_c} = 0.3 * (\frac{L}{J^{1/4}})^{0.76}$
2. $T_c = 0.3 * (\frac{12.01}{9.4^{1/4}})^{0.76}$
3. $T_c = 0.3 * (\frac{12.01}{1.751})^{0.76}$
4. $T_c = 0.3 * (6.855)^{0.76}$
5. $T_c = 0.3 * 4.319$
6. $\boldsymbol{T_c = 1.30\ horas}$

Dónde:

Tc = Tiempo de concentración (m.

L = Longitud del cauce principal (12.01 km).

J (S)= Pendiente media del cauce (9.4%)

3. Estimación del escurrimiento total para la microcuenca.

Considerando que la superficie de la Microcuenca es de **5,376 ha (53.76 km²)**, y tomando en cuenta una **lluvia máxima esperada**, para un periodo de retorno de 5 años, de **66.43 mm**. además de tener una estimación del **escurrimiento medio** con un valor de **20.66 mm.** Con estos valores, podemos determinar el **volumen total de agua**, que escurre en la Microcuenca, aplicando la siguiente fórmula:

---

1. $\boldsymbol{Q_t} = \frac{Q*A*10000}{1000}$
2. $Q_t = \frac{20.66*5,376*10000}{1000}$
3. $Q_t = \frac{1110949137.316}{1000}$
4. $\boldsymbol{Q_t = 1,110,949\ m^3}$

El escurrimiento total estimado, es equivalente a **1.111 Mm³**. En la siguiente Tabla se presenta un resumen de los parámetros estimados

Tabla IV.26j. Resumen de las estimaciones de escurrimiento superficial para la Microcuenca.

INDICADORES	MICROCUENCA
Área drenada (ha).	5,376
Periodo de retorno a 5 años, lluvia en 24 horas (P/mm).	66.43
Valor de CN	77
Potencial máximo de lluvia (S/mm)	75.87
Escurrimiento medio estimado (Q/mm).	20.66
Total escurrido m^3/año	**1,110,949**
Total escurrido Mm^3/año	**1.11**

IV.2.2.1.5.1.2.2. Evapotranspiración potencial (ETP).

La estimación se basó en la metodología propuesta por Thornthwite y Mather (1957), relacionada con ecuaciones con la evapotranspiración potencial (ETP), y se considera la temperatura (T), precipitación (P), radiación solar (RS) y la velocidad del viento (V) (Montaner y Sánchez-Almohalla, 1988). Las siguientes expresiones nos ayudaron a tener una estimación aproximada de este parámetro (**Anexo 2.1.4.1 digital**);

1. Para el cálculo se considera la **ecuación de la evapotranspiración potencial** sin corregir, como se muestra enseguida:

---

1. $\boldsymbol{e} = 16 * \left(10 * \left(\frac{Tm}{I}\right)\right)^{a}$

Donde:

e= Evapotranspiración mensual sin ajustar en mm (mm/mes).

Tm= Temperatura media mensual en °C.

I= Índice de calor anual.

2. El **valor de *I*** se determina mediante la siguiente expresión para cada mes, sumando el valor de cada mes:

---

1. $\sum_{ij}^{1} \boldsymbol{i} = \left(\frac{Tmi}{5}\right)^{1.514}$

Donde:

i= índice de calor mensual.

3. El **valor de la variable *a*** se determina mediante la siguiente ecuación:

1. $\boldsymbol{a} = (0.000000675 * I^3) - (0.0000771 * I^2) + (0.01792 * I) + 0.49239$

Donde:

a= Función compleja de *I*.

Para estimar la **ETP** de cada mes, se debe **corregir la ETP sin ajustar "*e*"**, mediante un coeficiente, que toma en cuenta el número de días del mes y la cantidad horas luz de cada día. Para obtener los datos de radiación solar, se consultó la estación de 14116 (Puerto Vallarta), mediante e **software New_LocClim 1.10** (FAO, 2015). Para obtener los datos se ingresó la coordenada de ubicación de la estación, al programa mencionado, el cual desgloso la información de radiación solar mensual, la cual se presenta en la Tabla IV.27 columna 8-10).

4. Para determinar la **ETP potencial corregida** se toma en cuenta la siguiente expresión:

1. $\boldsymbol{ETP_{Tho}} = e * L$

Donde:

ETP$_{Tho}$= Evapotranspiracion potencial de Thornthwaite.

e= Evapotranspiracion mensual sin corregir en mm.

L= Factor de corrección del número de días del mes (Ndi) y la duración astronómica del dia Ni-horas de sol.

5. Para determinar el factor de corrección de días y su duración (***L***) se toma en cuenta la siguiente expresión:

---

1. $\boldsymbol{L_i} = (Nd/30) * (N/12)$

Los resultados se presentan en la Tabla IV.27.

Tabla IV.27. Resultados obtenidos de la ETP para la Microcuenca.

DATOS DE LA ESTACIÓN 14116			$e = 16 * \left(10 * \left(\frac{Tm}{I}\right)\right)^a$	$ETP_{Tho} = e * L$	$\sum_{ij}^{1} i = \left(\frac{Tmi}{5}\right)^{1.514}$	$a = (0.000000675 * I^3) - (0.0000771 * I^2) + (0.01792 * I) + 0.49239$	New_LocClim 1.1 (FAO,2015)		$L_i = \frac{(Nd)}{30} * \frac{(N)}{12}$
C1_	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_10
MES	**T. (°C)**	**P (mm)**	**ETP/NO CORREGIDO**	**ETP/CORREGIDO**	**ÍNDICE DE CALOR MENSUAL (i)**	**PARAMETRO "a"**	**HORAS-SOL (N)**	**DIAS-SOL (Nd)**	**CORRECCION L**
E	22.8	29.20	79.4	20.33	9.9	3.50	5.7	16	0.26
F	22.7	8.60	78.2	27.66	9.9	3.50	7.1	18	0.35
M	23.0	6.40	81.9	34.67	10.1	3.50	7.7	20	0.42
A	23.9	3.50	93.6	36.57	10.7	3.50	7.7	18	0.39
M	25.9	10.40	124.0	53.64	12.1	3.50	8.1	19	0.43
J	27.7	194.60	156.9	38.41	13.4	3.50	6.3	14	0.24
J	28.4	335.30	171.2	37.63	13.9	3.50	5.8	14	0.22
A	28.6	320.60	175.5	44.48	14.0	3.50	6.1	15	0.25
S	28.4	369.80	171.2	35.31	13.9	3.50	5.5	14	0.21
O	28.0	113.80	162.9	47.60	13.6	3.50	6.3	17	0.29
N	26.0	13.40	125.7	42.01	12.1	3.50	6.7	18	0.33
D	24.0	23.30	95.0	21.32	10.7	3.50	5.3	15	0.22
TOTAL	**25.8**	**1428.9**	**1515.6**	**439.64**					
				ÍNDICE CALOR MENSUAL (I)	**144.2**				

La **evapotranspiración potencial** para la Microcuenca fue de **439.64 mm**, lo cual representa el 30.8% de la precipitación total, equivalente a un volumen **23.64 Mm³**, obtenido mediante la siguiente formula;

---

1. $\boldsymbol{ETP_t} = \frac{E*A*10000}{1000}$ 2. $ETP_t = \frac{439.64*5,376*10000}{1000}$ 3. $ETP_t = \frac{23,635,036,935}{1000}$ 4. $\boldsymbol{ETP_t = 23,635,037\ m^3}$ 5. $\boldsymbol{ETP_t = 23.64\ Mm^3}$

IV.2.2.1.5.1.2.3. Infiltración (I).

Considerando el termino, la infiltración es la cantidad de agua que atraviesa la superficie del terreno y llega a ocupar total o parcialmente los poros del suelo (CONAFOR, 2023; Aparicio, 1992). Para determinar el valor de infiltración para la Microcuenca, se tomó en cuenta la siguiente expresión:

---

1. $\boldsymbol{I} = P - (ETP + Q)$ 2. $I = 1{,}428.9 - (439.64 + 20.66)$ 3. $I = 1{,}428.9 - 460.30$ 4. $\boldsymbol{I = 968.60\ mm}$

Donde:

I= Infiltración (mm).

P= Precipitación anual (mm).

ETP= Evapotranspiración potencial (mm).

Q= Escurrimiento superficial medio (mm)

Mediante la siguiente expresión siguiente se puede estimar el volumen total, aproximado, que se infiltra en la Microcuenca (SA) .

---

1. $\boldsymbol{I_t} = \frac{I*A*10000}{1000}$ 2. $I_t = \frac{968.60*5{,}376*10000}{1000}$ 3. $I_t = \frac{52{,}071{,}677{,}928}{1000}$ 4. $\boldsymbol{I_t = 52{,}071{,}678\ m^3}$ 5. $\boldsymbol{I_t = 52.07\ Mm^3}$

Los resultados del balance hidrológico de la Microcuenca (SA) se resume en la Tabla IV.28.

Tabla IV.28. Resumen del balance hidrológico para la Microcuenca.

BALANCE HÍDRICO	MM/M²	%	VOL. TOTAL/AÑO (M³).
PRECIPITACIÓN (MM). 14116	**1,428.9**	**100**	
Escurrimiento medio (mm)-sin CUSTF	20.66	1.4	1,110,949
EVP (Evapotranspiración potencial) (mm)	439.64	30.8	23,635,037
Infiltración (mm)	968.60	67.8	52,071,678
Total	**1,428.90**	**100.0**	**76,817,664**

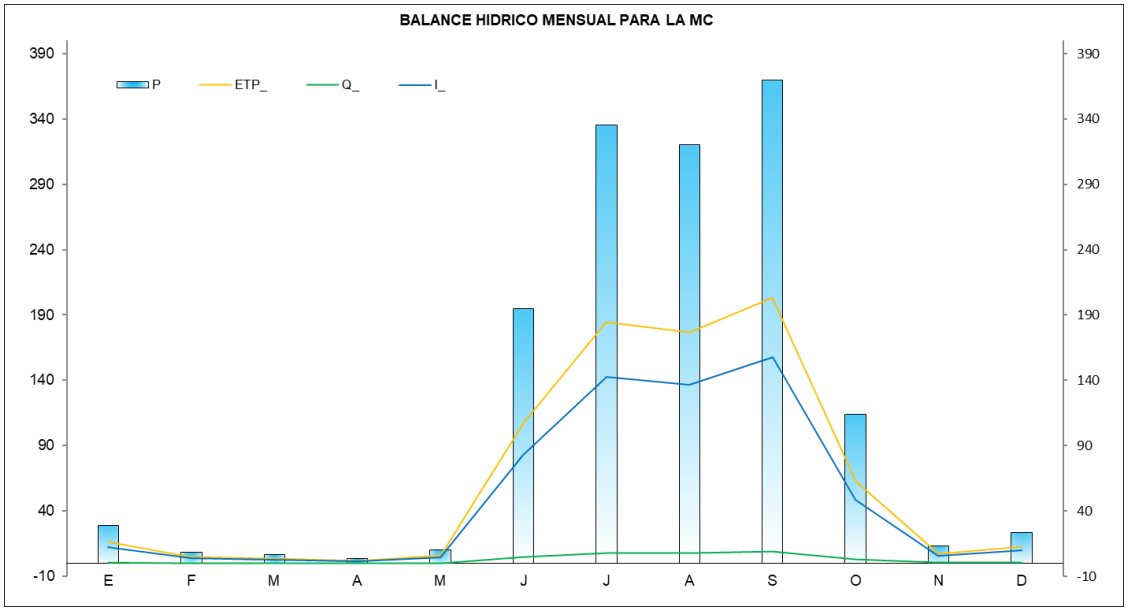


Gráfico IV.2. Balance hídrico para la Microcuenca.

Tabla IV.29. Resumen del balance hidrológico por mes para la Microcuenca.

MES	PRECIPITACION	BALANCE HIDRICO MICROCUENCA		
	(mm)	Q	ETP	I
E	29.2	0.4	16.1	12.7
F	8.6	0.1	4.7	3.7
M	6.4	0.1	3.5	2.8
A	3.5	0.1	1.9	1.5
M	10.4	0.2	5.7	4.5
J	194.6	2.8	107.1	84.7
J	335.3	4.8	184.5	145.9
A	320.6	4.6	176.4	139.5
S	369.8	5.3	203.5	160.9
O	113.8	1.6	62.6	49.5
N	13.4	0.2	7.4	5.8
D	23.3	0.3	12.8	10.1
ANUAL	**1428.9**	**20.66**	**786.33**	**621.90**

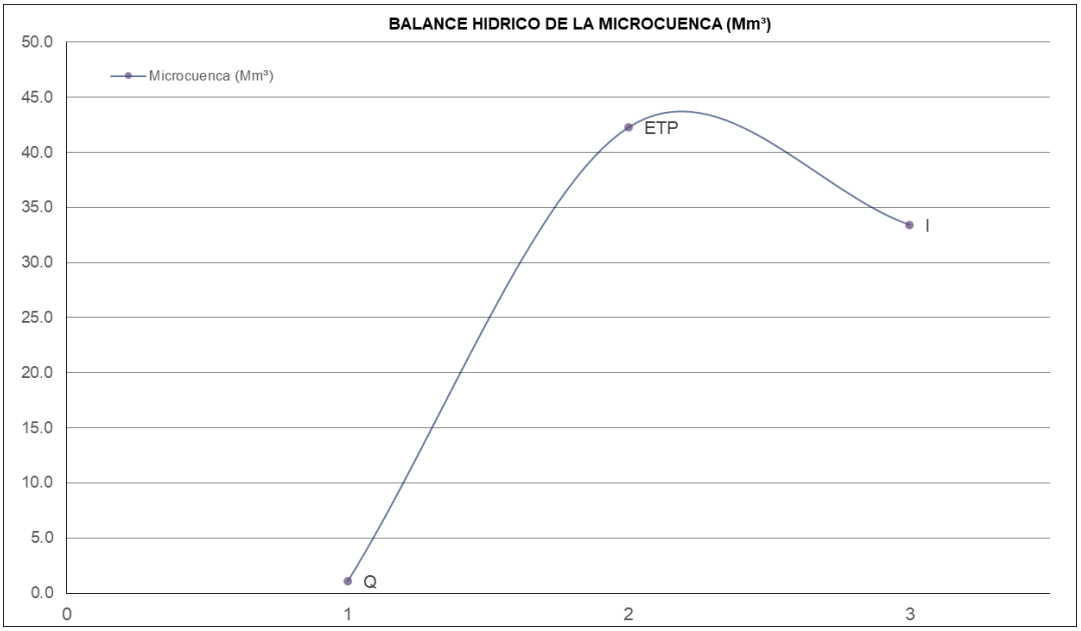


Gráfico IV.3. Balance hídrico mensual para la Microcuenca.

IV.2.2.1.5.2. Hidrología subterránea de la Microcuenca (SAR).

Para determinar esta característica se apoyó con la cartografía publicada por INEGI (1981;2000; 2023). El aspecto que influye en los escurrimientos subterráneos es la geología, en este caso las condiciones de permeabilidad para la Microcuenca, es de Permeabilidad en materiales consolidados baja (PB), de permeabilidad en materiales no consolidados alta (a) y media (pm), como se muestra en la Tabla IV.30 (INEGI, 2023).

- ✓ **Unidades de permeabilidad**

Los criterios utilizados en la determinación de la permeabilidad de los materiales geológicos (roca o suelo), consisten en el análisis cualitativo de las propiedades físicas y químicas que presentan, relacionadas con la capacidad de permitir el paso del agua e infiltración al subsuelo (INEGI, 2012, 2023). Los acuíferos que las forman son de tipo libre con semiconfinamientos locales, debido a variaciones granulométricas y de permeabilidad en los materiales geológicos no consolidados y se constituye por rocas ígneas, sedimentarias, vulcanosedimentarias y metamórficas (INEGI, 2000; 2019). Para el estado se registran 58 zonas geo-hidrológicas, cuyos límites fueron de acuerdo con las características geológicas y topográficas de cada una (CONAGUA, 2024). De acuerdo a la carta de hidrología subterránea f13-11 escala 1:250,000 (INEGI, 2023), la Microcuenca, se ubica dentro del acuífero Puerto Vallarta (14-27), presentando en la mayoría de la superficie, como material no consolidado de permeabilidad alta (a) con el 49.3%, seguido por no consolidado de permeabilidad media (pm) con un 40.7% y en menor proporción, una zona con material consolidado de permeabilidad baja (PM), el cual representa apenas el 10% de la superficie de la Microcuenca (Tabla IV.30; Mapa 8). El reporte de la CONAGUA (2024), sobre la disponibilidad anual de agua en el acuífero, para ese año, una disponibilidad de -5.095282 hm^3/año y una recarga anual de 86.5 hm^3/año.

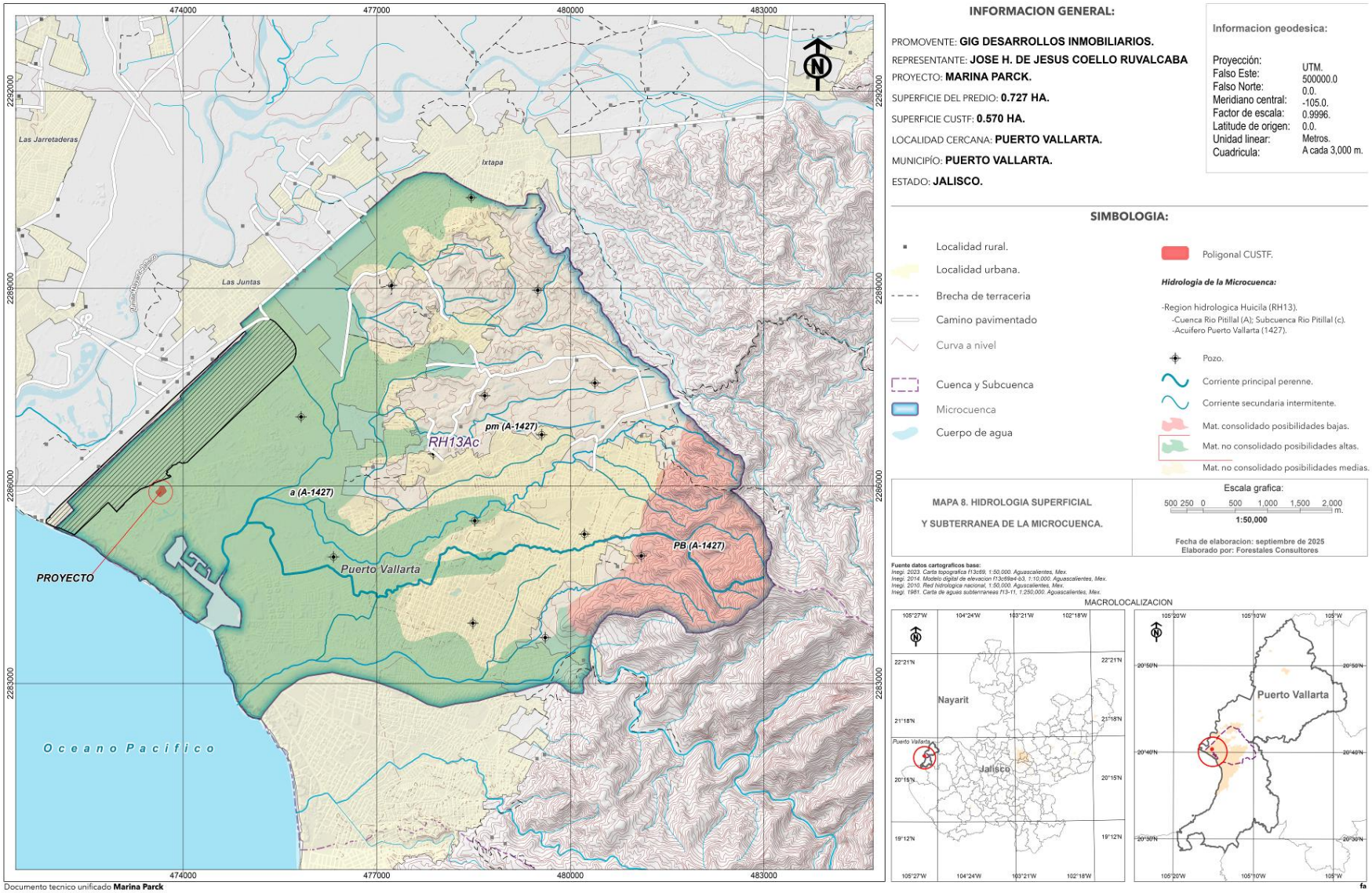
En cuanto a la calidad del agua subterránea, de acuerdo a la estación OCLSP3966 (Pozo el asadero), ubicado en Puerto Vallarta, es de **calidad excelente** en algunos indicadores (AS_TOT, HG_TOT y PB_TOT) y en otros casos es de **calidad buena** (COLI_FEC), los cuales se ubican en los limites permisibles (CONAGUA, 2018). Esto sugiere además que, este se encuentre clasificado como subexplotados. De acuerdo a información señala en la carta de hidrología subterránea f13-11 escala 1:250,000 (INEGI, 2023), en la zona de la Microcuenca (SA), se distribuyen 13 pozos termales en acuífero libre clasificada como dulce.

Tabla IV.30. Hidrología subterránea de la Microcuenca.

PERMEABILIDAD	CLAVE	NOMBRE	CONDICIÓN	CLAVE ACUIFERO	SUP. (HA)	SUP. (%)
Permeabilidades materiales consolidados Bajas	PB	Puerto Vallarta	Área de veda	14-27	536	10.0
Permeabilidades materiales no consolidados Alta	a				2651	49.3
Permeabilidades materiales no consolidados Media	pm				2190	40.7
				Total	**5376**	**100**

En el Mapa 8 se puede ver la ubicación de los acuíferos en la Microcuenca y su potencial de permeabilidad de la zona.

Mapa 8. Hidrología superficial y subterránea para la Microcuenca.



IV.2.2.1.5.3. Calidad del aire de la zona Microcuenca (SAR).

Con la ejecución del Proyecto, no se espera generar efectos relevantes. Por otro lado, también se destaca que la zona no presenta actividades industriales que provoquen afectaciones. De acuerdo con el Sistema Nacional de Indicadores Ambientales (SNIA, 2025), registra para la zona, indicadores con **valores bajos de**; Oxido de Nitroso: 500.1-2,000 t; Bióxido de azufre: 60.1 a 1,600 t; Monóxido de carbono: 1,600.1-60,000 t; Amoniaco: 0.8 a 200 t. Por otro lado, el INECC (2016), publica que, para la zona cercana a la Microcuenca, partículas suspendidas con diámetro aerodinámica =<micrómetros (PM_{10}) de =<38, (dentro del rango) y $PM_{2.5}$ promedio de 14 (fuera del rango) O_3 de 0.068 (dentro del rango). Para el área de la Microcuenca y el Proyecto no se tienen registros específicos al respecto.

IV.2.2.2. Medio Biótico

IV.2.2.2.1. Vegetación característica de la Microcuenca (SAR)

De acuerdo con la posición geográfica del estado y la Microcuenca, donde se registran temperaturas moderadamente altas y precipitaciones significativas, por encontrarse en una zona intertropical, recibiendo influencia de las características climáticas del Pacífico. Uno de los factores relevantes que influye en la composición, fisonomía y estructura de la vegetación, es el clima. Dependiendo de la altitud y relieve, formándose de esta manera las diversas formas biológicas en la Microcuenca (Miranda y Hernández, 1963). Las características climáticas se manifiestan de manera gradual, dependiendo de la altitud y relieve, determinando de esta manera las diversas formas biológicas en diversas zonas del estado (INEGI, 2000).

De acuerdo con la clasificación descrita por el INEGI (2014), de los datos vectoriales de uso de suelo y vegetación serie VI escala 1:250,000, uno de los tipos de vegetación dominante es **Selva mediana subcaducifolia (SMS/VsA/Vsa)**, la cual está representada por 14.6%, seguido por **vegetación de manglar (Vm)** con un 2.4% de la superficie total. Se registra **Pastizal inducido o cultivado** (17.4%), Vegetacion halófila (2.8%), así como áreas con usos de **Asentamientos humanos** (57.1%) y zonas **agrícolas** (5.5%). En la Tabla IV.31 se enlista las condiciones del uso de suelo y su distribución se presenta en el Mapa 9a.

La obtención de datos para la evaluación de la vegetación en la Microcuenca, se enfocó en la zona donde se desarrolla vegetación forestal tales como vegetación de Selva Mediana Subcaducifolia y manglar. El **sistema de muestreo** empleado fue **diseñado completamente al azar**.

IV.2.2.2.1.1. Selva Mediana Subcaducifolia

Se caracteriza porque algunas especies pierden su follaje, y en general su composición llega a perder el follaje el 50% de las copas, durante una temporada corta del año. Se presentan condiciones intermedias, en cuanto a su fisonomía (estructura) y consideraciones climáticas. Regularmente presenta una estructura arbórea dominante con alturas que oscilan entre los 15 y 30 metros aproximadamente, en la temporada lluviosa muestra una comunidad densamente cerrada (Miranda y Hernández, 1963; Rzedowski, 2006; Pennington y Sarukhán, 2005).

En zonas conservadas Presenta dos estratos arbóreos definidos, uno superior, siendo más uniforme, destacando individuos de *Astronium graveolens*, *Bernoullia flammea*, *Sideroxylon* spp, *Bursera* sp, *Calophyllum brasiliense*, *Brosimun alicastrum, Cordia olliadora*, *Tabebui donnell-smithii*, *Enterobium cyclocarpum*, *Ficus* sp, *Hura polyandra* (Haba), *Lysiloma* sp entre otras especies.

Y el estrato medio puede registrarse a especies como *Vachellia* spp, *Trichospermum mexicanum*, *Bursera* spp, *Jacaratia mexicana*, *Ceiba aesculifolia*, *Coccoloba barbadensis*, *Cordia seleriana*, *Cupania glabra*, *Inga laurina, Pouteria campechiana, Guazuma ulmifolia, Cecropia obtusifolia, Lysiloma divaricata, Byrsonima crassifolia,* entre otros (Pennington y Sarukhán, 2005; INEGI, 2000; Miranda y Hernández, 1963). Se puede observar un estrato inferior conformado por hierbas y pastos.

De acuerdo con Juarez-Argis *et al,* 2016, se tiene registro que, en Selvas medianas Subcaducifolias, se puede presentar una riqueza de especies alta, a pesar de esto, no existe una alta variación en la composición de especies entre sitios, es decir su diversidad β tiende a ser baja regularmente.

.

IV.2.2.2.1.2. Vegetación de Manglar.

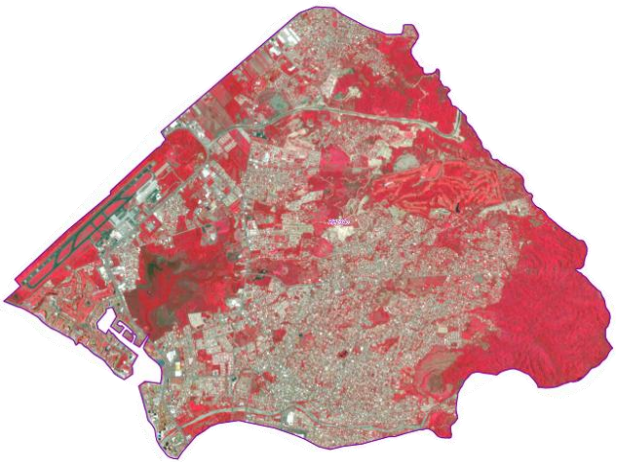
Se describen como comunidades florísticas uniformes, dominados por una o dos especies, y se asocian varias especies características de Selvas medianas. Las especies dominantes se caracterizan por presentar una adaptación en su sistema radicular, tal es el caso de raíces zancudas o desarrollo de neumatóforos. Entre las especies características se han registrado *Laguncularia racemosa, Rhizophora mangle, Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*. Se pueden encontrar en zonas bajas y fangosas de las costas Miranda y Hernández, 1963; Pennington y Sarukhán, 2005).

Para la condición que muestra la Microcuenca, se observa una zona alta, donde se desarrolla mucho mejor vegetación de Selva mediana, mientras que en una pequeña franja de la parte baja se localiza el estero el Salado con presencia de vegetación de manglar (Mapa 9a; Mapa 9b).

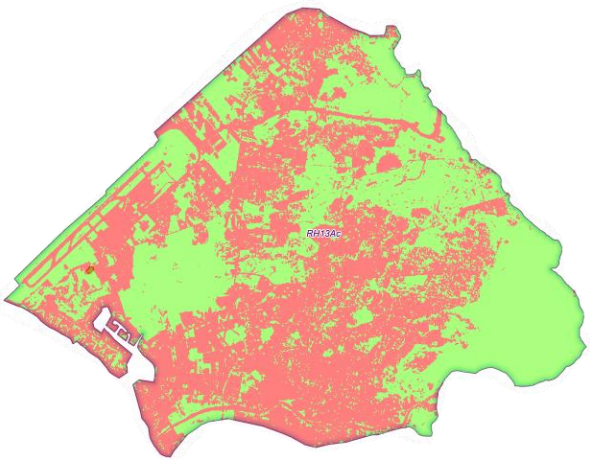
IV.2.2.2.2. Elaboración de cartografía de acuerdo con el uso de suelo actual en la Microcuenca (SAR).

Derivado que la cartografía publicada por INEGI está representada en una escala pequeña (1:250,000), se realizó un análisis detallado para actualizar las condiciones del uso de suelo actual. Para esto se apoyó con una **imagen satelital Sentinel II** con una resolución de 10 metros/pixel del año 2025, así como de **observaciones y registro de datos durante el inventario** forestal en las diferentes zonas de la Microcuenca. Con esta, se elaboró un mapa a detalle de uso de suelo y vegetación, y considerando la clasificación hecha por INEGI (2014). Para su análisis, se utilizó ArcGIS Pro 3.4 (Mapa 9b; **Anexo 3.1**).

Por otro lado, con la **imagen satelital Sentinel II**, se realizó un *análisis estadístico multivariado de tipo supervisado*, este tipo de análisis relaciona los atributos de diferentes tipos de condiciones de la vegetación y de esta manera se pudo obtener una visualización de cobertura vegetal. Para el análisis se procedió a generar un archivo Shape de puntos, el cual contenía información espacial, como coordenadas de ubicación y la condición de uso de suelo representada en la imagen. El archivo Shape generado, se procedió al análisis con ArcGIS Pro 3.4, mediante el siguiente procedimiento; Se utilizo una *firma (descripción estadística que proviene de la muestra y el raster)*, con el uso de los puntos y el archivo raster, mediante la secuencia: *Spatial Analyst Tools* > *Multivariate* > *Create signatures*. Después se genera un archivo con extensión GSC, el cual ayudara para el análisis final. El proceso final, se realizó mediante la herramienta de Clasificación máxima verosimilitud (*Maximum Likelihood classsification*), y se continua con el análisis, como se muestra; *Spatial Analyst Tools* > *Multivariate* > *Maximum Likelihood classsification* (Figura IV.15 y IV.16).



Paso 1. Imagen utilizada para el análisis.



Paso 2. Resultado del análisis sobre la presencia o ausencia de cobertura arbórea y arbustiva, correspondiente a Selva Mediana Subcaducifolia y otros usos.

Figura IV.15 y IV.16. Ejercicio y ejemplo de una de la Microcuenca analizada, para detallar la cobertura arbórea y arbustiva.

Como resultado generamos un archivo raster, el cual contiene las clases delimitadas en la imagen satelital. Posteriormente los datos del raster se convirtieron a un archivo Shape, para darle el acabado final, definiendo los usos del suelo más detallado para la Microcuenca (Mapa 9c). La información determinada mediante este análisis, nos sugiere que existe una cobertura arbórea o arbustiva en el 49% de la Microcuenca, el resto de la superficie es de usos urbanos o sin vegetación aparente.

Tabla IV.31. Usos de suelo y vegetación en la Microcuenca (INEGI, 2014).

TIPO VEGETACION	CLAVE	SUPERFICIE (ha)	SUPERFICIE (%)
Agricultura de temporal/cultivado	TA	297.5	5.5
Asentamientos humanos	AH	3071.7	57.1
Pastizal cultivado/inducido	P	941.0	17.5
Pastizal halófilo	Ph	148.9	2.8
Vegetación de manglar	**VM**	**131.3**	**2.4**
Selva mediana subcaducifolia (VsA/Vsa)	**SMS (VSA/VSa)**	**786.1**	**14.6**
Total		**5,376**	**100**

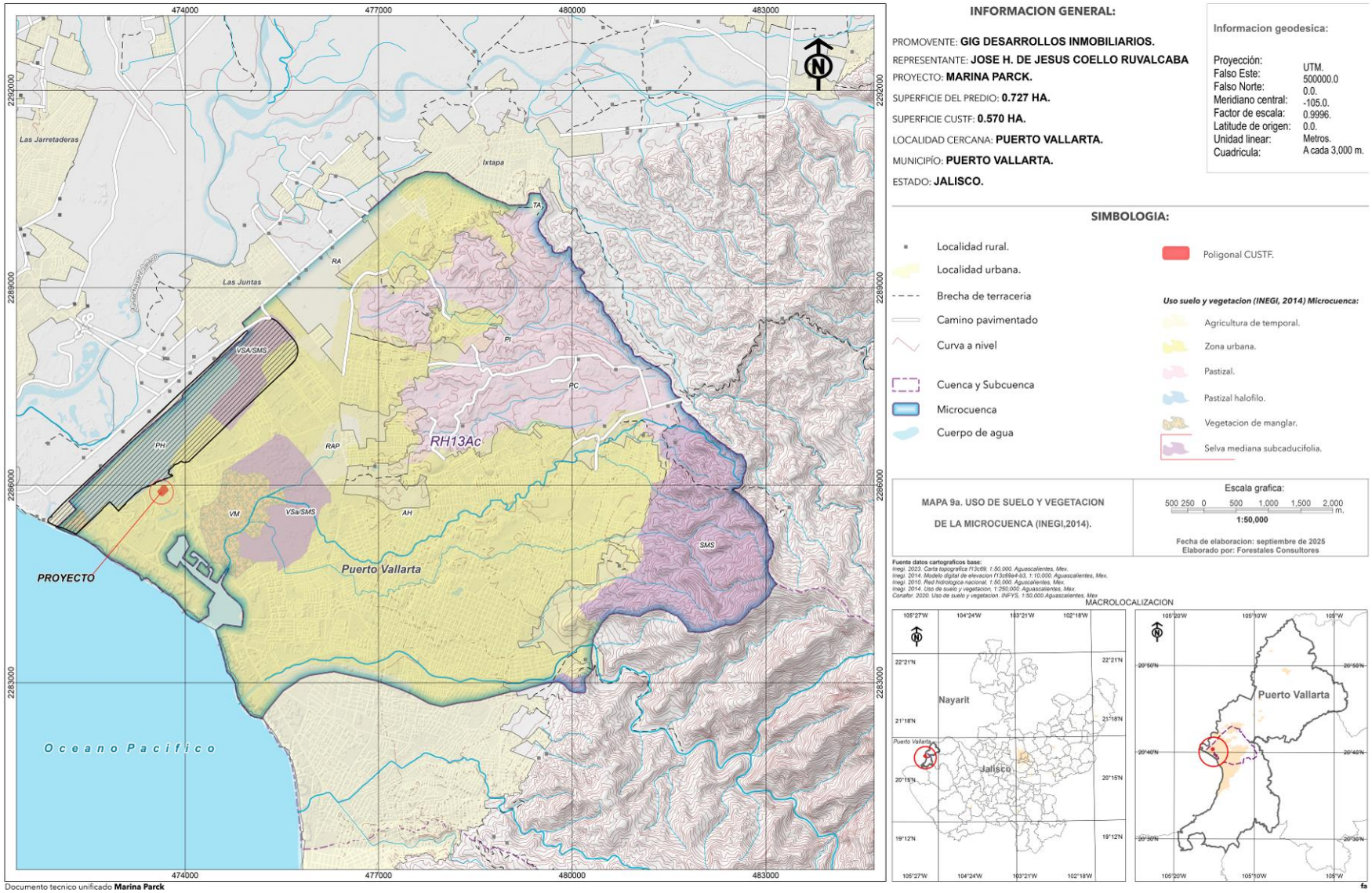
IV.2.2.2.3. Metodología para el inventario forestal en la Microcuenca (SAR).

Primero se planeó en gabinete la logística para la ubicación de la Microcuenca y los sitios de muestreo. Se utilizó la cartográfica digital, elaborada por INEGI, tales como la carta topográfica escala 1:50,000 y el MDE (2001; 2015), con clave f13c69, mientras que para su ubicación y análisis se utilizó ArcGIS PRO 3.4.

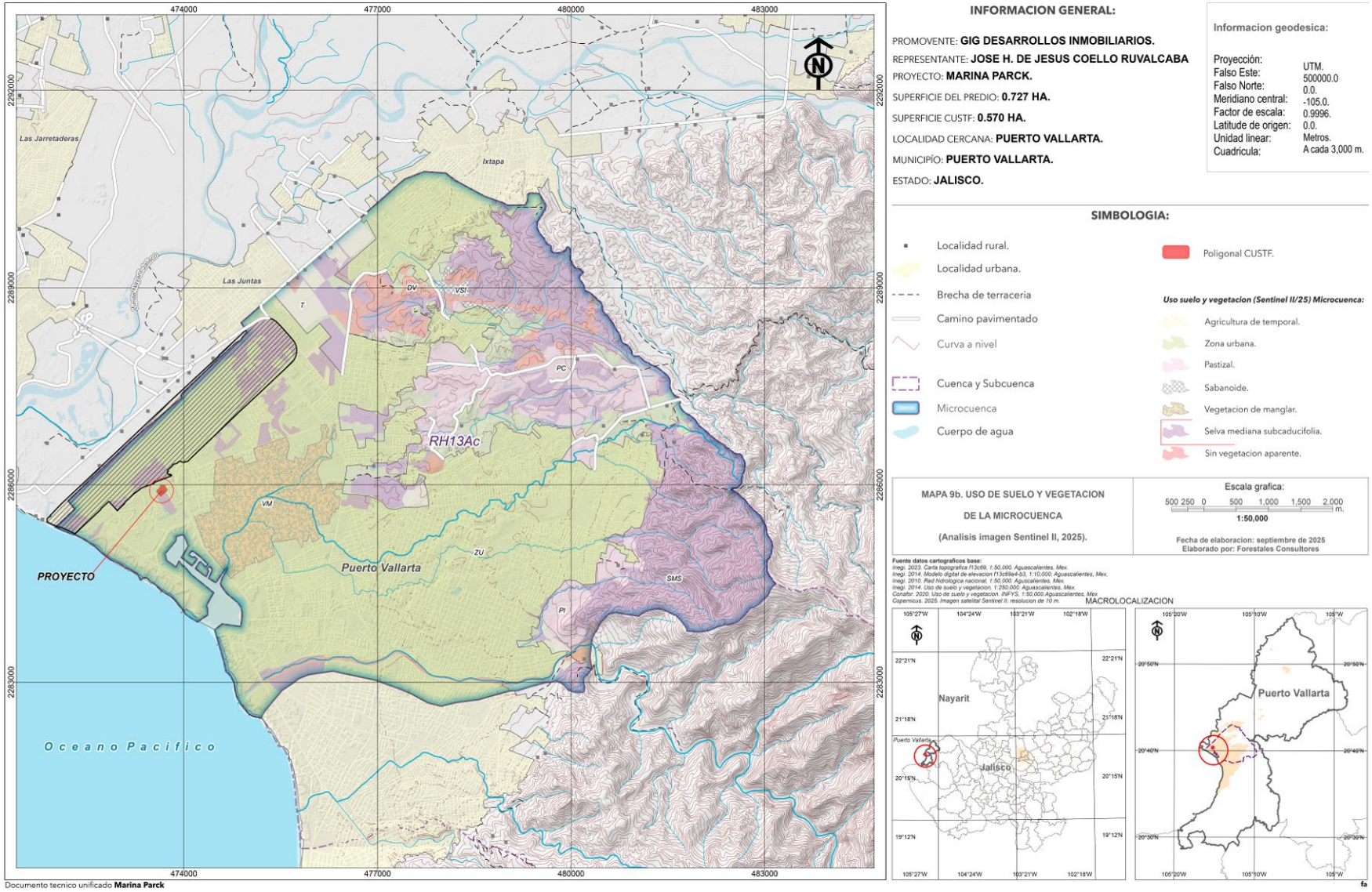
- ✓ **Inventario forestal.**

En total se **establecieron 43 sitios de muestreo distribuidos al azar** (Tabla IV.32; Mapa 9d), los cuales se generaron en ArcGis PRO 3.4 y se asignó un numero aleatorio también en Excel. Dichos sitios se enfocaron en las áreas ubicadas con cobertura forestal, en este caso la parte alta de la Microcuenca con **vegetación de Selva mediana subcaducifolia y en la parte baja con vegetación de manglar**.

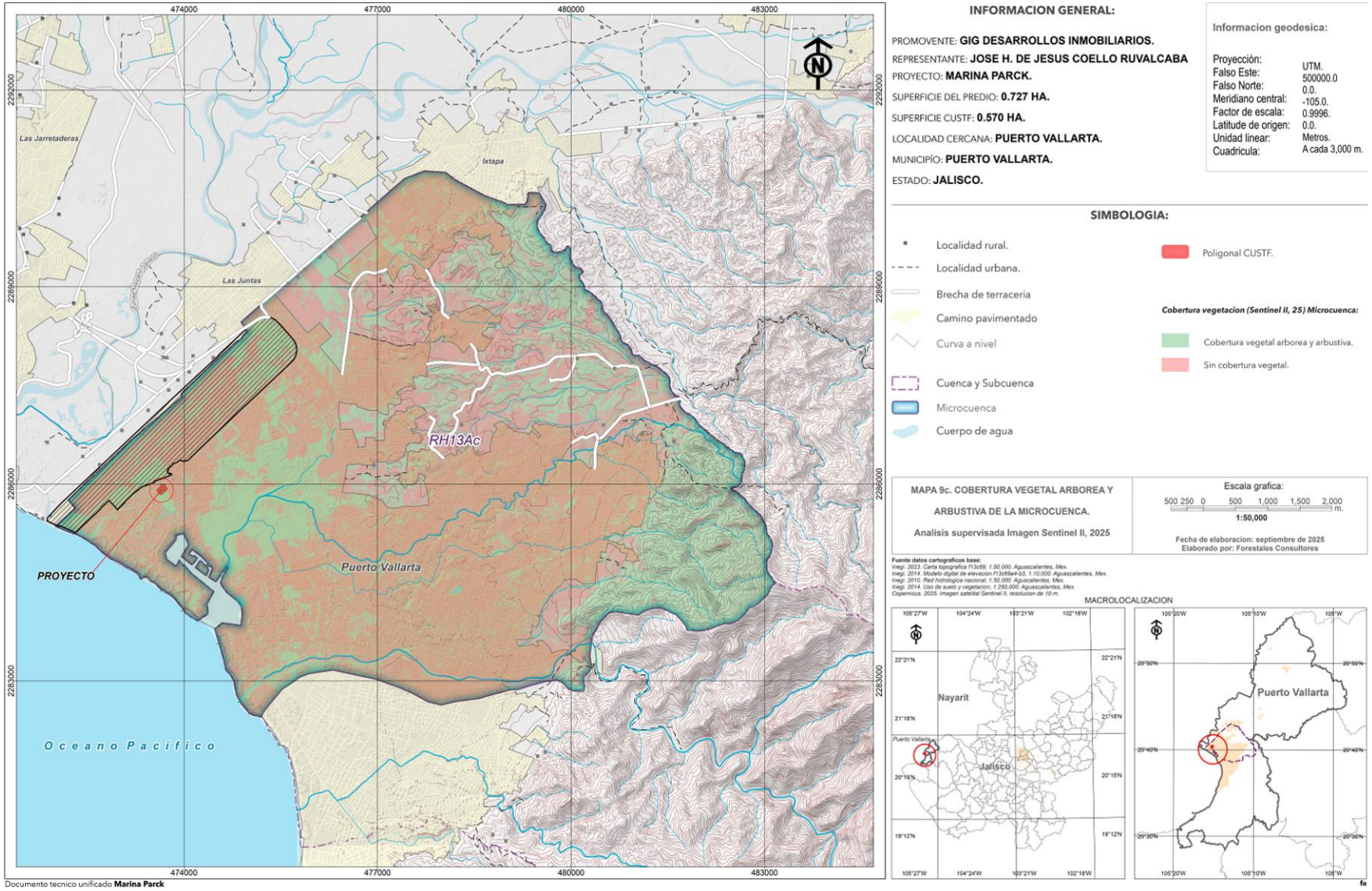
Mapa 9a. Uso de suelo y vegetación en la Microcuenca (SA).



Mapa 9b. Uso de suelo y vegetal actualizada, mediante análisis de **imagen Sentinel II (2025)** resolución 10 m y a las observaciones de campo.



Mapa 9c. Análisis supervisado sobre la **cobertura vegetal** en la Microcuenca con la **imagen Sentinel II (2025)** resolución 10 m/pixel.



Los sitios fueron circulares (Tabla IV.32), con un área de 1,000 m², donde se evaluó el ***estrato arbóreo*** considerando individuos con un diámetro normal mayor a 7.5 cm; El ***estrato arbustivo***, se evaluó dentro del mismo sitio principal, sin embargo, el área fue de 500 m², registrando arbustos y repoblado con diámetro menor o igual 7.5 cm. Para evaluar el ***estrato herbáceo*** se delimito un sitio de 1 m² en el centro del sitio principal, de forma cuadrada (Tabla IV.32; Mapa 9d). La delimitación en campo, se ubicó el punto central, con el apoyo de un GPS, y se marcó con pintura en aerosol en color roja o naranja. A partir del punto central se inició con la delimitación del área de un 1 m^2, de esta manera para evitar la perturbación de este durante el trazo del resto de los estratos. Posteriormente se trazó del sitio de 1000 m^2 (17.84 m de radio), utilizando una Brujula Sunnto, se tiró la cuerda en dirección de los cuatro puntos cardinales, cubriendo de esta forma el área considerada a muestrear para el estrato arbóreo. Finalmente se delimito el sitio de 500 m² (12.62 metros de radio), desde el punto central y siguiendo el mismo procedimiento, en todos los casos con sus respectivas compensaciones por pendientes.

Imagen IV.1 y IV.2. Delimitación del sitio de muestreo.

Imagen IV.3. Delimitación del sitio central para evaluación de hierbas y pastos.

Imagen IV.4. Evaluación de un sitio de muestreo.

Tabla IV.32. Coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo en la Microcuenca.

CLAVE	NO.	COORDENADAS UTM		DESCRIPCION	TIPO DE
SITIO	SITIO	X	Y		VEGETACION
1	146	480928	2284160	MICROCUENCA (ZONA 4)	SMS
2	222	480703	2283979	MICROCUENCA (ZONA 4)	SMS
3	253	480190	2283946	MICROCUENCA (ZONA 4)	SMS
4	324	480711	2284435	MICROCUENCA (ZONA 4)	SMS
5	655	480234	2284127	MICROCUENCA (ZONA 4)	SMS
6	712	481491	2285388	MICROCUENCA (ZONA 3)	SMS
7	713	481608	2285209	MICROCUENCA (ZONA 3)	SMS
8	727	481845	2286699	MICROCUENCA (ZONA 3)	SMS
9	749	481561	2285666	MICROCUENCA (ZONA 3)	SMS
10	763	481849	2286534	MICROCUENCA (ZONA 3)	SMS
11	777	481545	2286321	MICROCUENCA (ZONA 3)	SMS
12	821	481767	2286661	MICROCUENCA (ZONA 3)	SMS
13	840	481558	2285266	MICROCUENCA (ZONA 3)	SMS
14	879	482021	2286549	MICROCUENCA (ZONA 3)	SMS
15	920	481909	2286594	MICROCUENCA (ZONA 3)	SMS
16	934	481755	2285363	MICROCUENCA (ZONA 3)	SMS
17	952	481780	2285174	MICROCUENCA (ZONA 3)	SMS
18	976	481798	2285594	MICROCUENCA (ZONA 3)	SMS
19	994	479603	2289079	MICROCUENCA (ZONA 2)	SMS
20	996	478808	2289044	MICROCUENCA (ZONA 2)	SMS
21	1002	479468	2289111	MICROCUENCA (ZONA 2)	SMS

22	1003	479050	2289109	MICROCUENCA (ZONA 2)	SMS
23	1005	479379	2289700	MICROCUENCA (ZONA 2)	SMS
24	1035	479097	2289146	MICROCUENCA (ZONA 2)	SMS
25	1040	479628	2289566	MICROCUENCA (ZONA 2)	SMS
26	1049	479418	2289465	MICROCUENCA (ZONA 2)	SMS
27	1084	478998	2289000	MICROCUENCA (ZONA 2)	SMS
28	1117	479575	2289131	MICROCUENCA (ZONA 2)	SMS
29	1121	479696	2289174	MICROCUENCA (ZONA 2)	SMS
30	1122	479515	2289179	MICROCUENCA (ZONA 2)	SMS
31	1130	479480	2289584	MICROCUENCA (ZONA 2)	SMS
32	1160	475553	2285982	MICROCUENCA (ZONA 1)	VM
33	1170	475831	2286097	MICROCUENCA (ZONA 1)	VM
34	1196	475523	2286366	MICROCUENCA (ZONA 1)	VM
35	1212	475390	2286293	MICROCUENCA (ZONA 1)	VM
36	1231	474714	2285566	MICROCUENCA (ZONA 1)	VM
37	1246	474980	2286085	MICROCUENCA (ZONA 1)	VM
38	1249	474802	2285806	MICROCUENCA (ZONA 1)	VM
39	1251	474904	2285852	MICROCUENCA (ZONA 1)	VM
40	1252	474668	2286225	MICROCUENCA (ZONA 1)	VM
41	1271	474441	2285642	MICROCUENCA (ZONA 1)	VM
42	1308	475401	2286509	MICROCUENCA (ZONA 1)	VM
43	1320	475025	2286270	MICROCUENCA (ZONA 1)	VM

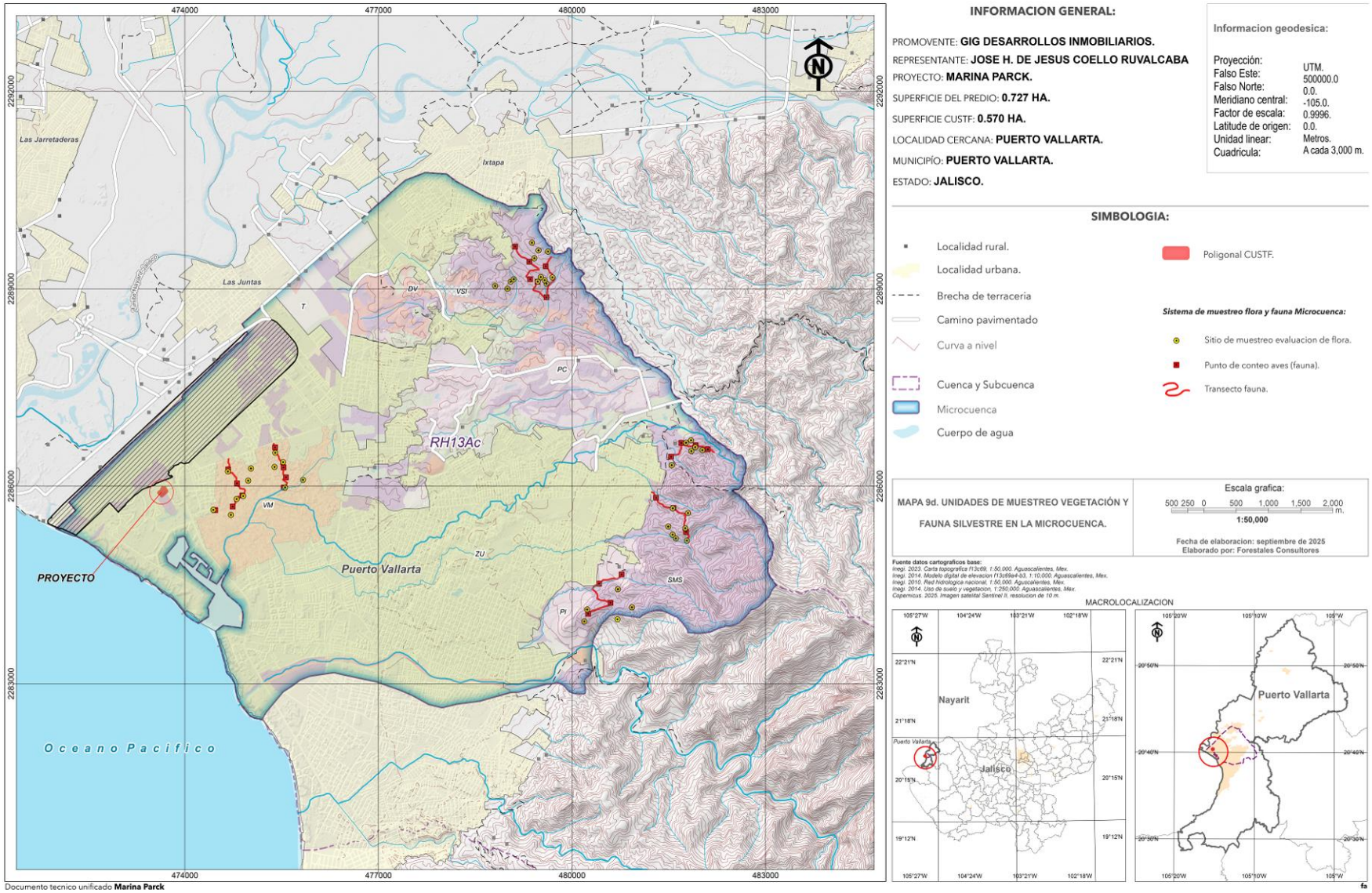
La evaluación consistió en los atributos dendrometricos tomados en cuenta, el número de individuos por especie, diámetro normal (DN), altura total (m) y el diámetro de copa (m) para el estrato arbóreo y arbustivo, mientras que para el estrato herbáceo se registró el número de individuos por especie y el diámetro de copa de cada uno. Para la toma de datos, se utilizó material y equipo con la finalidad de obtener información precisa (Tabla IV.33). Los atributos ecológicos registraros fueron; la pendiente, exposición, textura, compactación y pedregosidad del suelo, altitud (msnm), así como el estado sanitario de la vegetación.

Tabla IV.33. Material y equipo utilizado en el estudio correspondiente al inventario.

✓ Lápices	✓ Prensas botánicas
✓ Formatos y libreta de campo	✓ Guías Botánicas (Identificación sp)
✓ GPS Garmin	✓ Cuerda compensada (500 m^2)
✓ Tablas de apoyo	✓ Cuerda compensada (1000 m^2)
✓ Pintura en aerosol	✓ Clinómetro
✓ Machetes	✓ Brújula Sunnto
✓ Cámaras fotográficas digitales	✓ Cintas métricas
✓ Hipsometro de Christen	✓ Cinta diamétrica

Durante estos recorridos, se aprovechó para registrar la presencia de fauna silvestre local, mediante observaciones directas (cualitativo), además de realizar transeptos de muestreo, considerando de la misma manera los comentarios de personas que habitan en la zona, así como una revisión bibliográfica respectiva de la región. Dicha información se utilizó para determinar la diversidad y abundancia de la zona, lo cual se detalla más adelante.

Mapa 9d. Distribución de los sitios para la evaluación de la vegetación y fauna en la Microcuenca (SA).



IV.2.2.2.3.1. Resultados obtenidos de los análisis correspondientes al inventario.

La **intensidad de muestreo fue de 0.5%.** Con la información recabada, se determinará una referencia de las condiciones de la vegetación en la Microcuenca, ya que solo se requiere estimar la diversidad de especies, estructura, valor de importancia, riqueza principalmente, para comparar los valores con el área del proyecto, el **muestreo se enfocó en la zona forestal** que se encuentran representas por **vegetación de manglar y Selva Mediana Subcaducifolia**.

- ✓ **La intensidad de muestreo se estimó mediante la siguiente expresión:**

---

1. $\boldsymbol{IM} = \left(\frac{Sup.muestreada\ (ha)}{Sup.total\ de\ la\ mc\ (ha)}\right) * 100$ 2. $IM = \left(\frac{4.2}{917.4}\right) * 100$ 3. $IM = 0.0046 * 100$ 4. $\boldsymbol{IM = 0.5}$

Se determino el **Error de muestreo** en base a la información de los sitios de muestreo, tomando como referencia los valores de promedio del área basal por hectárea (m^2) de cada sitio, y donde se tomó en cuenta el valor de todas las especies. Se estimo un **error de muestreo de 9.6%**, con un **límite de confianza que va de 0.264 a 0.339 m²/ha**, y un **error máximo admisible del 10%**. Se estimó el tamaño de muestra requerido, para minimizar el error, el cual indica que la información obtenida es confiable el sugiere la estimación que tuvo que ser de 66 sitios (**Anexo 2.2.8 digital**).

IV.2.2.2.3.2. Principales especies vegetales localizadas en la Microcuenca (SAR).

Durante la obtención de datos del inventario de campo, por estratos, se presentan en las Tablas IV.34, IV.35 y IV.36. Se registraron **tres estratos vegetales (Anexo 2.2.3 digital)**, destacando ampliamente y mejor representado el arbóreo, sin embargo, con un estrato arbustivo y/o sotobosque abundante, y un estrato herbáceo poco desarrollado horizontalmente. La información obtenida de cada zona, **fue trabajada de manera unificada**.

A continuación, se describe brevemente las características de distribución por estrato.

- ✓ **Estrato superior o arbóreo**

Presenta una altura promedio de 14.1 metros y un diámetro normal de 17 cm, formando una estructura normalizada. A medida que crece el diámetro se disminuye el número de individuos Se observan variaciones en la distribución de la densidad por cada categoría. Las especies mejor representadas en cuando a su dominancia fueron *E. capuli, A, germinans. Q, elliptica.* Y *P, lanceolatum* (Grafico IV.4 y IV.5; Tabla IV.34).

- ✓ **Estrato arbustivo y/o sotobosque**

Para este estrato se registraron individuos inferiores en etapa de desarrollo, muy abundante. Se registro un diámetro normal promedio estimado de 4.1 cm y una altura 4 metros. Las especies más representativas fueron *A, germinans, L, racemosa. S. comini* y *R, mangle* (Grafico IV.6 y IV.7; Tabla IV.35).

- ✓ **Estrato herbáceo**

Este estrato es muy abundante y dominado por hierbas, presenta una continuidad horizontal poco desarrollada. Las especies mejor representadas son *S. pallescens, L, venustum, R. blechum* y *H. insularis*, (Grafico IV.8 y IV.9; Tabla IV.36).

Tabla IV.34. Especies que forman parte del **estrato arbóreo** registrado en la **Microcuenca.**

				ATRIBUTOS			E.R./ha						
NO	FAMILIA	NOMBRE	NOMBRE	DN	ALTURA	D.C	INDIVIDUOS	A.B	VOLUMEN	COBERTURA	FRECUENCIA	NOM	IUCN
		CIENTIFICO	COMUN	X (cm)	X (m)	X (m)	/ha	(m²)	(m³)	(m²)/ha	ACUMULADA (%)	059	LISTA ROJA
1	Arecaceae	*Acrocomia aculeata*	Cocoyul	33.6	10.0	4.1	15	1.298	6.921	198	0.30	Na	-
2	Acacardaceae	*Amphipterygium adstringens*	Cuachalalate (espina)	17.2	7.1	3.1	25	0.415	1.560	220	0.50	e	VU
3	Annonaceae	*Annona muricata*	Guanabo	10.7	6.3	4.1	50	0.483	1.704	675	0.99	Na	LC
4	Annonaceae	*Annona squamosa*	Anona	9.6	4.8	2.5	20	0.149	0.388	102	0.40	Na	LC
5	Fabaceae	*Apoplanesia paniculata*	Arco negro	12.0	6.7	3.8	75	0.853	3.465	868	1.49	-	LC
6	Primulaceae	*Ardisia compressa*	Capulin	13.5	6.5	3.8	10	0.143	0.539	113	0.20	Na	LC
7	Primulaceae	*Ardisia revoluta*	Sp.1 (Hoja gruesa)	13.8	11.3	3.7	15	0.213	1.454	169	0.30	Na	-
8	Arecaceae	*Attalea cohune*	Palma/corozo	31.0	13.9	6.4	50	3.656	26.621	1661	0.99	Pr	
62	Arecaceae	*Attalea guacuyule*	Corozo/Guacuyul	30.8	15.3	3.3	40	3.076	25.628	341	0.79	Pr	
9	Acanthaceae	*Avicennia germinans*	Mangle negro, puyeque	11.3	7.6	3.6	402	4.328	18.180	4463	7.98	A	LC
10	Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Pata de cabra	8.1	4.9	2.7	25	0.137	0.343	162	0.50	Na	-
11	Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Amole/limoncillo (Bomelia)	12.3	5.6	2.8	13	0.155	0.474	85	0.25	Na	-
12	Boraginaceae	*Bourreria superba*	Amapa blanca	23.1	10.0	4.3	15	0.916	6.273	224	0.30	P	EN
13	Moraceae	*Brosimum alicastrum*	Capomo	28.9	15.3	6.4	59	4.129	34.670	2029	1.17	Na	-
14	Burseracea	*Bursera bipinnata*	Copal santo (Copal)	13.9	5.5	4.1	15	0.277	1.155	203	0.30	Na	LC
15	Burseracea	*Bursera simaruba*	Papelillo (Papelillo rojo)	30.2	12.8	5.8	36	2.790	24.399	1196	0.71	Na	LC
16	Malpighiaceae	*Byrsonima crassifolia*	Nanchi	23.0	10.4	5.0	150	7.932	49.826	3234	2.98	Na	LC
17	Apocynaceae	*Cascabela ovata*	Cascabelillo, torito	12.6	6.3	3.2	10	0.134	0.537	91	0.20	Na	LC

18	Salicaceae	*Casearia corymbosa*	Mataperro (Garrapatillo/latilla)	13.8	5.8	3.5	38	0.616	1.322	412	0.76	-	LC
19	Rutaceae	*Casimiroa edulis*	Zapote (Sapo)	22.3	13.0	4.3	30	1.190	9.259	463	0.60	Na	LC
20	Urticaceae	*Cecropia obtusifolia*	Trompeta	22.8	12.5	5.3	13	0.566	3.445	317	0.26	Na	LC
21	Malvaceae	*Ceiba aesculifolia*	Pochote	14.3	5.0	1.8	10	0.161	0.378	25	0.20	Na	LC
22	Amaranthaceae	*Chamissoa altissima*	Cuamecate de agua	8.0	5.0	1.1	10	0.050	0.166	10	0.20	Na	-
23	Euphorbiaceae	*Cnidoscolus aconitifolius*	Palo chicle	20.5	12.1	4.8	25	0.681	3.560	550	0.50		LC
24	Euphorbiaceae	*Cnidoscolus tepiquensis*	Sp.2	22.3	8.5	4.8	28	1.915	9.608	607	0.55	e	VU
25	Polygonaceae	*Coccoloba barbadensis*	Juan perez	19.7	10.5	5.4	33	1.414	9.745	819	0.65	e	LC
26	Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	Rosa amarilla	13.4	8.8	3.3	48	0.773	4.294	456	0.95	Na	LC
27	Arecaceae	*Cocos nucifera*	Palma de coco	30.2	14.5	6.6	40	2.900	19.180	1589	0.79	In	-
28	Boraginaceae	*Cordia elaeagnoides*	Barcino	10.0	9.5	3.3	20	0.157	0.875	172	0.40	-	LC
29	Euphorbiaceae	*Croton draco*	Croton	8.3	5.0	3.8	10	0.054	0.164	113	0.20	Na	LC
30	Arecaceae	*Cryosophila nana*	Palmilla/Palmita	9.2	3.2	1.7	35	0.257	0.482	80	0.70	A	NT
31	Sapindaceae	*Cupania dentata*	Cola pava (Arbol 5)	13.1	9.0	3.5	58	0.831	5.145	585	1.14	Na	LC
32	Capparaceae	*Cynophalla flexuosa*	Margarito (Arbol 5)	13.0	9.5	3.9	130	1.808	9.456	1736	2.58	Na	LC
33	Fabaceae	*Dalbergia granadillo*	Granadillo (C. blanco)	9.0	14.0	1.6	10	0.064	0.522	20	0.20	Pr	CR
34	Fabaceae	*Entada polystachya*	Bejuco negro	10.0	9.0	1.4	10	0.079	0.365	15	0.20	Na	LC
35	Fabaceae	*Enterolobium cyclocarpum*	Huanacaxtle	48.1	10.7	6.5	20	3.362	21.857	941	0.40	Na	LC
36	Fabaceae	*Erythrina lanata*	Colorin	18.5	8.0	4.6	17	0.646	1.865	361	0.33	e	-
37	Erythroxylaceae	*Erythroxylum mexicanum*	Palo chino	10.5	4.7	2.9	42	0.416	1.272	293	0.83	Na	-
38	Myrtaceae	*Eugenia capuli*	Capulin de mayo (Arbol 7)	9.8	9.4	3.7	525	5.843	30.529	5902	10.43	Na	-
39	Moraceae	*Ficus aurea*	Amate (Estranguladora)	20.8	7.8	4.7	36	3.710	27.578	834	0.71	-	LC
40	Moraceae	*Ficus crocata*	Chalata	80.0	17.0	3.5	10	5.027	45.014	96	0.20	Na	LC
41	Moraceae	*Ficus insipida*	Higuera blanca	76.5	21.5	11.5	10	7.864	103.001	1276	0.20	Na	LC
42	Nyctaginaceae	*Guapira petenensis*	Sp.3 (Fruto morado)	19.0	8.3	4.2	160	5.208	19.852	2288	3.18	Na	-
43	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guásima	13.0	6.9	3.9	48	0.646	2.760	623	0.95	Na	LC
44	Rubiaceae	*Guettarda elliptica*	Negrito (Cascarillo)	11.7	6.0	3.4	42	0.562	1.913	414	0.83	-	LC
45	Hernandiaceae	*Gyrocarpus jatrophifolius*	Carne de perro (Rosa amarilla)	11.5	7.4	3.3	140	1.532	7.018	1337	2.78	Na	LC
46	Rubiaceae	*Hamelia patens*	Coralillo (Hamelia)	18.3	6.0	3.6	10	0.305	1.124	115	0.20	Na	LC

47	Rubiaceae	*Hintonia latiflora*	Copalquin (Hintonia)	20.1	8.6	4.1	45	1.509	5.664	642	0.89	Na	LC
48	Euphorbiaceae	*Hura polyandra*	Habillo (Haba)	14.6	7.0	3.1	80	1.421	5.920	706	1.59	Na	LC
49	Fabaceae	*Hymenaea courbaril*	Guapinol	18.4	10.3	3.6	145	2.755	18.069	1660	2.88	Na	LC
50	Arecaceae	*Hyophorbe lagenicaulis*	Palma cuello de botella	31.8	7.0	5.0	15	1.154	3.546	302	0.30	Pr	CR
51	Convolculaceae	*Ipomoea arborescens*	Cazahuate	8.0	6.0	4.2	10	0.050	0.192	139	0.20	Na	LC
52	Caricaceae	*Jacaratia mexicana*	Bonete (Sp.5)	21.7	9.9	3.7	16	0.614	3.721	208	0.32	Na	LC
53	Euphorbiaceae	*Jatropha curcas*	Piñon (Sangregado/Sp.2)	12.7	5.9	3.6	63	0.733	2.396	700	1.24	Na	-
54	Combretaceae	*Laguncularia racemosa*	Mangle blanco	15.9	8.2	3.7	230	8.944	51.692	2891	4.57	A	LC
55	Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Guaje	11.7	7.1	2.7	30	0.329	1.598	199	0.60	Na	-
56	Malvaceae	*Luehea candida*	Algodoncillo	11.9	7.5	3.3	84	0.967	4.212	809	1.66	Na	LC
57	Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	Tepemezquite	12.9	10.5	4.0	43	0.680	4.466	494	0.85	Na	LC
58	Moraceae	*Maclura tinctoria*	Palo verde	11.4	5.0	3.5	10	0.102	0.286	96	0.20	Na	LC
59	Anacardiaceae	*Mangifera indica*	Mango criollo	17.8	7.5	4.0	10	0.247	0.848	126	0.20	In	LC
71	Malvaceae	*Matisia cordata*	Zapote	18.5	8.4	5.1	40	1.109	4.123	828	0.79		-
60	Capparaceae	*Morisonia americana*	Arbol del diablo (Morizonia)	8.6	9.0	3.5	10	0.058	0.286	96	0.20	Na	LC
61	Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	Neea, palo pozole	13.2	6.5	4.0	10	0.147	0.472	134	0.20	Na	LC
63	Malvaceae	*Pachira aquatica*	Zapote de agua (Pochote)	22.2	10.8	3.1	20	0.561	3.588	185	0.40	Na	LC
64	Cactaceae	*Pachycereus pecten-aboriginum*	Cardon	11.5	4.1	0.7	20	0.208	0.486	11	0.40	e	LC
65	Nyctaginaceae	*Pisonia capitata*	Garabato	8.3	4.5	2.1	10	0.054	0.164	40	0.20	-	LC
66	Fabaceae	*Pithecellobium lanceolatum*	Guamuchilillo	18.2	8.2	4.1	292	8.093	44.546	4508	5.80	Na	LC
67	Fabaceae	*Platymiscium trifoliolatum*	Palo santo (Arbol 6/5/granadillo)	14.8	10.5	4.0	95	1.948	14.953	1382	1.89	Pr	VU
68	Apocynaceae	*Plumeria rubra*	Flor de mayo	20.7	8.3	4.3	10	0.370	1.829	144	0.20	Na	LC
69	Malvaceae	*Pseudobombax ellipticum*	Clavellina (Clavellin/hoja ancha)	34.0	8.4	4.1	11	1.490	7.505	172	0.23	Na	LC
70	Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Arrayancillo (arrayan)	14.9	9.6	4.2	65	2.137	17.094	959	1.29	Na	-
72	Fagaceae	*Quercus elliptica*	Encino	25.0	12.1	4.4	325	11.062	69.827	5716	6.46	Na	-
73	Rubiaceae	*Randia armata*	Cruceta	9.6	5.2	3.2	13	0.091	0.273	104	0.25	-	LC
74	Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	Mangle rojo	11.2	7.2	4.0	105	1.044	5.502	1386	2.09	A	LC
75	Euphorbiaceae	*Sapium lateriflorum*	Mataiza	17.2	9.8	3.9	16	0.721	5.554	219	0.31	Na	LC
76	Simaroubaceae	*Simarouba glauca*	Aceituno (Panalillo)	14.4	8.0	4.1	43	0.818	6.596	630	0.86	Na	LC

77	Anacardiaceae	*Spondias purpurea*	Ciruelo	16.6	6.0	3.7	40	0.876	2.792	438	0.79	Na	LC
78	Myrtaceae	*Syzygium cumini*	Jambolan (Jarilla)	15.1	8.8	3.4	80	1.812	10.890	835	1.59	In	LC
79	Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Amapa	16.0	13.0	4.0	10	0.201	1.576	126	0.20	Na	LC
80	Combretaceae	*Terminalia catappa*	Almendro	9.3	7.5	3.8	20	0.137	0.607	224	0.40	In	LC
81	Rosaceas	*Trema micranthum*	Capulincillo (Trema)	12.5	5.5	3.0	30	0.455	1.419	256	0.60	Na	LC
82	Meliaceae	*Trichilia trifolia*	Palo fierro (Arbol 3/Sp.4)	18.3	10.5	4.9	35	1.015	5.376	734	0.70	Na	LC
83	Malvaceae	*Trichospermum mexicanum*	Algodoncillo	18.0	8.0	6.0	10	0.254	1.182	283	0.20	Na	-
84	Urticaceae	*Urera caracasana*	Ortiga de caballo (Quemadora)	11.9	6.8	3.8	51	0.754	2.775	604	1.01	Na	LC
85	Fabaceae	*Vachellia campechiana*	Huinol (Guinol)	12.9	6.9	3.8	30	0.437	1.416	412	0.60	Na	LC
86	Fabaceae	*Vachellia hindsii*	Jarretadera	12.7	10.1	4.7	40	0.518	3.292	816	0.79	Na	-
87	Fabaceae	*Vachellia pennatula*	Tepame	12.1	8.9	4.3	50	0.634	3.561	874	0.99	Na	LC
88	Lamiaceae	*Vitex mollis*	Agualamo	10.2	5.7	3.9	50	0.421	1.431	594	0.99	e	LC
89	Lamiaceae	*Vitex pyramidata*	Canelillo	20.1	8.7	4.7	71	2.938	14.046	1372	1.40	e	LC
90	Vitaceae	*Vitis tiliifolia*	Cuamecate	11.0	8.2	1.8	20	0.214	1.109	59	0.40	Na	-
			TOTAL	**17.8**	**8.6**	**3.9**	**5,032**	**139.806**	**882.764**	**71,598**	**100**		

NOM 059: E: Probablemente extinta; P: Peligro de extinción; A: Amenazada; Pr: Proteccion especial: Importancia ecológica: e: Endémica; Na: Nativa; In: Introducida: UICN: LC: Menor preocupación; NT: Casi amenazado; VU: Vulnerable; EN: En peligro de extinción; CR: Peligro de extinción critico; Extinto en estado libre; EX: Extinto

Tabla IV.35. Especies del **estrato arbustivo y/o sotobosque** registradas en la **Microcuenca**.

				ATRIBUTOS			E.R./ha						
NO	FAMILIA	NOMBRE	NOMBRE	DN	ALTURA	D.C	INDIVIDUOS	A.B	VOLUMEN	COBERTURA	FRECUENCIA	NOM	IUCN
		CIENTIFICO	COMUN	X (cm)	X (m)	X (m)	/ha	(m²)	(m³)	(m²)/ha	ACUMULADA (%)	059	LISTA ROJA
1	Annonaceae	*Annona muricata*	Guanabo	2.1	2.3	0.6	80	0.014	0.018	10	0.51	Na	LC
2	Fabaceae	*Apoplanesia paniculata*	Arco negro	3.4	4.5	1.1	270	0.159	0.542	153	1.71	-	LC
3	Primulaceae	*Ardisia revoluta*	Sp.1 (Hoja gruesa)	3.5	5.0	1.8	90	0.049	0.203	133	0.57	Na	-
4	Acanthaceae	*Avicennia germinans*	Mangle negro (puyeque)	3.3	4.2	1.5	3720	2.326	6.296	4238	23.53	A	LC
5	Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Pata de cabra	3.8	3.7	1.6	191	0.114	0.266	254	1.21	Na	LC
6	Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Amole/limoncillo (Bomelia)	2.3	1.8	0.9	40	0.017	0.075	13	0.25	Na	LC
7	Moraceae	*Brosimum alicastrum*	Capomo	2.8	3.0	1.5	60	0.019	0.031	56	0.38	Na	-
8	Burseracea	*Bursera simaruba*	Papelillo (Papelillo rojo)	4.9	4.6	1.2	93	0.069	0.239	65	0.59	Na	LC
9	Malpighiaceae	*Byrsonima crassifolia*	Nanchi	2.5	4.0	0.8	20	0.005	0.010	5	0.13	Na	LC
10	Apocynaceae	*Cascabela ovata*	Cascabelillo (Torito)	4.1	3.8	1.2	53	0.032	0.080	32	0.34	Na	LC
11	Salicaceae	*Casearia corymbosa*	Mataperro (Latilla/Garrapatillo)	3.1	3.7	1.4	281	0.163	0.211	255	1.78	-	LC
12	Cannabaceae	*Celtis iguanaea*	Garabato	3.9	3.7	1.9	60	0.043	0.096	98	0.38	Na	LC
13	Amaranthaceae	*Chamissoa altissima*	Cuamecate de agua	4.4	4.6	1.2	100	0.074	0.359	86	0.63	Na	-
14	Rutaceae	*Citrus aurantifolia*	Limon	3.7	2.8	2.3	40	0.022	0.097	81	0.25	In	-
15	Clusiaceae	*Clusia salvinii*	Flor de canela (Clusia)	3.2	2.9	1.1	260	0.117	0.251	147	1.64	Na	LC
16	Euphorbiaceae	*Cnidoscolus tepiquensis*	Sp.2	3.7	3.1	1.1	100	0.061	0.285	54	0.63	e	VU
17	Polygonaceae	*Coccoloba barbadensis*	Juan perez (Hoja verde)	4.8	5.3	2.1	53	0.040	0.164	119	0.34	Na	LC
18	Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	Rosa amarilla	7.0	5.2	1.6	40	0.075	0.251	41	0.25	Na	LC

19	Anacardiaceae	*Comocladia macrophylla*	Hincha huevos	4.0	4.5	1.2	85	0.056	0.179	54	0.54	Na	-
20	Euphorbiaceae	*Croton draco*	Drago (Croton)	2.7	3.1	1.4	40	0.019	0.067	34	0.25	Na	LC
21	Arecaceae	*Cryosophila nana*	Palmilla (Palmita)	5.2	2.2	1.3	90	0.123	0.341	65	0.57	A	LC
22	Sapindaceae	*Cupania dentata*	Cola pava (Arbol 5)	4.9	5.6	2.3	112	0.123	0.381	262	0.71	Na	-
23	Capparaceae	*Cynophalla flexuosa*	Margarito (Arbol 5)	1.7	1.6	0.9	180	0.022	0.022	68	1.14	Na	LC
24	Fabaceae	*Dalbergia granadillo*	Granadillo	3.3	3.6	0.8	100	0.055	0.122	33	0.63	Pr	CR
25	Fabaceae	*Entada polystachya*	Bejuco prieto (Liana b/cuamecate negro)	3.7	4.6	0.8	117	0.069	0.368	31	0.74	Na	LC
26	Fabaceae	*Enterolobium cyclocarpum*	Huanacaxtle	5.1	5.4	1.6	30	0.037	0.112	37	0.19	Na	LC
27	Fabaceae	*Erythrina lanata*	Colorin	4.6	4.1	2.0	20	0.021	0.028	36	0.13	e	-
28	Erythroxylaceae	*Erythroxylum mexicanum*	Palo chino	4.5	4.4	1.5	128	0.065	0.192	152	0.81	Na	-
29	Myrtaceae	*Eugenia capuli*	Capulin de mayo (Arbol 7)	3.7	5.1	2.3	333	0.366	1.498	802	2.11	Na	LC
30	Euphorbiaceae	*Euphorbia tithymaloides*	Candelilla (Lechosillo/1)	3.3	3.5	1.5	360	0.204	0.453	350	2.28	Na	LC
31	Moraceae	*Ficus aurea*	Amate (Estranguladora)	3.6	4.5	1.9	120	0.077	0.186	253	0.76	Na	LC
32	Nyctaginaceae	*Guapira petenensis*	Sp.3 (Fruto morado)	4.7	4.6	2.7	100	0.095	0.418	333	0.63	Na	-
33	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guásima	6.4	5.2	1.9	32	0.043	0.135	40	0.20	Na	LC
34	Hernandiaceae	*Gyrocarpus jatrophifolius*	Carne de perro (Rosa amarilla)	4.0	3.7	1.2	60	0.039	0.088	33	0.38	Na	LC
35	Rubiaceae	*Hamelia patens*	Coralillo (Amelia, Esp. 1)	3.2	3.1	1.3	80	0.053	0.135	62	0.51	Na	LC
36	Malvaceae	*Heliocarpus pallidus*	Cuaulote (Majaguilla)	3.4	3.0	1.7	80	0.055	0.188	91	0.51	e	LC
37	Rubiaceae	*Hintonia latiflora*	Copalquin (Hintonia)	4.2	4.5	0.9	40	0.021	0.116	14	0.25	Na	LC
38	Euphorbiaceae	*Hura polyandra*	Habillo (Haba)	3.9	3.4	1.2	140	0.089	0.262	95	0.89	Na	LC
39	Fabaceae	*Hymenaea courbaril*	Guapinol	4.1	4.7	1.6	420	0.292	0.758	455	2.66	Na	LC
40	Arecaceae	*Hyophorbe lagenicaulis*	Palma cuello de botella	6.4	4.0	3.0	40	0.065	0.218	141	0.25	Pr	CR
41	Caricaceae	*Jacaratia mexicana*	Bonete	2.3	1.9	0.9	20	0.004	0.029	6	0.13	Na	LC
42	Euphorbiaceae	*Jatropha curcas*	Piñon (Sangregado/Sp.2)	4.9	3.7	1.6	123	0.092	0.376	160	0.78	Na	LC
43	Combretaceae	*Laguncularia racemosa*	Mangle blanco	3.4	3.8	0.9	1407	0.617	1.422	664	8.90	A	LC
44	Fabaceae	*Leucaena lanceolata*	Guaje	4.6	4.9	1.5	96	0.083	0.237	103	0.61	e	LC
45	Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Guajillo	4.0	4.8	1.5	53	0.036	0.103	69	0.34	Na	-
46	Malvaceae	*Luehea candida*	Algodoncillo	4.7	4.7	2.0	276	0.209	0.596	512	1.75	Na	LC
47	Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	Tepemezquite	4.1	5.0	2.2	156	0.103	0.377	355	0.99	Na	LC

48	Anacardiaceae	*Mangifera indica*	Mango	1.5	1.6	0.7	20	0.002	0.021	4	0.13	In	-
49	Melastomataceae	*Miconia xalapensis*	Capulin	3.3	5.1	1.5	100	0.043	0.144	88	0.63	Na	LC
50	Capparaceae	*Morisonia americana*	Arbol del diablo (Morizonia)	2.1	2.5	0.6	40	0.007	0.059	6	0.25	Na	LC
51	Primulaceae	*Myrsine coriacea*	Sp. 7	6.0	4.5	2.0	20	0.028	0.105	31	0.13	Na	-
52	Lauraceae	*Nectandra hihua*	Sp. 8	6.5	4.5	2.2	20	0.033	0.117	38	0.13	Na	LC
53	Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	Neea (Palo pozole)	3.2	3.8	1.5	500	0.204	1.148	547	3.16	Na	LC
54	Piperaceae	*Piper amalago*	Cordoncillo (Piper)	2.7	3.4	1.1	80	0.032	0.090	53	0.51	Na	LC
55	Nyctaginaceae	*Pisonia aculeata*	Uña de gato	6.7	4.0	3.6	20	0.035	0.113	102	0.13	Na	LC
56	Nyctaginaceae	*Pisonia capitata*	Garabato	4.4	4.1	1.7	72	0.055	0.238	95	0.46	Na	LC
57	Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	Guamuchil	5.0	5.6	1.8	140	0.155	0.275	232	0.89	Na	LC
58	Fabaceae	*Pithecellobium lanceolatum*	Guamuchilillo	3.2	3.2	1.1	373	0.186	0.419	218	2.36	Na	LC
59	Fabaceae	*Platymiscium trifoliolatum*	Palo santo (Arbol 6/5/granadillo)	4.1	4.9	1.6	170	0.132	0.486	204	1.08	Pr	-
60	Apocynaceae	*Plumeria rubra*	Flor de mayo	3.0	2.5	0.7	40	0.015	0.024	7	0.25	Na	LC
61	Celastraceae	*Pristimera celastroides*	Cuamecate canserino	4.9	6.5	0.7	20	0.021	0.114	4	0.13	Na	-
62	Malvaceae	*Pseudobombax ellipticum*	Clavellina (Clavellin/hoja ancha)	4.1	3.7	1.4	60	0.037	0.085	53	0.38	Na	LC
63	Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Arrayan	4.6	5.6	1.9	33	0.031	0.114	48	0.21	Na	-
64	Fagaceae	*Quercus elliptica*	Encino	5.5	4.3	1.8	60	0.070	0.180	76	0.38	Na	LC
65	Rubiaceae	*Randia aculeata*	Crucecita (Crusillo)	1.2	2.0	0.9	67	0.005	0.006	25	0.42	Na	LC
66	Rubiaceae	*Randia armata*	Cruceta (Cruceto)	2.5	3.4	1.4	191	0.067	0.157	188	1.21	-	LC
67	Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	Mangle rojo	3.6	4.0	2.0	695	0.467	1.394	1288	4.40	A	LC
68	Euphorbiaceae	*Sapium lateriflorum*	Mataiza	3.5	3.1	0.9	45	0.017	0.039	18	0.28	Na	LC
69	Sapindaceae	*Serjania triquetra*	Bejuco tres costillas (Tres costilla)	4.0	4.5	1.2	40	0.029	0.134	26	0.25	Na	-
70	Simaroubaceae	*Simarouba glauca*	Aceituno (Panalillo)	3.3	4.1	1.3	320	0.180	0.653	293	2.02	Na	LC
71	Anacardiaceae	*Spondias purpurea*	Ciruelo	5.8	4.2	1.8	120	0.164	0.359	181	0.76	Na	LC
72	Myrtaceae	*Syzygium cumini*	Jambolan (Jarilla)	2.8	2.8	0.9	940	0.428	1.033	398	5.95	In	LC
73	Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Amapa	5.7	7.0	3.4	20	0.026	0.112	91	0.13	Na	LC
74	Combretaceae	*Terminalia catappa*	Almendro	4.3	4.2	1.0	100	0.085	0.216	55	0.63	In	LC
75	Rosaceas	*Trema micrantha*	Trema	2.8	5.0	1.3	20	0.006	0.050	13	0.13	Na	LC
76	Meliaceae	*Trichilia trifolia*	Palo fierro (trifolia-SP4-Arbol3)	3.9	4.0	1.7	440	0.224	0.483	583	2.78	Na	LC

77	Urticaceae	*Urera caracasana*	Ortiga de caballo (Quemadora)	4.2	3.8	1.8	157	0.116	0.522	232	1.00	Na	LC
78	Fabaceae	*Vachellia campechiana*	Huinol (Guinol)	5.3	4.8	1.4	90	0.070	0.170	69	0.57	Na	LC
79	Fabaceae	*Vachellia hindsii*	Jarretadera	3.9	4.9	1.9	167	0.130	0.441	289	1.05	Na	-
80	Fabaceae	*Vachellia pennatula*	Tepame	6.0	7.0	1.5	20	0.028	0.115	18	0.13	Na	-
81	Lamiaceae	*Vitex mollis*	Agualamo	6.5	5.0	3.2	20	0.033	0.099	80	0.13	e	-
82	Lamiaceae	*Vitex pyramidata*	Canelillo	3.3	3.4	0.9	105	0.041	0.097	45	0.66	e	-
83	Vitaceae	*Vitis tiliifolia*	Bejuco blanco (Coamecate)	4.3	5.4	1.0	90	0.083	0.441	39	0.57	Na	-
				4.0	**4.1**	**1.5**	**15,807**	**9.815**	**29.131**	**16,888**	**100.0**		

NOM 059: E: Probablemente extinta; P: Peligro de extincion; A: Amenzada; Pr: Proteccion especial: Importancia ecologica: e: Endemica; Na: Nativa; In: Introducida: UICN: LC: Menor preocupacion; NT: Casi amenzado; VU: Vulnerable; EN: En peligro de extincion; CR: Peligro de extincion critico; Extinto en estado libre; EX: Extinto

Tabla IV.36. Especies registradas en el **estrato herbáceo** en la **Microcuenca.**

				ATRIBUTOS		E.R./ha				
NO.	FAMILIA	NOMBRE	NOMBRE	DC	ALTURA	COBERTURA	INDIVIDUOS	FRECUENCIA	NOM	IUCN
		CIENTIFICO	COMUN	(cm)	X (m)	X (m²)/ha		ACUMULADA (%)	059	LISTA ROJA
1	Euphorbiaceae	*Acalypha alopecuroidea*	Acalifa	0.2	0.2	201.1	10000.0	0.8	In	-
2	Pteridaceae	*Adiantum amplum*	Palmita	0.1	0.5	132.7	10000.0	0.8	Na	-
3	Asteraceae	*Ageratina glabrata*	Chamiza (Ageratina)	0.1	0.4	1342.5	50000.0	4.1	e	-
4	Fabaceae	*Centrosema plumieri*	Gallito (Trompillo)	0.1	0.2	151.6	20000.0	1.6	Na	-
5	Commelinaceae	*Commelina diffusa*	Hierba del pollo	0.4	0.2	5708.3	50000.0	4.1	Na	LC
6	Fabaceae	*Desmodium tortuosum*	Cadillo (Desmodium)	0.1	0.2	232.5	20000.0	1.6	Na	-
7	Moraceae	*Dorstenia drakena*	Gallitos	0.1	0.1	284.7	65000.0	5.3	Na	-
8	Cucurbitaceae	*Echinopepon racemosus*	Sp.4 (H4)	0.1	0.2	102.5	10000.0	0.8	Na	-
9	Acanthaceae	*Elytraria imbricata*	Cordeoncillo (H2)	0.1	0.1	227.0	41666.7	3.4	Na	-
10	Acanthaceae	*Henrya insularis*	Hierba del toro (Henrya/H1)	0.1	0.3	1374.7	85714.3	6.9	Na	-
11	Convolvulaceae	*Ipomoea batatas*	Camote morado	0.2	0.2	1085.4	32500.0	2.6	Na	-
12	Convolvulaceae	*Ipomoea purpurea*	Campanilla morada (H3/quebra platos)	0.3	0.2	1117.6	23333.3	1.9	Na	-
13	Lygodiaceae	*Lygodium venustum*	Helecho	0.1	0.1	419.4	130000.0	10.5	Na	-
14	Marantaceae	*Maranta arundinacea*	Colomo (Hoja ancha)	0.2	0.3	889.5	36666.7	3.0	-	-
15	Poaceae	*Megathyrsus maximus*	Camalote (Guinea)	0.3	0.7	7147.1	70000.0	5.7	In	-

16	Asteroideae	*Melampodium divaricatum*	Acahual amarillo (Crocata)	0.5	0.6	1661.9	10000.0	0.8	Na	-
17	Fabaceae	*Mimosa albida*	Dormilona mayor	0.1	0.3	190.1	20000.0	1.6	Na	LC
18	Fabaceae	*Mimosa pudica*	Dormilona	0.1	0.2	393.5	40000.0	3.2	Na	LC
19	Poaceae	*Oplismenus burmanni*	Pasto africanno (Zacate)	0.1	0.2	660.7	58000.0	4.7	In	-
20	Asteraceae	*Parthenium hysterophorus*	Hierba del golpe	0.2	0.3	283.5	10000.0	0.8	Na	-
21	Sapindaceae	*Paullinia fuscescens*	Aquiste (Paullinia/H espinoza)	0.1	0.2	192.4	15000.0	1.2	Na	-
22	Sapindaceae	*Paullinia tomentosa*	Brbasco (H5)	0.3	0.4	1562.2	20000.0	1.6	Na	-
23	Petiveriaceae	*Petiveria alliacea*	Carrizo silvestre (Carricillo)	0.2	0.5	1598.7	17500.0	1.4	Na	-
24	Acanthaceae	*Ruellia blechum*	Camaron (H-1)	0.0	0.1	249.0	120000.0	9.7	Na	-
25	Lamiaceae	*Salvia lavanduloides*	Alucema (Chia)	0.1	0.2	795.6	50000.0	4.1	Na	-
26	Selaginellaceae	*Selaginella pallescens*	Doradilla	0.0	0.1	335.9	170000.0	13.8	Na	-
27	Malvaceae	*Sida acuta*	Escoba (Malva)	0.2	0.3	1077.8	33333.3	2.7	Na	-
28	Araceae	*Xanthosoma robustum*	Hoja elegante (H-2)	0.3	0.3	804.6	15000.0	1.2	Na	-
				0.17	**0.26**	**30,222.49**	**123,3714**	**100.0**		

NOM 059: E: Probablemente extinta; P: Peligro de extincion; A: Amenzada; Pr: Proteccion especial: Importancia ecologica: e: Endemica; Na: Nativa; In: Introducida: UICN: LC: Menor preocupacion; NT: Casi amenzado; VU: Vulnerable; EN: En peligro de extincion; CR: Peligro de extincion critico; Extinto en estado libre; EX: Extinto

IV.2.2.2.3.3. Metodología para la estimación de índices estructurales y diversidad florística de la Microcuenca (SAR).

La diversidad se refiere a la variabilidad entre los organismos vivientes de todas las fuentes, incluyendo organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas, en la diversidad biológica (Moreno, 2001; Magurran, 2004).

La **diversidad biológica** presenta índices más reconocidos y utilizados para estimar en base a la Riqueza especifica de especies e índices de abundancia proporcional, siendo los más utilizados; el **Índice de Margalef (riqueza), de Shannon-Wiener (equidad) y Simpson (dominancia)** para el caso de abundancia proporcional. Estos, determinan la diversidad a partir de la estructura de la vegetación (número de especies y abundancia, así como la separación de las especies dentro de la comunidad), en ambos casos se considera una evaluación **dentro de comunidades o diversidad alfa** (Moreno, 2001a y b; Magurran, 2004; Del Rio e*t al*, 2003). La **diversidad Beta**, compara datos entre poblaciones, hábitat o comunidades, basada en proporciones y pueden estimarse mediante índices o coeficientes de similitud, disimilitud o distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos, presencia o usencia de especies, o cuantitativos (abundancia proporcional de especies) (Moreno, 2001; Magurran, 2004; Halffter *et al*, 2001; Aguirre, 2013).

- ✓ **Diversidad alfa.**

1. Riqueza especifica de especies

Especies dentro de una comunidad, regularmente tiende a aumentar a medida que se incrementa la superficie de la parcela.

Para estimarlo se utilizará el **índice de diversidad de Margalef**, el cual supone que existe una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos. Un valor igual a 0, nos indica que en la muestra solo se presenta una especie, y a medida que incrementa se puede decir que presenta mayor biodiversidad (valor entre 2.5 a 5.0).

- ✓ **La siguiente ecuación se utilizó para estimar la riqueza especifica.**

---

1. $\boldsymbol{D_{mg}} = \frac{s-}{ln-N}$

Dónde:

$\mathbf{D_{Mg}}$= Valor del índice.

s= número de especies presentes

ln= logaritmo natural

N= Número total de individuos

2. Índices de abundancia proporcional.

Se les denomina **índices de heterogeneidad**, aquellos que además de basarse en el valor de importancia de cada especie consideran el número total de especies en la comunidad, también se clasifican en **índices de dominancia** e **índices de equidad**, y se basan en el valor de importancia de cada especie cualquiera de estos resulta ser adecuada para determinar los valores de diversidad estructurales (Moreno, 2001).

3. El índice de Simpson (Dominancia).

Influye significativamente la importancia de las especies más dominantes. Se utiliza el complementario del índice de Simpson, el cual considera valores que van de 0 a 1.

Es la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Los valores cercanos al uno sugieren una mayor diversidad (Del Río e*t all*., 2003; Moreno, 2001; Krebs, 1999).

- ✓ **La siguiente ecuación ayuda a estimar dicho índice;**

---

1. $\mathbf{1} - \boldsymbol{D} = \sum pi^2$

Donde;

pi = abundancia proporcional de la especie *i*, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

D = Diversidad esperada de la muestra.

1-D = Complementario del índice de Simpson.

4. Índice de Shannon-Wiener (Equidad).

Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. También Interpreta la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra Supone que los individuos se seleccionan al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero (una especie), hasta un máximo de 5 (especies presenten la misma proporción de individuos). Los valores aumentan de acuerdo con el número de especies registradas en la muestra, y llega a tomar valores más elevados cuando las proporciones de las especies llegan a ser iguales (Del Río e*t all*., 2003; Moreno, 2001; Krebs, 1999).

- ✓ **Para determinar este índice se muestra le ecuación en seguida;**

1. $\boldsymbol{H'} = \sum_{I-1}^{S}(pi) * (ln(pi)$

Dónde:

Pi = Abundancia relativa de cada especie (en número de individuos o cobertura).

Ln = Logaritmo natural.

- ✓ **Diversidad Beta.**

5. Coeficiente de similitud de Jaccard.

Estima las diferencias en la presencia o ausencia de especies dentro de un hábitat o comunidad vegetal y los valores van desde cero (0) cuando no hay especies compartidas y hasta uno (1) cuando los dos sitios comparten las mismas especies.

- ✓ **La fórmula para la estimación es:**

1. $\boldsymbol{I_J} = \frac{c}{a+b-c}$

Dónde:

Ij= Coeficiente o índice de similitud de Jaccard.

a=Número de especies presentes en el sitio A.

b= Número de especies presentes en el sitio B.

c= Número de especies presentes en ambos sitios A y B.

Para obtener estos valores y hacerlos comparativos en cada sitio de muestreo, se procesaron los datos con el **Programa Past 3.22** (Hammer *et all*, 2001).

- ✓ **Análisis estructural de la vegetación**

El análisis estructural (Anexo 2.2.4 digital) de una comunidad vegetal se hace con el propósito de valorar sociológicamente una muestra y establecer su categoría en la asociación puede realizare según las necesidades puramente prácticas de la silvicultura o siguiendo las directrices teóricas de la sociología vegetal (Alvis, 2009). **La estructura horizontal** permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y las especies, esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el índice de valor de importancia. Se evalúa a partir de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el índice de valor de importancia (Curtis y McIntosh, 1951; Alvis, 2009).

6. Índice de Valor de Importancia (IVI).

Se calcula para cada especie a partir de la suma de la **abundancia relativa (AR)**, la **frecuencia relativa (FR)** y la **dominancia relativa (DR)**. Con este índice podemos comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque. El valor del IVI similar para diferentes especies registradas, sugiere una igualdad o semejanza del bosque en su composición, estructura, calidad de sitio y dinámica (Alvis, 2009).

- ✓ **A partir de la siguiente expresión se determina el IVI;**

1. $\boldsymbol{IVI} = Ab + Fr + D$

Dónde:

IVI= Índice de Valor de Importancia %.

Ab= Abundancia relativa.

Fr= Frecuencia relativa.

D= Dominancia relativa.

Para calcularlo se deben seguir los siguientes pasos:

6.1. Abundancia

Es el número de individuos de cada especie por hectárea en relación con el número total de individuos, se distingue la **abundancia absoluta** (número de individuos por especie) y la **abundancia relativa**, proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema (Curtis y McIntosh, 1951; Lamprecht, 1990). **Abundancia absoluta (Aba)**. La abundancia absoluta se expresa como un porcentaje (100%=existencia de la especie en todas las parcelas). Número de individuos por especie con respecto al número total de individuos encontrados en el área de estudio (*ni*).

- ✓ **Las siguientes expresiones se consideraron para su estimación;**

1. $\boldsymbol{Ab} = \left(\frac{ni}{N}\right) * 100$ 2. $\boldsymbol{Abr} = \left(\frac{ni}{\sum_{i=1}^{ni} Ab}\right) * 100$

Dónde:

Ab= Abundancia absoluta %

Abr=Frecuencia relativa %

ni = número de individuos de la iésima especie

N = número de individuos totales en la muestra

6.2. Frecuencia.

Permite determinar el número de parcelas en que aparece una determinada especie, en relación con el total de parcelas inventariadas, o existencia o ausencia de una determinada especie en una parcela.

- ✓ **Se considera la siguiente expresión;**

1. $$\boldsymbol{FrA} = \left(\frac{Fi}{Ft}\right) * 100$$

Dónde:

FrA= Frecuencia absoluta %.

Fi= Número de muestra de ocurrencia de la especie.

FT= Número total de muestras.

6.3. Frecuencia relativa.

Se refiere al porcentaje de la frecuencia que aparece una especie en los muestreos. La frecuencia relativa de una especie se determina como su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies.

- ✓ **Se considera la siguiente expresión;**

1. $\boldsymbol{Fr} = \left(\frac{Fr.Ani}{Fr.AFt}\right) * 100$

Dónde:

Fr= Frecuencia relativa %

FrAni= Frecuencia absoluta de la iesima especie.

FrAFt= Total de frecuencias en el muestreo.

6.4. Dominancia.

Debido a que la estructura vertical de los bosques tropicales es compleja, regularmente se utiliza el área basal, debido a que existe una correlación lineal alta entre el diámetro de la copa y el fuste. Se relaciona con la proporción de cobertura de las especies como manifestación del espacio ocupado por ellas y se determina como la suma de las proyecciones horizontales de las copas de los árboles en el suelo. La **dominancia absoluta** es la sumatoria de las áreas básales de los individuos de una especie sobre el área especificada y expresada en metros². La **dominancia relativa** se refiere a la relación expresada en porcentaje entre la dominancia absoluta de una especie cualquiera y el total de las dominancias absolutas de las especies consideradas en el área inventariada.

- ✓ **Las siguientes expresiones se consideraron para su estimación;**

1. $\boldsymbol{Da} = \frac{G1}{Gt}$ 2. $\boldsymbol{Dr} = \left(\frac{DaS}{DaT}\right) * 100$

Dónde:

Da= Dominancia absoluta.

Gi= Área basal en m² para la iesima especie.

Gt= Área basal en m² de todas las especies.

Dr= Dominancia relativa %

DaS= Dominancia absoluta de una especie

DaT= Dominancia absoluta de todas las especies.

IV.2.2.2.3.3.1. Resultados del análisis estructural y biodiversidad vegetal en la Microcuenca (SAR).

IV.2.2.2.3.3.1.1. Índice de Valor de importancia (IVI), por estrato vegetal.

- ✓ **Estrato arbóreo**.

Se presentan los valores de importancia más elevados y en conjunto, **seis especies, representan un valor de importancia de 27.5%**. Estas corresponden a *B. simaruba,* 8.8%), F. *insipida* (4.5%), E*. capulí* (3.7%), *P. ellipticum, V. pyramidata* y *A. germinans* (3.5% respectivamente) (Tabla IV.37a; Grafico IV.4).

El diámetro normal, la densidad y la frecuencia en cada muestra, influyen en valores de importancia dentro de la comunidad, sin embargo, la variable que represento una mayor relevancia en este caso fue la frecuencia y está compuesta por 90 especies. Para la **estructura horizontal** (dominancia relativa), el IVI, sugiere que la comunidad arbórea es heterogénea en cuanto a la dominancia entre las especies, lo cual se refleja en el peso ecológico de cada una. Dichas características indican que la Selva Mediana Subcaducifolia en la Microcuenca, presenta un estado de desarrollo en etapa secundaria inicial o juvenil (Granados-Victorino, *et al*, 2017).

La estructura diamétrica registro individuos entre los 10 cm y una máxima de 140 cm, con una distribución de las categorías diamétricas continua. **La estructura horizontal**, presenta un comportamiento regular, ya que se observa una continuidad en las categorías diamétricas menores hasta mayores, con densidades altas en las más pequeñas y esta se reduce a medida que incrementa el diámetro (Grafico IV.4; Tabla IV.37b).

La estructura vertical, presenta un comportamiento normalizado, mostrando alturas más pequeñas en diámetros menores y se observa un incremento a medida que crece el diámetro (Grafico IV.5; Tabla IV.37b).

Se integra archivo Excel en digital donde se presenta la información Anexo

Tabla IV.37a. IVI por especie del **estrato arbóreo en la Microcuenca**.

NO.	SIMBOLO ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ALTURA MEDIA (m)	DIAMETRO MEDIO (m)	DOMINANCIA RELATIVA	DENSIDAD RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	I.V.I. (%)
1	Aa	*Acrocomia aculeata*	Cocoyul	10.0	33.6	1.4	0.3	0.6	0.79
2	Aad	*Amphipterygium adstringens*	Cuachalalate (espina)	7.1	17.2	0.4	0.5	0.6	0.52
3	Am	*Annona muricata*	Guanabo	6.3	10.7	0.1	1.0	0.3	0.46
4	As	*Annona squamosa*	Anona	4.8	9.6	0.1	0.4	0.3	0.26
5	Ap	*Apoplanesia paniculata*	Arco negro	6.7	12.0	0.2	1.5	0.6	0.77
6	Ac	*Ardisia compressa*	Capulin	6.5	13.5	0.1	0.2	0.3	0.21
7	Ar	*Ardisia revoluta*	Sp.1 (Hoja gruesa)	11.3	13.8	0.2	0.3	0.6	0.40
8	Aco	*Attalea cohune*	Palma/corozo	13.9	31.0	4.5	1.0	2.3	2.60
9	Ag	*Attalea guacuyule*	Corozo/Guacuyul	15.3	30.8	0.6	0.8	0.3	0.57
10	Bd	*Avicennia germinans*	Mangle negro, puyeque	7.6	11.3	0.5	8.0	1.9	3.47
11	Bm	*Bauhinia divaricata*	Pata de cabra	4.9	8.1	0.1	0.5	0.6	0.41
12	Bs	*Bonellia macrocarpa*	Amole/limoncillo (Bomelia)	5.6	12.3	0.4	0.2	1.3	0.65
13	Ba	*Bourreria superba*	Amapa blanca	10.0	23.1	0.8	0.3	0.6	0.57
14	Bb	*Brosimum alicastrum*	Capomo	15.3	28.9	4.6	1.2	2.6	2.77
15	Bsi	*Bursera bipinnata*	Copal santo (Copal)	5.5	13.9	0.2	0.3	0.6	0.40
16	Bc	*Bursera simaruba*	Papelillo (Papelillo rojo)	13.0	32.2	18.5	0.7	7.1	8.77
17	Co	*Byrsonima crassifolia*	Nanchi	10.4	23.0	0.3	3.0	0.3	1.21
18	Cc	*Cascabela ovata*	Cascabelillo, torito	6.3	12.6	0.3	0.2	1.0	0.50
19	Ce	*Casearia corymbosa*	Mataperro (Garrapatillo/latilla)	5.8	13.8	0.7	0.8	1.6	1.02
20	Cob	*Casimiroa edulis*	Zapote (Sapo)	13.0	22.3	0.3	0.6	0.3	0.41
21	Ca	*Cecropia obtusifolia*	Trompeta	12.5	22.8	1.0	0.3	1.0	0.75
22	Cal	*Ceiba aesculifolia*	Pochote	5.0	14.3	0.1	0.2	0.3	0.22
23	Ca	*Chamissoa altissima*	Cuamecate de agua	5.0	8.0	0.0	0.2	0.3	0.19
24	Ct	*Cnidoscolus aconitifolius*	Palo chicle	12.1	20.5	0.6	0.5	0.6	0.57
25	Cb	*Cnidoscolus tepiquensis*	Sp.2	8.5	22.3	1.8	0.5	1.3	1.22
26	Cv	*Coccoloba barbadensis*	Juan perez	10.5	19.7	1.0	0.6	1.3	0.99
27	Cn	*Cochlospermum vitifolium*	Rosa amarilla	8.8	13.4	0.6	1.0	1.6	1.05
28	Cel	*Cocos nucifera*	Palma de coco	14.5	30.2	1.2	0.8	0.6	0.86
29	Cd	*Cordia elaeagnoides*	Barcino	9.5	10.0	0.1	0.4	0.3	0.26
30	Cn	*Croton draco*	Croton	5.0	8.3	0.0	0.2	0.3	0.19
31	Cd	*Cryosophila nana*	Palmilla/Palmita	3.2	9.2	0.2	0.7	1.3	0.74
32	Cf	*Cupania dentata*	Cola pava (Arbol 5)	9.0	13.1	0.4	1.1	1.3	0.96

33	Dg	*Cynophalla flexuosa*	Margarito (Arbol 5)	9.5	13.0	0.1	2.6	0.3	1.00
34	Ep	*Dalbergia granadillo*	Granadillo (C. blanco)	14.0	9.0	0.1	0.2	0.3	0.19
35	Ec	*Entada polystachya*	Bejuco negro	9.0	10.0	0.1	0.2	0.3	0.20
36	El	*Enterolobium cyclocarpum*	Huanacaxtle	10.7	48.1	3.5	0.4	0.6	1.51
37	Em	*Erythrina lanata*	Colorin	8.0	18.5	0.8	0.3	1.0	0.70
38	Ec	*Erythroxylum mexicanum*	Palo chino	4.7	10.5	0.4	0.8	1.6	0.93
39	Fa	*Eugenia capuli*	Capulin de mayo (Arbol 7)	9.4	9.8	0.1	10.4	0.6	3.73
40	Fc	*Ficus aurea*	Amate (Estranguladora)	7.8	20.8	4.0	0.7	2.9	2.55
41	Fi	*Ficus crocata*	Chalata	1.7	8.0	0.0	0.2	0.3	0.19
42	Gp	*Ficus insipida*	Higuera blanca	21.5	76.5	12.7	0.2	0.6	4.50
43	Gu	*Guapira petenensis*	Sp.3 (Fruto morado)	8.3	19.0	0.2	3.2	0.3	1.24
44	Ge	*Guazuma ulmifolia*	Guásima	6.9	13.0	1.2	1.0	3.2	1.78
45	Gj	*Guettarda elliptica*	Negrito (Cascarillo)	6.0	11.7	0.4	0.8	1.6	0.97
46	Hp	*Gyrocarpus jatrophifolius*	Carne de perro (Rosa amarilla)	7.4	11.5	0.1	2.8	0.3	1.06
47	Hl	*Hamelia patens*	Coralillo (Hamelia)	6.0	18.3	0.5	0.2	0.6	0.45
48	Hpo	*Hintonia latiflora*	Copalquin (Hintonia)	8.6	20.1	0.5	0.9	0.6	0.68
49	Hc	*Hura polyandra*	Habillo (Haba)	7.0	14.6	0.4	1.6	1.0	0.99
50	Hl	*Hymenaea courbaril*	Guapinol	10.3	18.4	1.4	2.9	1.9	2.08
51	Ia	*Hyophorbe lagenicaulis*	Palma cuello de botella	7.0	31.8	1.3	0.3	0.6	0.75
52	Jm	*Ipomoea arborescens*	Cazahuate	6.0	8.0	0.0	0.2	0.3	0.19
53	Jc	*Jacaratia mexicana*	Bonete (Sp.5)	9.9	21.7	1.9	0.3	1.6	1.29
54	Lr	*Jatropha curcas*	Piñon (Sangregado/Sp.2)	5.9	12.7	0.4	1.2	1.3	0.99
55	Ll	*Laguncularia racemosa*	Mangle blanco	8.2	15.9	0.9	4.6	1.6	2.37
56	Lc	*Leucaena leucocephala*	Guaje	7.1	11.7	1.0	0.6	3.2	1.60
57	Ld	*Luehea candida*	Algodoncillo	7.5	11.9	0.8	1.7	2.6	1.67
58	Mt	*Lysiloma divaricatum*	Tepemezquite	10.5	12.9	1.1	0.9	3.2	1.74
59	Mi	*Maclura tinctoria*	Palo verde	5.0	11.4	0.1	0.2	0.3	0.20
60	Ma	*Mangifera indica*	Mango criollo	7.5	17.8	0.4	0.2	0.6	0.41
61	Np	*Matisia cordata*	Zapote	8.4	18.5	0.2	0.8	0.3	0.44
62	Og	*Morisonia americana*	Arbol del diablo (Morizonia)	9.0	8.6	0.0	0.2	0.3	0.19
63	Pa	*Neea psychotrioides*	Neea, palo pozole	6.5	13.2	0.2	0.2	0.6	0.36
64	Ppa	*Pachira aquatica*	Zapote de agua (Pochote)	10.8	22.2	1.2	0.4	1.0	0.85
65	Pc	*Pachycereus pecten-aboriginum*	Cardon	4.1	11.5	0.1	0.4	0.3	0.27
66	Pl	*Pisonia capitata*	Garabato	4.5	8.3	0.1	0.2	0.6	0.31
67	Pla	*Pithecellobium lanceolatum*	Guamuchilillo	8.2	18.2	1.1	5.8	1.6	2.83

68	Pt	*Platymiscium trifoliolatum*	Palo santo (Arbol 6/5/granadillo)	10.5	14.8	0.3	1.9	0.6	0.94
69	Pe	*Plumeria rubra*	Flor de mayo	8.3	20.7	0.9	0.2	1.0	0.69
70	Ps	*Pseudobombax ellipticum*	Clavellina (Clavellin/hoja ancha)	8.4	34.0	8.0	0.2	2.3	3.49
71	Qc	*Psidium sartorianum*	Arrayancillo (arrayan)	9.6	14.9	0.3	1.3	0.6	0.76
72	Qe	*Quercus elliptica*	Encino	12.1	25.0	0.8	6.5	0.6	2.65
73	Ra	*Randia armata*	Cruceta	5.2	9.6	0.2	0.2	1.3	0.59
74	Rm	*Rhizophora mangle*	Mangle rojo	7.2	11.2	0.2	2.1	0.6	0.96
75	Sl	*Sapium lateriflorum*	Mataiza	9.8	17.2	1.6	0.3	2.3	1.38
76	Sg	*Simarouba glauca*	Aceituno (Panalillo)	10.8	14.4	0.4	0.9	1.0	0.75
77	Sp	*Spondias purpurea*	Ciruelo	6.0	16.6	0.2	0.8	0.3	0.43
78	Sc	*Syzygium cumini*	Jambolan (Jarilla)	8.8	15.1	0.1	1.6	0.3	0.69
79	Tr	*Tabebuia rosea*	Amapa	13.0	16.0	0.2	0.2	0.3	0.23
80	Tc	*Terminalia catappa*	Almendro	7.5	9.3	0.1	0.4	0.3	0.26
81	Tm	*Trema micranthum*	Capulincillo (Trema)	5.5	12.5	0.1	0.6	0.3	0.34
82	Tt	*Trichilia trifolia*	Palo fierro (Arbol 3/Sp.4)	10.5	18.3	0.9	0.7	1.3	0.97
83	Tm	*Trichospermum mexicanum*	Algodoncillo	8.0	18.0	0.2	0.2	0.3	0.24
84	Uc	*Urera caracasana*	Ortiga de caballo (Quemadora)	6.8	11.9	1.0	1.0	3.2	1.74
85	Vc	*Vachellia campechiana*	Huinol (Guinol)	6.9	12.9	0.4	0.6	1.3	0.77
86	Vh	*Vachellia hindsii*	Jarretadera	10.1	12.7	0.8	0.8	2.3	1.28
87	Vp	*Vachellia pennatula*	Tepame	8.9	12.1	0.1	1.0	0.3	0.47
88	Vm	*Vitex mollis*	Agualamo	5.7	10.2	0.1	1.0	0.3	0.46
89	Vpy	*Vitex pyramidata*	Canelillo	8.8	20.4	4.2	1.4	4.9	3.49
90	Vt	*Vitis tiliifolia*	Cuamecate	8.2	11.0	0.2	0.4	0.6	0.40
				8.5	**17.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**

[11]IVI. Índice de Valor de Importancia; [1]DOM. Dominancia Relativa; [2]DEN. Densidad Relativa; [3]FREC. Frecuencia relativa.

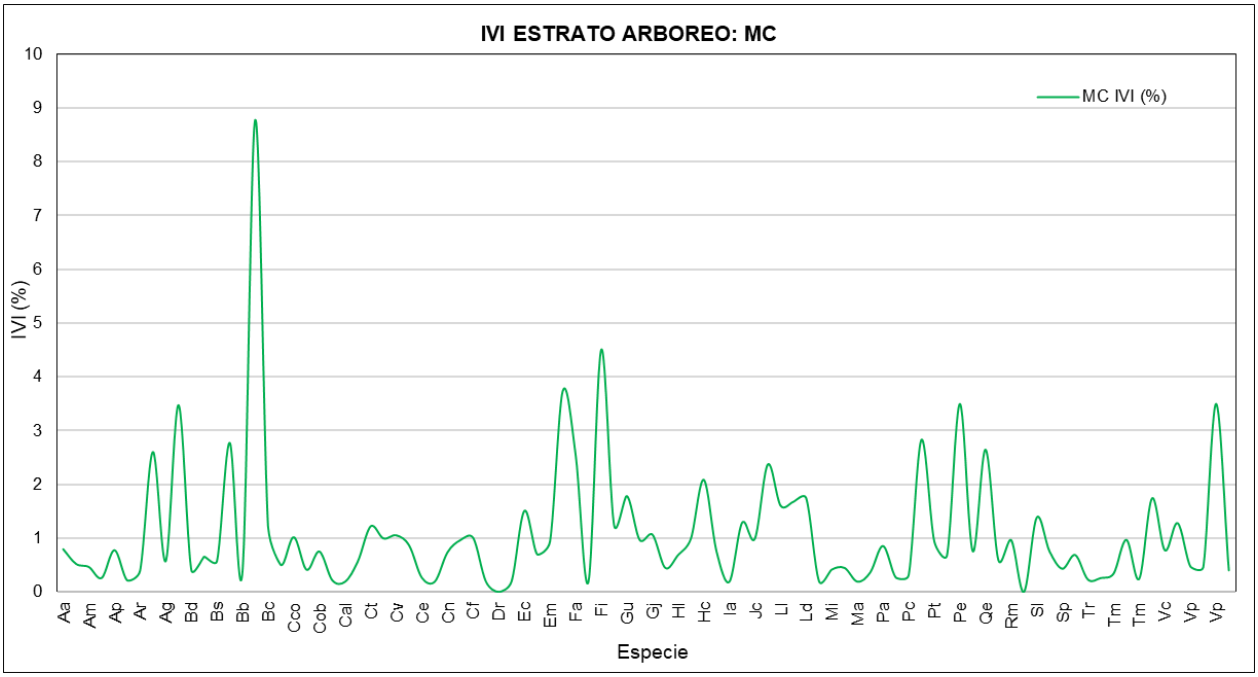


Gráfico IV.4. Valor de importancia por especie del estrato arbóreo en la Microcuenca.

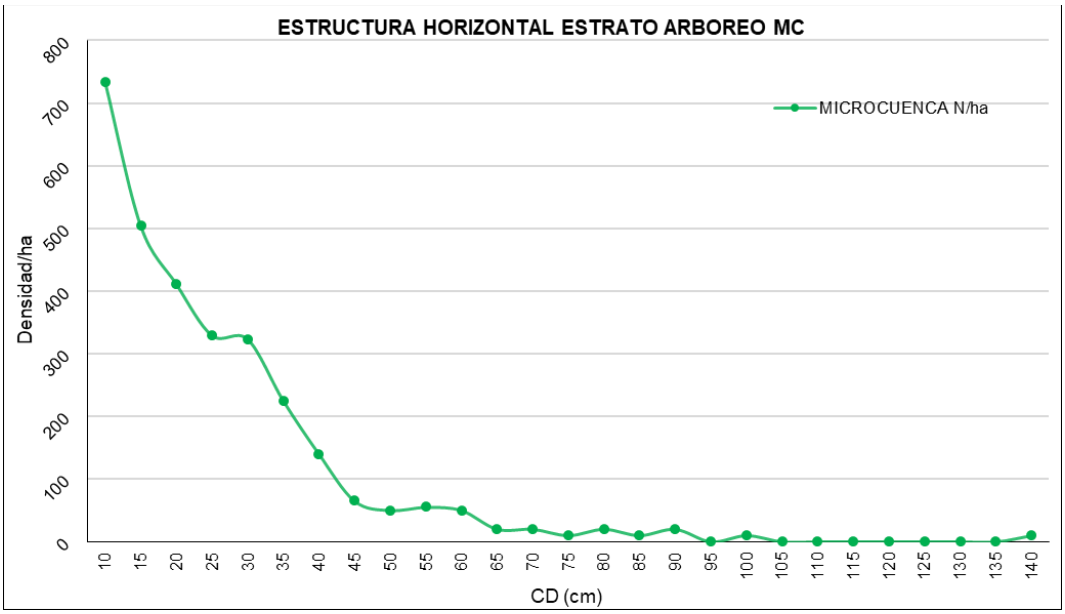


Gráfico IV.5. Estructura horizontal arbórea (densidad/ha por categoría diamétrica).

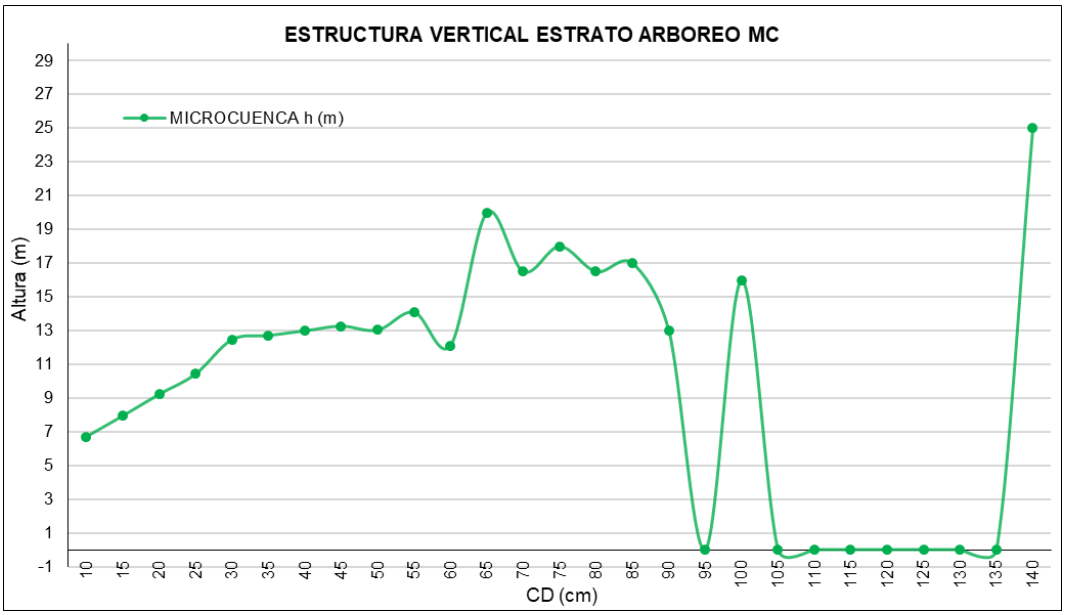


Gráfico IV.6. Estructura vertical arbórea (altura por la categoría diamétrica).

Se puede interpretar que la **comunidad arbórea de la Microcuenca** presenta individuos en etapa juvenil, y demostrando que en las categorías pequeñas (<35 cm) existe un mayor desarrollo, el resto de las categorías presenta una distribución similar. Presenta ausencia de categorías diamétricas de 95 a 105-135 (Tabla IV.37b).

Tabla IV.37b. Estructura **horizontal y vertical** del estrato arbóreo en la Microcuenca.

CD MEDIO (Cm)	ALT. (m)	DENSIDAD ha
10	6.7	734
15	7.9	504
20	9.2	411
25	10.4	329
30	12.5	323
35	12.7	225
40	13.0	140
45	13.3	65
50	13.0	50
55	14.1	55
60	12.1	50
65	20.0	20
70	16.5	20
75	18.0	10
80	16.5	20
85	17.0	10
90	13.0	20
100	16.0	10
140	25.0	10

El diámetro normal se considera como un indicador de que la estructura horizontal, presenta un equilibrio en cuanto a la conformación de una población heterogénea, la cual si presenta esta característica para la Microcuenca (Beltran-Rodriguez *et al*., 2018). Mientras que la estructura vertical, demuestra que la comunidad arbórea presenta varios niveles de cobertura desde individuos jóvenes hasta otros adultos.

- ✓ **El estrato arbustivo y/o sotobosque**

En este estrato se compone por 83 especies, destacando por su **mayor peso ecológico *A. germinans* (8.53%), *U. caracasana* (3.89%), *L. racemosa* (3.52%), *L. candida* (3.24%) y *L. lanceolata* (3.13%)**, sumando en conjunto de 22.30%. Se muestran que los valores del IVI, para el resto de las especies son similares, encontrándose entre un rango de 0.17 a 3.13 % (Tabla IV.37c; Grafico IV.7).

Registrando una densidad promedio de 15,960 individuos por hectárea. Para la **estructura horizontal** se compone por individuos jóvenes con diámetros que oscilan entre 1 y 7 cm, (Grafico IV.8; Tabla IV.37d). La curva de distribución del número de individuos por categoría diamétrica representa un mejor desarrollo en la categoría (3 cm), mientras que sucede lo contrario, tanto en las más pequeñas, como en las mayores, esto indica que probablemente, este estrato ha estado sufriendo modificaciones significativas. Mientras que el comportamiento de la **estructura vertical**, indica un desarrollo normalizado, incrementando la altura a medida que crece el diámetro (Grafico IV.9; Tabla IV.37d).

Tabla IV.37c. Valores estimados del IVI por especie del **estrato arbustivo** en la Microcuenca.

NO.	SIMBOLO ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ALTURA MEDIA (m)	DIAMETRO MEDIO (m)	DOMINANCIA RELATIVA	DENSIDAD RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	I.V.I. (%)
1	Am	*Annona muricata*	Guanabo	2.3	2.1	0.1	0.5	0.3	0.31
2	Ap	*Apoplanesia paniculata*	Arco negro	4.5	3.4	0.5	1.7	0.7	0.95
3	Ar	*Ardisia revoluta*	Sp.1 (Hoja gruesa)	5.0	3.5	0.5	0.6	0.7	0.60
4	Ag	*Avicennia germinans*	Mangle negro (puyeque)	4.2	3.3	0.9	23.3	1.4	8.53
5	Bd	*Bauhinia divaricata*	Pata de cabra	3.7	3.8	3.3	1.2	3.8	2.77
6	Bm	*Bonellia macrocarpa*	Amole/limoncillo (Bomelia)	1.8	2.3	0.3	0.3	0.7	0.40
7	Ba	*Brosimum alicastrum*	Capomo	3.0	2.8	0.2	0.4	0.3	0.29
8	Bs	*Bursera simaruba*	Papelillo (Papelillo rojo)	4.6	4.9	3.3	0.6	2.1	1.97
9	Bc	*Byrsonima crassifolia*	Nanchi	4.0	2.5	0.1	0.1	0.3	0.20
10	Co	*Cascabela ovata*	Cascabelillo (Torito)	3.8	4.1	1.1	0.3	1.0	0.82
11	Cc	*Casearia corymbosa*	Mataperro (Latilla/Garrapatillo)	3.7	3.1	2.7	1.8	4.8	3.09
12	Ci	*Celtis iguanaea*	Garabato	3.7	3.9	0.9	0.4	1.0	0.77
13	Ca	*Chamissoa altissima*	Cuamecate de agua	4.6	4.4	0.7	0.6	0.7	0.69
14	Cau	*Citrus aurantifolia*	Limon	2.8	3.7	0.3	0.3	0.3	0.29
15	Cs	*Clusia salvinii*	Flor de canela (Clusia)	2.9	3.2	0.9	1.6	1.4	1.29
16	Ct	*Cnidoscolus tepiquensis*	Sp.2	3.1	3.7	0.3	0.6	0.3	0.41
17	Cb	*Coccoloba barbadensis*	Juan perez (Hoja verde)	5.3	4.8	1.5	0.3	1.0	0.96
18	Cv	*Cochlospermum vitifolium*	Rosa amarilla	5.2	7.0	1.9	0.3	0.7	0.94
19	Cm	*Comocladia macrophylla*	Hincha huevos	4.5	4.0	2.9	0.5	2.7	2.07
20	Cd	*Croton draco*	Drago (Croton)	3.1	2.7	0.3	0.3	0.7	0.43
21	Cn	*Cryosophila nana*	Palmilla (Palmita)	2.2	5.2	1.1	0.6	0.7	0.78
22	Cde	*Cupania dentata*	Cola pava (Arbol 5)	5.6	4.9	2.6	0.7	1.7	1.66
23	Cf	*Cynophalla flexuosa*	Margarito (Arbol 5)	1.6	1.7	0.1	1.1	0.3	0.51
24	Dg	*Dalbergia granadillo*	Granadillo	3.6	3.3	0.7	0.6	1.0	0.78
25	Ep	*Entada polystachya*	Bejuco prieto (Liana b/cuamecate negro)	4.6	3.7	1.7	0.7	2.1	1.49
26	Ec	*Enterolobium cyclocarpum*	Huanacaxtle	5.4	5.1	1.1	0.2	0.7	0.64
27	El	*Erythrina lanata*	Colorin	4.1	4.6	2.0	0.1	1.4	1.18
28	Em	*Erythroxylum mexicanum*	Palo chino	4.4	4.5	2.2	0.8	1.7	1.59
29	Eca	*Eugenia capuli*	Capulin de mayo (Arbol 7)	5.1	3.7	0.9	2.1	1.0	1.34
30	Et	*Euphorbia tithymaloides*	Candelilla (Lechosillo/1)	3.5	3.3	1.3	2.3	2.1	1.87
31	Fc	*Ficus aurea*	Amate (Estranguladora)	4.5	3.6	0.2	0.8	0.3	0.45
32	Gp	*Guapira petenensis*	Sp.3 (Fruto morado)	4.6	4.7	0.4	0.6	0.3	0.47

33	Gu	*Guazuma ulmifolia*	Guásima	5.0	6.1	4.4	0.3	2.1	2.27
34	Gj	*Gyrocarpus jatrophifolius*	Carne de perro (Rosa amarilla)	3.6	3.5	2.1	1.4	2.7	2.08
35	Hp	*Hamelia patens*	Coralillo (Amelia, Esp. 1)	3.1	3.2	1.8	0.5	2.4	1.57
36	Hpa	*Heliocarpus pallidus*	Cuaulote (Majaguilla)	3.0	3.4	0.2	0.5	0.3	0.36
37	Hl	*Hintonia latiflora*	Copalquin (Hintonia)	4.5	4.2	0.9	0.3	0.7	0.61
38	Hpo	*Hura polyandra*	Habillo (Haba)	3.4	3.9	0.9	0.9	1.0	0.93
39	Hc	*Hymenaea courbaril*	Guapinol	4.7	4.1	1.0	2.6	1.0	1.56
40	Hla	*Hyophorbe lagenicaulis*	Palma cuello de botella	4.0	6.4	0.8	0.3	0.3	0.46
41	Jm	*Jacaratia mexicana*	Bonete	1.9	2.3	0.1	0.1	0.3	0.19
42	Jc	*Jatropha curcas*	Piñon (Sangregado/Sp.2)	3.7	4.9	3.5	0.8	2.4	2.23
43	Lr	*Laguncularia racemosa*	Mangle blanco	3.8	3.4	0.7	8.8	1.0	3.52
44	Ll	*Leucaena lanceolata*	Guaje	4.9	4.6	5.0	0.6	3.8	3.13
45	Lle	*Leucaena leucocephala*	Guajillo	4.8	4.0	1.0	0.3	1.0	0.77
46	Lc	*Luehea candida*	Algodoncillo	4.4	4.4	4.4	1.6	3.8	3.24
47	Ld	*Lysiloma divaricatum*	Tepemezquite	5.0	4.1	1.7	1.0	1.7	1.46
48	Mi	*Mangifera indica*	Mango	1.6	1.5	0.0	0.1	0.3	0.17
49	Cx	*Miconia xalapensis*	Capulin	5.1	3.3	0.2	0.6	0.3	0.39
50	Ma	*Morisonia americana*	Arbol del diablo (Morizonia)	2.5	2.1	0.1	0.3	0.3	0.23
51	Mc	*Myrsine coriacea*	Sp. 7	4.5	6.0	0.7	0.1	0.3	0.39
52	Nh	*Nectandra hihua*	Sp. 8	4.5	6.5	0.8	0.1	0.3	0.43
53	Np	*Neea psychotrioides*	Neea (Palo pozole)	3.8	3.2	0.6	3.1	1.0	1.60
54	Pa	*Piper amalago*	Cordoncillo (Piper)	3.4	2.7	0.6	0.5	1.4	0.84
55	Pac	*Pisonia aculeata*	Uña de gato	4.0	6.7	0.9	0.1	0.3	0.45
56	Pc	*Pisonia capitata*	Garabato	4.1	4.4	2.1	0.5	1.7	1.44
57	Pd	*Pithecellobium dulce*	Guamuchil	5.6	5.0	1.4	0.9	1.0	1.12
58	Pl	*Pithecellobium lanceolatum*	Guamuchilillo	3.2	3.2	0.6	2.3	1.0	1.33
59	Pla	*Platymiscium trifoliolatum*	Palo santo (Arbol 6/5/granadillo)	4.9	4.1	0.7	1.1	0.7	0.80
60	Pr	*Plumeria rubra*	Flor de mayo	2.5	3.0	0.2	0.3	0.3	0.26
61	Pce	*Pristimera celastroides*	Cuamecate canserino	6.5	4.9	1.0	0.1	0.7	0.61
62	Pe	*Pseudobombax ellipticum*	Clavellina (Clavellin/hoja ancha)	3.7	4.1	0.7	0.4	0.7	0.58
63	Ps	*Psidium sartorianum*	Arrayan	5.6	4.6	1.3	0.2	1.0	0.85
64	Qe	*Quercus elliptica*	Encino	4.3	5.5	1.2	0.4	0.7	0.76

65	Rac	*Randia aculeata*	Crucecita (Crusillo)	2.0	1.2	0.1	0.4	1.0	0.51
66	Ra	*Randia armata*	Cruceta (Cruceto)	3.4	2.5	1.9	1.2	4.8	2.62
67	Rm	*Rhizophora mangle*	Mangle rojo	4.0	3.6	1.1	4.4	1.4	2.26
68	Sl	*Sapium lateriflorum*	Mataiza	3.1	3.5	1.1	0.3	1.4	0.93
69	St	*Serjania triquetra*	Bejuco tres costillas (Tres costilla)	4.5	4.0	0.3	0.3	0.3	0.30
70	Sg	*Simarouba glauca*	Aceituno (Panalillo)	4.1	3.3	0.2	2.0	0.3	0.85
71	Sp	*Spondias purpurea*	Ciruelo	4.2	5.8	0.7	0.8	0.3	0.59
72	Sc	*Syzygium cumini*	Jambolan (Jarilla)	2.8	2.8	0.2	5.9	0.3	2.13
73	Tr	*Tabebuia rosea*	Amapa	7.0	5.7	0.6	0.1	0.3	0.37
74	Tc	*Terminalia catappa*	Almendro	4.2	4.3	0.4	0.6	0.3	0.45
75	Tm	*Trema micrantha*	Trema	5.0	2.8	0.2	0.1	0.3	0.21
76	Tt	*Trichilia trifolia*	Palo fierro (trifolia-SP4-Arbol3)	4.0	3.9	2.0	2.8	2.1	2.29
77	Uc	*Urera caracasana*	Ortiga de caballo (Quemadora)	3.8	4.2	5.5	1.0	5.2	3.89
78	Vc	*Vachellia campechiana*	Huinol (Guinol)	4.8	5.3	1.2	0.6	0.7	0.81
79	Vh	*Vachellia hindsii*	Jarretadera	4.9	3.9	1.9	1.0	2.1	1.68
80	Vp	*Vachellia pennatula*	Tepame	7.0	6.0	0.7	0.1	0.3	0.39
81	Vm	*Vitex mollis*	Agualamo	5.0	6.5	0.8	0.1	0.3	0.43
82	Vpy	*Vitex pyramidata*	Canelillo	3.4	3.3	0.9	0.7	1.4	0.97
83	Vt	*Vitis tiliifolia*	Bejuco blanco (Coamecate)	5.4	4.3	1.7	0.6	1.4	1.20
				4.1	**4.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**

[11]IVI. Índice de Valor de Importancia; [1]DOM. Dominancia Relativa; [2]DEN. Densidad Relativa; [3]FREC. Frecuencia relativa.

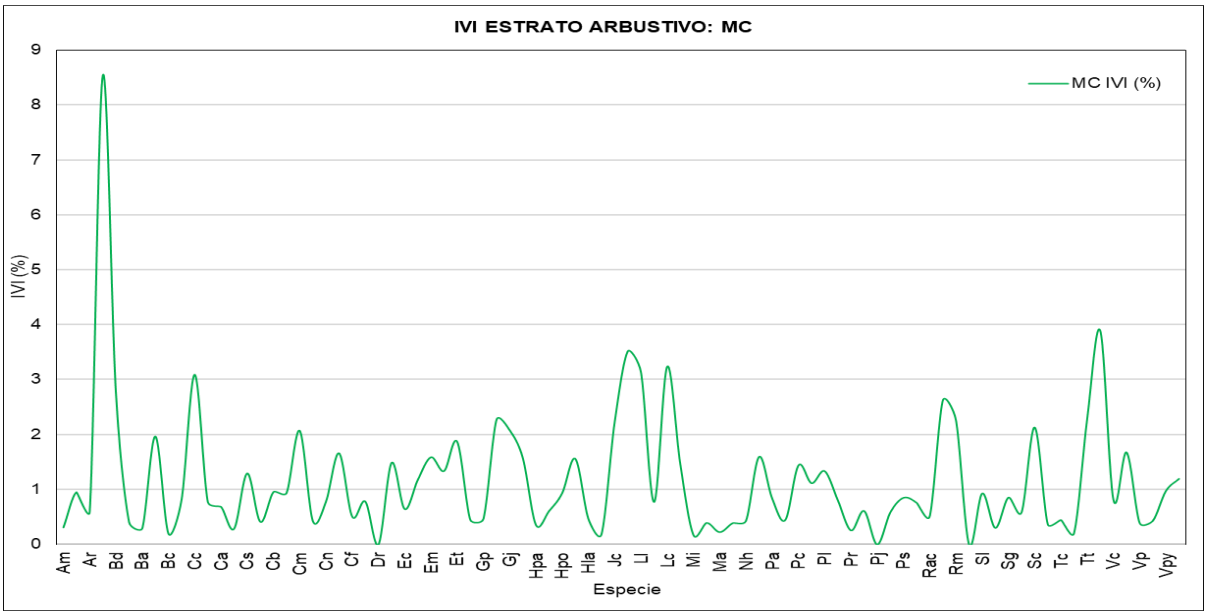


Gráfico IV.7. Valor de importancia por especie del estrato arbustivo en la Microcuenca

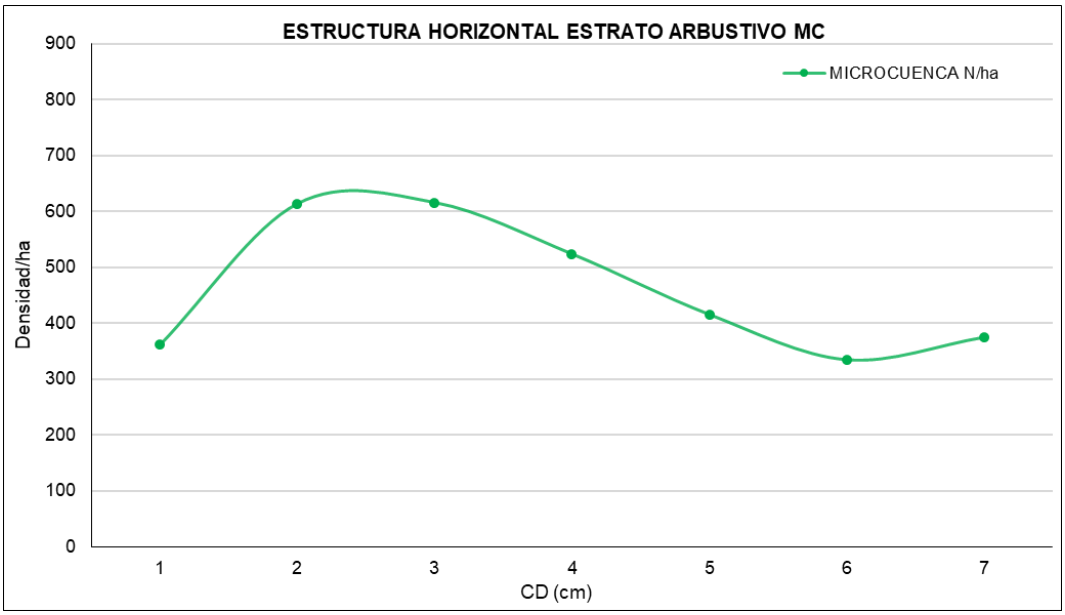


Gráfico IV.8. Estructura horizontal arbustiva (densidad/ha por categoría diamétrica).

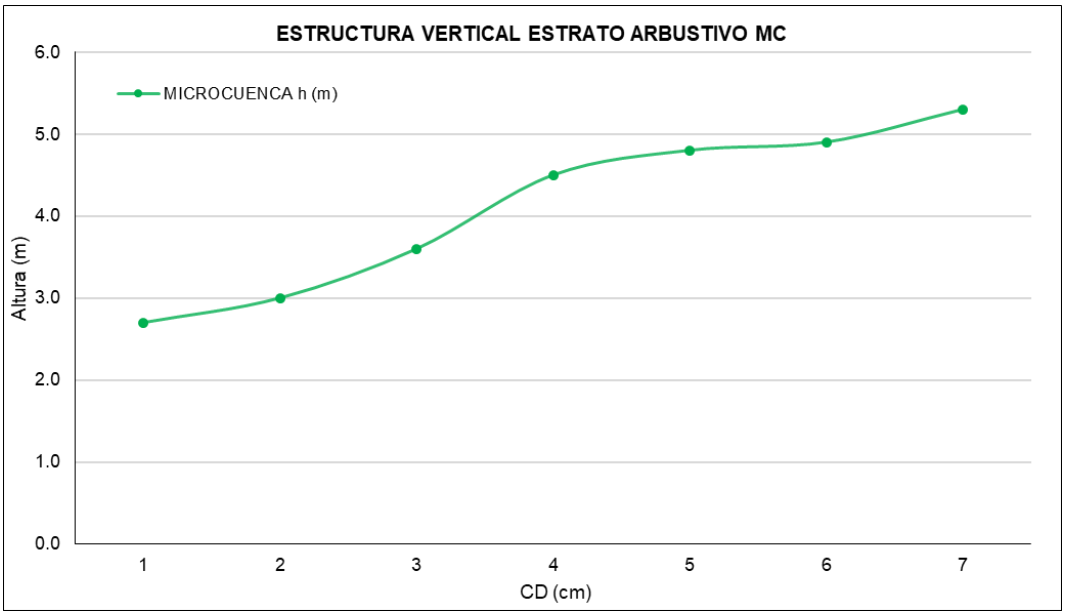


Gráfico IV.9. Estructura vertical arbustiva (altura por la categoría diamétrica).

Tabla IV.37d. Estructura **horizontal y vertical** del estrato arbustivo en la Microcuenca.

CD	ALT.	DENSIDAD
MEDIO (Cm)	(m)	ha
1	2.7	362
2	3.0	614
3	3.6	616
4	4.5	524
5	4.8	416
6	4.9	335
7	5.3	375

✓ Estrato herbáceo

El estrato es muy abundante donde se registró y con una composición muy dispersa. Las especies con mayor peso ecológico fueron M*. arundinacea*, seguido por S*. pallescens,* y *H. insularis* con valores de 8.6, 7.6 y 7.5% respectivamente (Tabla IV.37e; Grafico IV.10).

Tabla 37e. Valores estimados del **IVI por especie del estrato herbáceo** en la Microcuenca.

NO.	SIMBOLO ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ALTURA MEDIA (m)	DIAMETR MEDIO (m)	DOM RELATIVA	DEN RELATIVA	FREC RELATIVA	I.V.I. (%)
1	Ai	*Acalypha alopecuroidea*	Acalifa	0.24	0.16	1.08	0.8	1.4	1.1
2	Aa	*Adiantum amplum*	Palmita	0.45	0.13	0.71	0.8	1.4	1.0
3	Ag	*Ageratina glabrata*	Chamiza (Ageratina)	0.39	0.13	2.99	4.1	4.2	3.7
4	Cp	*Centrosema plumieri*	Gallito (Trompillo)	0.18	0.10	0.38	1.6	1.4	1.1
5	Cd	*Commelina diffusa*	Hierba del pollo	0.21	0.38	6.11	4.1	1.4	3.8
6	Do	*Desmodium tortuosum*	Cadillo (Desmodium)	0.18	0.12	0.61	1.6	1.4	1.2
7	Dd	*Dorstenia drakena*	Gallitos	0.11	0.07	0.48	5.3	2.8	2.8
8	Er	*Echinopepon racemosus*	Sp.4 (H4)	0.24	0.11	1.10	0.8	2.8	1.6
9	Ei	*Elytraria imbricata*	Cordeoncillo (H2)	0.15	0.09	2.05	3.4	8.3	4.6
10	Hi	*Henrya insularis*	Hierba del toro (Henrya/H1)	0.28	0.14	5.79	6.9	9.7	7.5
11	Ib	*Ipomoea batatas*	Camote morado	0.17	0.15	4.50	2.6	5.6	4.2
12	Ip	*Ipomoea purpurea*	Campanilla morada (H3/quebra platos)	0.22	0.31	14.39	1.9	4.2	6.8
13	Lv	*Lygodium venustum*	Helecho	0.11	0.06	0.17	10.5	1.4	4.0
14	Ma	*Maranta arundinacea*	Colomo (Hoja ancha)	0.25	0.15	10.18	3.0	12.5	8.6
15	Mm	*Megathyrsus maximus*	Camalote (Guinea)	0.71	0.33	4.57	5.7	1.4	3.9
16	Md	*Melampodium divaricatum*	Acahual amarillo (Crocata)	0.55	0.46	8.95	0.8	1.4	3.7
17	Ma	*Mimosa albida*	Dormilona mayor	0.26	0.11	0.51	1.6	1.4	1.2
18	Mp	*Mimosa pudica*	Dormilona	0.17	0.10	0.44	3.2	1.4	1.7
19	Ob	*Oplismenus burmanni*	Pasto africanno (Zacate)	0.20	0.11	3.24	4.7	6.9	5.0
20	Ph	*Parthenium hysterophorus*	Hierba del golpe	0.28	0.19	1.53	0.8	1.4	1.2
21	Pf	*Paullinia fuscescens*	Aquiste (Paullinia/H espinoza)	0.18	0.13	1.32	1.2	2.8	1.8
22	Pt	*Paullinia tomentosa*	Brbasco (H5)	0.40	0.32	4.20	1.6	1.4	2.4
23	Pa	*Petiveria alliacea*	Carrizo silvestre (Carricillo)	0.48	0.20	11.36	1.4	5.6	6.1
24	Rb	*Ruellia blechum*	Camaron (H-1)	0.06	0.05	0.10	9.7	1.4	3.7
25	Sl	*Salvia lavanduloides*	Alucema (Chia)	0.18	0.13	0.76	4.1	1.4	2.1
26	Sp	*Selaginella pallescens*	Doradilla	0.09	0.04	0.58	13.8	8.3	7.6
27	Sa	*Sida acuta*	Escoba (Malva)	0.35	0.19	5.42	2.7	4.2	4.1
28	Xr	*Xanthosoma robustum*	Hoja elegante (H-2)	0.29	0.27	6.47	1.2	2.8	3.5
				0.26	**0.17**	**100.00**	**100.0**	**100.0**	**100**

[11]IVI. Índice de Valor de Importancia; [1]DOM. Dominancia Relativa; [2]DEN. Densidad Relativa; [3]FREC. Frecuencia relativa.

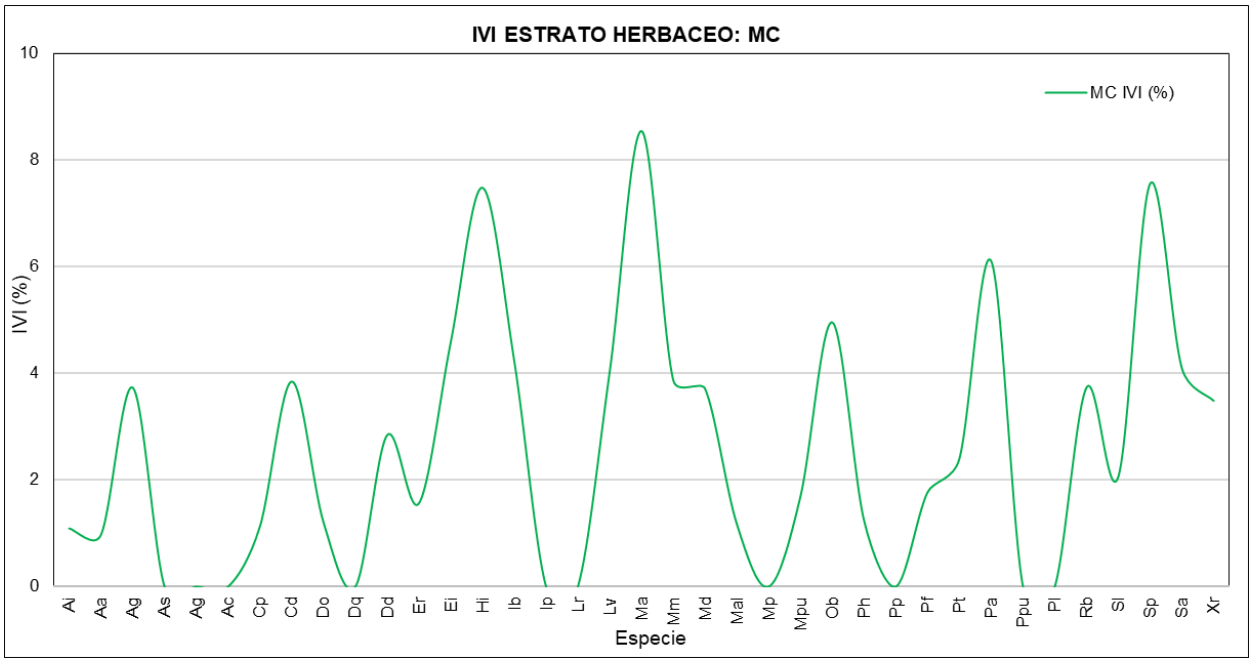


Gráfico IV.10. Valor de importancia por especie del estrato herbáceo en la Microcuenca.

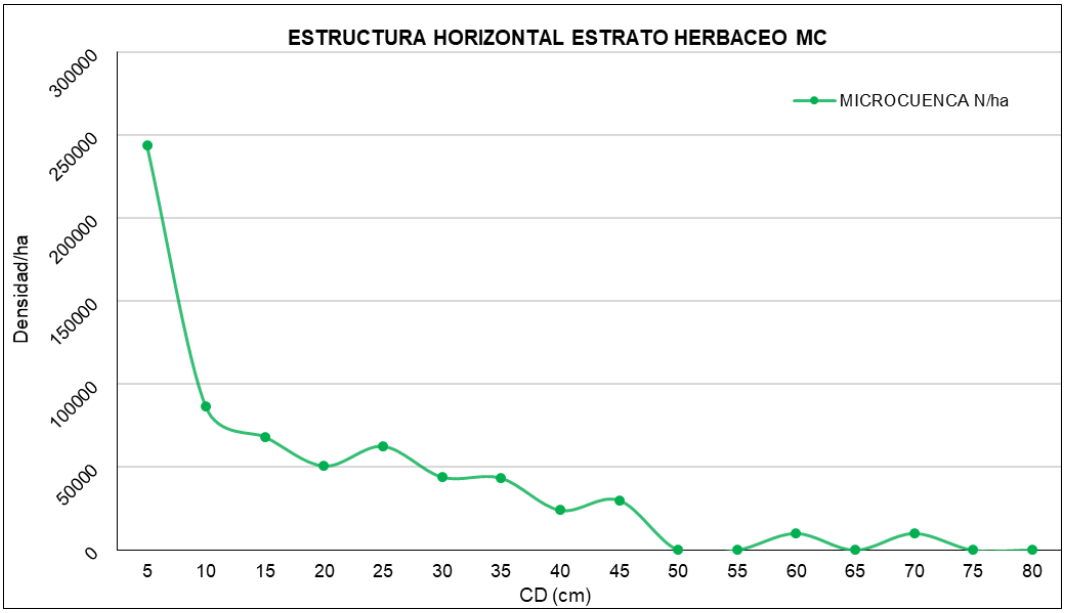


Gráfico IV.11. Estructura horizontal herbácea (densidad/ha por categoría diamétrica).

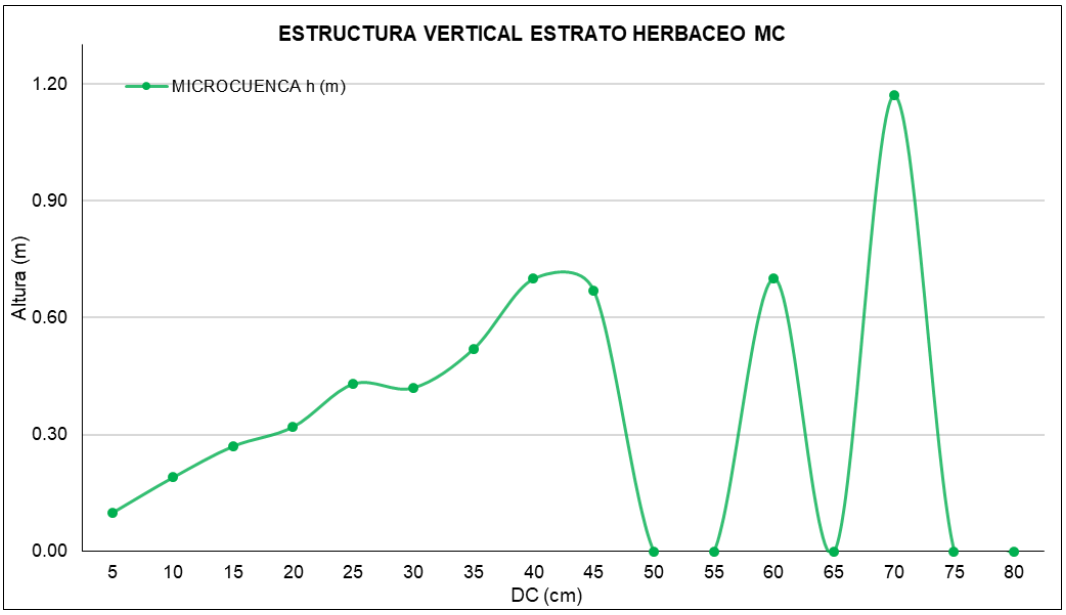


Gráfico IV.12. Estructura vertical herbácea (altura por la categoría diamétrica).

Se observa que la relación del diámetro de copa, con la densidad y altura, representan una distribución normal en cuanto a la distribución de individuos y el continuo crecimiento en altura a medida que crece el diámetro de copa (Grafico IV.11 y IV.12).

Tabla IV.37f. Estructura **horizontal y vertical** del estrato herbáceo de la Microcuenca.

DC	ALT.	DENSIDAD
MEDIO (Cm)	(Cm)	ha
5	0.10	243500
10	0.19	86154
15	0.27	68250
20	0.32	50667
25	0.43	62500
30	0.42	44000
35	0.52	43333
40	0.70	24000
45	0.67	30000
60	0.70	10000
70	1.17	10000

IV.2.2.2.3.3.1.2. Diversidad arbórea, arbustiva y herbácea de la Microcuenca (SAR).

1. Riqueza especifica (Alfa).

La riqueza específica fue de **90 especies** en el **estrato arbóreo**, distribuidas en **39 familias (Anexo 2.2.4 digital)**. La mejor representada fue la familia Fabaceae (14 especies), seguida por Malvaceae (7 especies), Moraceae (5 especies) y Euphorbiaceae, Arecaceae con 6 especies cada una (Tabla 48a). Dichos resultados son similares a lo registrado en estudios en Selvas medianas en México en cuanto al número de familias (Tabasco 51 especies y 25 familias, Campeche 79 especies y 30 familias, Veracruz 98 especies y 35 familias, Puebla 50 especies y 24 familias).

Estos resultados nos indican que la condición del estrato arbóreo en la Microcuenca presenta un grado de conservación bueno y a un grado de riqueza alta (Zamora-Crescencio *et al*., 2020; Beltran-Rodriguez *et al*., 2018; Granados-Victorino *et al*. 2017; Maldonado-Sánchez y Maldonado-Mares, 2010; Cruz, 2013).

Se registro un total **de 83 especies en el Estrato arbustivo**, en 41 familias. De la misma manera la familia Fabaceae presento un mayor número de especies (16), seguido por la familia Euphorbiacea con 6 especies, Rubiaceae con 5 especies y Malvaceae, Nyctaginaceae con especies cada una (Tabla 38a). El **estrato herbáceo*,*** registró 28 especies, distribuidas en 19 familias. Siendo la más representativa la familia Fabaceae 4, Acanthaceae con 3 especies y Asteraceae, Convolvulaceae, Poaceae, Sapindaceae 2 especies cada una (Tabla IV.38a).

En cuanto a la evaluación de la comunidad vegetal de la Microcuenca registra un total de 133 especies distribuidas en los tres estratos y formando parte de 53 familias (Tabla IV.38a).

Tabla IV.38a. **Listado florístico** de especies por tipo de vida en la Microcuenca.

NO.	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO ENCONTRADO
1	Euphorbiaceae	*Acalypha alopecuroidea*	Acalifa	Herbaceo
2	Arecaceae	*Acrocomia aculeata*	Cocoyul	Arboreo
3	Pteridaceae	*Adiantum amplum*	Palmita	Herbaceo
4	Asteraceae	*Ageratina glabrata*	Chamiza (Ageratina)	Herbaceo
5	Anacardiaceae	*Amphipterygium adstringens*	Cuachalalate (espina)	Arboreo
6	Annonaceae	*Annona muricata*	Guanabo	Arboreo/sotobosque
7	Annonaceae	*Annona squamosa*	Anona	Arboreo
8	Fabaceae	*Apoplanesia paniculata*	Arco negro	Arboreo/sotobosque
9	Primulaceae	*Ardisia compressa*	Capulin	Arboreo
10	Primulaceae	*Ardisia revoluta*	Sp.1 (Hoja gruesa)	Arboreo/sotobosque
11	Arecaceae	*Attalea cohune*	Palma/corozo	Arboreo
12	Arecaceae	*Attalea guacuyule*	Corozo/Guacuyul	Arboreo
13	Acanthaceae	*Avicennia germinans*	Mangle negro (puyeque)	Arboreo/sotobosque
14	Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Pata de cabra	Arbustivo
15	Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Amole/limoncillo (Bomelia)	Arboreo/sotobosque
16	Boraginaceae	*Bourreria superba*	Amapa blanca	Arboreo
17	Moraceae	*Brosimum alicastrum*	Capomo	Arboreo/sotobosque
18	Burseracea	*Bursera bipinnata*	Copal santo (Copal)	Arboreo
19	Burseracea	*Bursera simaruba*	Papelillo (Papelillo rojo)	Arboreo/sotobosque
20	Malpighiaceae	*Byrsonima crassifolia*	Nanchi	Arbustivo
21	Apocynaceae	*Cascabela ovata*	Cascabelillo (Torito)	Arbustivo
22	Salicaceae	*Casearia corymbosa*	Mataperro (Latilla/Garrapatillo)	Arboreo/sotobosque
23	Rutaceae	*Casimiroa edulis*	Zapote (Sapo)	Arboreo
24	Urticaceae	*Cecropia obtusifolia*	Trompeta	Arboreo
25	Malvaceae	*Ceiba aesculifolia*	Pochote	Arboreo
26	Cannabaceae	*Celtis iguanaea*	Garabato	Arbustivo
27	Fabaceae	*Centrosema plumieri*	Gallito (Trompillo)	Herbaceo
28	Amaranthaceae	*Chamissoa altissima*	Cuamecate de agua	Bejuco
29	Rutaceae	*Citrus aurantifolia*	Limon	Arboreo/sotobosque
30	Clusiaceae	*Clusia salvinii*	Flor de canela (Clusia)	Arboreo/sotobosque
31	Euphorbiaceae	*Cnidoscolus aconitifolius*	Palo chicle	Arboreo
32	Euphorbiaceae	*Cnidoscolus tepiquensis*	Sp.2	Arboreo/sotobosque
33	Polygonaceae	*Coccoloba barbadensis*	Juan perez (Hoja verde)	Arboreo/sotobosque
34	Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	Rosa amarilla	Arboreo/sotobosque
35	Arecaceae	*Cocos nucifera*	Palma de coco	Arboreo
36	Commelinaceae	*Commelina diffusa*	Hierba del pollo	Herbaceo
37	Anacardiaceae	*Comocladia macrophylla*	Hincha huevos	Arboreo/sotobosque
38	Boraginaceae	*Cordia elaeagnoides*	Barcino	Arboreo
39	Euphorbiaceae	*Croton draco*	Drago (Croton)	Arbustivo
40	Arecaceae	*Cryosophila nana*	Palmilla (Palmita)	Arbustivo
41	Sapindaceae	*Cupania dentata*	Cola pava (Arbol 5)	Arboreo/sotobosque

42	Capparaceae	*Cynophalla flexuosa*	Margarito (Arbol 5)	Arboreo/sotobosque
43	Fabaceae	*Dalbergia granadillo*	Granadillo (C. blanco)	Arboreo/sotobosque
44	Fabaceae	*Desmodium tortuosum*	Cadillo (Desmodium)	Herbaceo
45	Moraceae	*Dorstenia drakena*	Gallitos	Herbaceo
46	Cucurbitaceae	*Echinopepon racemosus*	Sp.4 (H4)	Herbaceo
47	Acanthaceae	*Elytraria imbricata*	Cordeoncillo (H2)	Herbaceo
48	Fabaceae	*Entada polystachya*	Bejuco prieto (Liana b/cuamecate negro)	Bejuco
49	Fabaceae	*Enterolobium cyclocarpum*	Huanacaxtle	Arboreo/sotobosque
50	Fabaceae	*Erythrina lanata*	Colorin	Arboreo/sotobosque
51	Erythroxylaceae	*Erythroxylum mexicanum*	Palo chino	Arboreo/sotobosque
52	Myrtaceae	*Eugenia capuli*	Capulin de mayo (Arbol 7)	Arboreo/sotobosque
53	Euphorbiaceae	*Euphorbia tithymaloides*	Candelilla (Lechosillo/1)	Arbustivo
54	Moraceae	*Ficus aurea*	Amate (Estranguladora)	Arboreo/sotobosque
55	Moraceae	*Ficus crocata*	Chalata	Arboreo
56	Moraceae	*Ficus insipida*	Higuera blanca	Arboreo
57	Nyctaginaceae	*Guapira petenensis*	Sp.3 (Fruto morado)	Arboreo/sotobosque
58	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guásima	Arboreo/sotobosque
59	Rubiaceae	*Guettarda elliptica*	Negrito (Cascarillo)	Arboreo
60	Hernandiaceae	*Gyrocarpus jatrophifolius*	Carne de perro (Rosa amarilla)	Arboreo/sotobosque
61	Rubiaceae	*Hamelia patens*	Coralillo (Amelia, Esp. 1)	Arboreo/sotobosque
62	Malvaceae	*Heliocarpus pallidus*	Cuaulote (Majaguilla)	Arboreo
63	Acanthaceae	*Henrya insularis*	Hierba del toro (Henrya/H1)	Herbaceo
64	Rubiaceae	*Hintonia latiflora*	Copalquin (Hintonia)	Arboreo/sotobosque
65	Euphorbiaceae	*Hura polyandra*	Habillo (Haba)	Arboreo/sotobosque
66	Fabaceae	*Hymenaea courbaril*	Guapinol	Arboreo/sotobosque
67	Arecaceae	*Hyophorbe lagenicaulis*	Palma cuello de botella	Arboreo/sotobosque
68	Convolvulaceae	*Ipomoea arborescens*	Cazahuate	Arboreo
69	Convolvulaceae	*Ipomoea batatas*	Camote morado	Herbaceo
70	Convolvulaceae	*Ipomoea purpurea*	Campanilla morada (H3/quebra platos)	Herbaceo
71	Caricaceae	*Jacaratia mexicana*	Bonete (Sp.5)	Arboreo/sotobosque
72	Euphorbiaceae	*Jatropha curcas*	Piñon (Sangregado/Sp.2)	Arboreo/sotobosque
73	Combretaceae	*Laguncularia racemosa*	Mangle blanco	Arboreo/sotobosque
74	Fabaceae	*Leucaena lanceolata*	Guaje	Arboreo
75	Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Guajillo	Arboreo/sotobosque
76	Malvaceae	*Luehea candida*	Algodoncillo	Arboreo/sotobosque
77	Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	Tepemezquite	Arboreo/sotobosque
78	Moraceae	*Maclura tinctoria*	Palo verde	Arboreo
79	Anacardiaceae	*Mangifera indica*	Mango	Arboreo/sotobosque
80	Marantaceae	*Maranta arundinacea*	Colomo (Hoja ancha)	Herbaceo
81	Malvaceae	*Matisia cordata*	Zapote	Arboreo
82	Poaceae	*Megathyrsus maximus*	Camalote (Guinea)	Herbaceo
83	Asteroideae	*Melampodium divaricatum*	Acahual amarillo (Crocata)	Herbaceo
84	Melastomataceae	*Miconia xalapensis*	Capulin	Arbustivo

85	Fabaceae	*Mimosa albida*	Dormilona mayor	Herbaceo
86	Fabaceae	*Mimosa pudica*	Dormilona	Herbaceo
87	Capparaceae	*Morisonia americana*	Arbol del diablo (Morizonia)	Arboreo/sotobosque
88	Primulaceae	*Myrsine coriacea*	Sp. 7	Arbustivo
89	Lauraceae	*Nectandra hihua*	Sp. 8	Arboreo/sotobosque
90	Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	Neea (Palo pozole)	Arboreo/sotobosque
91	Poaceae	*Oplismenus burmanni*	Pasto africanno (Zacate)	Herbaceo
92	Malvaceae	*Pachira aquatica*	Zapote de agua (Pochote)	Arboreo
93	Cactaceae	*Pachycereus pecten-aboriginum*	Cardon	Arboreo
94	Asteraceae	*Parthenium hysterophorus*	Hierba del golpe	Herbaceo
95	Sapindaceae	*Paullinia fuscescens*	Aquiste (Paullinia/H espinoza)	Herbaceo
96	Sapindaceae	*Paullinia tomentosa*	Brbasco (H5)	Herbaceo
97	Petiveriaceae	*Petiveria alliacea*	Carrizo silvestre (Carricillo)	Herbaceo
98	Piperaceae	*Piper amalago*	Cordoncillo (Piper)	Arbustivo
99	Nyctaginaceae	*Pisonia aculeata*	Uña de gato	Arbustivo
100	Nyctaginaceae	*Pisonia capitata*	Garabato	Arbustivo
101	Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	Guamuchil	Arboreo
102	Fabaceae	*Pithecellobium lanceolatum*	Guamuchilillo	Arboreo/sotobosque
103	Fabaceae	*Platymiscium trifoliolatum*	Palo santo (Arbol 6/5/granadillo)	Arboreo/sotobosque
104	Apocynaceae	*Plumeria rubra*	Flor de mayo	Arbustivo
105	Celastraceae	*Pristimera celastroides*	Cuamecate canserino	Bejuco
106	Malvaceae	*Pseudobombax ellipticum*	Clavellina (Clavellin/hoja ancha)	Arboreo/sotobosque
107	Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Arrayancillo (arrayan)	Arboreo/sotobosque
108	Fagaceae	*Quercus elliptica*	Encino	Arboreo/sotobosque
109	Rubiaceae	*Randia aculeata*	Crucecita (Crusillo)	Arbustivo
110	Rubiaceae	*Randia armata*	Cruceta (Cruceto)	Arbustivo
111	Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	Mangle rojo	Arboreo/sotobosque
112	Acanthaceae	*Ruellia blechum*	Camaron (H-1)	Herbaceo
113	Lamiaceae	*Salvia lavanduloides*	Alucema (Chia)	Herbaceo
114	Euphorbiaceae	*Sapium lateriflorum*	Mataiza	Arboreo/sotobosque
115	Selaginellaceae	*Selaginella pallescens*	Doradilla	Herbaceo
116	Sapindaceae	*Serjania triquetra*	Bejuco tres costillas (Tres costilla)	Bejuco
117	Malvaceae	*Sida acuta*	Escoba (Malva)	Herbaceo
118	Simaroubaceae	*Simarouba glauca*	Aceituno (Panalillo)	Arboreo/sotobosque
119	Anacardiaceae	*Spondias purpurea*	Ciruelo	Arboreo/sotobosque
120	Myrtaceae	*Syzygium cumini*	Jambolan (Jarilla)	Arbustivo
121	Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Amapa	Arboreo/sotobosque
122	Combretaceae	*Terminalia catappa*	Almendro	Arboreo/sotobosque
123	Cannabaceae	*Trema micranthum*	Capulincillo (Trema)	Arboreo/sotobosque
124	Meliaceae	*Trichilia trifolia*	Palo fierro (Arbol 3/Sp.4)	Arboreo/sotobosque
125	Malvaceae	*Trichospermum mexicanum*	Algodoncillo	Arboreo
126	Urticaceae	*Urera caracasana*	Ortiga de caballo (Quemadora)	Arboreo/sotobosque
127	Fabaceae	*Vachellia campechiana*	Huinol (Guinol)	Arboreo/sotobosque

128	Fabaceae	*Vachellia hindsii*	Jarretadera	Arboreo/sotobosque
129	Fabaceae	*Vachellia pennatula*	Tepame	Arboreo/sotobosque
130	Lamiaceae	*Vitex mollis*	Agualamo	Arboreo/sotobosque
131	Lamiaceae	*Vitex pyramidata*	Canelillo	Arboreo/sotobosque
132	Vitaceae	*Vitis tiliifolia*	Cuamecate	Bejuco
133	Araceae	*Xanthosoma robustum*	Hoja elegante (H-2)	Herbaceo

2. Índice de Margalef.

Para el **estrato arbóreo** se estimó una **riqueza especifica de 10.44**, lo cual indica un grado de riqueza de especies alto respecto a estimaciones en otros estudios de Selva mediana (Beltrán-Rodríguez *et al*., 2018; Maldonado-Sánchez y Maldonado-Mares, 2010). En el caso del **estrato arbustivo** presenta una riqueza de 8.47 representando un grado de riqueza alto. El **estrato herbáceo** presenta una estimación de 1.93, el cual indica un grado de riqueza bajo respecto a los anteriores estratos (Tabla IV.38b; Grafico IV.13 y IV.14). Considerando los criterios del índice, podemos concluir que tanto el estrato arbóreo y arbustiva/sotobosque presentan una diversidad alta, mientras que para el herbáceo tiende a ser muy baja (Magurran, 2004).

3. Diversidad basada en la estructura; dominancia y equidad (Alfa) (Anexo 2.2.4 digital).

- ✓ **Índice de Simpson.**

Para el **estrato arbóreo, arbustivo/sotobosque y herbáceo** registran una estimación de 0.96, 0.96 y 0.94. Todos los resultados indican que la diversidad es alta (Tabla IV.38b y Grafico IV.14) (Aguirre, 2013).

- ✓ **Índice de Shannon-Wiener:**

Los resultados muestran el **estrato arbóreo y arbustivo** una diversidad de 3.87 y 3.49 respectivamente, la cual indica un grado de diversidad alta. Para el caso del **estrato herbáceo** el resultado fue de 3.0, con un grado de diversidad medio (Tabla IV.38b y Grafico IV.14) (Aguirre, 2013; Magurran, 2004).

Tabla IV.38b. Valores estimados de los índices de diversidad alfa, para el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo, en la Microcuenca.

CLAVE	ÍNDICE DE DIVERSIDAD	ESTRATO ARBÓREO MICROCUENCA	ESTRATO ARBUSTIVO MICROCUENCA	ESTRATO HERBÁCEO MICROCUENCA
S	Riqueza de especies	90	83	28
Dmg	Índice de Margalef	10.44	8.47	1.93
H´	Índice de Shannon-Wiener	3.87	3.49	3.00
λ	Índice de Simpson	0.96	0.92	0.94

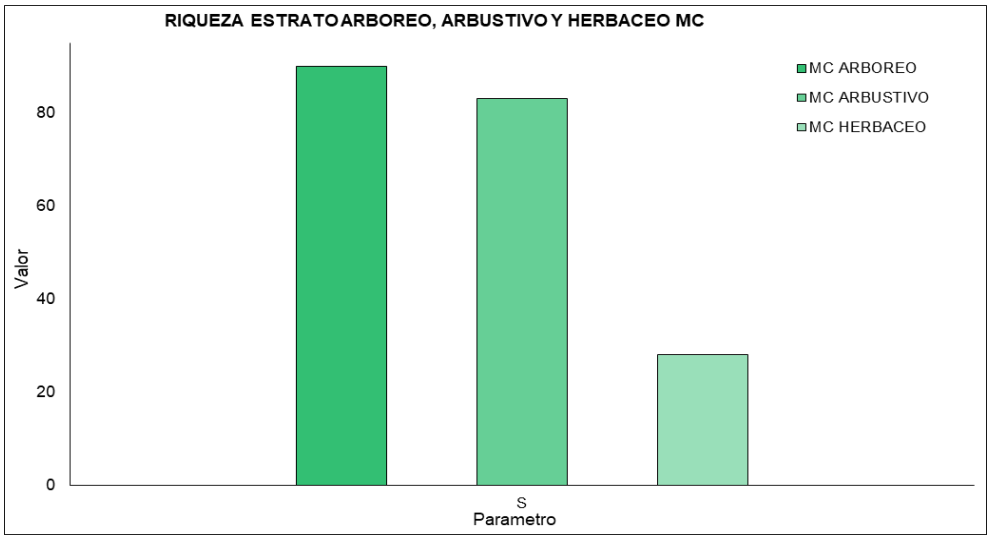


Gráfico IV.13. Riqueza de especies, por estrato en la Microcuenca.

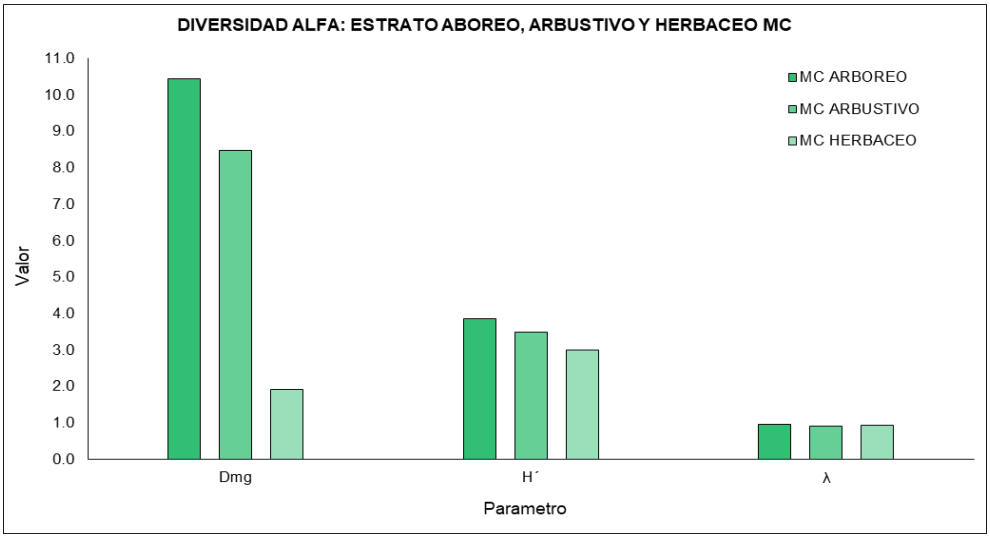


Gráfico IV.14. Diversidad de especies por estrato en la Microcuenca.

4. Coeficiente de similitud de Jaccard (Beta) (Anexo 2.2.4).

Los resultados se presentan en la Tabla IV.39a, IV.39b y IV.39c, para cada estrato, donde se analizó el grado de similitud de la composición de cada sitio. Mediante este coeficiente se compararon los registros de cada sitio de muestreo. El **estrato arbóreo**, de las 1,849 combinaciones posibles entre sitios, solo el 2.7% presentan una similitud media que va del 0.34 al 0.66999.

El **resto no presentan similitud entre sí**, ya que se encuentran con valores menores al 0.34% (Tabla IV.39a). Esto sugiere que entre la mayoría de los sitios de muestreo existen muchas diferencias en cuanto a su composición.

Para el **estrato arbustivo** la similitud estimada fue menor al 0.34 lo cual significa una similitud baja o existe disimilitud. Para el caso del **estrato herbáceo**, la proporción que representa es del 0.92%, con una similitud entre sitios que va del 0.34 al 0.669999. Para el resto no presenta similitud de las posibles comparaciones, tal y como se muestra en la Tabla IV.39b y IV.39c.

En base a lo anterior se puede decir que, para la similitud de las proporciones de similitud entre sitios dentro de la Microcuenca, son disimiles (no similares), ya que las comparaciones nos dan como resultados valores del índice menor al 0.34 y una proporción muy baja de similitud media valores de 0.34 a 0.669999. Se anexan tablas en archivos Excel.

Tabla IV.39a. Resultados del índice de similitud de Jaccard (Ij), para el estrato arbóreo de la Microcuenca.

S	146	222	253	324	655	712	713	727	749	763	777	821	840	879	920	934	952	976	994	996	1002	1003	1005	1035	1040	1049	1084	1117	1121	1122	1130	1160	1170	1196	1231	1246	1249	1251	1252	1271	1308	1320	1212R
146	1.00	0.13	0.06	0.22	0.00	0.18	0.23	0.14	0.15	0.05	0.00	0.04	0.22	0.13	0.00	0.25	0.24	0.14	0.06	0.10	0.14	0.12	0.07	0.21	0.20	0.15	0.16	0.06	0.00	0.13	0.08	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00
222		1.00	0.30	0.20	0.00	0.07	0.09	0.05	0.12	0.06	0.00	0.05	0.13	0.10	0.00	0.14	0.13	0.00	0.08	0.13	0.20	0.15	0.20	0.08	0.17	0.06	0.06	0.08	0.00	0.08	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.07
253			1.00	0.21	0.17	0.00	0.00	0.05	0.06	0.13	0.00	0.11	0.06	0.10	0.10	0.07	0.07	0.00	0.00	0.21	0.22	0.17	0.10	0.00	0.08	0.00	0.21	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
324				1.00	0.00	0.05	0.07	0.09	0.05	0.05	0.00	0.14	0.05	0.08	0.14	0.05	0.05	0.00	0.06	0.16	0.07	0.12	0.14	0.06	0.06	0.15	0.05	0.06	0.00	0.06	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.11
655					1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
712						1.00	0.27	0.21	0.24	0.00	0.07	0.10	0.43	0.09	0.00	0.38	0.27	0.22	0.23	0.11	0.08	0.21	0.08	0.15	0.14	0.11	0.11	0.14	0.00	0.23	0.00	0.00	0.12	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.06
713							1.00	0.12	0.13	0.07	0.00	0.00	0.23	0.11	0.11	0.27	0.25	0.13	0.20	0.07	0.11	0.18	0.11	0.22	0.09	0.06	0.07	0.09	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00
727								1.00	0.08	0.09	0.11	0.17	0.14	0.11	0.12	0.15	0.20	0.17	0.17	0.19	0.06	0.29	0.06	0.05	0.17	0.13	0.19	0.11	0.00	0.24	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.13	0.15
749									1.00	0.15	0.06	0.18	0.28	0.27	0.06	0.17	0.16	0.19	0.06	0.05	0.13	0.11	0.06	0.06	0.27	0.09	0.10	0.06	0.00	0.12	0.07	0.00	0.10	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00
763										1.00	0.00	0.14	0.10	0.23	0.23	0.05	0.11	0.04	0.00	0.10	0.07	0.19	0.00	0.00	0.13	0.05	0.22	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.08	0.05
777											1.00	0.11	0.06	0.10	0.00	0.07	0.06	0.05	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.06	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
821												1.00	0.14	0.15	0.19	0.10	0.09	0.17	0.00	0.04	0.06	0.10	0.00	0.00	0.05	0.04	0.09	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
840													1.00	0.17	0.07	0.43	0.50	0.26	0.13	0.10	0.14	0.19	0.07	0.21	0.20	0.05	0.10	0.06	0.00	0.13	0.08	0.00	0.05	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.05
879														1.00	0.05	0.09	0.13	0.07	0.05	0.08	0.11	0.14	0.05	0.05	0.15	0.08	0.17	0.05	0.00	0.05	0.06	0.00	0.04	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00
920															1.00	0.00	0.07	0.06	0.00	0.07	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
934																1.00	0.36	0.38	0.14	0.11	0.17	0.21	0.08	0.25	0.14	0.05	0.05	0.14	0.00	0.14	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00
952																	1.00	0.21	0.13	0.17	0.15	0.29	0.07	0.23	0.31	0.10	0.11	0.06	0.00	0.13	0.08	0.00	0.11	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.18	0.12
976																		1.00	0.05	0.04	0.00	0.05	0.00	0.12	0.05	0.09	0.04	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
994																			1.00	0.29	0.09	0.36	0.20	0.18	0.17	0.19	0.13	0.40	0.10	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.14
996																				1.00	0.14	0.36	0.14	0.31	0.20	0.15	0.29	0.38	0.07	0.29	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.17	0.18
1002																					1.00	0.18	0.11	0.10	0.20	0.06	0.14	0.20	0.13	0.20	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00
1003																						1.00	0.08	0.08	0.25	0.18	0.27	0.25	0.00	0.36	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.22	0.21
1005																							1.00	0.22	0.20	0.06	0.07	0.20	0.13	0.09	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.08
1035																								1.00	0.18	0.06	0.13	0.18	0.11	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00
1040																									1.00	0.12	0.20	0.17	0.10	0.17	0.11	0.00	0.06	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.25	0.07
1049																										1.00	0.05	0.19	0.00	0.27	0.00	0.00	0.05	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.07	0.11
1084																											1.00	0.13	0.07	0.06	0.17	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.08	0.11
1117																												1.00	0.22	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.14
1121																													1.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1122																														1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.14
1130																															1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09
1160																																1.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.50	0.33	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00
1170																																	1.00	0.21	0.00	0.00	0.09	0.18	0.00	0.09	0.18	0.08	0.06
1196																																		1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.11	0.14
1231																																			1.00	1.00	0.50	0.33	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00
1246																																				1.00	0.50	0.33	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00
1249																																					1.00	0.67	0.50	1.00	0.00	0.00	0.00
1251																																						1.00	0.33	0.67	0.00	0.00	0.00
1252																																							1.00	0.50	0.00	0.00	0.00
1271																																								1.00	0.00	0.00	0.00
1308																																									1.00	0.50	0.20
1320																																										1.00	0.20
1212R																																											1.00

	Similares entre un 0.67 a 1
	Medianamente similares entre 0.34 a 0.66999.
	< a 0.339999 no presentan similitud.

Tabla IV.39b. Resultados del índice de similitud de Jaccard (Ij), para el estrato arbustivo de la Microcuenca.

S	146	222	253	324	655	712	713	727	749	763	777	821	840	879	920	934	952	976	994	996	1002	1003	1005	1035	1040	1049	1084	1117	1121	1122	1130	1160	1170	1196	1231	1246	1249	1251	1252	1271	1308	1320	1212R
146	1.00	0.00	0.20	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
222		1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
253			1.00	0.11	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00
324				1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.11	0.00	0.05	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.14	0.00
655					1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
712						1.00	0.75	0.07	0.50	0.09	0.08	0.13	0.67	0.19	0.06	0.20	0.38	0.27	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.14	0.15	0.08	0.08	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
713							1.00	0.07	0.33	0.05	0.00	0.06	0.50	0.13	0.00	0.00	0.25	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.10	0.08	0.09	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
727								1.00	0.06	0.10	0.05	0.53	0.13	0.17	0.08	0.08	0.12	0.29	0.05	0.05	0.05	0.13	0.00	0.08	0.14	0.15	0.00	0.11	0.13	0.09	0.00	0.00	0.06	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13
749									1.00	0.14	0.08	0.12	0.38	0.18	0.12	0.17	0.33	0.36	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.13	0.09	0.00	0.17	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
763										1.00	0.16	0.26	0.08	0.40	0.42	0.05	0.08	0.20	0.03	0.12	0.15	0.13	0.13	0.00	0.33	0.15	0.20	0.07	0.09	0.10	0.17	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.04
777											1.00	0.05	0.07	0.14	0.10	0.10	0.14	0.12	0.12	0.06	0.12	0.15	0.15	0.00	0.17	0.08	0.12	0.06	0.17	0.05	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00
821												1.00	0.11	0.26	0.22	0.14	0.17	0.26	0.04	0.05	0.04	0.18	0.00	0.07	0.18	0.18	0.00	0.10	0.06	0.08	0.00	0.00	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.12
840													1.00	0.17	0.05	0.14	0.30	0.23	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.13	0.14	0.07	0.07	0.10	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
879														1.00	0.32	0.06	0.10	0.32	0.04	0.00	0.04	0.11	0.05	0.00	0.17	0.13	0.14	0.09	0.05	0.08	0.05	0.00	0.05	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00
920															1.00	0.14	0.11	0.26	0.09	0.10	0.14	0.11	0.05	0.07	0.18	0.10	0.14	0.10	0.12	0.13	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.07	0.00
934																1.00	0.29	0.20	0.09	0.10	0.09	0.33	0.00	0.33	0.08	0.11	0.00	0.10	0.17	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
952																	1.00	0.31	0.21	0.07	0.13	0.18	0.00	0.13	0.12	0.18	0.00	0.33	0.09	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
976																		1.00	0.05	0.12	0.05	0.14	0.00	0.09	0.16	0.16	0.05	0.19	0.07	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
994																			1.00	0.27	0.25	0.14	0.14	0.20	0.10	0.12	0.11	0.36	0.25	0.16	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00
996																				1.00	0.27	0.25	0.15	0.22	0.17	0.22	0.12	0.29	0.27	0.17	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.08
1002																					1.00	0.14	0.23	0.09	0.29	0.21	0.33	0.12	0.36	0.16	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.07
1003																						1.00	0.09	0.14	0.13	0.14	0.07	0.15	0.22	0.13	0.08	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00
1005																							1.00	0.00	0.20	0.04	0.23	0.07	0.38	0.06	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
1035																								1.00	0.00	0.11	0.00	0.22	0.17	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00
1040																									1.00	0.24	0.29	0.11	0.21	0.14	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.13
1049																										1.00	0.12	0.22	0.09	0.19	0.08	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.04
1084																											1.00	0.06	0.25	0.16	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
1117																												1.00	0.17	0.50	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00
1121																													1.00	0.13	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00
1122																														1.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
1130																															1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
1160																																1.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.33	0.33	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00
1170																																	1.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.17	0.00	0.17	0.11
1196																																		1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.13
1231																																			1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00
1246																																				1.00	0.00	0.00	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00
1249																																					1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1251																																						1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1252																																							1.00	0.50	0.00	0.00	0.00
1271																																								1.00	0.00	0.00	0.00
1308																																									1.00	0.00	0.00
1320																																										1.00	0.17
1212R																																											1.00

	Similares entre un 0.67 a 1
	Medianamente similares entre 0.34 a 0.66999.
	< a 0.339999 no presentan similitud.

Tabla IV.39c. Resultados del índice de similitud de Jaccard (Ij), para el estrato herbáceo de la Microcuenca.

S	146	222	253	324	655	712	713	727	749	763	777	821	840	879	920	934	952	976	994	996	1002	1003	1005	1035	1040	1049	1084	1117	1121	1122	1130	1160	1170	1196	1231	1246	1249	1251	1252	1271	1308	1320	1212R
146	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
222		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
253			1.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.25	0.33	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.33	0.17	0.00	0.25	0.17	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
324				1.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
655				0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.33	0.50	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
712						1.00	0.14	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.17	0.33	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00
713							1.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.50	0.25	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
727								1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.50	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
749									1.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.25	0.50	0.33	0.00	0.00	0.25	0.00	0.14	0.00	0.00	0.14	0.00	0.20	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
763										0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
777											1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.50	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
821												1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33
840													1.00	0.00	0.00	0.20	0.67	1.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.14	0.00	0.00	0.14	0.00	0.20	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
879														1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.00	0.00	0.50	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
920															1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
934																1.00	0.25	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.14	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
952																	1.00	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
976																		1.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.14	0.00	0.00	0.14	0.00	0.20	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
994																			1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
996																				1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
1002																					0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1003																						1.00	0.33	0.00	0.00	0.33	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1005																							1.00	0.00	0.00	0.33	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1035																								1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.11	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00
1040																									1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1049																										1.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1084																											1.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00
1117																												0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1121																													1.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1122																														1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1130																															1.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1160																																0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1170																																	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1196																																		1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1231																																			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1246																																				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1249																																					0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1251																																						0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1252																																							0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1271																																								0.00	0.00	0.00	0.00
1308																																									1.00	0.00	0.00
1320																																										0.00	0.00
1212R																																											1.00

	Similares entre un 0.67 a 1
	Medianamente similares entre 0.34 a 0.66999.
	< a 0.339999 no presentan similitud.

IV.2.2.2.3.3.1.2. Análisis de las condiciones de la vegetación en la Microcuenca (SAR).

Se puede considerar como una selva en etapa juvenil, la **estructura de la vegetación** en la Microcuenca, presentan condiciones diversas en cuanto a su desarrollo, ya que presenta densidades mayores en diámetros pequeños, sin embargo, se registra una distribución de arbolado en categorías diamétricas en etapa adultas. Se registra un diámetro promedio y altura bajos (17 cm y 8.4 metros), además de registrar un estrato medio conformado por especies arbustivas y sotobosque con densidades elevadas (**Anexo 2.2.3 y 2.2.4 digital**).

Podemos mencionar que la estructura aun presenta condiciones de vegetación primaria, esto porque el 80% de las especies registradas corresponden a individuos del estrato arbóreo, aunque en algunos casos varios se encuentran en etapa de desarrollo (Beltran-Rodriguez *et al*, 2018; Palacios-Wassenaar *et al*, 2014). Existe un desarrollo amplio del sotobosque, estimándose 15,960 individuos/hectárea, mientras que el estrato arbóreo presenta una densidad de 5,032 ind/ha. El desarrollo del estrato herbáceo se observa mejor en zonas abiertas y se reduce a medida que la cobertura arbórea se cierra.

Los ***valores de importancia*** estimados para las especies fueron muy similares en todos los estratos. Sin embargo, las que representan el mayor peso ecológico fueron *B. simaruba, F. insípida* y *E. capuli*, siendo a su vez las más frecuentes del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo en ese orden.

Destacamos que, la **estructura diamétrica** es continua y no muestra una **distribución horizontal** normal. La **estructura vertical** si muestra una normalidad en cuanto a su comportamiento, ya que se registra un incremento en altura a medida que incrementa la categoría diamétrica para todos los estratos.

El **grado de riqueza** estimado fue alto, específicamente para el estrato arbóreo y arbustivo, mientras que para el herbáceo fue muy bajo. La **composición de especies** de todos los estratos nos indica un alto valor de diversidad para la Microcuenca, registrando 135 especies y 57 familias. Los **indicadores de diversidad** sugieren que el grado de diversidad para el estrato arbóreo y arbustivo o sotobosque, de la comunidad de Selva Mediana Subcaducifolia, se puede clasificar como alta, mientras que para el herbáceo resulta ser medio.

En general podemos decir que el análisis sugiere que, en cada sitio de muestreo, existen probabilidades altas de registrar especies diferentes. La **diversidad beta**, nos sugiere que un alta proporción de los sitios comparados de todos los estratos, presentan una similitud alta y media, esto significa que regularmente las especies registradas en los diferentes sitios de muestreo se repitieron entre sí, con excepción de las especies que registraron valores de importancia más altos.

Se encontraron especies que aparecen en la NOM 059 bajo algún estado de protección especial de las que se pueden mencionar *Attalea cohune, Dalbergia glomerata, Hyophorbe legenicaulis, Orbignea guacuyule, Platymiscium lasiocarpum,* así como también *Avicennia germinans, Cryosophila nana, Laguncularia racemosa, Rhizophora mangle,* estas últimas están catalogadas como amenazas (A) y para la especie *Bourreria superba*, catalogada como en peligro. Existen aún en la Microcuenca, zonas bien conservadas y las condiciones adecuadas para el desarrollo de estas especies de importancia. La comunidad de Selva Mediana Subcaducifolia que se desarrolla en la Microcuenca presenta alteraciones significativas en el estrato arbustivo/sotobosque y herbáceo, y un poco más bajas en el arbóreo.

IV.2.2.2.2. Fauna silvestre Microcuenca (SAR) (Anexo 2.2.5.2 digital).

IV.2.2.2.2.1. Biogeografía de México y ubicación general de Microcuenca (SAR).

Debido a su ubicación latitudinal, en la República mexicana se sobreponen y entrelazan dos grandes regiones biogeográficas: la Neártica y la Neotropical (CONABIO, 2000). A esta condición se suma una compleja historia geológica y una accidentada topografía, lo que explica la gran variedad de condiciones ambientales que hacen posible la excepcional riqueza biológica de México (CONABIO, 2000; Toledo, 1999 y Rzedowski, 1998).

Dentro del territorio mexicano existe la interacción de cinco placas tectónicas (norteamericana, del Pacífico, Rivera, de Cocos y del Caribe), cuya acción conjunta ha originado cordilleras por plegamiento (Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur) o por vulcanismo (Sierra Madre Occidental, Faja Volcánica Transmexicana); las mesetas (Altiplano central) y depresiones (Balsas y Chiapas) quedaron confinadas entre las cordilleras principales (Espinosa *et al.,* 2008).

Es considerado como una de las regiones más extensas y complejas del país, le occidente de México. Su complejidad topográfica, así como la influencia de las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical, son parte de los factores que contribuyen a la gran variedad de ambientes y a su alta diversidad biológica que incluye especies endémicas y de distribución restringida (García 2006, citado por Chavez-Avila, 2015). En el estado de Jalisco confluyen parcialmente cuatro provincias fisiográficas (Cervantes-Zamora *et al*., 1990): Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico, Sierra Madre del Sur y Mesa Central.

IV.2.2.2.2.2. Distribución potencial de la fauna silvestre en el estado.

Se conoce que Jalisco cuenta con 198 especies de herpetofauna: 46 anfibios y 152 reptiles (Chavez-Avila *et al*., 2015), esto de acuerdo con las revisiones bibliográficas y colecciones científicas. Las familias mejor representadas son Hylidae en anfibios y Colubridae en reptiles. El 76.2% de los anfibios son endémicos y el 43.5% se encuentra en alguna categoría de riesgo.

Para los reptiles, el 57.9% son especies endémicas y el 50% se encuentra en riesgo (Chávez-Ávila *et al*., 2015). En el estado se encuentra una gran cantidad de especies endémicas de México, con un 34% en mamíferos y 56% aves, además ocupa el séptimo lugar en diversidad de anfibios y reptiles a nivel nacional (Ochoa-Ochoa y Fores-Villela, 2006). En cuanto a los mamíferos, se tiene un total de 189 especies y 149 subespecies, de las cuales 110 géneros, 28 familias y nueve órdenes (Godínez *et al*., 2011).

En el municipio de Puerto Vallarta, se tienen registradas al menos 68 especies de mamíferos, 50 géneros y 21 familias (Soto, 2010), de las cuales 15 son endémicas para México. De acuerdo con Ramirez-Pulido *et al.* (2005), en el caso de los géneros se tiene reportado en el municipio el 38% de los registrados para México. En cuanto a las aves, el estado cuenta con una riqueza de 523 especies que representa el 51.3% de las especies registradas para México. Hacia el oeste, a lo largo de la costa, se puede encontrar el 61% de las especies registradas para el estado (Palomera-García *et al*., 1994).

IV.2.2.2.2.3. Distribución potencial de la fauna silvestre en la Microcuenca (SAR) y el Proyecto.

Se determinaron las especies presentes en la Microcuenca (SA) y Proyecto, en base a su **distribución potencial** por grupo taxonómico en Puerto Vallarta. En base a los registros, se tiene en total **302 especies potenciales de aves** (CONABIO, 2025, ebird 2025). Del total de especies, 11 se encuentran enlistadas en la NOM 059 (7 se encuentran Sujetas a Protección Especial (Pr), dos como Amenazadas y dos en Peligro de extinción) (Tabla IV.40).

Tabla IV.40. Especies de aves potenciales enlistadas en la NOM-059.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMUN	NOM 059	IUCN
Psittacidae	*Amazona finschi*	Loro Corona Lila**	P	EN
Accipitridae	*Buteogallus urubitinga*	Aguililla Negra Mayor	Pr	LC
Psittacidae	*Eupsittula canicularis*	Perico Frente Naranja	Pr	VU
Parulidae	*Geothlypis tolmiei*	Chipe Lores Negros	A	LC
Falconidae	*Micrastur semitorquatus*	Halcón Selvático de Collar	Pr	LC
Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín Sietecolores	Pr	LC
Tyrannidae	*Ramphotrigon flammulatum*	Papamoscas Mexicano	Pr	LC
Vireonidae	*Vireo atricapilla*	Vireo Gorra Negra	P	NT
Teiidae	*Aspidoscelis lineattissimus*	Huico muchas líneas**	Pr	LC
Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana mexicana cola espinoza	A	LC
Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana Verde	Pr	LC

* NOM-059-SEMARNAT-2010: A = Amenazada, Pr = Sujeta a Protección Especial, P= en Peligro de extinción. ** Endémica a México.

Para el caso de los **mamíferos**, las **especies potenciales** para la Microcuenca (SA) y el Proyecto son 17, de las cuales ninguna especie se encuentra enlistada en la NOM-059 (CONABIO 2023).

Tabla IV.41. Lista de especies potenciales de mamíferos registrados en la NOM-059.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059
Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana Verde	P
Psittacidae	*Amazona finschi*	Loro Corona Lila**	Pr
Accipitridae	*Buteogallus urubitinga*	Aguililla Negra Mayor	Pr
Psittacidae	*Eupsittula canicularis*	Perico Frente Naranja	A
Parulidae	*Geothlypis tolmiei*	Chipe Lores Negros	Pr
Falconidae	*Micrastur semitorquatus*	Halcón Selvático de Collar	Pr
Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín Sietecolores	Pr
Tyrannidae	*Ramphotrigon flammulatum*	Papamoscas Mexicano	P

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059
Vireonidae	*Vireo atricapilla*	Vireo Gorra Negra	Pr
Teiidae	*Aspidoscelis lineattissimus*	Huico muchas líneas**	A
Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana mexicana cola espinoza	Pr

NOM-059-SEMARNAT-2010: P= en Peligro de extinción. ** Endémica a México.

Son 5 especies de **reptiles** y un solo **anfibios**, para el caso de la **Herpetofauna potencial**, de las cuales 3 se encuentran enlistadas en la NOM-059.

Tabla IV.42. Lista de especies potenciales de herpetofauna bajo algún estado en la NOM-059.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059
REPTILES			
Anolidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo Pañuelo del Pacífico **	-
Teiidae	*Aspidoscelis lineattissimus*	Huico muchas líneas**	Pr
Boidae	Boa sigma	Boa costa oeste mexicana	-
Iguanidae	Ctenosaura pectinata	Iguana mexicana cola espinoza	A
Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana Verde	Pr
ANFIBIOS			
Hylidae	*Agalychnis dacnicolo*	Ranita Verduzca**	

* A = Amenazada, Pr = Sujeta a Protección Especial, NOM-059-SEMARNAT-2010. ** Endémica a México.

IV.2.2.2.2.4. Evaluación de la fauna silvestre en la Microcuenca (SA).

Se utilizó el **método por transectos y Puntos de conteo** para registrar la fauna silvestre, tomando en cuenta la superficie de la Microcuenca (SA). Por un lado, para evaluar el **grupo de mamíferos y herpetofauna,** se empleó un equipo de GPS (etrex 20 Garmin), distribuyendo **siete transectos** con dimensiones desde **919 a 1,160 m de largo por 50 m de ancho** (Tabla IV.43), separados entre sí. Los transectos se recorrieron de las 6:00 a.m a 10:30 am y de las 3:30 a 5:30 p.m, completando un tiempo de muestreo de 45.5 horas, a una velocidad de 1.2 km/hr. aproximadamente, registrando organismos mediante observación directa (avistamientos) e indirecta (rastros: madrigueras, huellas, excretas).

Una vez ubicados, con una cámara (Canon PowerShot sx60) se tomó evidencia fotográfica de cada rastro para su posterior identificación mediante guías de campo (Aranda, 2012). En la identificación de los organismos, se utilizaron guías y libros especializados: para la herpetofauna (Conant y Collins, 1998), mastofauna y rastros (Burt y Grossenheider, 1980; Elbroch, 2003; Ceballos y Oliva, 2005; Aranda, 2012).

Para el **grupo de las aves** se establecieron **26 puntos de conteo** (Tabla IV.43), con un radio aproximado de 30 m fijo para el registro, durante 10 minutos, todas las especies observadas o escuchadas, de 6:00 a 10:30 a.m y 3:30 a 5:30 p.m, con el muestreo de 45.5 horas. Para determinar las especies se utilizaron binoculares (Nikon 10 x 42) y guías de campo (Howell y Webb, 1995; Kaufman, 2000; Sibley, 2001).

Tabla IV.43. Coordenadas de ubicación de los puntos de conteo y de los transectos para el muestreo de fauna silvestre en la Microcuenca

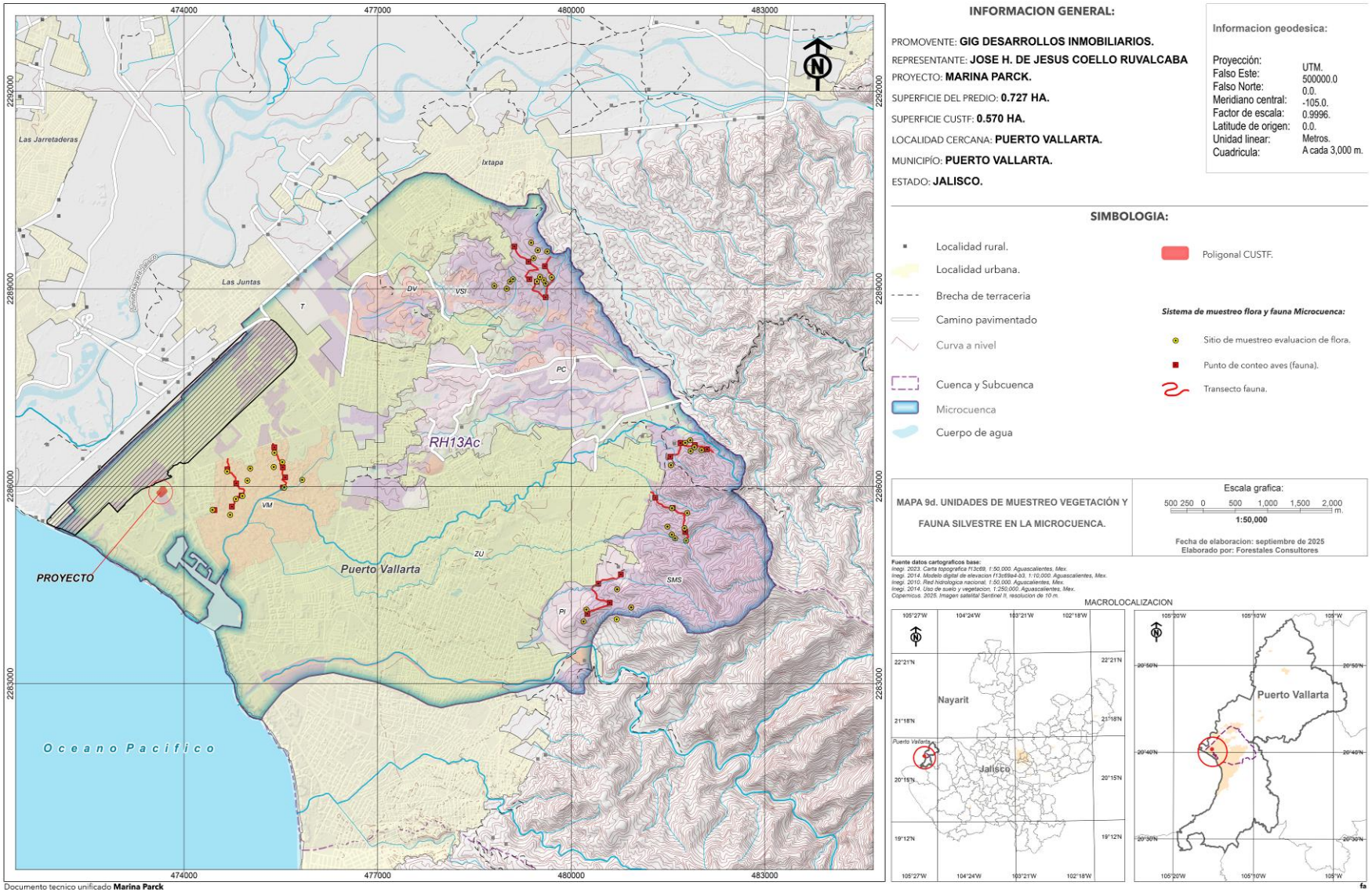
VERTICE	COORDENADAS UTM		DESCRIPCIÓN	TRANSECTO	LONGITUD (M)	SUP. (HA)
	X	Y				
1	474671	2286257	Punto 1	1	1,040	4.2
2	474808	2286044	Punto 2			
3	474890	2285860	punto 3			
4	474741	2285692	punto 4			
5	474470	2285638	Punto 5			
6	475398	2286591	Punto 6	2	800	3.2
7	475530	2286287	Punto 7			
8	475567	2286136	Punto 8			
9	475531	2285980	Punto 9			
10	480768	2284662	Punto 10	3	1,344	5.4
11	480419	2284520	Punto 11			
12	480597	2284230	Punto 12			
13	480249	2284063	Punto 13			
14	481302	2285826	Punto 14	4	1,160	4.6
15	481571	2285671	Punto 15			
16	481768	2285307	Punto 16			
17	481534	2286448	Punto 17	5	919	3.7
18	481692	2286657	Punto 18			
19	481915	2286626	Punto 19			

20	482104	2286563	Punto 20			
21	479118	2289641	Punto 21	6	902	3.6
22	479338	2289411	Punto 22			
23	479352	2289146	Punto 23			
24	479465	2289107	Punto 24	7	1,124	4.5
25	479603	2288872	Punto 25			
26	479591	2289342	Punto 26			
					7,289	**29.2**

Imagen IV.5. Observación de *Boa sigma*.

Imagen IV.6. Registro de datos de campo de fauna silvestre.

Mapa 9d. Distribución de los sitios para la evaluación de la fauna silvestre en la Microcuenca.



IV.2.2.2.2.4.1. Estimación de la diversidad faunística en la Microcuenca (SAR).

Para evaluar la **biodiversidad**, se consideró la medición del componente **alfa y beta**. La **diversidad alfa** se refiere al número de especies a nivel local, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje (Rodríguez y Vázquez-Domínguez, 2003; Rodríguez, 2009; Moreno, 2001).

Para la **diversidad alfa**, los métodos se pueden dividir en dos tipos: basados en la cuantificación del número de especies presentes o en la estructura de la comunidad, este último puede clasificarse en la dominancia y en la equidad de una comunidad. Por lo tanto, se consideró el índice de **Shannon-Wiener y Simpson** (Moreno, 2001). Para evaluar la diversidad Alfa se aplicaron las siguientes expresiones;

1. Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H').

Estima el grado de incertidumbre promedio en la predicción de "a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar". Refleja la heterogeneidad de una comunidad respecto a factores como el número de especies frecuentes y su abundancia relativa. Expresando la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra (Peet, 1974; Baev y Penev, 1995).

- ✓ **Se estima con la siguiente ecuación:**

1. $\boldsymbol{H'} = \sum Pi * lnPi$

Dónde:

Pi= proporción (o abundancia relativa) de cada especie en la población.

Ln= Logaritmo natural neperiano. Se realizo el logaritmo natural.

2. Índice de diversidad de Simpson (D).

Con los datos recabados en los puntos de conteo, se realizó un análisis de diversidad de Simpson para cada grupo faunístico, inverso al índice de dominancia. Este manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. El resultado, se ve influido fuertemente por la importancia de las especies más dominantes. La diversidad puede calcularse como 1–D (Peet, 1974; Lande, 1996).

- ✓ **Para esto da seguimiento a la siguiente expresión:**

---

1. $\mathbf{1} - \boldsymbol{D} = \sum Pi^2$ 2. $\boldsymbol{P_i} = \frac{ni}{Ni}$

Dónde:

D= Valor del índice de Simpson.

Pi = Abundancia proporcional de la especie “i”,.

ni= Número de individuos registrados por especie “i”.

Ni= Número de individuos totales de la muestra “i”.

La **diversidad beta** resalta la diferencia en la composición de especies entre sitios, compara el parecido o la diferencia entre comunidades ecológicas, y suele evaluarse con índices de similitud o disimilitud a partir de datos cualitativos (presencia- ausencia de especies) como el coeficiente de Jaccard o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie) como el coeficiente de Sorensen (Moreno, 2001; Rodríguez, 2009). Se empleo el Coeficiente de Jaccard para determinar el nivel de semejanza faunística entre los sitios de muestreo o comunidades. El resultado sugiere que a medida que los valores se aproximen al 100%, los sitios en comparación presentan mayor semejanza.

3. Índice de similitud de Jaccard (J).

El rango va desde cero (0) cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1) cuando los dos sitios comparten las mismas especies. Este índice mide diferencias en la presencia o ausencia de especies.

- ✓ **La fórmula para la estimación es:**

1. $\boldsymbol{I_J} = \frac{c}{a+b+v}$

Dónde:

Ij= Índice de similitud de Jaccard.

a=Número de especies en el sitio A.

b= Número de especies en el sitio B.

c= Número de especies presentes en ambos sitios A y B (compartir la misma especie).

La información obtenida por sitio, se relacionaron para el cálculo, primeramente, se organizó una base de datos por grupo taxonómico, separando el número de individuos registrados por especie y punto de conteo. Posteriormente, se realizaron los cálculos de manera manual en Excel, en base a las fórmulas que se indican en los índices de diversidad. El proceso de los datos se realizó con el programa Past 3.22 (Hammer *et al.*, 2001), con el fin de comprobar los resultados obtenidos en Excel.

IV.2.2.2.2.5. Resultados de la diversidad faunística en la Microcuenca (SAR).

IV.2.2.2.2.5.1. Riqueza de especies.

Es conocido que los reptiles, anfibios y mamíferos usen microhábitats y tiendan a estar ocultos a causa por sus hábitos nocturnos y/o crepusculares. La alta representatividad del grupo de las aves puede ser debido a que son más fáciles de detectar a comparación de los demás grupos, además de que presentan una mayor diversidad.

En la Microcuenca como resultados obtenidos, fueron un total 751 individuos y 83 especies de fauna silvestre. Del total de fauna silvestre registradas, 9 se encuentran enlistadas en la NOM-059 (SEMARNAT, 2010). El grupo más representativo fue el de las aves con 72 especies, seguido por el grupo de reptiles y mamíferos (Tabla IV.44a).

Tabla IV.44a. Especies de fauna silvestre registradas para la Microcuenca.

GRUPO	FAMILIA	NO. ESPECIES	REGISTROS	NOM-059	IUCN	%/GRUPO
Aves	30	72	717	8	72	87
Mamíferos	4	5	17	0	5	6
Herpetofauna	5	6	17	3	6	7
Total	**39**	**83**	**751**	**11**	**83**	**100**

1. Aves.

De acuerdo con el avistamiento de aves, se registró un total de 717 individuos, pertenecientes a 72 especies de aves, de las cuales 9 se encuentran enlistadas en la NOM-059 (Tabla IV.44b; Grafico IV.15). De estas 5 bajo protección especial y 1 amenazadas. Se tiene registradas que 3 especies son endémicas para México.

Tabla IV.44b. Listado de aves registradas en la Microcuenca.

NO.	GRUPO	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMUN	TOTAL	NOM 059	IUCN
1	Aves	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí canelo	6	-	LC
2	Aves	Psittacidae	*Amazona finschi*	Loro Corona Lila**	7	P	EN
3	Aves	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	7	-	LC
4	Aves	Tyrannidae	*Attila spadiceus*	Mosquero Atila	2	-	LC
5	Aves	Accipitridae	*Buteogallus urubitinga*	Aguililla Negra Mayor	1	Pr	LC
6	Aves	Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe Corona Negra	2	-	LC
7	Aves	Icteridae	*Cassiculus melanicterus*	Cacique Mexicano	40	-	LC
8	Aves	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	12	-	LC
9	Aves	Turdidae	*Catharus ustulatus*	Zorzal de Anteojos	2	-	LC
10	Aves	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	21	-	LC
11	Aves	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	14	-	LC
12	Aves	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	15	-	LC
13	Aves	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	28	-	LC
14	Aves	Cardinalidae	*Cyanocompsa parellina*	Colorín Azulnegro	7	-	LC
15	Aves	Corvidae	*Cyanocorax colliei*	Urraca Cara Negra	21	-	LC
16	Aves	Corvidae	*Cyanocorax sanblasianus*	Chara de San Blas	14	-	LC
17	Aves	Trochilidae	*Cynanthus auriceps*	Esmeralda Occidental	8	-	LC
18	Aves	Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí Pico Ancho	2	-	LC
19	Aves	Picidae	*Dryocopus lineatus*	Carpintero Lineado	2	-	LC
20	Aves	Tyrannidae	*Empidonax difficilis*	Papamoscas Amarillo del Pacífico	4	-	LC
21	Aves	Psittacidae	*Eupsittula canicularis*	Perico Frente Naranja	35	Pr	VU
22	Aves	Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata Tijereta	27	-	LC
23	Aves	Parulidae	*Geothlypis tolmiei*	Chipe Lores Negros	1	A	LC
24	Aves	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote Bajeño	5	-	LC
25	Aves	Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón Guaco	1	-	LC
26	Aves	Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado	17	-	LC
27	Aves	Icteridae	*Icterus wagleri*	Calandria de Wagler	1	-	LC
28	Aves	Parulidae	*Leiothlypis ruficapilla*	Chipe Cabeza Gris	4	-	LC
29	Aves	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma Arroyera	3	-	LC
30	Aves	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis Pico Grueso	4	-	LC
31	Aves	Picidae	*Melanerpes chrysogenys*	Carpintero Enmascarado**	20	-	LC
32	Aves	Mimidae	*Melanotis caerulescens*	Mulato Azul	3	-	LC
33	Aves	Passerellidae	*Melozone kieneri*	Rascador Nuca Canela	1	-	LC
34	Aves	Falconidae	*Micrastur semitorquatus*	Halcón Selvático de Collar	3	Pr	LC
35	Aves	Momotidae	*Momotus mexicanus*	Momoto Corona Canela	2	-	LC
36	Aves	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas Triste	8	-	LC
37	Aves	Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón	3	-	LC
38	Aves	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	18	-	LC
39	Aves	Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianum*	Cormoran neotropical	11		LC
40	Aves	Cracidae	*Ortalis poliocephala*	Chachalaca palida	54	-	LC
41	Aves	Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón Degollado	6	-	LC
42	Aves	Cardinalidae	*Passerina caerule*	Pico gordo azul	5		LC

43	Aves	Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín Sietecolores	1	Pr	LC
44	Aves	Cardinalidae	*Passerina leclancherii*	Colorín Pecho Naranja	20	-	LC
45	Aves	Cardinalidae	*Passerina versicolor*	Colorín Morado	2	-	LC
46	Aves	Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma Morada	8	-	LC
47	Aves	Troglodytidae	*Pheugopedius felix*	Saltapared Feliz	4	-	LC
48	Aves	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo Canelo	3	-	LC
49	Aves	Cardinalidae	*Piranga bidentata*	Piranga Dorso Rayado	3	-	LC
50	Aves	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga Roja	15	-	LC
51	Aves	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	15	-	LC
52	Aves	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgris	12	-	LC
53	Aves	Tyrannidae	*Ramphotrigon flammulatum*	Papamoscas Mexicano	4	Pr	LC
54	Aves	Trochilidae	*Ramosomyia violiceps*	Colibrí Corona Violeta	6	-	LC
55	Aves	Thraupidae	*Saltator coerulescens*	Saltador Gris	14	-	LC
56	Aves	Trochilidae	*Saucerottia beryllina*	Colibrí Berilo	4	-	LC
57	Aves	Parulidae	*Setophaga nigrescens*	Chipe Negrogris	2	-	LC
58	Aves	Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe Amarillo	3	-	LC
59	Aves	Thraupidae	*Sporophila torqueola*	Semillero Rabadilla Canela	39	-	LC
60	Aves	Apodidae	*Streptoprocne zonaris*	Vencejo Collar Blanco	14	-	LC
61	Aves	Troglodytidae	*Thryophilus sinaloa*	Saltapared Sinaloense	9	-	LC
62	Aves	Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira Puerquito	33	-	LC
63	Aves	Trogonidae	*Trogon citreolus*	Coa Citrina	5	-	LC
64	Aves	Trogonidae	*Trogon elegans*	Coa Elegante	4	-	LC
65	Aves	Turdidae	*Turdus rufopalliatus*	Mirlo Dorso Canela	8	-	LC
66	Aves	Tyrannidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano Pico Grueso	8	-	LC
67	Aves	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	9	-	LC
68	Aves	Vireonidae	*Vireo atricapilla*	Vireo Gorra Negra	1	P	NT
69	Aves	Vireonidae	*Vireo gilvus*	Vireo Gorjeador	1	-	LC
70	Aves	Vireonidae	*Vireo hypochryseus*	Vireo Amarillo	3	-	LC
71	Aves	Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero Brincador	16	-	LC
72	Aves	Furnariidae	*Xiphorhynchus flavigaster*	Trepatroncos Pico Marfil	4	-	LC

NOM 059: E: Probablemente extinta; P: Peligro de extinción; A: Amenazada; Pr: Protección especial: Importancia ecológica: e: Endémica; Na: Nativa; In: Introducida: UICN: LC: Menor preocupación; NT: Casi amenazado; VU: Vulnerable; EN: En peligro de extinción; CR: Peligro de extinción critico; Extinto en estado libre; EX: Extinto

Imagen IV.7. Cacique mexicano (*Cassiculus melanicterus*).

Imagen IV.8. Luis bienteveo (*Pitangus sulphuratus*).

Imagen IV.9. *Cormoran neotropical*.

Imagen IV.10. *Cormoran neotropical.*

Imagen IV.11. Garza blanca (A*rdea alba*).

Imagen IV.12. Calandria dorso rayado (*Icterus pustulatus*).

Imagen IV.13. Cacique mexicano (*Cassiculus melanicterus*).

Imagen IV.14. Anidación de ave (*Quiscalus mexicanus*).

Imagen IV.15. Luis bienteveo (*Pitangus sulphuratus*).

Imagen IV.16. Venado (*Odocoileus spp*).

Imagen IV.17. Venado (*Odocoileus sp*).

Imagen IV.18. *Nannopterum brasilianum*.

2. Mamíferos.

Se registraron 5 especies de mamíferos (Tabla IV.44c; Grafico IV.15), pertenecientes a 4 familias, de las cuales no se encuentran enlistadas en la NOM-059 (2010).

Tabla IV.44c. Mamíferos registrados en la Microcuenca

NO.	GRUPO	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. INDIVIDUOS	NOM 059	LISTA ROJA
1	Mamiferos	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	2	-	LC
2	Mamiferos	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí, tejon	6	-	LC
3	Mamiferos	Cervidae	Odocoileus virginianus	Venado	3	-	LC
4	Mamiferos	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	4	-	LC
5	Mamiferos	Sciuridae	*Sciurus colliaei*	Ardilla gris del Pacífico**	2	Endémica	LC

NOM 059: E: Probablemente extinta; P: Peligro de extinción; A: Amenazada; Pr: Protección especial: Importancia ecológica: e: Endémica; Na: Nativa; In: Introducida: UICN: LC: Menor preocupación; NT: Casi amenazado; VU: Vulnerable; EN: En peligro de extinción; CR: Peligro de extinción critico; Extinto en estado libre; EX: Extinto

3. Herpetofauna

De este grupo se registraron 5 especies de reptiles (Tabla IV.44d; Grafico IV.15). De estos 3 se encuentran enlistadas en la NOM-059, tal es el caso de *Aspidoscelis lineattissimus, Iguana iguana, Ctenosaura pectinata.* Una especie se registra del grupo de anfibios (*Agalychnis dacnicolo*).

Tabla IV.44d. Herpetofauna registrada en la Microcuenca.

NO.	GRUPO	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. INDIVIDUOS	NOM 059	LISTA ROJA
1	Herpetofauna	Hylidae	Agalychnis dacnicolo	Ranita Verduzca**	1	-	LC
2	Herpetofauna	Anolidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo Pañuelo del Pacífico **	3	-	LC
3	Herpetofauna	Teiidae	*Aspidoscelis lineattissimus*	Huico muchas líneas**	5	Pr	LC
4	Herpetofauna	Boidae	Boa sigma	Boa costa oeste mexicana	2	-	LC
5	Herpetofauna	Iguanidae	Ctenosaura pectinata	Iguana mexicana cola espinoza	2	A	LC
6	Herpetofauna	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana Verde	4	Pr	LC

NOM 059: E: Probablemente extinta; P: Peligro de extinción; A: Amenazada; Pr: Protección especial: Importancia ecológica: e: Endémica; Na: Nativa; In: Introducida: UICN: LC: Menor preocupación; NT: Casi amenazado; VU: Vulnerable; EN: En peligro de extinción; CR: Peligro de extinción critico; Extinto en estado libre; EX: Extinto

Imagen IV.19. Lagartija abaniquillo (*Anolis nebulosus*).

Imagen IV.20. Lagartija abaniquillo (*Anolis nebulosus*).

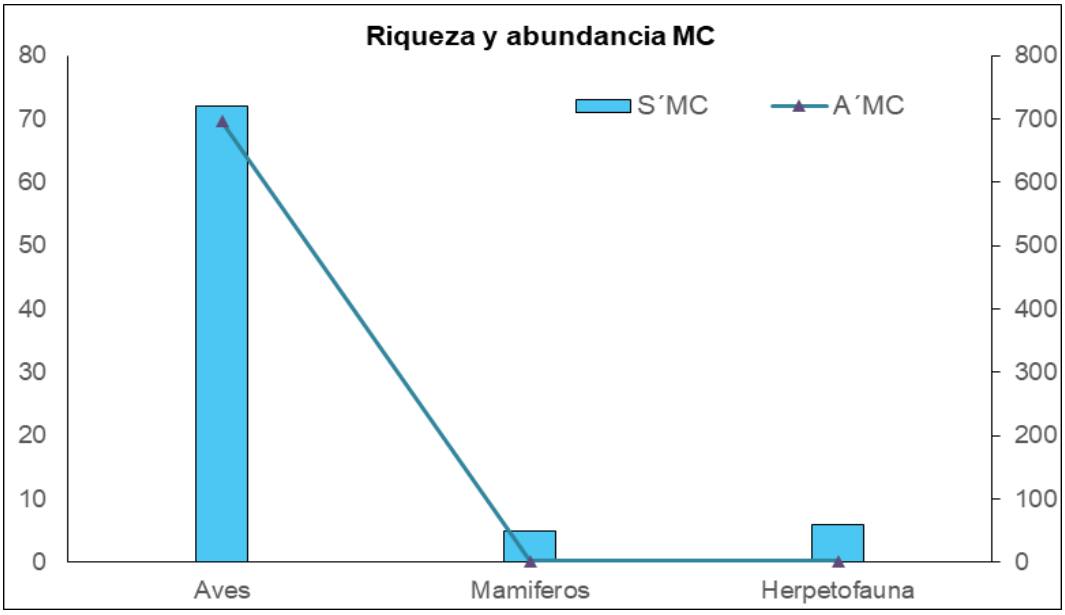


Gráfico IV.15. Riqueza de especies y abundancia por hectárea para la Microcuenca

IV.2.2.2.2.5.2. Estimación de la abundancia en la Microcuenca (SAR).

Con los datos de campo obtenidos mediante observaciones directas e indirectas registradas en las unidades de muestreo establecidas. Dentro de la **Microcuenca se estimó la abundancia**.

Para el **grupo de las aves**, se estimó una abundancia por hectárea de 696 y considerando una superficie total de la Microcuenca, obteniendo un total de 638,719 individuos (Tabla IV.44e; Grafico IV.16). Las especies de aves con mayor abundancia fueron *F. magnificens, C. sulcirostris, V. jacarina, S. torqueola y O. poliocephala.*

Tabla IV.44e. Abundancia estimada por hectárea de la presencia de aves en la Microcuenca.

NO.	NIOMBRE CIENTIFICO	TOTAL	SUP. (HA) MUESTREADA	DENSIDAD /HA ESTIMADA	SUP. (HA) (HA)	POBLACIÓN ESTIMADA
1	*Amazilia rutila*	6	1.41	4.2	917	3894
2	*Amazona finschi*	7	0.57	12.4	917	11356
3	*Ardea alba*	7	0.85	8.3	917	7571
4	*Attila spadiceus*	2	0.57	3.5	917	3245
5	*Buteogallus urubitinga*	1	0.28	3.5	917	3245
6	*Cardellina pusilla*	2	0.57	3.5	917	3245
7	*Cassiculus melanicterus*	40	2.54	15.7	917	14421
8	*Cathartes aura*	12	1.13	10.6	917	9734
9	*Catharus ustulatus*	2	0.57	3.5	917	3245
10	*Columbina inca*	21	1.13	18.6	917	17034
11	*Columbina talpacoti*	14	0.85	16.5	917	15142
12	*Coragyps atratus*	15	1.13	13.3	917	12167
13	*Crotophaga sulcirostris*	28	0.85	33.0	917	30283
14	*Cyanocompsa parellina*	7	0.85	8.3	917	7571
15	*Cyanocorax colliei*	21	1.13	18.6	917	17034
16	*Cyanocorax sanblasianus*	14	1.13	12.4	917	11356
17	*Cynanthus auriceps*	8	0.57	14.1	917	12979
18	*Cynanthus latirostris*	2	0.57	3.5	917	3245
19	*Dryocopus lineatus*	2	0.57	3.5	917	3245
20	*Empidonax difficilis*	4	1.13	3.5	917	3245
21	*Eupsittula canicularis*	35	1.70	20.6	917	18927
22	*Fregata magnificens*	27	0.57	47.7	917	43803
23	*Geothlypis tolmiei*	1	0.28	3.5	917	3245
24	*Glaucidium brasilianum*	5	1.41	3.5	917	3245

25	*Herpetotheres cachinnans*	1	0.28	3.5	917	3245
26	*Icterus pustulatus*	17	1.98	8.6	917	7880
27	*Icterus wagleri*	1	0.28	3.5	917	3245
28	*Leiothlypis ruficapilla*	4	0.57	7.1	917	6489
29	*Leptotila verreauxi*	3	0.85	3.5	917	3245
30	*Megarynchus pitangua*	4	0.57	7.1	917	6489
31	*Melanerpes chrysogenys*	20	2.83	7.1	917	6489
32	*Melanotis caerulescens*	3	0.85	3.5	917	3245
33	*Melozone kieneri*	1	0.28	3.5	917	3245
34	*Micrastur semitorquatus*	3	0.57	5.3	917	4867
35	*Momotus mexicanus*	2	0.28	7.1	917	6489
36	*Myiarchus tuberculifer*	8	1.70	4.7	917	4326
37	*Myiarchus tyrannulus*	3	0.85	3.5	917	3245
38	*Myiozetetes similis*	18	1.13	15.9	917	14601
39	*Nannopterum brasilianum*	11	1.13	9.7	917	8923
40	*Ortalis poliocephala*	54	1.98	27.3	917	25030
41	*Pachyramphus aglaiae*	6	1.13	5.3	917	4867
42	*Passerina caerule*	5	0.85	5.9	917	5408
43	*Passerina ciris*	1	0.28	3.5	917	3245
44	*Passerina leclancherii*	20	1.13	17.7	917	16223
45	*Passerina versicolor*	2	0.28	7.1	917	6489
46	*Patagioenas flavirostris*	8	0.57	14.1	917	12979
47	*Pheugopedius felix*	4	0.57	7.1	917	6489
48	*Piaya cayana*	3	0.85	3.5	917	3245
49	*Piranga bidentata*	3	0.57	5.3	917	4867
50	*Piranga rubra*	15	0.85	17.7	917	16223
51	*Pitangus sulphuratus*	15	1.41	10.6	917	9734
52	*Polioptila caerulea*	12	2.26	5.3	917	4867
53	*Ramphotrigon flammulatum*	4	0.57	7.1	917	6489
54	*Ramosomyia violiceps*	6	0.85	7.1	917	6489
55	*Saltator coerulescens*	14	0.85	16.5	917	15142
56	*Saucerottia beryllina*	4	0.57	7.1	917	6489
57	*Setophaga nigrescens*	2	0.57	3.5	917	3245
58	*Setophaga petechia*	3	0.57	5.3	917	4867
59	*Sporophila torqueola*	39	1.41	27.6	917	25308
60	*Streptoprocne zonaris*	14	0.85	16.5	917	15142
61	*Thryophilus sinaloa*	9	1.41	6.4	917	5840
62	*Tityra semifasciata*	33	3.11	10.6	917	9734
63	*Trogon citreolus*	5	0.85	5.9	917	5408
64	*Trogon elegans*	4	0.85	4.7	917	4326
65	*Turdus rufopalliatus*	8	0.57	14.1	917	12979
66	*Tyrannus crassirostris*	8	1.70	4.7	917	4326
67	*Tyrannus melancholicus*	9	1.41	6.4	917	5840
68	*Vireo atricapilla*	1	0.28	3.5	917	3245

69	*Vireo gilvus*	1	0.28	3.5	917	3245
70	*Vireo hypochryseus*	3	0.85	3.5	917	3245
71	*Volatinia jacarina*	16	0.57	28.3	917	25957
72	*Xiphorhynchus flavigaster*	4	1.13	3.5	917	3245
		717		**696**		**638,719**

Para la información obtenida de los **mamíferos**, se estimó una abundancia de 2.01 individuos por hectárea, y para la Microcuenca la estimación fue de 1,843 individuos (Tabla IV.44f).

Tabla IV.44f. Abundancia estimada de la presencia de mamíferos en la Microcuenca.

NO.	NOMBRE CIENTÍFICO	TOTAL	SUP. (HA) MUESTREADA	DENSIDAD /HA ESTIMADA	SUP. (HA) (HA)	POBLACIÓN ESTIMADA
1	*Didelphis virginiana*	2	3.20	0.63	917	573
2	*Nasua narica*	6	16.34	0.37	917	337
3	Odocoileus virginianus	3	11.78	0.25	917	234
4	*Procyon lotor*	4	7.36	0.54	917	499
5	*Sciurus colliaei***	2	9.14	0.22	917	201
		17		**2.01**		**1,843**

Finalmente, el grupo de la **herpetofauna**, se consideró la estimación de la abundancia por hectárea de 1.86 individuos y una abundancia total de 1,702 individuos para la Microcuenca, siendo la especie más representativa *Iguana iguana* y *Agatychnis dacnicolo*.

Tabla IV.44g. Abundancia estimada de la presencia de herpetofauna en la Microcuenca.

NO.	NOMBRE CIENTÍFICO	TOTAL	SUP. (HA) MUESTREADA	DENSIDAD /HA ESTIMADA	SUP. (HA) (HA)	POBLACIÓN ESTIMADA
1	Agalychnis dacnicolo**	1	3.20	0.31	917	287
2	*Anolis nebulosus***	3	12.81	0.23	917	215
3	*Aspidoscelis lineattissimus*	5	17.30	0.29	917	265
4	Boa sigma	2	7.84	0.26	917	234
5	Ctenosaura pectinata	2	9.05	0.22	917	203
6	*Iguana iguana*	4	7.36	0.54	917	499
		17		**1.86**		**1,702**

Para el caso de **aves** los resultados son bajos comparados con los trabajos realizados por Blake y Loiselle (1990). Para este tipo de ecosistema, la riqueza comparada con otros estudios similares. en un bosque secundario en regeneración de selva y Bojorques y Lopez-Mata (2005) en una selva en regeneración donde registraron una riqueza de 717 y 76 respectivamente.

Si lo comparamos con un hábitat de selva maduro o conservado (Blake y Loiselle; Bojorques y Lopez-Mata, 2005), entonces el resultado obtenido en el presente análisis es superior. Está claro que la condición de la vegetación en la Microcuenca, muestra que es un hábitat importante para el desarrollo de este grupo. Otros trabajos realizados en condiciones de hábitat similar en Quinta Roo (Saavedra, 2021) y Chiapas (Arroyo *et al*¸2013), en el caso de **mamíferos** la riqueza fue muy baja, donde registraron una riqueza de 5 y 17 especies respectivamente.

En cuanto a la **Herpetofuna**, presenta valores similares a los encontrados en Yucatan (Ortiz-Medina *et al*, 2022) donde señalan el registro de 3 especies, y en otros como en Chiapas (Luna-Reyes *et al*, 2017) con 22 especies y 14 en Tabasco (Geronimo-Torres, *et al*, 2022), la riqueza de la Microcuenca resulta ser muy baja con 5 y 17 especies e individuos.

IV.2.2.2.2.5.3. Resultados índices de diversidad de especies.

1. Índice de Shannon-Wiener

El grupo de las **aves** represento el valor más alto de este indicador, sugiriendo una diversidad alta, esto es debido a la alta riqueza y frecuencia de especies. Mientras que para el grupo de **mamíferos y herpetofauna** el valor sugiere un grado de diversidad de baja (Tabla IV.44h; Grafico IV.16).

2. Índice de Simpson

Con esta estimación sucede lo mismo, los resultados indican que el grupo de **aves** fue el que presenta un grado de diversidad alto, mientras que **mamíferos y herpetofauna** se consideran con un grado medio (Tabla 58h; Grafico 14).

Tabla IV.44h. Valores estimados de los índices de diversidad por grupo faunístico para la Microcuenca.

GRUPO	SHANNON-W	SIMPSON	JACCARD
FAUNISTICO	H´-MC	D´-MC	J´-MC
Aves	3.82	0.97	0.16
Mamíferos	1.52	0.76	0.44
Herpetofauna	1.68	0.80	0.37

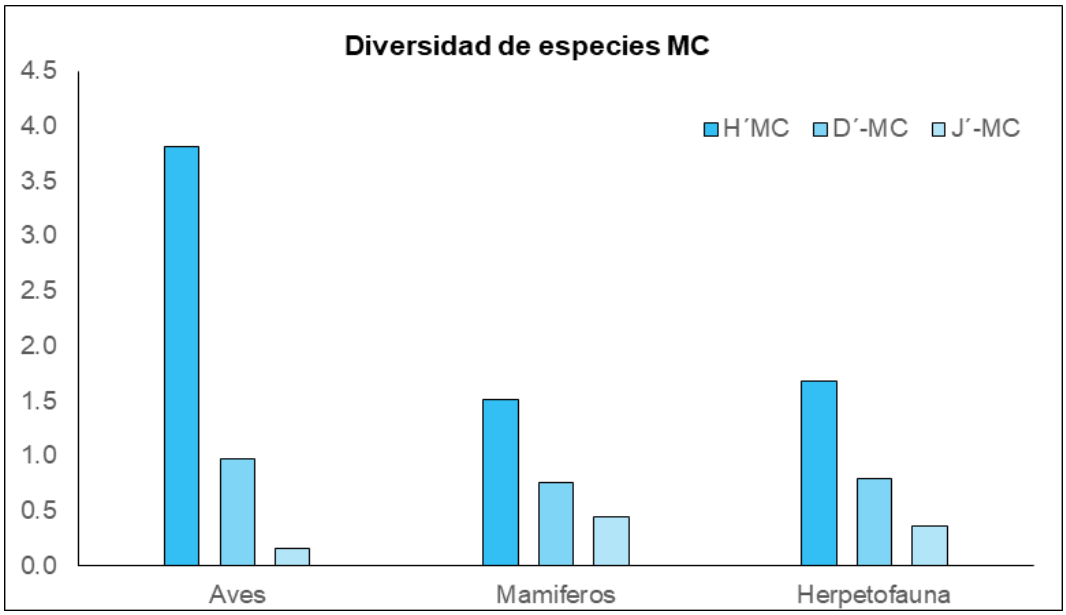


Grafico IV.16. Íindices de diversidad por grupo faunístico para la Microcuenca.

3. Índice de similitud de Jaccard

Para este índice con el Programa Past se obtienen los resultados, los cuales se presentan en la Tabla IV.44i, IV.44j y IV.44k. Para el caso los **mamíferos** el grado de similitud media equivalente fue del 0.5 a 0.67 y para la **herpetofauna** fue media también con de 0.25 a 0.67. El **grupo de las aves** presenta grado de similitud bajo entre los sitios de muestreo, ya que en promedio se tiene una similitud del 0.15 (15%).

Tabla IV.44i. Índice de similitud de Jaccard (Ij), para el grupo faunístico de Aves en la Microcuenca.

S	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26
P1	1.00	0.00	0.16	0.18	0.00	0.14	0.08	0.10	0.00	0.19	0.04	0.00	0.08	0.07	0.00	0.00	0.21	0.09	0.00	0.09	0.13	0.13	0.00	0.00	0.17	0.13
P2		1.00	0.00	0.17	0.10	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.06	0.00	0.00	0.00	0.10	0.11	0.00	0.00	0.00
P3			1.00	0.14	0.11	0.12	0.07	0.13	0.21	0.15	0.12	0.09	0.00	0.06	0.19	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.15	0.05	0.11	0.06	0.13	0.22
P4				1.00	0.06	0.18	0.12	0.04	0.11	0.17	0.13	0.05	0.07	0.06	0.06	0.00	0.06	0.08	0.00	0.00	0.07	0.06	0.06	0.15	0.23	0.11
P5					1.00	0.00	0.04	0.11	0.13	0.13	0.09	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.09	0.06	0.10	0.08	0.14	0.15	0.09	0.08	0.00
P6						1.00	0.14	0.08	0.14	0.25	0.03	0.04	0.00	0.17	0.17	0.06	0.05	0.07	0.09	0.00	0.27	0.05	0.10	0.06	0.11	0.20
P7							1.00	0.15	0.12	0.08	0.06	0.15	0.10	0.04	0.14	0.10	0.08	0.13	0.08	0.00	0.20	0.13	0.04	0.00	0.00	0.08
P8								1.00	0.10	0.28	0.12	0.25	0.00	0.06	0.12	0.13	0.00	0.21	0.15	0.07	0.15	0.17	0.05	0.06	0.06	0.10
P9									1.00	0.11	0.13	0.05	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.13	0.18	0.08	0.17	0.06	0.13	0.00	0.00	0.00
P10										1.00	0.04	0.10	0.00	0.14	0.14	0.00	0.13	0.18	0.11	0.08	0.17	0.13	0.13	0.00	0.15	0.06
P11											1.00	0.17	0.06	0.05	0.05	0.00	0.04	0.23	0.04	0.06	0.17	0.09	0.10	0.05	0.00	0.04
P12												1.00	0.00	0.00	0.13	0.07	0.00	0.12	0.05	0.00	0.07	0.18	0.00	0.23	0.06	0.05
P13													1.00	0.00	0.00	0.14	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
P14														1.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.14	0.00	0.04	0.00	0.18	0.00	0.10	0.15
P15															1.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.09	0.08	0.08	0.00	0.00	0.07
P16																1.00	0.00	0.11	0.27	0.00	0.05	0.09	0.00	0.14	0.00	0.18
P17																	1.00	0.09	0.06	0.00	0.00	0.14	0.07	0.00	0.00	0.00
P18																		1.00	0.13	0.06	0.26	0.20	0.15	0.05	0.05	0.14
P19																			1.00	0.08	0.17	0.13	0.13	0.08	0.00	0.12
P20																				1.00	0.05	0.22	0.11	0.00	0.14	0.00
P21																					1.00	0.13	0.09	0.00	0.05	0.17
P22																						1.00	0.07	0.09	0.00	0.13
P23																							1.00	0.00	0.00	0.23
P24																								1.00	0.29	0.08
P25																									1.00	0.08
P26																										1.00

	Similares entre un 0.67 a 1
	Medianamente similares entre 0.34 a 0.66999.
	< a 0.339999 no presentan similitud.

Tabla IV.44j. Índice de similitud de Jaccard (Ij), para el grupo faunístico de los Mamíferos en la Microcuenca.

S	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
T1	1.00	0.67	0.50	0.00	0.00	0.33	0.00
T2		1.00	0.33	0.00	0.00	0.25	0.00
T3			1.00	0.00	0.00	0.50	0.00
T4				1.00	0.00	0.00	0.50
T5					1.00	0.50	0.50
T6						1.00	0.33
T7							1.00
	Similares entre un 0.67 a 1						
	Medianamente similares entre 0.34 a 0.66999.						
	< a 0.339999 no presentan similitud.						

Tabla IV.44k. Índice de similitud de Jaccard (Ij), para el grupo faunístico de Herpetofauna en la Microcuenca.

S	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
T1	1.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T2		1.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00
T3			1.00	0.25	0.67	0.50	0.00
T4				1.00	0.50	0.33	0.33
T5					1.00	0.33	0.33
T6						1.00	0.00
T7							1.00
	Similares entre un 0.67 a 1						
	Medianamente similares entre 0.34 a 0.66999.						
	< a 0.339999 no presentan similitud.						

- ✓ **Conclusión de las estimaciones de fauna silvestre en la microcuenca (SAR).**

De acuerdo con las estimaciones realizadas se puede decir que el grupo de las aves presentan una mayor diversidad en comparación con los demás grupos taxonómicos, el cual se puede catalogar como una diversidad media. El grupo de los mamíferos y herpetofauna, ambos obtuvieron un grado de diversidad bajo (Aguirre, 2013).

En el caso de la estimación del índice de Simpson, indica un alto grado de diversidad alto para todos los grupos registrados. El índice de Jaccard, indica que el grupo de mamíferos presenta una similitud entre sitios alta, mientras que el grupo de herpetofauna y de aves es baja.

Para los resultados obtenidos sus valores son significativos en el caso del grupo de las aves, en comparación con los demás grupos taxonómicos. Por lo que el área de la microcuenca alberga una gran diversidad de especies, en las que sobresalen algunas especies enlistadas en la NOM-059.

IV.2.2.2.3. Descripción de las condiciones del área sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales (físicas y biológicas).

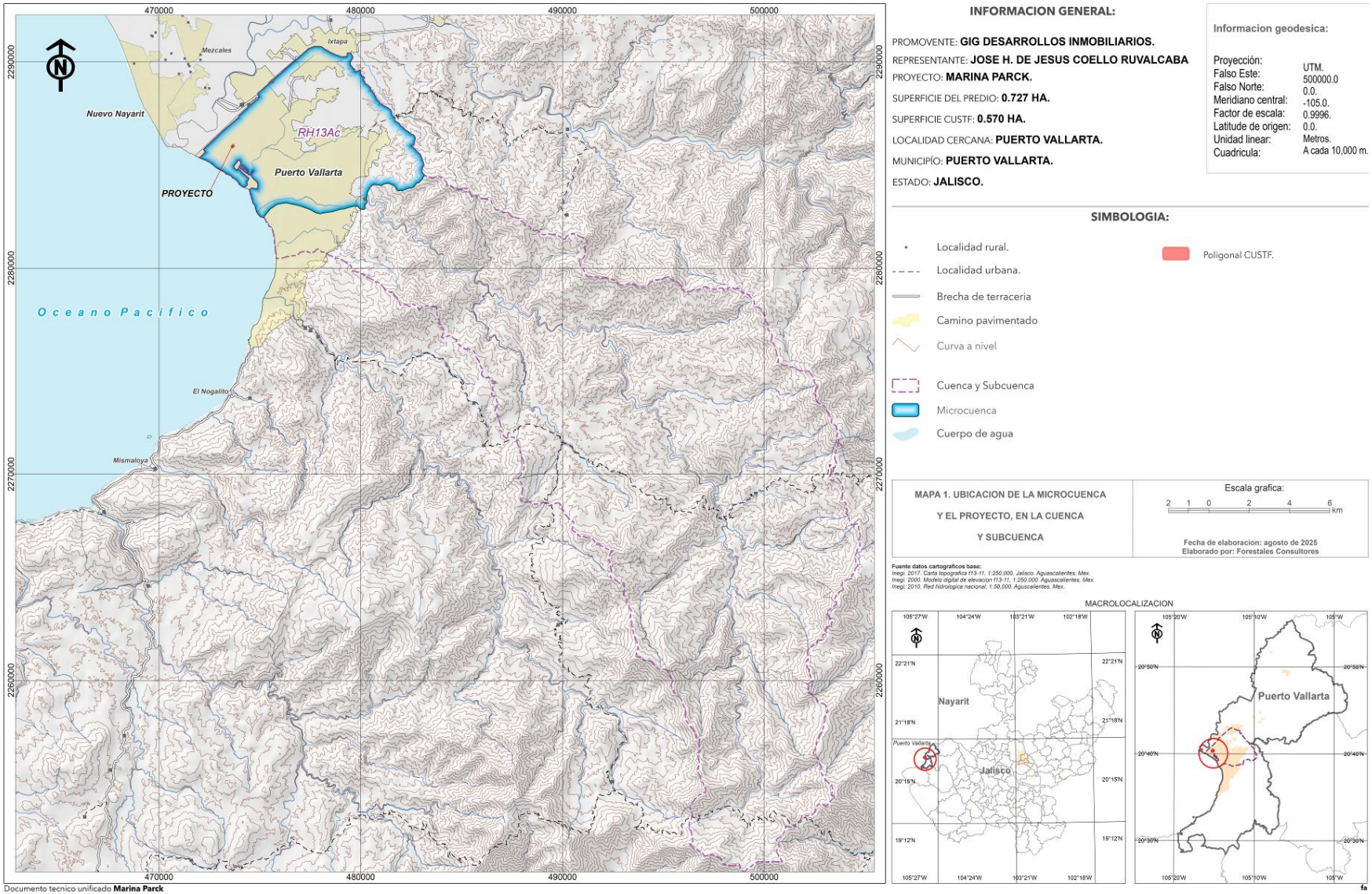
IV.2.2.2.3.1. Ubicación del área del proyecto en la Microcuenca (SAR), condiciones hidrológicas, relieves y poblados más cercanos.

El área del proyecto se encuentra en las inmediaciones de la ciudad de Puerto Vallarta, dentro del municipio de Puerto Vallarta, cercas de la carretera federal 200 Tepic-Puerto Vallarta, aproximadamente a 164 km de la ciudad de Tepic.

La poligonal del proyecto se conforma dentro de **Marina Parck**, la cual presenta una superficie de 0.736 ha (7,360 m²), **considerando una superficie para el CUSTF de 0.570 ha (5,700 m²).** (Tabla IV.45a). Las localidades más cercanas al Proyecto son Puerto Vallarta, Mismaloya y Nuevo Nayarit. Para ingresar al predio se cuenta con calles bien acondicionadas (Mapa 1; 10a).

Destacamos que este se encuentra incrustado en la zona Sur de la Región hidrológica Huicicila (RH13), cuenca Río Cuale-Pitillal (A), en la subcuenca Río Cuale (b), y dentro de la Microcuenca Puerto Vallarta (Mapa 1).

Mapa 1. Ubicación del Proyecto en la Cuenca y Subcuenca.



Mapa 10a. Ubicación del Proyecto y localidades más cercanas.

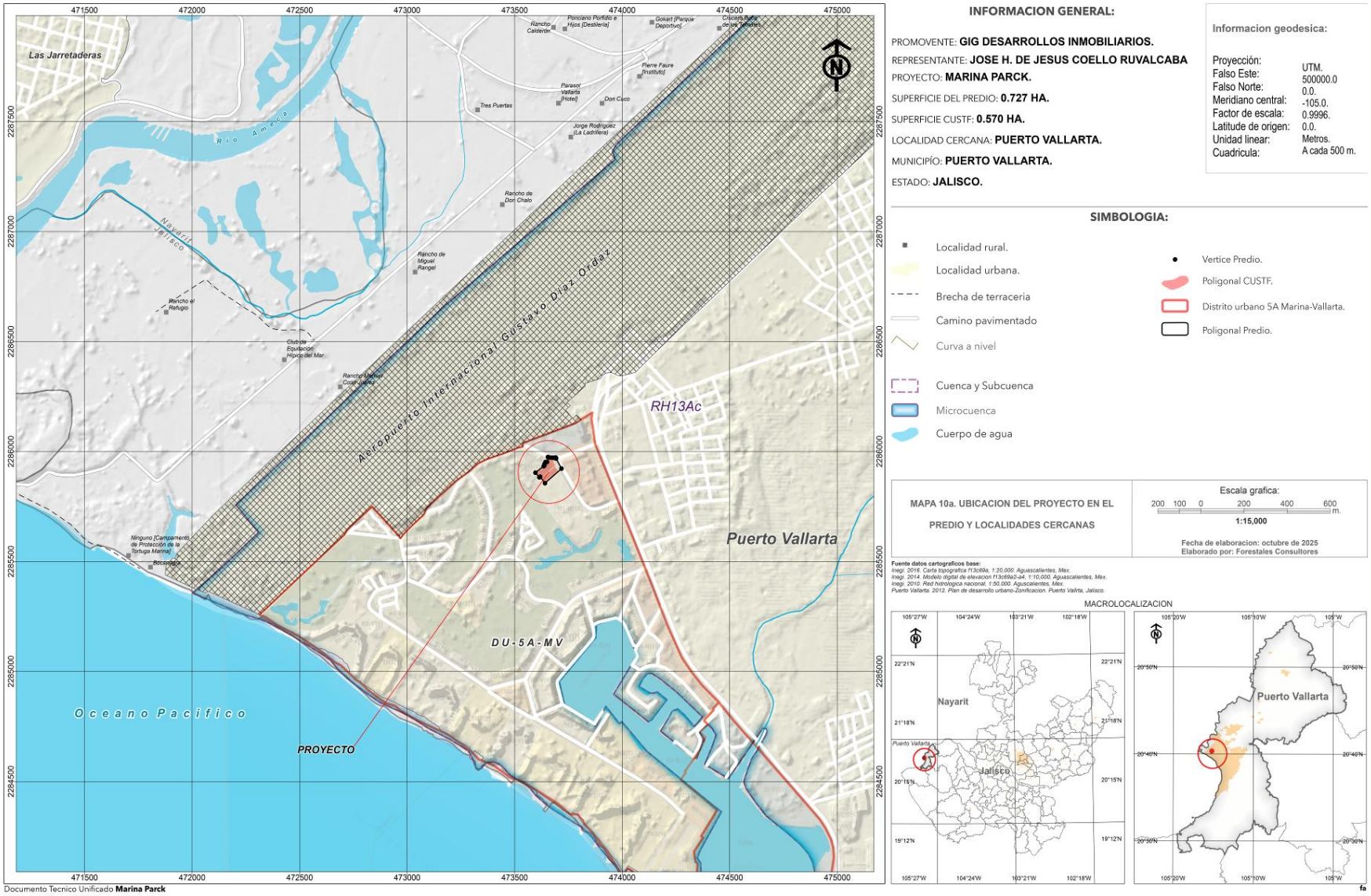


Tabla IV.45a. Coordenadas de ubicación del Predio.

VERTICE	COORDENADAS UTM		AREA	SUPERFICIE	SUPERFICIE
	X	Y	PREDIO	(ha)	(m²)
1	473641	2285856	Predio	0.736	7360
2	473619	2285886	Predio	0.736	7360
3	473615	2285883	Predio	0.736	7360
4	473597	2285904	Predio	0.736	7360
5	473635	2285933	Predio	0.736	7360
6	473637	2285936	Predio	0.736	7360
7	473638	2285939	Predio	0.736	7360
8	473639	2285943	Predio	0.736	7360
9	473643	2285952	Predio	0.736	7360
10	473651	2285953	Predio	0.736	7360
11	473654	2285975	Predio	0.736	7360
12	473658	2285974	Predio	0.736	7360
13	473662	2285973	Predio	0.736	7360
14	473673	2285972	Predio	0.736	7360
15	473682	2285972	Predio	0.736	7360
16	473691	2285973	Predio	0.736	7360
17	473693	2285969	Predio	0.736	7360
18	473718	2285923	Predio	0.736	7360
TOTAL				**0.736**	**7360**

Tabla IV.45b. Coordenadas de ubicación del Proyecto.

VERTICE	OBRA/	COORDENADAS UTM		SUPERFICIE	SUPERFICIE
	ACTIVIDAD	X	Y	(m²)	(ha)
1	Marina Parck	473641	2285856	0.209	2090
2	Marina Parck	473624	2285879	0.209	2090
3	Marina Parck	473646	2285897	0.209	2090
4	Marina Parck	473647	2285894	0.209	2090
5	Marina Parck	473687	2285929	0.209	2090
6	Marina Parck	473701	2285908	0.209	2090
1	Marina Parck	473615	2285883	0.361	3610
2	Marina Parck	473597	2285904	0.361	3610
3	Marina Parck	473635	2285933	0.361	3610
4	Marina Parck	473637	2285936	0.361	3610
5	Marina Parck	473638	2285939	0.361	3610
6	Marina Parck	473639	2285943	0.361	3610
7	Marina Parck	473643	2285952	0.361	3610
8	Marina Parck	473651	2285953	0.361	3610
9	Marina Parck	473654	2285975	0.361	3610

10	Marina Parck	473658	2285974	0.361	3610
11	Marina Parck	473662	2285973	0.361	3610
12	Marina Parck	473673	2285972	0.361	3610
13	Marina Parck	473682	2285972	0.361	3610
14	Marina Parck	473691	2285973	0.361	3610
15	Marina Parck	473693	2285969	0.361	3610
16	Marina Parck	473698	2285959	0.361	3610
17	Marina Parck	473695	2285957	0.361	3610
18	Marina Parck	473690	2285964	0.361	3610
19	Marina Parck	473676	2285955	0.361	3610
20	Marina Parck	473687	2285937	0.361	3610
21	Marina Parck	473621	2285882	0.361	3610
22	Marina Parck	473619	2285886	0.361	3610
			TOTAL	**0.570**	**5700**

Tabla IV.45c. Distribución solicitada para el Proyecto.

NO.		AREA	SUPERFICIE	ACTIVIDAD	CLAVE
	ID	TOTAL (m²)	TOTAL (ha)		
1	37	4	0.00	Baño	Ba
SUBTOTAL		**4**	**0.00**		
2	14	6	0.00	Bodega	Bo
3	38	8	0.00	Bodega	Bo
SUBTOTAL		**14**	**0.00**		
4	39	6	0.00	Caseta	C
SUBTOTAL		**6**	**0.00**		
5	43	22	0.00	Elevador	E
6	58	15	0.00	Elevador	E
SUBTOTAL		**37**	**0.00**		
7	13	13	0.00	Escaleras	E
SUBTOTAL		**13**	**0.00**		
8	5	140	0.01	Estacionamiento	Et
9	11	331	0.03	Estacionamiento	Et
10	12	365	0.04	Estacionamiento	Et
11	15	126	0.01	Estacionamiento	Et
12	25	89	0.01	Estacionamiento	Et
13	26	168	0.02	Estacionamiento	Et
14	32	40	0.00	Estacionamiento	Et
15	36	5	0.00	Estacionamiento	Et
16	9	6	0.00	Estacionamiento	Et
17	31	52	0.01	Estacionamiento	Et
SUBTOTAL		**1324**	**0.13**		
18	1	319	0.03	Ingreso peatonal	Ip
19	35	6	0.00	Ingreso peatonal	Ip
20	1	37	0.00	Ingreso peatonal	Ip
21	1	140	0.01	Ingreso peatonal	Ip
22	44	155	0.02	Ingreso peatonal	Ip
57	55	15	0.00	Ingreso peatonal	Ip

SUBTOTAL		**672**	**0.07**		
23	4	3	0.00	Jardin	J
24	7	25	0.00	Jardin	J
25	10	183	0.02	Jardin	J
26	20	9	0.00	Jardin	J
27	21	36	0.00	Jardin	J
28	27	27	0.00	Jardin	J
29	34	87	0.01	Jardin	J
30	40	6	0.00	Jardin	J
31	41	3	0.00	Jardin	J
32	45	21	0.00	Jardin	J
33	46	12	0.00	Jardin	J
34	47	5	0.00	Jardin	J
35	48	88	0.01	Jardin	J
36	50	1	0.00	Jardin	J
37	51	1	0.00	Jardin	J
38	53	3	0.00	Jardin	J
39	54	16	0.00	Jardin	J
40	56	20	0.00	Jardin	J
41	57	5	0.00	Jardin	J
42	70	2	0.00	Jardin	J
43	71	1	0.00	Jardin	J
44	72	1	0.00	Jardin	J
45	73	22	0.00	Jardin	J
46	75	2	0.00	Jardin	J
47	76	2	0.00	Jardin	J
48	77	2	0.00	Jardin	J
49	78	7	0.00	Jardin	J
50	80	6	0.00	Jardin	J
51	21	18	0.00	Jardin	J
52	2	11	0.00	Jardin	J
53	83	1	0.00	Jardin	J
SUBTOTAL		**627**	**0.06**		
54	28	47	0.00	Local comercial	Lc
SUBTOTAL		**47**	**0.00**		
55	6	58	0.01	Pet parck	Pp
SUBTOTAL		**58**	**0.01**		
56	42	111	0.01	Recepcion	R
SUBTOTAL		**111**	**0.01**		
58	29	115	0.01	TA-U-001	TA-U-001
59	30	105	0.01	TA-U-002	TA-U-002
60	24	32	0.00	TA-U-003	TA-U-003
61	8	78	0.01	TB-U-001	TB-U-001
62	3	64	0.01	TB-U-002	TB-U-002
63	60	64	0.01	TB-U-003	TB-U-003
64	64	64	0.01	TB-U-004	TB-U-004
65	65	64	0.01	TB-U-005	TB-U-005
66	66	64	0.01	TB-U-006	TB-U-006
67	67	64	0.01	TB-U-007	TB-U-007
68	68	64	0.01	TB-U-008	TB-U-008

69	69	64	0.01	TB-U-009	TB-U-009
70	59	92	0.01	TB-U-010	TB-U-010
71	79	148	0.01	TB-U-011	TB-U-011
72	81	113	0.01	TB-U-012	TB-U-012
73	82	99	0.01	TB-U-013	TB-U-013
74	84	93	0.01	TB-U-014	TB-U-014
75	74	94	0.01	TB-U-015	TB-U-015
76	85	87	0.01	TB-U-016	TB-U-016
SUBTOTAL		**1573**	**0.16**		
77	33	1201	0.12	Via de acceso	V
SUBTOTAL		**1201**	**0.12**		
TOTAL		**5686**	**0.57**		

Mapa 10b. Distribución del Proyecto en el Predio.

Documento Tecnico Unificado **Marina Parck**

INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**
REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**
PROYECTO: **MARINA PARCK.**
SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**
SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**
LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**
MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**
ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 100 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Vertice Predio.
- Poligonal CUSTF.
- Distrito urbano 5A Marina-Vallarta.
- Poligonal Predio.

Distribucion del Proyecto en el Predio:

- Areas comunes (Ac).
- Estacionamiento (Es).
- Ingreso peatonal (Ip)
- Jardin (J).
- Local comercial (Lc).
- Recepcion (R).
- Servicios (S).
- TA-U001-003.
- TB-U001-016.
- Vialidad (V).

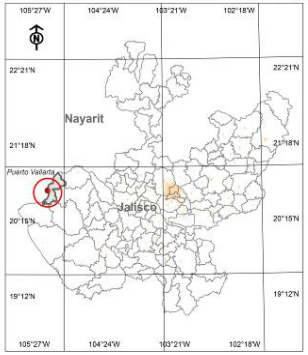
MAPA 10b. DISTRIBUCION DEL PROYECTO EN EL PREDIO Y EL AREA SOLICITADA PARA EL CUSTF.

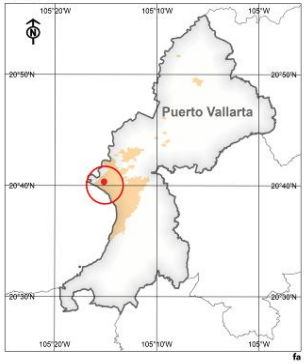
Escala grafica: 20 10 0 20 40 60 m.
1:1,500

Fecha de elaboracion: octubre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2016. Carta topografica f13c69a. 1:20,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a2-a4. 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional. 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Puerto Vallarta. 2012. Plan de desarrollo urbano-Zonificacion. Puerto Vallrta, Jalisco.

MACROLOCALIZACION





IV.2.2.2.3.2. Pendientes y exposiciones en el área del proyecto.

Para las condiciones físicas del proyecto, se describieron en base a la información de campo e información publicada por INEGI (2000, 2001, 2015, 2016), con esta misma información fue generada la cartografía para el proyecto.

Considerándose como un relieve accidentado a escarpado. Las condiciones del relieve para el Proyecto se registran entre un 0 al 10%. Se registró una altitud máxima de 6 msnm y una mínima de 4 msnm (Tabla IV.46; Mapa 13b).

Tabla IV.46. Rangos de pendientes registrados en el proyecto.

CATEGORIA	SUPERFICIE (HA)	SUPERFICIE (%)	RELIEVE
0 a 10%	0.570	100.0	Plano suavemente inclinado
	0.570	**100**	

Empleando un MDE con una resolución de 10 metros/pixel, y se procesó con ArcGIS PRO 3.1, pudiendo desarrollar un mapa de pendientes. Mediante este proceso se generó un archivo tipo raster que contiene información de la pendiente en cada celda. La exposición dominante en el Proyecto es Norte (Tabla IV.47).

Para detallar un mapa de distribución de exposiciones, realizó un análisis de superficies con ArcGIS PRO 3.4, generando un mapa de exposiciones, utilizando un MDE (INEGI, 2001). Esta información será relevante para la selección de las áreas destinadas para la reubicación de flora.

Tabla IV.47. Exposiciones registradas en el proyecto.

CATEGORIA	SUPERFICIE (ha)	SUPERFICIE (%)
Zenital	0.000	0.0
Norte	0.570	100.0
Noreste	0.000	0.0
Este	0.000	0.0
Sureste	0.000	0.0

Sur	0.000	0.0
Suroeste	0.000	0.0
Oeste	0.000	0.0
Noroeste	0.000	0.0
	0.570	**100.0**

IV.2.2.2.3.3. Condiciones físicas (abióticas) del área del proyecto.

IV.2.2.2.3.1. Condición climática.

Para este caso el clima predominante en el área del Proyecto Marina parck, es de tipo Cálido subhúmedo Aw1 (w) (Mapa 11). Dicha condición climática se describe brevemente en la Tabla IV.48.

Tabla IV.48. Clave y descripción del tipo de clima predominante en el proyecto

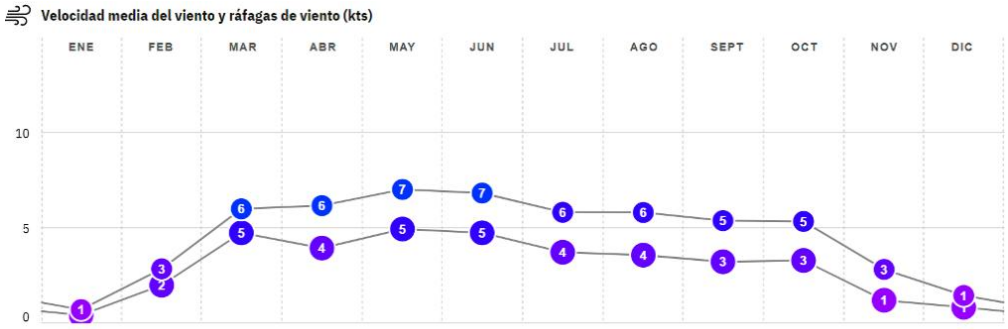
TIPO	CLAVE	DESCRIPCIÓN
Cálido sub-húmedo	Aw1(w)	Cálido Subhúmedo, de los de mayor humedad, registrando precipitaciones totales anuales entre 1,000 y 1,500 mm, con un porcentaje de lluvia invernal menor de 5, y la temperatura media anual de 22°C. La temperatura del mes más frio es mayor a los 18°C. Con lluvias en verano (INEGI, 2005).

Se tiene una temperatura media anual de 25.8°C, con una mínima de 3.5 y una máxima de 28.6°C. Para la precipitación total anual que se registra en la estación 14116 es de 1,428.9 mm. No se tiene registro de heladas en la zona (INEGI, 2000; CONAGUA, 2024).

- ✓ **Vientos**

Desde la parte norte se presentan vientos dominantes con ráfagas promedio de hasta 7 km/h, y regularmente tienden a ser más fuertes durante la noche, que en el día (WINDFINDER, 2025). La siguiente figura muestra una el comportamiento de esta condición en la zona:

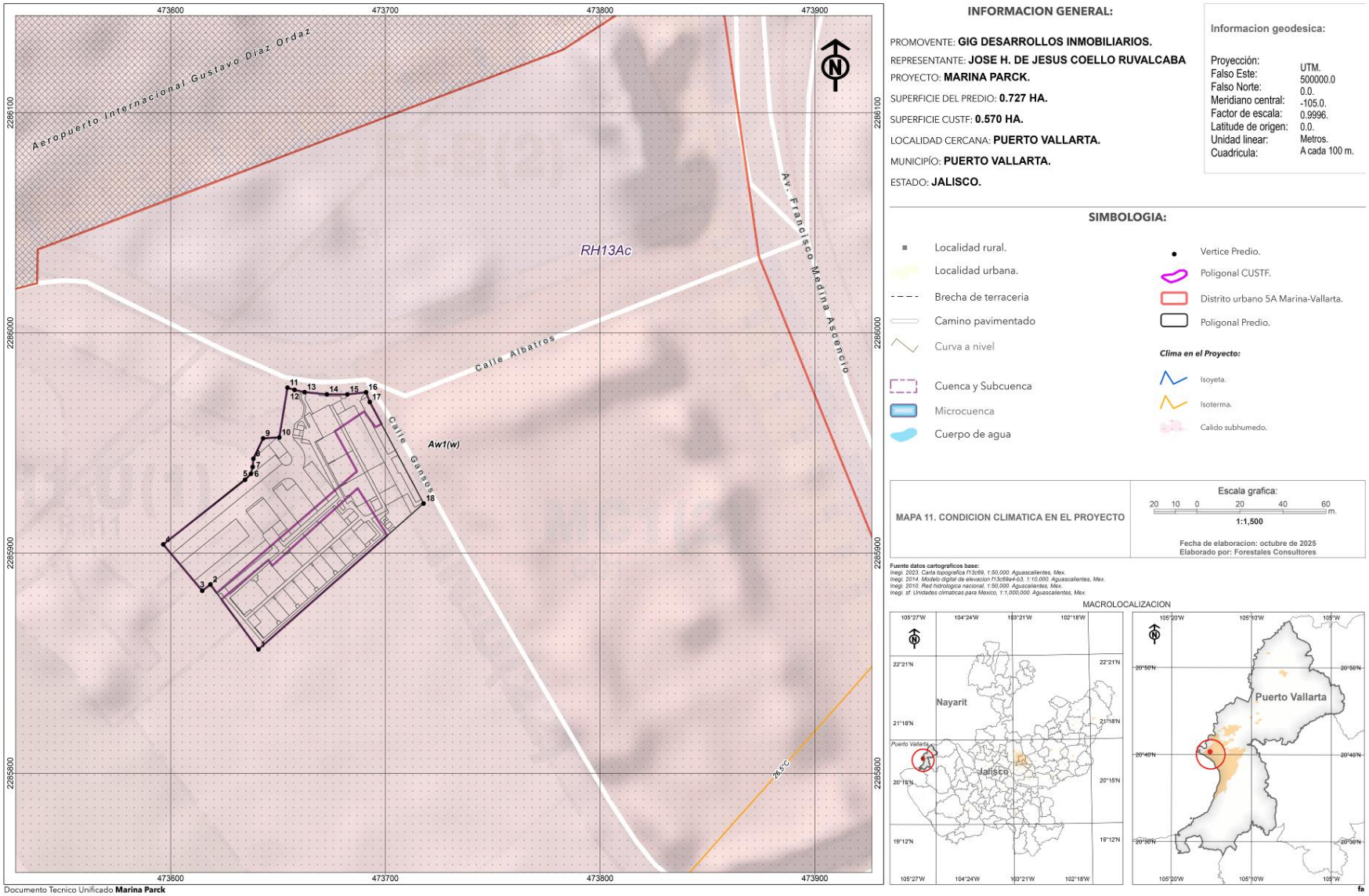
Figura IV.15. Dirección y velocidad del viento en la zona (Fuente: WINDFINDER, 2025).



- ✓ **Fenómenos meteorológicos en la zona.**

Se registraron huracanes y tormentas tropicales el año 2022 al 2023, que generaron lluvias torrenciales en la zona. Se puede mencionar en el 2022 el huracán Roslyn paso cercas de las costas de la zona, dejando únicamente lluvias entrando por la zona norte como categoría 4. También para el 2023 se presentó el huracán Lidia el cual entro como categoría 3 muy cercano a la zona del Proyecto, presentando rachas de vientos máximos de 220 km. Solo en la zona se registraron lluvias torrenciales (CONAGUA, 2025).

Mapa 11. Clima característico distribuido en el Proyecto.



IV.2.2.2.3.2. Fisiografía características del Proyecto.

La Provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur (XII), Subprovincia Sierras de la Costa de Jalisco y Colima (65), en un Sistema de Topoformas de Llanura costera con deltas (526-0/03) (INEGI, 2001), se localiza el Proyecto. Como se ha mencionado, el área presenta un relieve plano con pendientes que llegan hasta 10%, y presentando exposiciones dominantes al Norte, este y Oeste (Mapa 12).

IV.2.2.2.3.3. Condiciones edafológicas del Proyecto.

La carta edafológica digital escala 1:50000 f13c69 (INEGI, 1978) y a las descripciones de la Guía para la interpretación cartográfica de suelos (INEGI, 2005), menciona que el tipo de suelo dominante corresponde **Feozem haplico** con clave edafológica Hh+Je/2. La zona aún conserva una buena cobertura forestal y se observa una estabilidad alta (INEGI, 2005).

Los suelos de este tipo son regularmente son pardos, con una capa superficial color oscura, suave, rica en materia orgánica, resultado una fuerte actividad biológica, de profundidad variable, los más profundos se encuentran en zonas planas y menos profundas, se localizan en ladera con pendientes fuertes, limitándolos la roca. La clave es **Hh+Je/2**, de clase textural media (2), equilibrados, denominados francos, buen drenaje y porosidad en sus estructuras (Tabla IV.49) (INEGI, 2000; 2005).

Mapa 12. Condiciones fisiográficas del Proyecto.

Documento Tecnico Unificado **Marina Parck**

INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**
REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**
PROYECTO: **MARINA PARCK.**
SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**
SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**
LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**
MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**
ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 100 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Vertice Predio.
- Poligonal CUSTF.
- Distrito urbano 5A Marina-Vallarta.
- Poligonal Predio.

Fisiografia caracteristicas en el Proyecto:

- Llanura costera con delta (526-0/03).

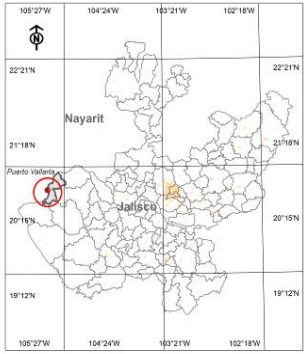
MAPA 12. FISIOGRAFIA CARACTERISTICA EN EL PROYECTO

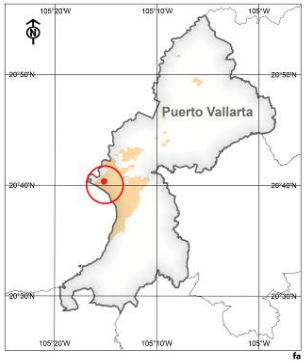
Escala grafica: 20 10 0 20 40 60 m.
1:1,500

Fecha de elaboracion: octubre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2023. Carta topografica f13c69, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a4-b3, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2000. Unidades fisiograficas para Mexico, 1:1,000,000. Aguascalientes, Mex.

MACROLOCALIZACION





Perfil representativo para feozem háplico:

- ✓ **Horizonte A11**

Profundidad 0 a 22 cm. Color gris oscuro en húmedo. De textura Franca. Drenaje interno drenado (INEGI, 2000).

- ✓ **Horizonte A12**

Profundidad de 22 a 42 cm. Color gris oscuro en húmedo. Textura franca. Estructura en bloques subangulares y desarrollo débil. Drenaje interno drenado (INEGI, 2000).

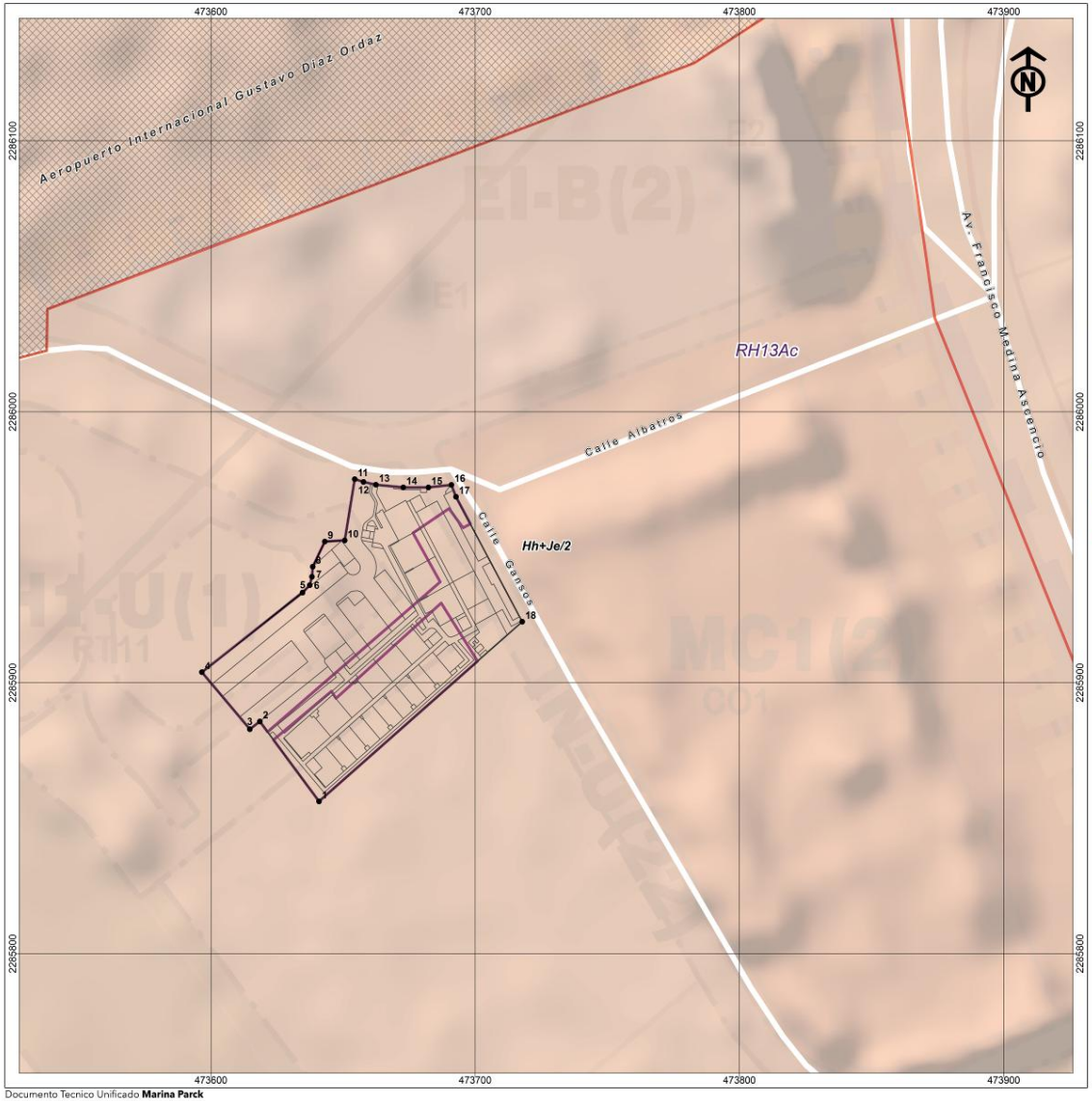
Tabla IV.49. Características principales del horizonte Feozem háplico.

ATRIBUTO	**VALOR**	
HORIZONTE	**A11**	**A12**
Profundidad (cm)	0-22	22-46
Textura:		
% de arcilla	20	20
% de limo	46	40
% de arena	34	40
Clasificación textural	C	C
Color en húmedo	10YR 3/1	10YR 3/1
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	< 2.0	< 2.0
pH en agua relación 1:1	6.2	6.9
% de materia orgánica	4.2	2.3
C.I.C.T. (meq/100 g)	13.8	8.5
Cationes intercambiables:		
Potasio (meq/100 g)	0.5	0.2
Calcio (meq/100 g)	10.2	7
Magnesio (meq/100 g)	1.9	1.2

Estabilidad edafológica de Feozem háplico.

La susceptibilidad para erosionar es alta, tomando en cuenta que el relieve presente va de ligeramente inclinada a escarpada, presentan una estabilidad de media (INEGI, 2000; 2005).

Mapa 13a. Condiciones edafología del Proyecto.



Documento Tecnico Unificado **Marina Parck**

INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**
REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**
PROYECTO: **MARINA PARCK.**
SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**
SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**
LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**
MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**
ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 100 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Vertice Predio.
- Poligonal CUSTF.
- Distrito urbano 5A Marina-Vallarta.
- Poligonal Predio.

Fisiografia caracteristicas en el Proyecto:

- Feozem haplico.

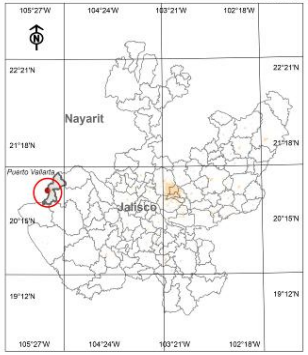
MAPA 13a. CONDICION EDAFOLOGIA EN EL PROYECTO.

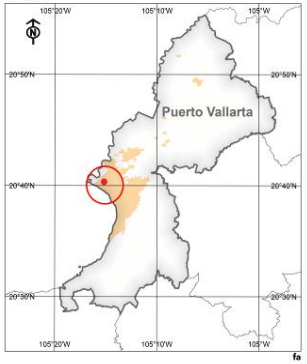
Escala grafica: 20 10 0 20 40 60 m.
1:1,500

Fecha de elaboracion: octubre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2023. Carta topografica f13c69, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a4-b3, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 1974. Carta edafologica f13c69, 1:500,000. Aguascalientes, Mex.

MACROLOCALIZACION





IV.2.2.2.3.3.1. Tipos y grado de degradación del área del proyecto y las causas que la originan.

Se cuenta con un estudio donde se representan las condiciones de degradación del suelo a nivel nacional, a un nivel de resolución a escala 1:250,000 (SEMARNAT y Colegio de Posgraduados, 2003). Los procesos de degradación considerados fueron; la erosión hídrica y eólica, así como la degradación física y química. Para ello, el país fue dividido en unidades cartográficas de diferente tamaño y se consideró como degradación o erosión dominante aquella que cubría más de 30% de la superficie de cada unidad (Ortiz *et all*. 2002).

La degradación de los suelos son las malas prácticas en los terrenos forestales. Los cuales se reflejan en la compactación, la erosión y deslizamientos, y aunado a esto, el factor climático (precipitación o viento), el grado de inclinación y la textura del suelo, son los que permiten esas modificaciones. Revisando el mapa de degradación de suelos disponible, para la zona del proyecto no presenta una condición significativa de degradación de los suelos (SEMARNAT y COLPOS, 2004; Gayoso y Alarcón, 1999).

IV.2.2.2.3.3.2. Estado de conservación y/o deterioro de los suelos en el área del Proyecto.

Se observa abundante materia orgánica y material en proceso de descomposición, lo cual favorece en la estabilidad del suelo. Las evaluaciones a la vegetación en el Proyecto demuestran que los estratos vegetales aún conservan buena estructura, lo cual ayuda a la protección del suelo.

Sin embargo, con fines de estimar un escenario aproximado sobre el estado de conservación o deterioro de los suelos, aplicamos la ecuación universal de perdida de suelo, tomando en consideración información histórica de la Precipitación, análisis de las características edafológicas, el relieve y aspectos de la calidad de la estructura vegetal.

Todos estos elementos, nos darán un escenario respecto al grado de afectación que se pudiera generar si no existiera un equilibrio entre estos.

IV.2.2.2.3.3.3. Estimación aproximada de la pérdida de suelo en el Proyecto sin y con CUSTF.

Se siguió el mismo procedimiento descrito para la Microcuenca. Para hacer una estimación aproximada sobre la pérdida o degradación del suelo en el área del proyecto, Por lo tanto, para el análisis se requiere contar con la siguiente información;

La superficie total del proyecto propuesto para el CUSTF es de 0.570 ha (5,700 m²).

Tabla IV.50. Información y superficies del área solicitada para el CUSTF y Predio.

PARCELA	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE TOTAL LOTE (HA)	SUPERFICIE CUSTF (HA)	SUPERFICIE CUSTF (%)
Marina parck	Marina parck	0.728	0.570	100
	TOTAL	**0.728**	**0.570**	**100**

Tabla IV.51. Elementos considerados para la estimación de la erosión del suelo en el área del proyecto.

ELEMENTO	VALOR
Elevación máxima (m)	6
Elevación mínima (m)	4
Longitud del área (m)	110
Pendiente media (%)	1.8
Área drenada (ha)	0.570

IV.2.2.2.3.3.3.1. Desarrollo de la ecuación y estimación de la erosión para el Proyecto.

Se requiere estimar la pérdida de suelo de la zona de interés y se tomará como referencia la aplicación de la formula universal de pérdida de suelo, pudiendo estimar la degradación del suelo, la cual corresponde de la siguiente manera:

Para la estimación de la perdida de suelo se sugiere la formula:

$$E = R * K * LS * C * P$$

Dónde:

E = Erosión del suelo t/ha/año.

R = Erosividad de la lluvia Mj/hamm/hr.

K = Erosionabilidad del suelo.

LS = Longitud y grado de pendiente.

C = Factor de vegetación.

P = Factor de prácticas mecánicas

Dicho procedimiento se realizó acorde a lo señalado en la **página 42 a la 77 del presente capitulo**, para todos los factores que representa la ecuación.

IV.2.2.2.3.3.3.1.1. Erosión potencial para el Proyecto

Considerando los primeros tres factores, se estima la erosión potencial, y se realiza mediante la siguiente expresión:

$$E = R * K * LS$$

Elaborando una cartografía sobre la zonificación en cuanto al grado de degradación, los factores también se procesaron en ArcGIS PRO 3.4.

1. Estimación del factor *R*.

Para estimar este factor, se consideró la regionalización para México. El Proyecto se ubica en la **región X**, por lo tanto, se aplica la siguiente operación para determinar un valor de manera directa:

$$R = (6.8938 * P) + (0.000442 * P^2)$$

Dónde:

R= Erodavilidad de la lluvia Mj/ha mm/hr.

P= Precipitación (mm) (1,428.9 mm)

1. $R = (6.8938 * 1{,}428.9) \quad + (0.000442 * 1{,}428.9^2)$	2. $R = (9{,}850.551) \quad + (0.000442 * 204155.21)$
3. $R = (9{,}850.551) \quad + (902.456)$	4. $R = 10{,}753\,\frac{04\frac{Mj}{ha}}{mm}/hr$

- ✓ **Factor *R* con ArcGis Pro 3.4.**

Para este caso se acudió con las estaciones meteorológicas más cercanas, procesando las precipitaciones totales anuales, con las cuales se generó un archivo raster, y mediante el cual, se extrajo lo correspondiente al área del Proyecto, obteniendo de esta manera el valor del factor.

2. Estimación del factor *K*.

De manera directa, se tomó como referencia las características de textura del suelo y su contenido de materia orgánica, para determinar el valor de *K*. El tipo de suelo dominante registrado para el Proyecto es **Feozem haplico**, el cual presenta una **textura de migajón arcilloso**. El contenido de materia orgánica es de 2.9% (INEGI, 2000), Considerando estos aspectos, el valor obtenido para "***K"***, fue de **0.021**, de acuerdo con la clasificación señalada en las Tablas de apoyo mencionadas en los apartados anteriores.

- ✓ **Factor *K* con ArcGis Pro 3.4.**

De la misma manera del archivo raster generado para la Microcuenca (SA), se extrajo la información específica para el proyecto, utilizando la herramienta de ***Extrack by mask*** en el programa.

3. Estimación del factor *LS*.

Para este factor se siguió la siguiente expresión fue empleada para la estimación de manera directa en el archivo Excel donde se procesaron los datos:

$$\boldsymbol{LS} = \lambda^m * (0.0138 + 0.00965 * s + 0.00138 * s^2)$$

Dónde:

L= Factor longitud de la pendiente (adimensional).

S= Factor por grado de pendiente (adimensional).

λ=Longitud de la pendiente (m) =110.

m= Coeficiente que depende del grado de pendiente (variar de 0.2 a 0.5).

s= Grado de pendiente (%) = 1.8%.

Como inicio fue estimar la Pendiente media y se utilizó la siguiente formula:

$$s = \left(\frac{Ha - Hb}{L}\right) * 100$$

Dónde:

S= Pendiente media en %.

Ha= Altura máxima del área del proyecto = 6 msnm.

Ha= Altura mínima del área del proyecto = 4 msnm.

L= Longitud entre la altura máxima y mínima del proyecto =110 m.

1. $s = \left(\frac{6-4}{110}\right) * 100$
2. $s = \left(\frac{2}{110}\right) * 100$
3. $s = 0.01818 * 100$
4. $\boldsymbol{s = 1.8}\%$

Con este valor es posible determinar el valor de ***LS*** de manera directa de la siguiente manera;

1. $LS = 110^{0.5} * ((0.0138 + (0.00965 * 1.8) + (0.00138 * 1.8^2))$
2. $LS = 10.5 * (0.0138 + 0.002) + (0.00138 * 3.24)$
3. $LS = 10.5 * (0.031 + 0.0045)$
4. $LS = 10.5 * 0.036$
5. $\boldsymbol{LS = 0.38}$

- ✓ **Estimación del factor *LS* con ArcGis Pro 3.4.**

Ya se cuenta con un archivo raster que contiene la información de este factor. Se realizó una extracción específica para el Proyecto del factor *LS*. Con esta información y los dos factores antes mencionada, podemos estimar de la erosión potencial del Proyecto en ArcGIS PRO y de manera directa. En el escenario del CUSTF, con los factores (*R, K* y *LS*), es posible hacer nuestra primera estimación de la erosión potencial para el Proyecto. La estimación de **manera directa** se multiplican los valores estimados, mediante la siguiente expresión:

$$Ep = R * K * LS$$

1. $Ep = \frac{10{,}753\frac{Mj}{ha}}{hr} * 0.021 * 0.38$	2. $Ep = 10{,}753\,\frac{toneladas}{ha}/\text{año}$	3. $Ep = 85\ toneladas/\text{año}$

En el CUSTF, para la **erosión potencial** estimada para el Proyecto, se estima una pérdida de suelo de **85 ton/ha/año** (Mapa 13b) por la acción del agua. Esto significa que para la superficie del Proyecto se estima una pérdida de **48 ton/año**, en una superficie de 0.570 ha. Esto significa una lámina superficial promedio de aproximadamente 961 mm (1 mm es igual a 15 ton/ha). Por lo tanto, con la cuesta en marcha del Proyecto, el **grado de degradación** del suelo tendera a ser **Moderada a alta** (Tabla IV.52). Con **ArcGIS PRO 3.4,** se procesaron los archivos raster extraídos y mediante la herramienta *Map algebra* > *Raster calculator*, se realizó la multiplicación de los factores mencionados.

El resultado indica que la perdida de suelo por el CUSTF, se encuentra con una perdida entre los 10 y más de 50 ton/ha/año, el análisis género archivo raster, el cual contiene la información de la erosión potencial en la zona del Proyecto. Esto significa un **grado de degradación** del suelo es de **Nula a ligera**.

La información fue integrada en la siguiente Tabla IV.52, y con esta información se pudo generar un mapa de distribución del grado de degradación del suelo en el Proyecto, pudiendo ser nulo o casi nulo. Esto representaría una lámina superficial promedio de **aproximadamente 3.43 mm** (1 mm=14 ton). Por lo tanto, con la puesta en marcha del Proyecto, el **grado de degradación** del suelo tendera a ser **Moderada** (Tabla IV.52).

La estimación extraída de los archivos raster mediante ArcGIS PRO 3.4, el resultado indica que la **perdida de suelo por el CUSTF**, se encuentra menor a 2 ton/ha/año, lo que representa un **grado de degradación** del suelo es de **Nula a ligera**. La información fue integrada en la siguiente Tabla y con esta información se pudo generar un mapa de distribución del grado de degradación del suelo para la zona.

Tabla 52. Grado de degradación del suelo por el CUSTF, erosión potencial.

EP-PROYECTO:	VALOR	SUPERFICIE	SUPERFICIE
GRADO ERODABILIDAD	**(TON/HA/AÑO)**	**(HA)**	**(%)**
Nula	< a 2	0.570	100.0
Ligera	2 a 10	0.000	0.0
Moderada	10 a 50	0.000	0.0
Alta	50 a 200	0.000	0.0
Muy alta	>a 200	0.000	0.0
		0.570	**100.0**

Con la **puesta en marcha del Proyecto**, es **recomendable dar seguimiento a las acciones de mitigación y/o compensatorias, a la par de la obra**, y preferentemente en las inmediaciones de este, para favorecer a la reducción de la erosión. El grado de degradación del suelo, se proyecta a tener un impacto importante, sin embargo, a pesar de tener esta proyección, será realizarlo a corto plazo, y se recomienda que el CUSTF sea realizado en la época secas del año.

Otra de las recomendaciones es dar seguimiento al plan de trabajo donde se destaque la elaboración de acciones de protección y conservación de suelos que reduzcan o mitiguen estos efectos, además de complementarlo con un programa de reforestación como medidas compensatorias por el CUSTF. Con la aplicación de las medidas sugeridas, proyectamos que es posible mitigar o compensar los efectos por el CUSTF, a mediano plazo. Estas acciones se consideran como un **factor de prácticas de manejo (P)**, la cual se aplica a la ecuación, multiplicando también este factor por la erosión potencial.

4. Estimación del factor *P* (prácticas de manejo).

Con la referencia de la Tabla IV.53, y acoplando acciones de conservación y restauración de suelos, para mitigar y/o compensar la pérdida de suelo. Se propone la elaboración de actividades similares a terraza en bancos contra la pendiente, para la retención de azolves y control de escurrimientos superficiales.

Tabla IV.59. Prácticas para contrarrestar la erosión por efectos del CUSTF.

PRACTICA	VALOR P
Surcado al contorno	0.75 – 0.90
Surcos rectos	0.80 - 0.95
Franjas al contorno*	0.60 – 0.80
Terrazas (2 - 7 % de pendiente)	0.50
Terrazas (7 - 13 % de pendiente)	0.60
Terrazas (mayor 13 % de pendiente)	0.80
Terrazas de banco	0.10
Terrazas de banco en contra pendiente	**0.005**

Se toma como referencia el valor estándar del factor *P*, el cual corresponde a **0.005,** ya que las acciones tienen que ver con la captación de sedimentos y se pretenden establecer sobre la superficie, por lo tanto, la erosión o pérdida de suelo, con la ejecución de obras de este tipo, quedaría de la siguiente manera:

$$Ep = R * K * LS * P$$

1. $Ep = \frac{10{,}753.01\frac{Mj}{ha}}{hr} * 0.021 * 0.38 * 0.005$ 2. $Ep = 85\,\frac{toneladas}{ha}/año$ 3. $Ep = 0.043\,\frac{toneladas}{ha}/año$

Una pérdida de suelo de aproximadamente **0.43 ton/ha/año,** como **estimación directa** proyecta, para el Proyecto de **0.24 ton/año**, lo cual sugiere se estabilice a un **grado de degradación del suelo nula**.

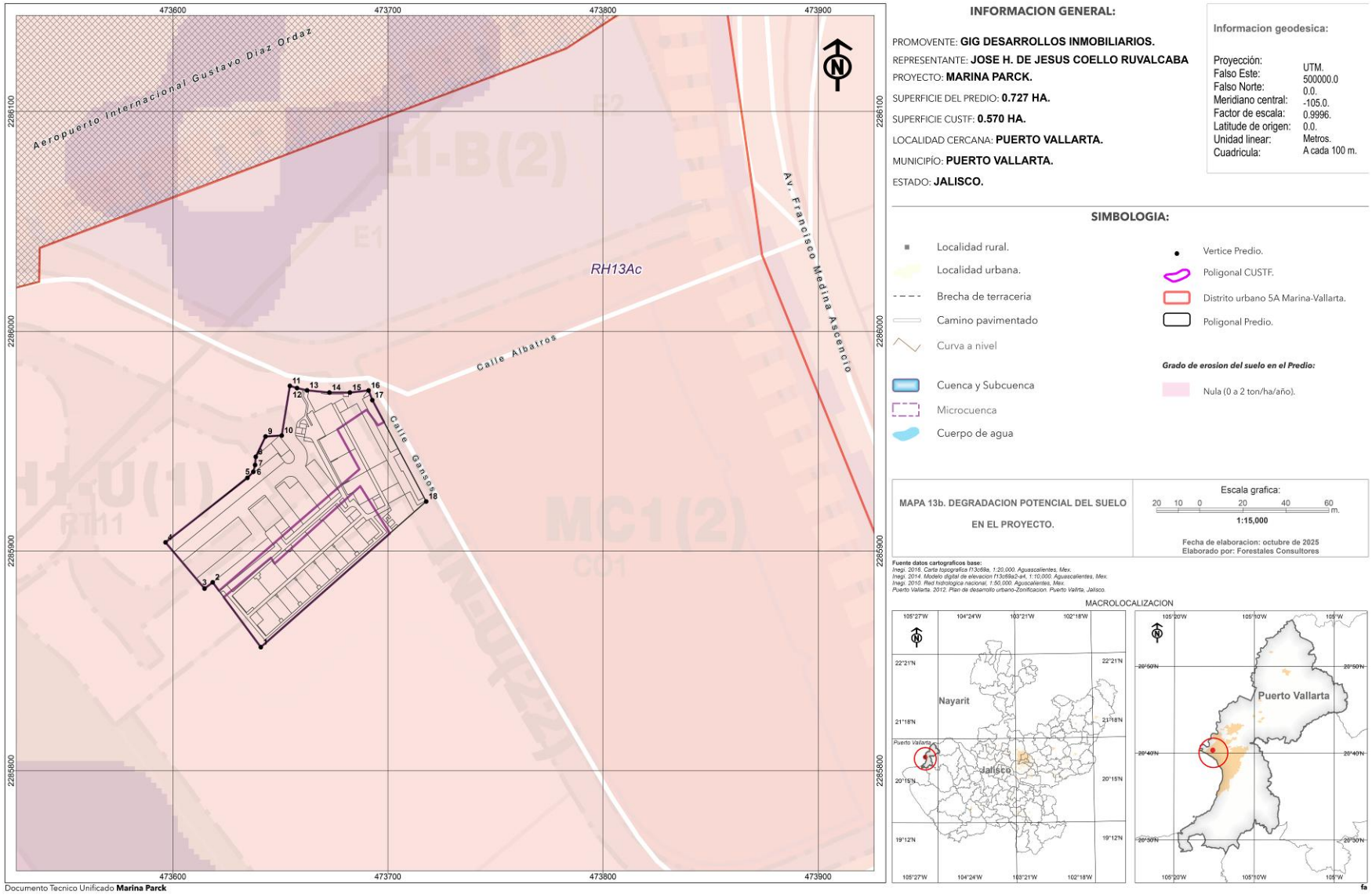
Considerando el análisis del programa de **ArcGIS PRO 3.4**, el cual nos sugiere que mediante las practicas es posible reducir el impacto, mediante la compensación, ya que se estima que la degradación o pérdida del suelo llegue a ser nula y Tabla iv.60.

Tabla IV.60. Grado de degradación del suelo por el CUSTF y con prácticas de conservación de suelos.

EP practicas-PROYECTO:		SUPERFICIE	SUPERFICIE	AREA
GRADO ERODABILIDAD	VALOR (ton/ha/año)	(ha)	(%)	
Nula	< a 2	0.570	100.0	Proyecto
Ligera	2 a 10	0.000	0.0	Proyecto
Moderada	10 a 50	0.000	0.0	Proyecto
Alta	50 a 200	0.000	0.0	Proyecto
Muy alta	>a 200	0.000	0.0	Proyecto
		0.570	**100.0**	

Se recomienda al promovente, **desarrollar las actividades establecidas en los programas**. La implementación de prácticas de conservación de suelos se puede lograr mitigar de manera significativa la perdida de suelos, o bien compensar estos efectos en las inmediaciones del Proyecto.

Mapa 13b. Erosión potencial estimada para el Proyecto.



IV.2.2.2.3.3.3.1.2. Erosión actual para el Proyecto.

Considerando esta cobertura de vegetación, se toma en cuenta el factor **C** para estimar la **erosión actual** del suelo. Y para esto se asigna un valor a este factor, el cual como mencionamos la cobertura vegetal aun presenta buenas condiciones de conservación y, por lo tanto, el valor para este factor será de **0.01**, tomando en cuenta que se presenta cobertura arbórea en condiciones regulares y con una cobertura aproximada entre 50 y 75%.

Las **condiciones actuales del Proyecto, registra un estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo**, presentando cobertura vegetal conformada individuos característicos de Selva mediana subcaducifolia, Dicha cobertura funciona como una capa protectora del suelo. Este factor se multiplica con el factor ***R, K* y *LS***, pudiendo obtener la erosión actual del suelo en el Proyecto. Para esto se desarrolló la siguiente expresión:

$$Ea = R * K * LS * C$$

1. $Ea = \frac{10{,}753\frac{Mj}{ha}}{hr} * 0.021 * 0.38 * 0.001$	2. $Ea = 0.09\,\frac{toneladas}{ha}/año$	3. $Ea = 0.05\ toneladas/año$

Se estima una pérdida **de suelo actual**, mediante la ecuación directa, es nula y se clasifica como un **grado de erodabilidad nula** (Tabla IV.61). De la misma manera, con **ArcGIS PRO 3.4,** se estimó el factor C, el cual fu realizada de la misma manera como se desarrolló en el desarrollo de la metodología. Con el archivo raster generado para la zona, fue de utilidad para obtener una extracción para el proyecto.

De acuerdo con el resultado arrojado, indica que la **perdida de suelo actualmente** del Proyecto, **sin el CUSTF**, la zona representa una pérdida de suelo menor a 2 ton/ha/año, lo cual representa un **grado de degradación del suelo nula**.

Tabla IV.61. Grado de degradación del suelo erosión actual.

EA-PROYECTO:		SUPERFICIE	SUPERFICIE	AREA
GRADO ERODABILIDAD	VALOR (ton/ha/año)	(ha)	(%)	
Nula	< a 2	0.570	100.0	Proyecto
Ligera	2 a 10	0.000	0.0	Proyecto
Moderada	10 a 50	0.000	0.0	Proyecto
Alta	50 a 200	0.000	0.0	Proyecto
Muy alta	>a 200	0.000	0.0	Proyecto
		0.570	**100.0**	

Si aplicamos un programa de conservación de suelos se espera mitigar y/o minimizar el impacto de erosión del suelo, estabilizando el movimiento de suelo, llegando a reducir significativamente esa proyección, ya que, con el CUSTF, se proyecta una pérdida de suelo alta. La degradación actual del sitio es ligera, ya que registra estimaciones bajas, gracias a la cobertura vegetal presente actualmente.

De acuerdo con las estimaciones en cuanto a la degradación del suelo para la zona indican a nivel local (Sierra Vallejo) que presenta terrenos estables, sin unidades que presenten algún grado de degradación y se consideran como ligeras, mientras que a escala nacional esta no es visiblemente presente en la zona (CONAFOR, 2010; SEMARNAT y COLPOS, 2004).

Mapa 13c. Erosión actual estimada para el Proyecto.

Documento Tecnico Unificado **Marina Parck**

INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**
REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**
PROYECTO: **MARINA PARCK.**
SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**
SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**
LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**
MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**
ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 100 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Vertice Predio.
- Poligonal CUSTF.
- Distrito urbano 5A Marina-Vallarta.
- Poligonal Predio.

Grado de erosion actual del suelo en el Predio:

- Nula (0 a 2 toneladas/ha/año).

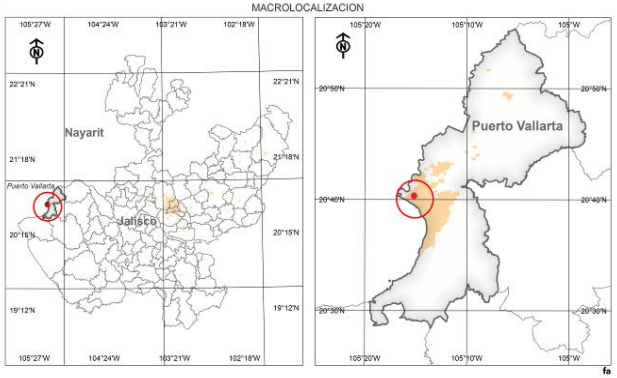
MAPA 13c. DEGRADACION ACTUAL DEL SUELO EN EL PROYECTO.

Escala grafica: 20 10 0 20 40 60 m.
1:15,000

Fecha de elaboracion: octubre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2015. Carta topografica f13c69a. 1:20,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a3-a4. 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional. 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Puerto Vallarta. 2012. Plan de desarrollo urbano-Zonificacion. Puerto Vallrta, Jalisco.

MACROLOCALIZACION



- ✓ **Conclusión de la degradación del suelo en el Proyecto.**

Con la aplicación del CUSTF, la pérdida de suelo podría llegar a presentar una degradación nula, de lo contrario, esta permanecerá con tasas bajas de degradación del suelo tiendo a ser nula. De los compromisos del promovente, para mitigar o reducir los efectos adversos por el CUSTF, es el desarrollo de un **Programa de conservación y restauración de suelos y reforestación**, como medida de compensación.

Mediante una buena aplicación de las prácticas de conservación y restauración de suelos, la pérdida de suelo se llega a reducir a un más al grado de seguir manteniendo los niveles nulos. Dichas acciones serán importantes aplicarlas en las inmediaciones o lo más cercanas al Proyecto.

De las obras que pudieran funcionar son **presas de piedra en cárcavas**, el **acomodo de material vegetal muerto, zanjas trincheras y terrazas individuales**. La superficie propuesta para estas acciones se integra en la parte alta de la Microcuenca, tomando en cuanta una **superficie de 0.762 hectáreas, además del área para reubicación**. En estas áreas, se han identificado cárcavas pequeñas con una dimensión promedio de 3x1x0.6 m (largo, ancho y alto).

A manera de ejemplo, si se construyen **5 m³ (3 presas)**, esperando que cada una tenga una capacidad de retención de suelo, aproximada, de hasta 4.32 ton/año, por lo tanto, se lograría estabilizar las pequeñas cárcavas y retener un total aproximado de **12 ton/año**.

Por otro lado, con la construcción de cordones con el **acomodo de material vegetal muerto** será importantes, ya que por metro se estima captar aproximadamente 0.36 ton/metro/año (tomando en cuenta un área de captación con una altura efectiva de la obra de 0.30 metros y una pendiente media de 15%), y se proyecta la construcción 472 metros, lo cual significa una **retención de 170 ton/año**, aplicando una densidad aparente del suelo de 1.2.

Para **zanjas trinchera y terraza individual**, también pueden llegar a retener una proporción de suelo (0.32 m³/zanja y 0.05 m³/pieza respectivamente). Se espera construir 200 metros de zanjas y 1,989 terrazas (reubicación y reforestación), lo cual significa una **retención potencial de 712 m³/año** en total.

Por lo tanto, considerando todas las acciones se **espera captar,** aproximadamente, un total de **894 ton/año**.

Tabla IV.62. Comparativo de pérdida de suelo, sin CUSTF, con CUSTF y con CUSTF y obras de conservación de suelo.

INDICADOR	PROYECTO			RESULTADOS ESPERADOS CON LAS OBRAS DE SUELOS
	SIN CUSTF	CON CUSTF	CON CUSTF Y OBRAS DE SUELOS	
Erosión total ton/año	0.5	48	2	La estimación de las obras y su volumen potencial de retención determinan que en su conjunto pueden retener lo que se proyecta perder, lo cual compensa lo estimado por el CUSTF. Con las obras de conservación de suelos, se espera compensar la pérdida de suelo por la ejecución del CUSTF, considerando el mantenimiento de estas, de acuerdo con el programa de conservación y restauración. Se estima que cada año almacene 894 ton y si estas se mantienen durante 5 años, se estaría recuperando la potencial perdida, esto significa una reducción del 100% de la posible perdida, a una escala de 5 años.

IV.2.2.2.3.4. Condiciones geológicas del Proyecto.

Con la disponibilidad de la cartografía la información de (INEGI, 1981; 2000; 2018; SGM, 2020), el proyecto, que ha sido formada por suelos aluviales (Mapa 14). No se registran fallas o fracturas cercanas al Proyecto. Las características de la roca que forman los suelos en el área del proyecto le dan una propiedad baja respecto a su permeabilidad en materiales consolidados dentro del sistema hídrico subterráneo.

IV.2.2.2.3.5. Hidrología superficial del Proyecto.

Lo que corresponde el área del Proyecto, no se registran escurrimientos o cuerpos de agua superficiales de ningún tipo, por lo tanto, no se verán afectados durante las etapas de construcción mapa 15 (INEGI, 2010).

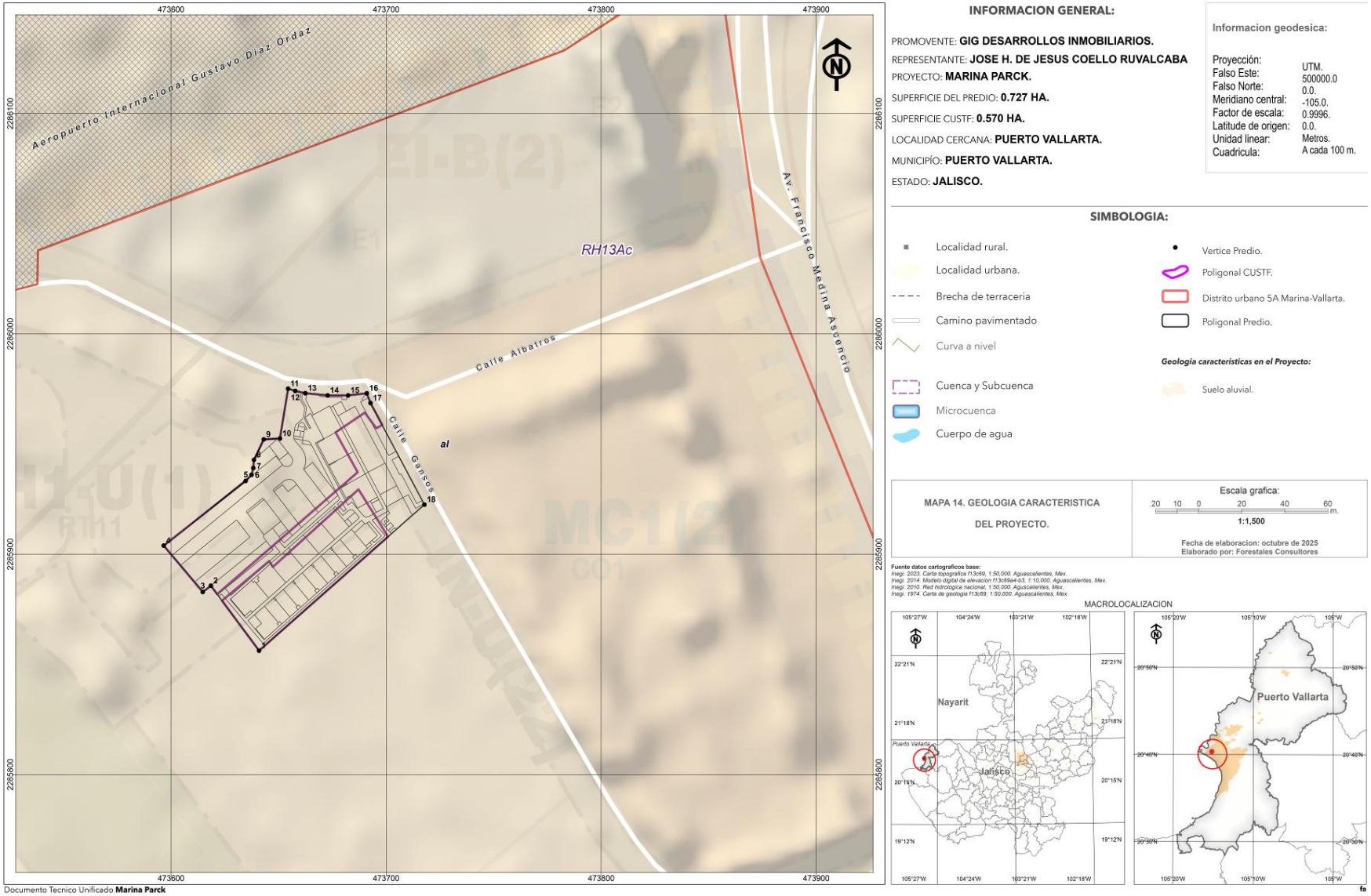
IV.2.2.2.3.5.1. Corrientes naturales, permanentes y temporales, su caudal minino y máximo que alcanzan.

No existe ningún escurrimiento definido, sin embargo, si se espera que corra una lámina superficial durante la temporada de lluvias. Por lo tanto, definiremos esta como un escurrimiento de orden 1 (Tabla IV.63; Mapa 15).

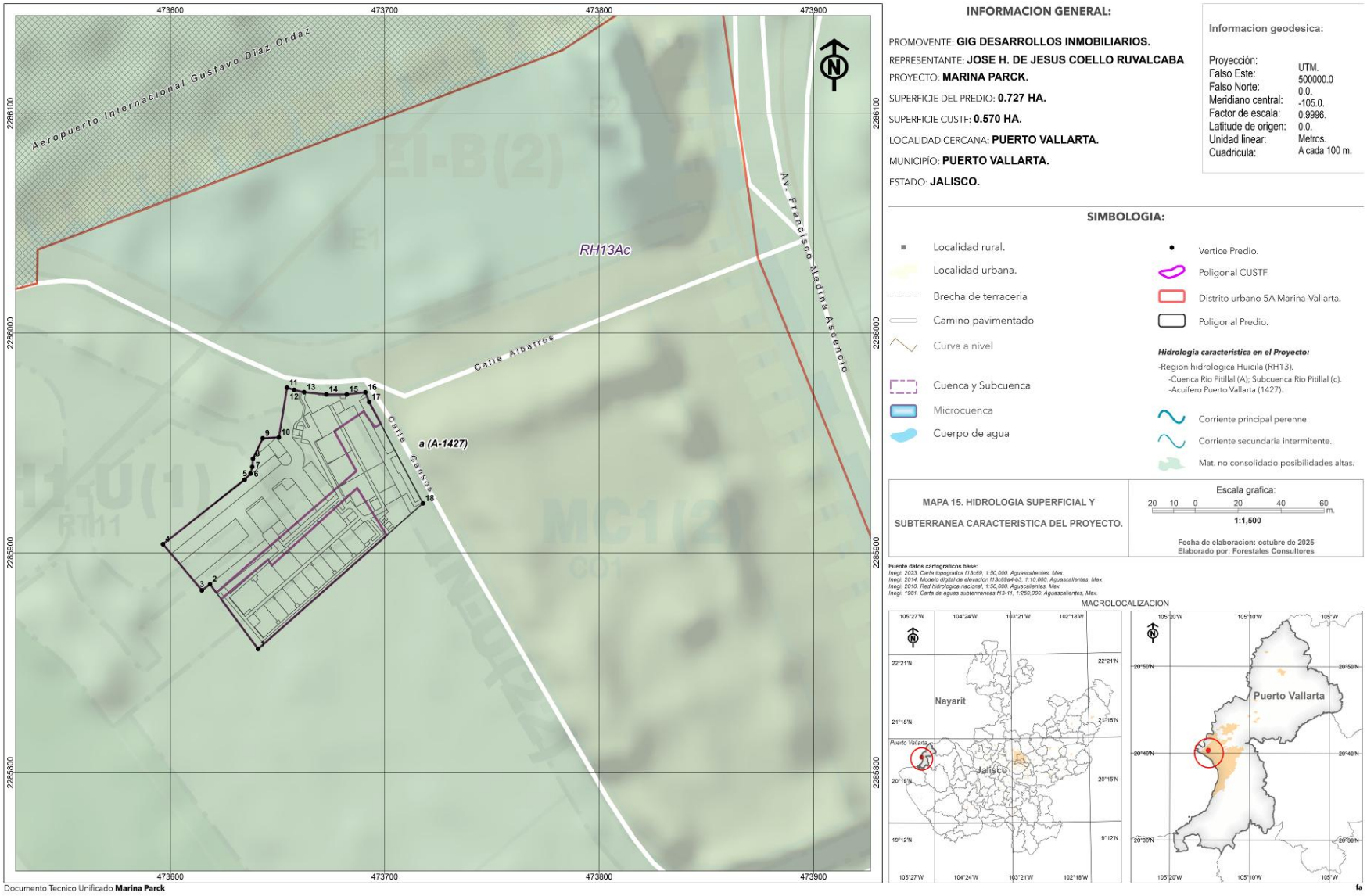
Tabla IV.63. Hidrología superficial en el área del proyecto.

ORDEN DE ESCURRIMIENTO	NUMERO DE ESCURRIMIENTOS	LONGITUD (km)
1	1	0.047
Total	**1**	**0.047**

Mapa 14. Condiciones geológicas del Proyecto.



Mapa 15. Hidrología del Proyecto.



IV.2.2.2.3.5.2. Calidad del agua.

La estación de monitoreo Desembocadura estero El Salado, con cuerpo de agua costero, con clave OCLSP3971M1 (CONAGUA 2020), como escurrimiento más cercano que los indicadores de residuos sólidos suspendidos (SST) es excelente (50.8 mgl); el contenido de coliformes fecales (COLI_FEC) no se tiene registro; el contenido de Escherichia coli (E_COLI) no se tiene registro; Enterococos fecales (ENTEROC_FEC) se tiene (9,804 ml).

Para OCLSP3979M1 (CONAGUA, 2024), se registra, para este escurrimiento más cercano al Proyecto, que los indicadores de residuos sólidos suspendidos (SST) es excelente (15.8 mg/l); el contenido de coliformes fecales (COLI_FEC) se encuentra contaminada (2,247 ml); el contenido de Escherichia coli (E_COLI) se considera de buena calidad (355) y Enterococos fecales (ENTEROC_FEC) no se tiene registro, designando un semáforo en amarillo.

Por otro lado, la estación OCLSP3965M1 en la desembocadura del rio nogalito (costero), se registra de SST una calidad excelente; de ENTEROC_FEC es de excelente calidad, determinando un semáforo en verde (CONAGUA, 2024). Podemos decir que específicamente el Proyecto, los escurrimientos superficiales que se generan en la temporada de lluvias son de buena calidad

IV.2.2.2.3.5.3. Balance hídrico del Proyecto.

Se realizo la misma secuencia **señala en las páginas 84-118 del presente Capitulo**. En este apartado se descrita la metodología empleada para el proyecto, contemplando los parámetros de la evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración, de la precipitación registrada en la estación señalada (Breña y Jacobo, 2006).

La estimación del balance hídrico, se considera la siguiente ecuación;

Donde;

P. Precipitación.

ETR. Evapotranspiración.

ES. Escorrentía superficial.

I. Infiltración.

- ✓ **Capación (p-área).**

Para el Proyecto se considera la superficie propuesta, la cual cuenta con un área en hectáreas de **0.570 ha** y una **precipitación** media para la zona de **1,428.9 mm**. La estimación del volumen aproximado de entrada sería como se muestra en la siguiente expresión:

Definiendo la captación bruta de la precipitación por mes para la superficie del Proyecto;

Tabla IV.64. Resultado de la captación bruta para el Proyecto.

Mes	Precipitación	Captación bruta
	Total (mm)	Mensual-Proy (M/M²) M³
E	29.2	166
F	8.6	49
M	6.4	36
A	3.5	20
M	10.4	59
J	194.6	1109
J	335.3	1911
A	320.6	1827
S	369.8	2108
O	113.8	649
N	13.4	76
D	23.3	133
	1428.9	**8145**
	Mm	**0.008**

IV.2.2.2.3.5.3.1. Estimación del escurrimiento superficial para el Proyecto.

En este caso se consideraron los valores estimados en las páginas anteriores y empleando los datos de la estación meteorológica 14116 (Puerto Vallarta).

- ✓ **Densidad de corriente**

Es el número de canales o corrientes de agua presentes en la zona del proyecto por unidad de superficie:

$$D_c = \frac{N_c}{A}$$

Dónde:

D_c=Densidad de corrientes.

N_C= Numero de corrientes (1).

A= Área del proyecto en Km² (0.00570 km²).

El cálculo para el proyecto:

$$D_c = \frac{1}{0.00570} \quad = \quad D_c = 176\ corrientes/km^2$$

Debido a que la superficie considerada para el Proyecto es muy pequeña, el drenaje de estas tiende a ser rápido.

- ✓ **Densidad de drenaje**

Esta se relaciona con el tiempo de salida del escurrimiento superficial. Una densidad de drenaje alta, refleja un área bien drenada. En este caso el cálculo para el proyecto es como se muestra enseguida:

$$D_d = \frac{L}{A}$$

Dónde:

D_d= Densidad de drenaje

L= Longitud total de las corrientes en Km. (0.0110 km).

A= Área de la cuenca en Km² (0.00570 Km²).

- ✓ Cuencas con drenaje pobre: D_d alrededor de 0.5 km/km^2
- ✓ Cuencas bien drenadas: D_d alrededor de 3.5 km/km^2

El resultado indica que el área del Proyecto refleja un **buen drenaje**.

$$D_d = \frac{0.0110}{0.00570} \qquad = \qquad D_d = 1.9\ km/km^2$$

- ✓ **Sinuosidad de las corrientes de agua,**

La relación entre la longitud, del escurrimiento registrado, a lo largo de su cauce y la longitud del valle medido en línea curva o recta.

Dónde:

S= Sinuosidad de corriente

L= Longitud del valle medio en Km (0.00466 Km).

Lt= Longitud total de los cauces o escorrentías en Km (0.05 Km).

El valor de *S* menor o igual a 1.25 indica una baja sinuosidad, por lo tanto, se define como un cauce con alineamiento recto (Aguirre, 2007; Campos, 1998).

De acuerdo con el resultado anterior nos indica que la sinuosidad de la Microcuenca presenta una **alineación recta**.

- ✓ **Estimación final del escurrimiento superficial con y sin CUSTF.**

Es importante contar con la siguiente información;

1. Periodo de retorno de 5 años, el cual nos arroja el valor de **82 mm** en una tormenta máxima de 24 horas.
2. El proyecto presenta una cobertura arbórea y arbustiva **>70 %.**
3. Se presenta un **bosque natural**; suelo tipo Feozem haplico, con una profundidad variada, textura migajón-arcilloso. Con una **condición de vegetación natural regular**.
4. Condición hidrológica buena (mayor que 75 % de cobertura).
5. Tipo de suelo. Migajón arenoso correspondiente al grupo C.

Conforme la información anterior se obtiene el dato de la curva numérica de acuerdo con la clasificación de Tablas mencionadas. Para este caso, el resultado fue de **73 para la condición actual del proyecto** (bosque en regulares condiciones).

Con la finalidad de aplicar la **ejecución del proyecto (CUSTF)**, las condiciones cambian, por lo tanto, el valor que toma la **curva numérica es de 87**, lo cual corresponde a un camino de tierra con buena condición. Con estos valores de la curva numérica, se estima el **potencial máximo de retención de humedad y escurrimiento medio,** utilizando las siguientes ecuaciones, tomando en cuenta que, la fórmula es aplicable siempre y cuando el producto de la relación de 0.2S< P. Los cuales se han corroborado que en ambos casos esos son menores a la precipitación, por tal motivo, aplica la ecuación.

Considerando la información obtenida del escurrimiento medio con y sin CUSTF. Para la estimación del volumen total del escurrimiento superficial para el proyecto, se considera para la superficie total, la cual es de **0.570 ha**. Así como el resultado de una lluvia máxima esperada, tomando en cuenta un periodo de retorno de 5 años (**82 mm**).

La zona del Proyecto presenta las características fisiográficas, con un grado de pendiente media del 1.8%, considerando una longitud del escurrimiento principal de **47.0** metros, y un desnivel de **2 m.** Mediante la siguiente formula se estima el volumen total aproximado para el Proyecto (Tabla 15):

Tabla IV.65. Escurrimientos calculados para el Proyecto sin y con CUSTF.

INDICADORES	PROYECTO SIN CUSTF	PROYECTO CON CUSTF
Tiempo de concentración (hrs)	14.10	14.10
Área drenada (ha).	0.728	0.728
Lluvia periodo de retorno a 5 años/24 hrs (mm)	82	82
Escurrimiento medio superficial estimado Q (mm).	25.42	49.27
Escurrimiento máximo instantáneo Q_p (m³/seg).	0.003	0.006
Escurrimiento total Q_t (m³/año)	**185**	**359**
Escurrimiento total Q_t (Mm³/año)	0.0002	0.0004

Se estima **con el CUSTF,** un volumen total de escurrimiento superficial podría ser de **281 m³**, lo que nos sugiere un aumento del **93.8%**, comparado con la estimación para las condiciones actuales del sitio **sin la ejecución del CUSTF**.

- ✓ **Conclusión referente al escurrimiento.**

Se recomienda implementar el **Programa de obras de conservación de suelos y almacenamiento de agua**, para ayudar a reducir la velocidad y/o almacenar cierto volumen de agua para lograr incrementar la infiltración, como medida de mitigación y/o compensación, por el incremento del escurrimiento superficial proyectado con la ejecución del CUSTF. Dentro de las obras de suelo sugeridas serán la construcción de zanjas trinchera y terrazas individuales.

IV.2.2.2.3.5.3.2. Estimación de la evapotranspiración potencial (ETP) para el Proyecto.

En las pág inas donde se describe lo de la Microcuenca se detalla la metodología para la estimación basada en ecuaciones relacionadas con la **evapotranspiración potencial (ETP)**, considerando la temperatura (T), precipitación (P), radiación solar (RS), velocidad del viento (V) y horas de radiación solar (Thornthwite y Mather, 1957; Montaner y Sánchez-Almohalla, 1988).

se requiere corregir la ***ETP sin ajustar "e"***, para estimar la ***ETP*** mensual. Los valores de radiación solar se obtuvieron mediante el software New_LocClim 1.10 (FAO, 2005), mediante la cual se ingresó la coordenada de ubicación de la estación 14116, y mediante esta plataforma se obtuvo una tabla con la información de radiación solar mensual y otras variables climáticas (Tabla IV.66, columna 8-10).

Los resultados se presentan en la Tabla IV.66

Tabla IV.66. Resultados obtenidos de la ETP para el Proyecto sin y con CUSTF.

DATOS DE LA ESTACIÓN 14116							Datos Programa New_LocClim 1.1 (FAO,2015)		
C1_	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_10
MES	**T. (°C)**	**P (mm)**	**ETP (NO CORREGIDA)**	**ETP corregida**	**ÍNDICE DE CALOR MENSUAL (I)**	**PARÁMETRO "a"**	**HORAS-SOL (N)**	**DÍAS-SOL (Nd)**	**CORRECCIÓN L**
E.	22.8	29.2	79.41	33.4	9.9	3.50	11.0	14	0.42
F.	22.7	8.6	78.20	36.9	9.9	3.50	11.5	14	0.47
M.	23.0	6.4	81.87	41.2	10.1	3.50	12.0	16	0.50
A.	23.9	3.5	93.64	52.1	10.7	3.50	12.7	16	0.56
M.	25.9	10.4	124.04	73.8	12.1	3.50	13.0	17	0.59
J.	27.7	194.6	156.90	97.907	13.4	3.50	13.4	17	0.62
J.	28.4	335.3	171.22	108.2	13.9	3.50	13.3	17	0.63
A.	28.6	320.6	175.47	103.5	14.0	3.50	12.8	17	0.59
S.	28.4	369.8	171.22	89.0	13.9	3.50	12.2	15	0.52
O.	28.0	113.8	162.93	79.1	13.6	3.50	11.6	15	0.49
N.	26.0	13.4	125.72	54.0	12.1	3.50	11.1	14	0.43
D.	24.0	23.3	95.02	40.2	10.7	3.50	10.9	14	0.42
TOTAL	**25.8**	**1,428.9**	**1515.65**	**809.3**					
				Indice calor anual (I)	**144.2**				**0.52**

Donde:

C1= Corresponde a cada mes del año
C2= Temperatura media normal por mes
C3= Precipitación promedio por mes
C4= Evapotranspiración calculada sin corregir
C5= Evapotranspiración calculada corregida
C6= Corresponde a índice de valor mensual y la suma de estos da como resultado el valor de I.
C7= Parámetro que complementa al valor de I.
C8= Horas al día con radiación solar
C9= Días por mes con radiación solar
C10= Corrección de la radiación solar respecto al número de horas y los días con radiación.

La estimación de la **ETP** para el Proyecto sin y con CUSTF fue de **809.3 mm**, lo cual representa el 56.63% de la precipitación anual**.** Lo cual equivale a un volumen total de **5,891.7 m³**, obtenido mediante la siguiente formula;

IV.2.2.2.3.5.3.3. Infiltración (I).

Como se ha mencionado, se siguió la metodología descrita para la Microcuenca (SA). Como es sabido, la infiltración es el volumen de agua es el que atraviesa la superficie terrestre y ocupa parcialmente los poros del suelo (Aguirre, 2007; Campos, 1998).

Se estima que con la ejecución del CUSTF se presente una reducción de la infiltración del 4**%**, lo cual es equivalente a un volumen de **96 m³/año.**

IV.2.2.2.3.5.3.4. Resumen del balance hídrico en el Proyecto.

Se ha estimado a nivel nacional, que los valores de evapotranspiración, escorrentía e infiltración representan el 100% de la precipitación, y que esta se da de acuerdo con las proporciones presentadas en la Tabla 17, los cuales si los aplicamos a la precipitación registrada para el Proyecto quedaría de la siguiente manera:

Tabla IV.67. Proporción de la precipitación, de acuerdo con su evapotranspiración, escurrimiento e infiltración.

PARÁMETRO NACIONAL	TOTAL (M³/AÑO)	%	PROYECTO (m³)
PRECIPITACIÓN	**1,428.9**	**100**	**1,428.9**
Escurrimiento total	311091.75	21.5	306.7
Infiltración	92455.2	6.4	91.1
Evapotranspiración	1045835.29	72.2	1031.1

La siguiente Tabla presenta los resultados de las estimaciones aproximadas para el Proyecto sin y con CUSTF.

Tabla IV.68. Balance hídrico estimado para el proyecto.

INDICADOR	CLAVE	PROY. SIN CUSTF	PROY. CON CUSTF
Precipitación media anual (mm).	**P**	1,428.9	1,428.9
Escurrimiento medio (m³).	**Q**	145	281
Evapotranspiración potencial anual (m³).	**ETP**	4,613	4,613
Infiltración media anual (m³).	**I**	3,387	3,251
Área drenada ha.		0.570	0.570
Total volumen (Mm³)		**0.008**	**0.008**
Total volumen (m³)		**8,145**	**8,145**

Los resultados indican que el **escurrimiento medio** y la **infiltración** sin CUSTF y con CUSTF, no representan una variación significativa. Con la ejecución del Proyecto no se incrementa el escurrimiento y la infiltración queda nula, tal y como se muestra en el Grafico 1. Por esto será importante implementar el programa de compensación y reforestación, con la finalidad de compensar y/o mitigar los excesos del escurrimiento por el CUSTF, ya que se proyecta la captación, almacenamiento e infiltración de una proporción de lluvia.

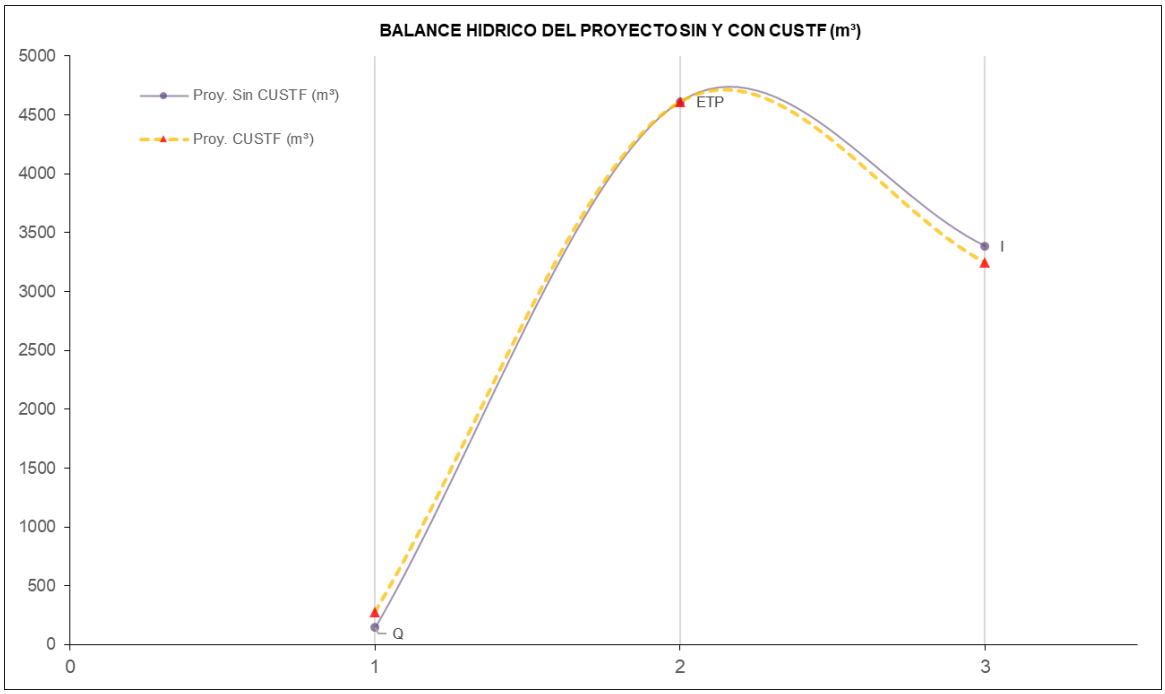


Gráfico IV.17. Balance hídrico estimado para el Proyecto.

- ✓ **Recomendaciones de acuerdo con el agua captada para el área del Proyecto.**

Con el Proyecto (CUSTF), se generarán impactos en la estabilidad edafológica, así como en los patrones de escurrimientos, la velocidad y acumulaciones, esto derivado de la remoción de la vegetación. Sin embargo, es posible mitigar y/o compensar estos efectos, mediante acciones de obras de conservación de suelos y captación de agua de lluvia, en las inmediaciones del Proyecto, para compensar los efectos adversos.

Una de las acciones es la construcción de **Zanjas trincheras** trazadas en curvas a nivel, **Terraza individual modificada** para reducir la velocidad de la lámina de escurrimiento, captar e incrementar la infiltración. Se recomienda la construcción de 100 zanjas trinchera (200 metros), las cuales tendrán una capacidad de almacenamiento aproximada de **6.7 m³/zanja/año**. Por lo tanto, si consideramos una eficiencia de captación del **50% se espera almacenar 336 m³/año**.

Por otro lado, se propone construir **1,989 terrazas individuales** (especies a reforestar e individuos a reubicar), modificadas con una **capacidad aproximada de 0.4 m³/pieza/año** y una eficiencia de 50%, aproximadamente se estarían **almacenando 376 m³/año**. Si tomamos en cuenta que se tiene en promedio 21 eventos por año, es suficiente para mitigar el exceso de escurrimiento y equilibrar las condiciones para la infiltración total.

La superficie para compensación propuesta es de **0.762 ha (7,620 m²)**. El escurrimiento superficial estimado por el CUSTF fue de **281 m³/año,** por lo tanto, para compensar el incremento, lo cual equivale a un **excedente de 136 m³**, se proyecta una capacidad de **almacenamiento de 712 m³/año** con las obras de conservación proyectadas, y con una eficacia del 30% de infiltración del agua captada y almacenada (**213 m³/año**), se ajustaría al escurrimiento excedente por el CUSTF.

La cantidad de obras sugeridas para la conservación de suelos y almacenamiento de agua, para incrementar o propiciar a una mejor infiltración de los escurrimientos superficial excedente, se definió de la siguiente manera:

Para compensar el escurrimiento y almacenar la cantidad excedente por el CUSTF, partiendo de los valores obtenidos de la tormenta máxima en 24 horas (periodo de retorno de 5 años), el cual fue de **82 mm**, se puede identificar el volumen que se quiere retener, con la construcción de obras como son **zanjas trincheras y terrazas individuales**.

Como ejemplo las obras de conservación de suelo y captación de agua se distribuirán acorde a los requerimientos en este caso se muestra un ejemplo para Zanja trinchera;

1. Zanjas trincheras. Se ha determinado, que se debe captar el excedente de los escurrimientos para un periodo de retorno de 5 años. Para determinar el distanciamiento entre líneas de zanjas en una hectárea se debe realizar el siguiente procedimiento (CONAFOR, 2023):

1. Determinar el escurrimiento considerando una lluvia máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 5 años (expresado en milímetros).
2. Multiplicar el valor anterior por 0.5 (Captar el 50% del total escurrido).
3. Con estos datos se obtiene el área de escurrimiento, para lo cual se divide el volumen de excavación o capacidad de almacenamiento de cada Zanja entre el escurrimiento a captar, expresado en metros.
4. Se sugiere una dimensión de las zanjas de 2x0.4x0.40 metros (largo, ancho y profundidad).

- ✓ **Calculo para el distanciamiento de las zanjas trinchera en curvas a nivel.**

La estimación del espaciamiento entre líneas consecutivas, considerando un valor estimado de un escurrimiento medio de **82 mm**, para una lluvia máxima en 24 horas en un periodo de retorno de 5 años. Considerando que la dimensión de cada Zanjas trincheras tendría una dimensión de 0.40x0.40x2.0 metros (0.32 m³/zanja).

pasos para la estimación:

1. Multiplica el escurrimiento como sigue:

$$82 * 0.5 \quad = \quad \mathbf{41\ mm}$$

2. Posteriormente se calcula el **área de escurrimiento**; Para esto se divide el volumen de cada Zanja entre el escurrimiento drenado:

$$\frac{0.32\ m^3}{0.041\ m} \quad = \quad \mathbf{7.8\ m^2}$$

3. En seguida se estima la separación mediante la fórmula de intervalo horizontal, que considerado lo siguiente.

$$IH = \left(\frac{(a * p) + b}{p}\right) * 100$$

Donde:

IH= Intervalo horizontal (distanciamiento obra).

a=factor intensidad de lluvia (0.09-0.24);

b=factor susceptibilidad del suelo a erosionarse (0.30-0.60);

p=pendiente media del terreno (área compensación es de **40%**).

Los valores de a y b, se tomaron de acuerdo con la Tabla IV.69.

Tabla IV.69. Valores del coeficiente “a” y “b” para México para determinar el distanciamiento de la obra.

VALOR	DRENAJE INTERNO	CUBIERTA VEGETAL EN EL PERIODO DE LLUVIAS INTENSAS
0.30	Lente	Escasa
0.45	Rápido	Escasa
	Lento	Abundante
0.60	Rápido	Abundante
Valor	Ubicación	Valor del factor “a” para Puerto Vallarta
0.18	Zona baja	Valor del factor “a” para Puerto Vallarta
0.22	Zona alta	Valor del factor “a” para Puerto Vallarta

Desarrollo de la fórmula:

1. $IH = \left(\frac{(0.18*40)+0.45}{40}\right) * 100$ 2. $IH = \left(\frac{7.2+0.45}{40}\right) * 100$ 3. $IH = \left(\frac{7.65}{40}\right) * 100$ 4. $IH = 0.192 * 100$ 5. $\boldsymbol{IH = 19.1\ m}$

5. La separación entre líneas de Zanjas trincheras estimada será dividida entre 2, obteniendo un resultado de **9.55 metros** entre líneas. Dicho procedimiento se detallará en el Programa de conservación, restauración de suelos y reforestación.

IV.2.2.2.3.6. Hidrología subterránea.

Para obtener las características de hidrología subterránea, se revisó la cartografía generada por INEGI (1981; 2015) a escala 1:50,000 y 250,000, e información vectorial publicada por CONAGUA (2021) escala 1: 250,000, donde representa la distribución de acuíferos en la zona (Mapa 15).

- ✓ **Unidades de permeabilidad**

La unidad de permeabilidad corresponde a materiales consolidados con posibilidades bajas (INEGI, 1981; 2015). Se encuentra en el acuífero Puerto Vallarta (14-27), formada por materiales no consolidados de permeabilidad baja (b) (CONAGUA, 2022).

IV.2.2.2.4. Condiciones biológicas del proyecto.

IV.2.2.2.4.1. Tipo de vegetación representativa en el proyecto.

De acuerdo a las capas de uso de suelo y vegetación oficiales escala 1:250,000, el predio se considera como zona urbana o de asentamiento humano (INEGI, 2014). Sin embargo, durante el inventario de campo se observa que **existe una estructura vegetal de arbolado maduro de especies características de vegetación de Selva mediana subcaducifolia**, así como un sotobosque muy disperso y un estrato herbáceo bien desarrollado (Mapa 16a).

IV.2.2.2.4.2. Metodología para la evaluación de la vegetación en el proyecto.

- ✓ **Inventario forestal**

Derivado que existe una cobertura **arbórea y arbustiva/sotobosque** poco desarrollado, la información dasometrica se **obtuvo mediante un censo** (Mapa 16b; Tabla IV.70a) de estos dos estratos, realizando la medición de los atributos, de manera directa de cada individuo.

Tabla IV.70a. Coordenadas de ubicación del arbolado registrado en el Predio.

NO.	COORDENADAS UTM		DESCRIPCION	CLAVE
SITIO	X	Y		
1	473678	2285970	*Pithecellobium dulce*	A1
2	473681	2285970	*Pithecellobium dulce*	A2-A6
3	473689	2285970	*Tabebuia rosea*	A7
4	473693	2285965	*Cocos nucifera*	A8
5	473657	2285963	*Pithecellobium dulce*	A9
6	473662	2285961	*Pithecellobium dulce*	A10-A11
7	473657	2285958	*Pithecellobium dulce*	A12-A13
8	473663	2285954	*Pithecellobium dulce*	A14
9	473669	2285948	*Cocos nucifera*	A15
10	473669	2285943	*Delonix regia*	A16
11	473666	2285936	*Delonix regia*	A17
12	473672	2285934	*Cocos nucifera*	A18
13	473673	2285933	*Pithecellobium dulce*	A19-A20
14	473671	2285930	*Tabebuia rosea*	A21-A22
15	473659	2285934	*Mangifera indica*	A23
16	473649	2285932	*Cocos nucifera*	A24

17	473649	2285938	*Pithecellobium dulce*	A25
18	473660	2285944	*Pithecellobium dulce*	A26-A29
19	473642	2285934	*Delonix regia*	A30-A31
20	473614	2285906	*Leucaena lanceolata*	A32
21	473611	2285906	*Ficus insipida*	A33-A35
22	473613	2285898	*Pithecellobium dulce, Delonix regia y Terminalia catappa*	A36-A43
23	473628	2285882	*Guazuma ulmifolia*	A44-A49
24	473629	2285903	*Terminalia catappa*	A50-A59
25	473638	2285889	*Bursera simaruba*	A60
26	473644	2285876	*Delonix regia*	A61-A77
27	473652	2285878	*Delonix regia*	A78-A83
28	473657	2285912	*Enterolobium cyclocarpum*	A84
29	473685	2285922	*Tabebuia rosea*	A85-A91
30	473696	2285920	*Salix humboldtiana*	A92-A93

Mientras que, **para evaluar el estrato herbáceo**, fue necesario establecer **sitios de muestreo**. Para esto se distribuyeron **3 sitios de muestreo al azar** con **un área de 1 m²** cada uno (Tabla 20b). Cada unidad de muestreo fue delimitada con el apoyo de 1 m² conformada por tubos de PVC de 1 metro. Los atributos, se midieron con el apoyo de un flexómetro (altura total y diámetro de copa). Para la delimitación de cada sitio, se apoyó de un GPS, y se marcó con pintura en aerosol en color naranja fluorescente. La evaluación, a partir del punto central se inició con la delimitación de 1 m^2, enfocando el esfuerzo en el **estrato herbáceo**. Se estima una intensidad de muestreo para este estrato del 0.05% (Mapa 16b).

Los atributos evaluados fueron; la altura total (h), el diámetro normal (DN) el diámetro de copa (DC), de cada individuo registrado para el **estrato arbóreo** y **arbustivo**. Para el **estrato herbáceo** se registró la altura total y diámetro de copa. Se registró a demás pendiente del terreno, orientación, textura del suelo, contenido de materia orgánica y altura sobre el nivel del mar.

El material y equipo utilizado para el inventario de campo fueron; cinta métrica, cinta diametrica, clinómetro Sunnto, brújula, GPS, hipsómetro de Christen, pintura en aerosol, formatos para captura de datos, tabla de apoyo, machetes, prensa botánica, cámara fotográfica, tablas de apoyo y lápices.

Tabla IV.70b. Coordenadas de ubicación de la muestra para evaluar el estrato herbáceo en el Proyecto.

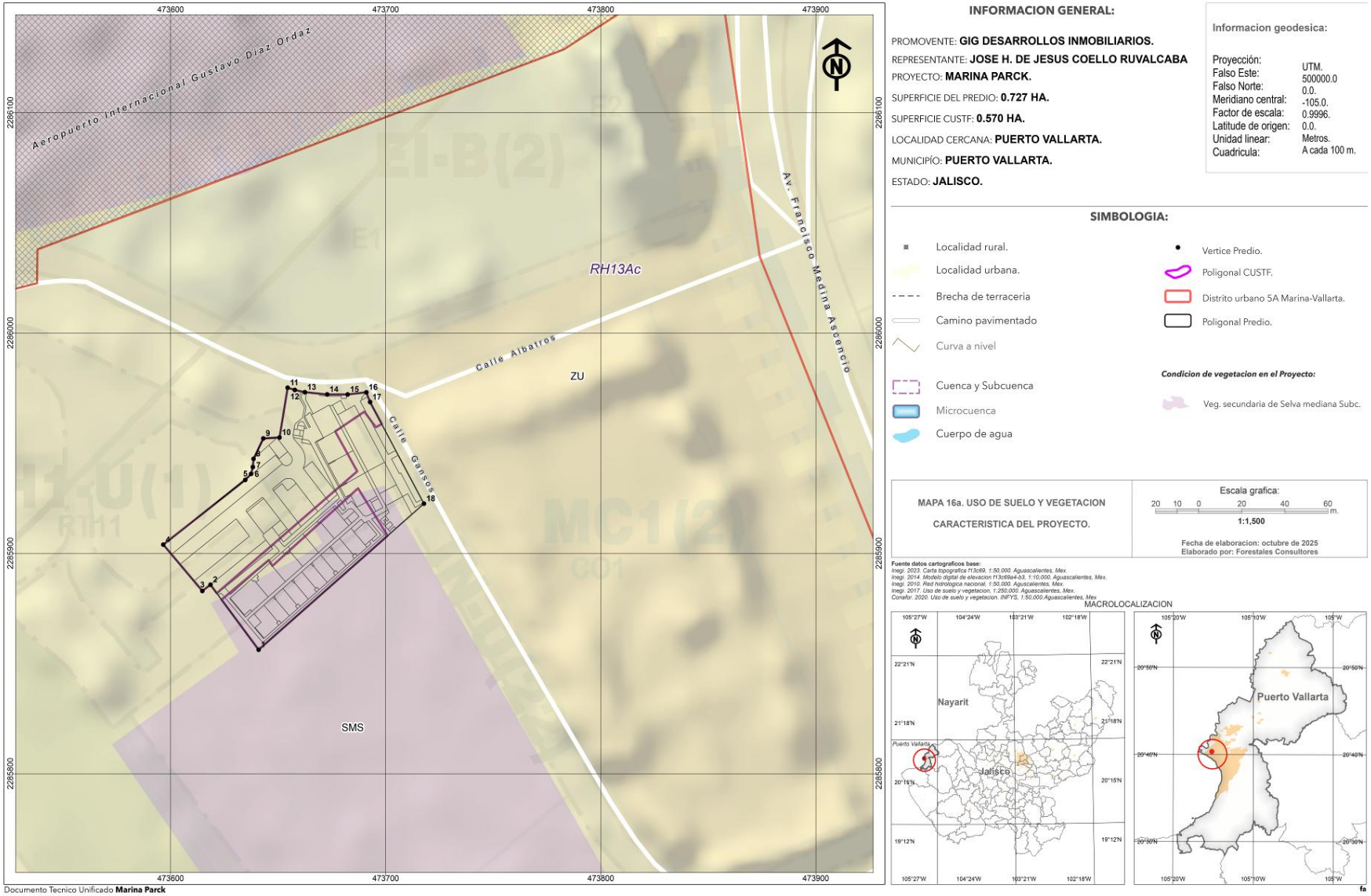
NO.	COORDENADAS UTM		DESCRIPCION
SITIO	X	Y	
1	473671	2285957	Proyecto (E. herbaceo)
2	473690	2285919	Proyecto (E. herbaceo)
3	473636	2285923	Proyecto (E. herbaceo)

Imagen 1 y 2. Obtención de datos dasometricos (diámetro normal) y registro de arbolado.

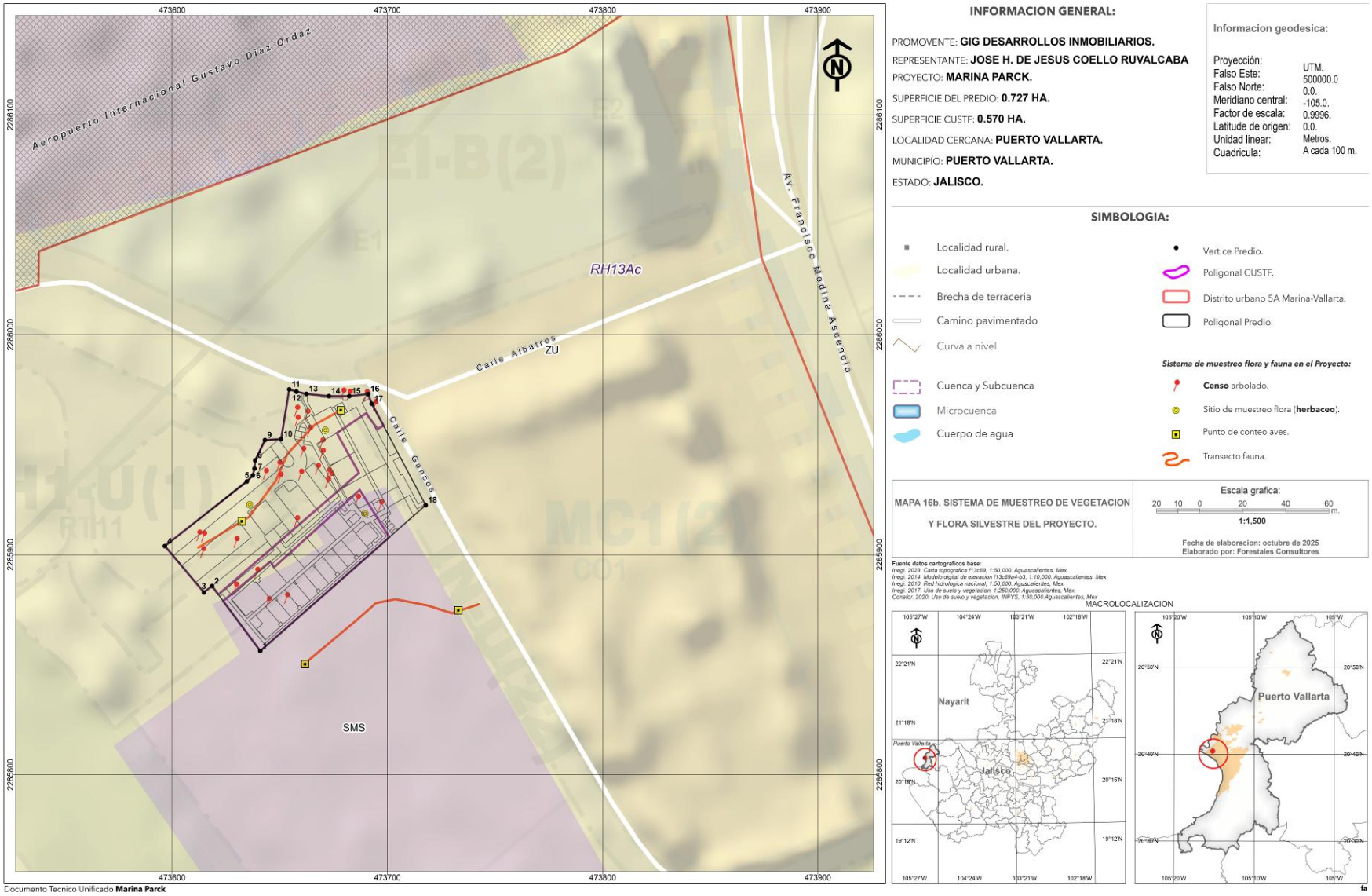
Imagen 3 y 4. Medición de diámetros de copa para cada individuo (flexómetro) registrodo.

Imagen 5 y 6. Evaluación de un sitio de muestreo del estrato herbáceo, medición de alturas y diámetros de copas.

Mapa 16a. Uso del suelo y vegetación del Proyecto.



Mapa 16b. Distribución del arbolado registrado (Censo) en el Predio y de las unidades de muestreo para evaluar el estrato herbáceo.



IV.2.2.2.4.3. Estado de conservación y degradación de la vegetación del Proyecto y sus causas principales.

Se observa una distribución normal continua en su estructura horizontal y vertical, registrando todos los estratos.

- ✓ **La estructura arbórea**

En esta estructura presenta individuos con un diámetro normal que van desde los 10 hasta 45 cm, y categorías aisladas de 55, 60, 75 y 100 cm. La altura promedio es de 11.8 y se registran rangos desde los 4.1 hasta los 17 metros. La densidad estimada por hectárea fue de 163 individuos, es baja comparada con Selvas bien conservadas, sin embargo, se observa una buena distribución. Presenta una estructura diamétrica con diámetros jóvenes (10-55 cm).

- ✓ **Estrato arbustivo y/o sotobosque.**

Presenta diámetros medio que van desde 1 a los 7 cm, y un rango de altura de 1.2 a 4.4 metros. La densidad estimada es también baja (156 ind/ha). Gran parte de la distribución de la densidad se encuentra desproporcionada en las categorías diamétricas de 1 a 3 cm, evidenciando una fragmentación en diámetros medios y superiores a las medidas mencionadas.

- ✓ **Estrato herbáceo.**

La información nos indica que la estructura vegetal en el Proyecto presenta un grado de disturbio, ya que el comportamiento de distribución de la densidad de individuos por el diámetro promedio de copa, no presenta un patrón de distribución normal. Se observa que gran parte de los individuos se registran con diámetros de copa de 10 cm y a medida que aumenta el diámetro de copa la densidad varia.

IV.2.2.2.4.3.1. Principales especies registradas en el proyecto donde se realizará el CUSTF.

Se registraron tres estratos, aunque fragmentados. Por un lado, el **estrato arbóreo**, representado principalmente por individuos de *D. regia, P. dulce y T, catappa*, las cuales representan el 68.8%, de acuerdo con las densidades estimadas. Se proyecta la remoción de 93 individuos, correspondiente a un volumen total árbol de 33.452 m³.

Para el **estrato arbustivo y/o sotobosque** se encuentra dominado por *R. communis, L. lanceolata* y *P. dulce*, las cuales representan el 74.2%. El **estrato herbáceo** está dominado por *S. acuta, P. pubescens* y *A. gayanus*, son las que presentan una mayor frecuencia (50.6%). Para este estrato, se determinó que se verán afectados un total de 89 individuos distribuidos en 7 especies.

El **estrato herbáceo** fue el mas abúndate durante la evaluación, registrando una estimación de 146,300 individuos, que representan una cobertura de 7,314.7 m², que se podrán ver afectados por el CUSTF.

El proyecto solicita una superficie de 0.570 ha (5,700 m²), y las especies mencionadas anteriormente, son las que presenta una mayor cantidad de individuos, por lo tanto, serán las que se verán más afectadas. En las Tablas IV.71, IV.72 y IV.73, se presentan las especies registradas de acuerdo con la frecuencia de cada especie, en base a la estimación de individuos a remover por el CUSTF.

Tabla IV.71. Especies registradas del estrato arbóreo en el Proyecto.

				ATRIBUTOS			E.R./ha				E.R.T. A REMOVER						
NO.	FAMILIA	NOMBRE	NOMBRE	DN	ALTURA	D.C	INDIVIDUOS	A.B	VOLUMEN	COBERTURA	INDIVIDUOS	A.B	VOLUMEN	COBERTURA	FRECUENCIA	NOM	IUCN
		CIENTIFICO	COMUN	X (cm)	X (m)	X (m)		(m²)	(m³)	(m²)		(m²)	(m³)	(m²)	ACUMULADA (%)	059	LISTA ROJA
1	Burseracea	*Bursera simaruba*	Papelillo	18.0	11.0	8.5	2	0.045	0.288	99.6	1	0.025	0.164	56.7	1.08	-	LC
2	Palmeras	*Cocos nucifera*	Palma de coco	28.8	11.5	5.9	7	0.463	2.316	207.1	4	0.264	1.320	118.0	4.30	-	-
3	Fabaceas	*Delonix regia*	Tabachin	17.4	10.9	5.2	54	1.450	7.007	1412.4	31	0.827	3.994	805.1	33.33	-	LC
4	Fabaceas	*Enterolobium cyclocarpum*	Huanacaxtle	99.0	17.0	22.0	2	1.350	13.348	666.9	1	0.770	7.608	380.1	1.08	-	LC
5	Moraceae	*Ficus insipida*	Highera blanca	27.7	17.0	10.3	5	0.319	2.881	445.1	3	0.182	1.642	253.7	3.23	-	LC
6	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guasima	14.3	9.8	6.3	11	0.194	1.240	362.0	6	0.110	0.707	206.4	6.45	-	LC
7	Fabaceas	*Leucaena lanceolata*	Guaje	8.0	4.1	3.0	2	0.009	0.021	12.4	1	0.005	0.012	7.1	1.08	-	-
8	Anacardiaceae	*Mangifera indica*	Mango	58.0	15.0	18.5	2	0.464	2.731	471.6	1	0.264	1.556	268.8	1.08	-	-
9	Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	Guamuchil	32.5	12.0	8.8	39	4.016	16.971	2800.3	22	2.289	9.674	1596.2	23.66	-	LC
10	Salicaceae	*Salix humboldtiana*	Sauce	22.5	9.0	5.4	4	0.164	0.878	83.1	2	0.094	0.500	47.4	2.15	-	LC
11	Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Amapa	22.4	13.5	7.2	18	0.897	8.744	775.2	10	0.511	4.984	441.8	10.75	-	LC
12	Combretaceae	*Terminalia catappa*	Almendro	15.5	10.5	5.4	19	0.385	2.265	452.5	11	0.219	1.291	257.9	11.83	-	
				30.3	**11.8**	**8.9**	**163**	**9.756**	**58.688**	**7788.0**	**93**	**5.561**	**33.452**	**4439.2**	**100.0**		

NOM 059: E: Probablemente extinta; P: Peligro de extinción; A: Amenazada; Pr: Proteccion especial: Importancia ecológica: e: Endémica; Na: Nativa; In: Introducida: UICN: LC: Menor preocupación; NT: Casi amenazado; VU: Vulnerable; EN: En peligro de extinción; CR: Peligro de extinción critico; Extinto en estado libre; EX: Extinto

Tabla IV.72. Especies registradas del estrato arbustivo en el Proyecto.

				ATRIBUTOS			E.R./ha				E.R.T A REMOVER						
NO.	FAMILIA	NOMBRE	NOMBRE	DN	ALTURA	D.C	INDIVIDUOS	A.B	VOLUMEN	COBERTURA	INDIVIDUOS	A.B	VOLUMEN	COBERTURA	FRECUENCIA	NOM	IUCN
		CIENTIFICO	COMUN	X (cm)	X (m)	X (m)		(m²)	(m³)	(m²)		(m²)	(m³)	(m²)	ACUMULADA (%)	059	LISTA ROJA
1	Fabaceas	*Delonix regia*	Tabachin	1.0	1.2	0.75	4	0.000	0.006	1.6	2	0.000	0.003	0.9	2.2	-	LC
2	Fabaceas	*Leucaena lanceolata*	Guaje	2.7	2.8	1.24	30	0.019	0.031	41.6	17	0.011	0.018	23.7	19.1	-	-
3	Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	Guamuchil	2.5	2.5	1.68	28	0.021	0.027	86.3	16	0.012	0.015	49.2	18.0	-	LC
4	Fabaceae	*Prosopis juliflora*	Mezquite mareño	2.4	2.4	0.51	25	0.012	0.016	5.3	14	0.007	0.009	3.0	15.7	-	-
5	Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	Higuerilla	2.4	3.6	1.29	58	0.033	0.242	163.6	33	0.019	0.138	93.2	37.1	-	-
6	Combretaceae	*Terminalia catappa*	Almendro	4.4	4.4	3.48	9	0.014	0.039	92.8	5	0.008	0.022	52.9	5.6	-	-
7	Fabaceae	*Vachellia hindsii*	Jarretadera	1.6	1.2	0.50	4	0.001	0.001	0.8	2	0.000	0.000	0.5	2.2	-	-
				2.4	**2.6**	**1.35**	**156**	**0.101**	**0.361**	**391.9**	**89**	**0.057**	**0.206**	**223.4**	**100.0**		

NOM 059: E: Probablemente extinta; P: Peligro de extinción; A: Amenazada; Pr: Proteccion especial: Importancia ecológica: e: Endémica; Na: Nativa; In: Introducida: UICN: LC: Menor preocupación; NT: Casi amenazado; VU: Vulnerable; EN: En peligro de extinción; CR: Peligro de extinción critico; Extinto en estado libre; EX: Extinto

Tabla IV.73. Especies registradas del estrato herbáceo en el Proyecto.

				ATRIBUTOS		E.R./ha		E.R.T. A REMOVER		FRECUENCIA		
NO.	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	D.C X (cm)	ALTURA X (m)	COBERTURA (m²)	INDIVIDUOS	INDIVIDUOS	COBERTURA X (m²)	ACUMULADA (%)	NOM 059	IUCN LISTA ROJA
1	Amaranthaceae	*Amaranthus spinosus*	Quelite	0.08	0.18	50.6	20000	11400	28.8	7.8	-	-
2	Poaceae	*Andropogon gayanus*	Zacate llanero	0.31	0.54	506.5	30000	17100	288.7	11.7	-	-
3	Aristolochiaceae	*Aristolochia carterae*	hoja corazon	0.44	0.69	2893.8	20000	11400	1649.5	7.8	-	-
4	Convolvulaceae	*Distimake quinquefolius*	Pata de pollo	0.65	0.60	1891.4	10000	5700	1078.1	3.9	-	-
5	Poaceae	*Lasiacis ruscifolia*	Carricillo	0.22	0.33	478.6	20000	11400	272.8	7.8	-	-
6	Fabaceae	*Mimosa pigra*	Sierrilla	0.08	0.37	28.7	10000	5700	16.3	3.9	-	LC
7	Asteraceae	*Parthenium hysterophorus*	Flor blanca	0.41	0.54	1505.1	20000	11400	857.9	7.8	-	-
8	Poaceae	*Paspalum paniculatum*	Zacate 1	0.31	0.25	754.3	16667	9500	430.0	6.5	-	-
9	Solanaceae	*Physalis pubescens*	Tomatillo	0.13	0.22	329.9	40000	22800	188.1	15.6	-	LC
10	Verbenaceae	*Priva lappulacea*	Pega pega	0.35	0.38	548.4	10000	5700	312.6	3.9	-	-
11	Malvaceae	*Sida acuta*	Malva	0.30	0.62	3845.6	60000	34200	2192.0	23.4	-	-
				0.30	**0.43**	**12832.8**	**256667**	**146300**	**7314.7**	**100.0**		

NOM 059: E: Probablemente extinta; P: Peligro de extinción; A: Amenazada; Pr: Proteccion especial: Importancia ecológica: e: Endémica; Na: Nativa; In: Introducida: UICN: LC: Menor preocupación; NT: Casi amenazado; VU: Vulnerable; EN: En peligro de extinción; CR: Peligro de extinción critico; Extinto en estado libre; EX: Extinto

IV.2.2.2.4.3.2. Estimación de índices estructurales y diversidad florística en el área para el CUSTF.

Se hace referencia a que, se realizó el mismo proceso realizado para las estimaciones del Proyecto. En dicho apartado se describe la metodología para cada parámetro; como el **Índice de Valor de Importancia de las especies (I.V.I.), riqueza (Índice de Margalef), índice de Shannon-Wiener y Simpson**. Para determinar la diversidad Beta, se empleó el **índice o coeficientes de similitud, disimilitud de Jaccard** (Tabla IV.74).

Tabla IV.74. Fórmulas para la estimación de la diversidad, riqueza y valor de importancia de la vegetación del proyecto.

ÍNDICE	FORMULA	CARACTERÍSTICAS
Índice de Valor de Importancia (I.V.I.)	$IVI = Ab + Fr + D$ Abundancia relativa: $Ab = \left(\frac{ni}{N}\right) * 100$ Frecuencia relativa: $Fr = \left(\frac{FrAni}{FrAFt}\right) * 100$ Dominancia relativa: $D = \left(\frac{DaS}{DaT}\right) * 100$	**Análisis estructural**; basado en atributos de abundancia, frecuencia y dominancia de las especies en una determinada condición vegetal.
Índice de Simpson (*D*)	$1 - D = 1 - \sum Pi^2$	**Abundancia proporcional (Diversidad de especies en base a la abundancia)**; valores cercanos a al 1 presentan mejor diversidad.
Índice de Shannon-Wiener (*H´*)	$H' = \sum_{i-1}^{s} (pi)(log2(pi))$	**Uniformidad de valores de importancia (Diversidad)**; rangos de 0-5, entre mayor sea el número de especies aumenta el valor y por lo tanto se considera como altamente diverso.

Índice de Margalef (D_{Mg})	$D_{mg} = \frac{S-1}{ln(N)}$	**Riqueza de especies**; valores menores a 2.0 baja riqueza, mientras que los mayores a 5.0 alta riqueza.
Índice de similitud de Jaccard	$I_J = \frac{c}{a+b-c}$	Mide la presencia o ausencia de especies dentro de un hábitat.

IV.2.2.2.4.3.2.1. Resultados del análisis de la estructura y biodiversidad vegetal en el proyecto.

1. Índice de valor de importancia (IVI).

- ✓ **Estrato arbóreo.**

El mayor **peso ecológico** estimado fue para *E. cyclocarpum* (21.3%), seguido por *D. regia* (14.9%), *P. dulce* (12.5%) y *Mangifera indica* (9.4%). Dichas especies representan de manera conjunta un 58.1% del porcentaje total de importancia (Tabla IV.75a y Grafico IV.2a).

La estructura horizontal

Presenta una distribución continua de la categoría diamétrica de 10 a 45 cm, registrando la mayor cantidad de arbolado entre la categoría de 10 y 30 cm; mientras que se registra una menor cantidad de arbolado adulto. Se registraron las categorías de 55 y 60, 75 y 100 cm. Se puede apreciar una reducción de la densidad, a medida que el diámetro crece, sin embargo, la curva de distribución de individuos presenta un desarrollo normal (Tabla IV.75c; Grafico IV.2b).

La estructura vertical

El comportamiento es normal, ya que, a medida que incrementa el diámetro, también se observa un crecimiento en altura (Tabla IV.75c; Grafico IV.2c).

Tabla IV.75a. Resultados del IVI por especie del estrato arbóreo en el Proyecto.

NO.	SIMBOLO ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ALTURA MEDIA (m)	DIAMETRO MEDIO (m)	DOMINANCIA RELATIVA	DENSIDAD RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	I.V.I. (%)
1	Ll	*Leucaena lanceolata*	Guaje	4.1	8.0	0.36	1.05	8.33	3.2
2	Bs	*Bursera simaruba*	Papelillo	11.0	18.0	1.81	1.05	8.33	3.7
3	Sh	*Salix humboldtiana*	Sauce	9.0	22.5	2.82	2.11	8.33	4.4
4	Fi	*Ficus insipida*	Highera blanca	17.0	27.7	4.27	3.16	8.33	5.3
5	Gu	*Guazuma ulmifolia*	Guasima	9.8	14.3	1.15	6.32	8.33	5.3
6	Cn	*Cocos nucifera*	palma de coco	11.5	28.8	4.61	4.21	8.33	5.7
7	Tc	*Terminalia catappa*	Almendro	10.5	15.5	1.33	11.58	8.33	7.1
8	Tr	*Tabebuia rosea*	Amapa	13.5	22.4	2.80	10.53	8.33	7.2
9	Mi	*Mangifera indica*	Mango	15.0	58.0	18.75	1.05	8.33	9.4
10	Pd	*Pithecellobium dulce*	Guamuchil	12.0	32.5	5.91	23.16	8.33	12.5
11	Dr	*Delonix regia*	Tabachin	10.6	16.8	1.57	34.74	8.33	14.9
12	Ec	*Enterolobium cyclocarpum*	Huanacaxtle	17.0	99.0	54.64	1.05	8.33	21.3
				11.8	**30.3**	**100.000**	**100.0**	**100.0**	**100**

Tabla 75b. Estructura horizontal y vertical por categoría diamétrica del estrato arbóreo en el Proyecto.

CD MEDIO (Cm)	ALT. (m)	DENSIDAD ha
10	8.2	35
15	10.9	47
20	11.2	48
25	11.6	25
30	14.0	18
35	15.0	5
40	15.0	5
45	11.0	2
55	16.5	7
60	15.0	2
75	14.0	2
100	17.0	2

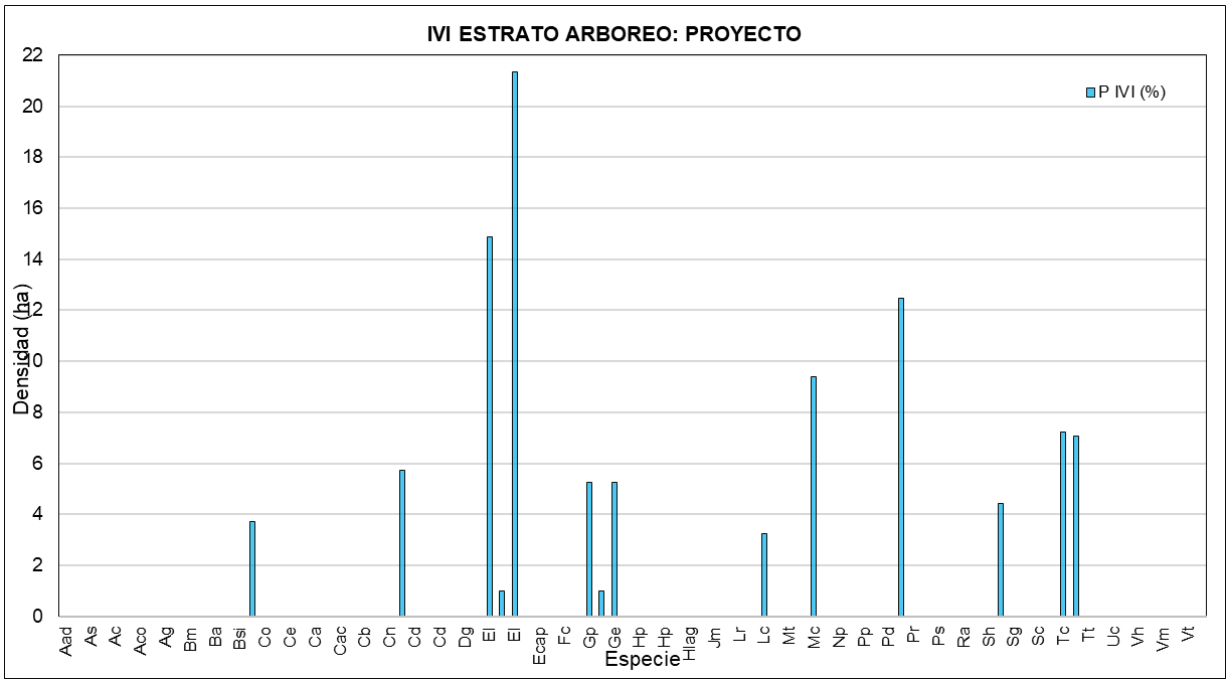
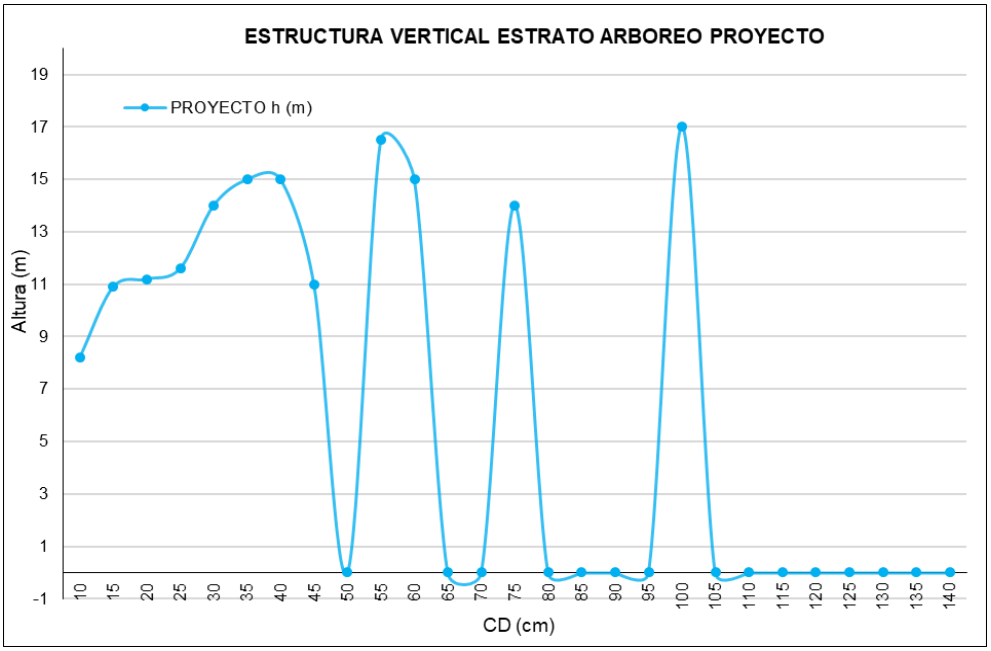


Gráfico IV.2a. Resultados de la estimación del IVI del estrato arbóreo en el Proyecto.

Gráfico IV.2b. Estructura horizontal arbóreo representada por la densidad (ind/ha) y la categoría diamétrica.

Gráfico IV.2c. Estructura vertical arbórea representada por la altura y la categoría diamétrica.



- ✓ **Estrado arbustivo y sotobosque**

Para este estrato se registraron 7 especies, con una estructura abierta y poco desarrollada. Las especies con mayor peso ecológico fueron; *T. catappa* (21.8%), seguido por *R. communis* (19.3%) y *L. lanceolata* (15.8%). El resto de las especies presentan mucha similitud (Tabla IV.76a; Grafico IV.2d).

La estructura horizontal

Presenta diámetros de 1 a 7 cm, se encuentra representada por individuos jóvenes que conforman el sotobosque. Concentrándose la mayor densidad de individuos entre los diámetros de 1 al 3 cm y esta se reduce a medida que incrementa el diámetro (Tabla IV.76b; Grafico IV.2e).

La estructura vertical

Se observa un incremento en altura a medida que crece en diámetro, la relación diámetro y altura, presentan un desarrollo normal (Tabla IV.76b; Grafico IV.2f).

Tabla IV.76a. Resultados del IVI por especie del estrato arbustivo/sotobosque en el Proyecto.

NO.	SIMBOLO ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ALTURA MEDIA (m)	DIAMETRO MEDIO (m)	DOMINANCIA RELATIVA	DENSIDAD RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	I.V.I. (%)
1	Mp	*Mimosa pigra*	Sierrilla	0.37	8.00	0.31	4.3	6.7	3.8
2	As	*Amaranthus spinosus*	Quelite	0.18	7.50	0.27	8.6	6.7	5.2
3	Pl	*Priva lappulacea*	Pega pega	0.38	35.00	5.90	4.3	6.7	5.6
4	Lr	*Lasiacis ruscifolia*	Carricillo	0.33	21.50	2.23	8.6	6.7	5.8
5	Ph	*Parthenium hysterophorus*	Flor blanca	0.54	41.00	8.10	8.6	6.7	7.8
6	Ppu	*Physalis pubescens*	Tomatillo	0.22	13.25	0.85	17.3	6.7	8.3
7	Dq	*Distimake quinquefolius*	Pata de pollo	0.60	65.00	20.36	4.3	6.7	10.4
8	Ag	*Andropogon gayanus*	Zacate llanero	0.55	34.25	12.42	6.5	13.3	10.7
9	Sa	*Sida acuta*	Malva	0.62	29.70	4.25	25.9	6.7	12.3
10	Pp	*Paspalum paniculatum*	Zacate 1	0.25	31.23	14.15	7.2	20.0	13.8
11	Ac	*Aristolochia carterae*	hoja corazon	0.69	44.00	31.16	4.3	13.3	16.3
				0.43	**30.04**	**100**	**100**	**100**	**100**

Tabla IV.2b. Estructura horizontal y vertical por categoría diamétrica del estrato arbustivo en el Proyecto.

CD	ALT.	DENSIDAD
MEDIO (Cm)	(m)	ha
1	2.1	30
2	2.8	58
3	3.2	51
4	3.2	4
5	4.6	9
6	4.0	2
7	6.5	4

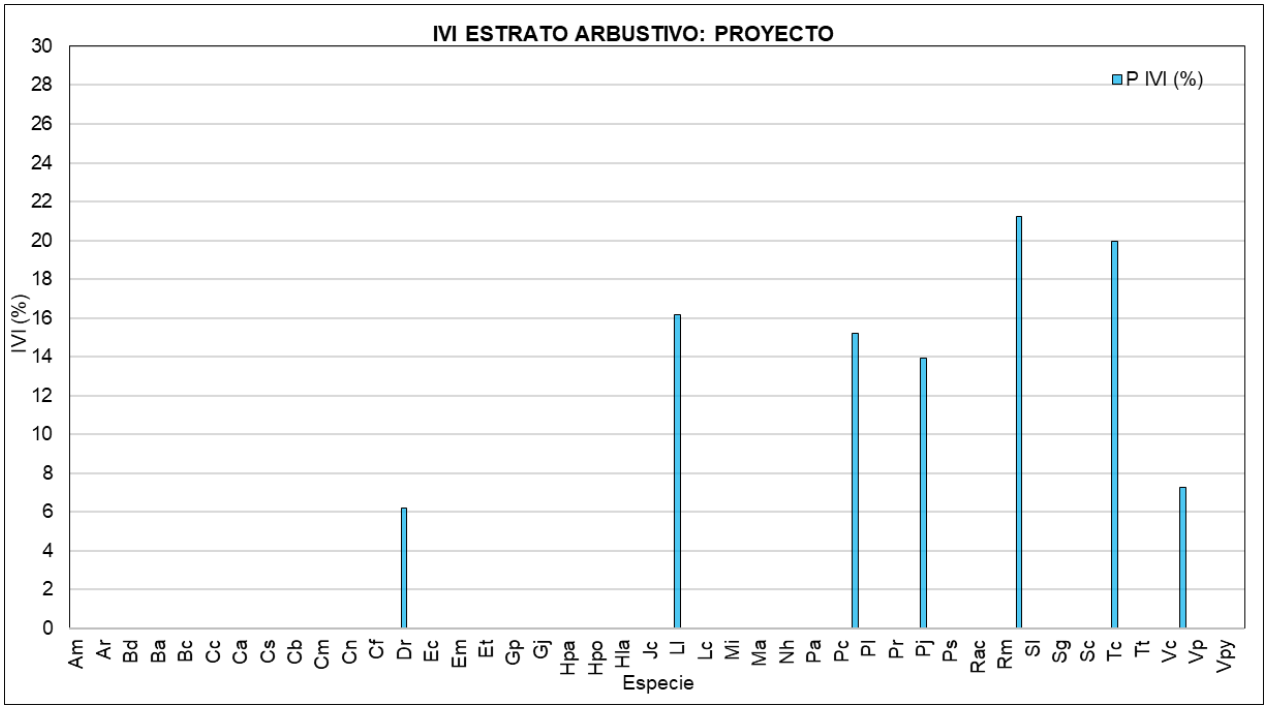


Gráfico IV.2d. Valores del IVI del estrato arbustivo en el Proyecto.

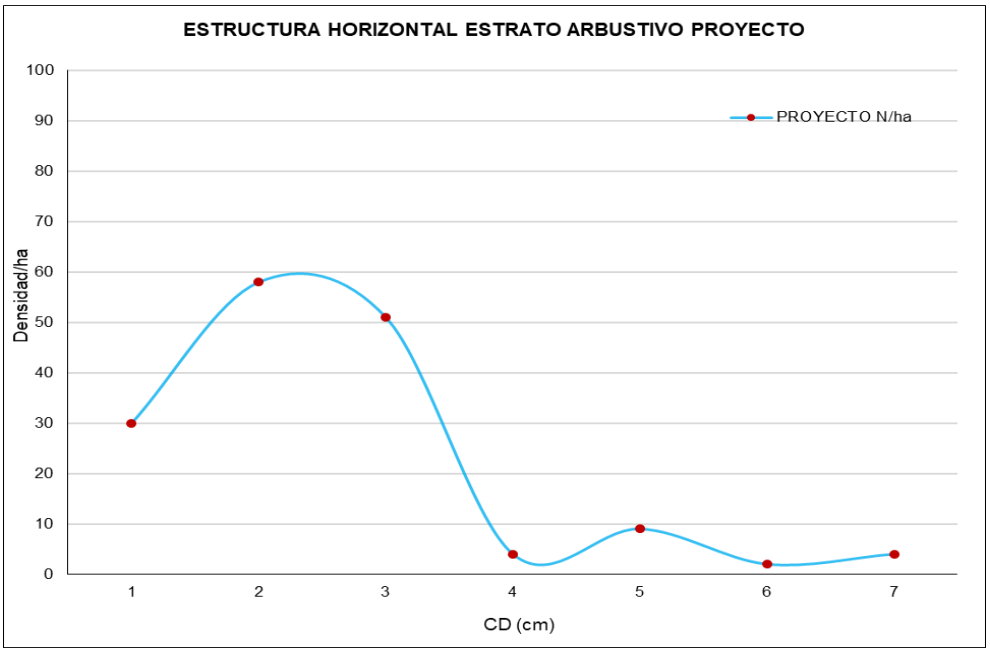
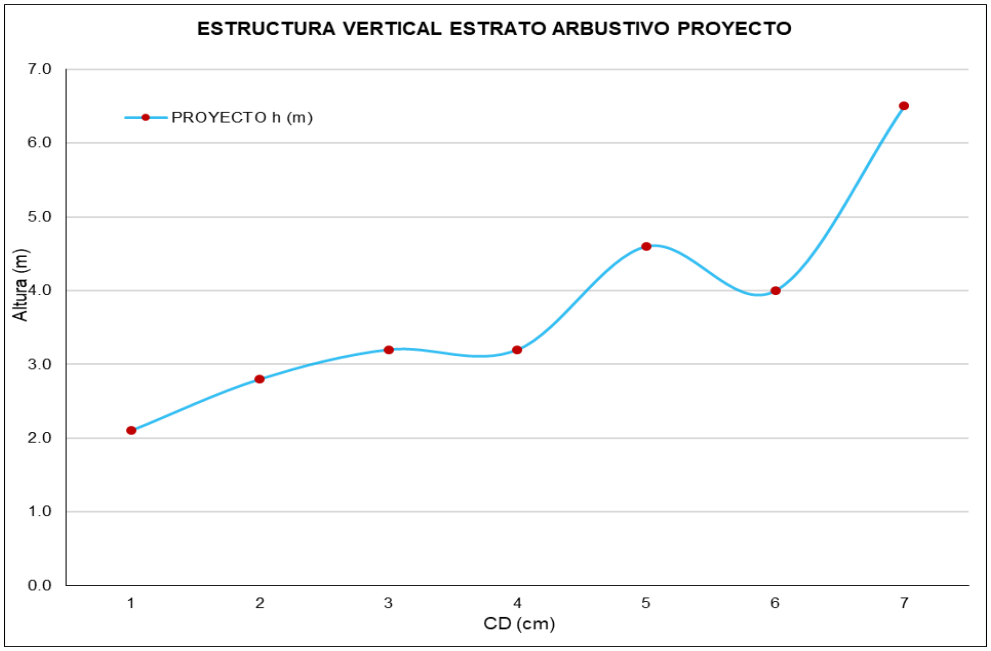


Gráfico IV.2e. Estructura horizontal arbustivo relación densidad (ind/ha) y el diámetro normal.

Gráfico IV.2f. Estructura vertical arbustiva representada por la altura y el diámetro normal.



- ✓ **Estrato herbáceo.**

Las especies que registran un mayor valor de importancia fueron *A. carterae P. paniculatum, S. acuta,* y *A. gayanus,* con valores de 16.3%, 13.8%, 12.3% y 10.7% respectivamente. El resto de las especies presentan un peso ecológico muy bajo (Tabla IV.77a y Grafico IV.2g).

La estructura horizontal

A medida que el diámetro de copa es mayor, existe una disminución significativa de la densidad estimada (Tabla IV.77b y Grafico IV.2h).

La estructura vertical

El comportamiento observado en cuanto al crecimiento en altura, muestra que a medida que el diámetro de copa incrementa la altura es irregular (Tabla IV.77b; Grafico VI.2i).

Tabla IV.77a. Resultados del IVI por especie del estrato herbáceo en el Proyecto.

NO.	SIMBOLO ESPECIE	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ALTURA MEDIA (m)	DIAMETRO MEDIO (m)	DOMINANCIA RELATIVA	DENSIDAD RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	I.V.I. (%)
1	Mp	Mimosa pigra	Sierrilla	0.37	8.00	0.31	4.3	6.7	3.8
2	As	Amaranthus spinosus	Quelite	0.18	7.50	0.27	8.6	6.7	5.2
3	Pl	Priva lappulacea	Pega pega	0.38	35.00	5.90	4.3	6.7	5.6
4	Lr	Lasiacis ruscifolia	Carricillo	0.33	21.50	2.23	8.6	6.7	5.8
5	Ph	Parthenium hysterophorus	Flor blanca	0.54	41.00	8.10	8.6	6.7	7.8
6	Ppu	Physalis pubescens	Tomatillo	0.22	13.25	0.85	17.3	6.7	8.3
7	Dq	Distimake quinquefolius	Pata de pollo	0.60	65.00	20.36	4.3	6.7	10.4
8	Ag	Andropogon gayanus	Zacate llanero	0.55	34.25	12.42	6.5	13.3	10.7
9	Sa	Sida acuta	Malva	0.62	29.70	4.25	25.9	6.7	12.3
10	Pp	Paspalum paniculatum	Zacate 1	0.25	31.23	14.15	7.2	20.0	13.8
11	Ac	Aristolochia carterae	hoja corazon	0.69	44.00	31.16	4.3	13.3	16.3
				0.43	**30.04**	**100**	**100**	**100**	**100**

Tabla IV.77b. Estructura horizontal y vertical por categoría diamétrica del estrato herbáceo en el Proyecto.

DIAMETRO COPA MEDIO (Cm)	ALT. (m)	DENSIDAD ha
5	0.19	10000
10	0.47	80000
15	0.39	30000
20	0.22	10000
25	0.45	20000
30	0.27	30000
35	0.39	30000
40	0.43	30000
45	0.61	20000
65	0.60	10000
75	0.70	10000
80	0.24	10000

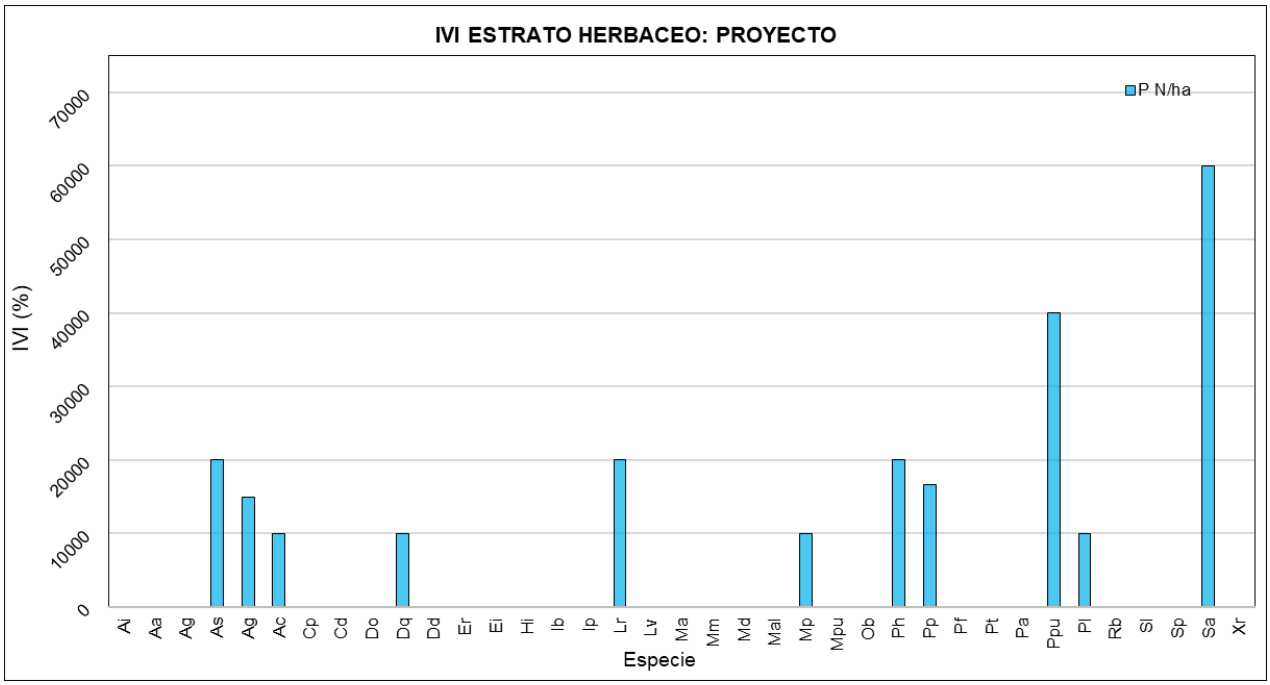


Grafico IV.2g. Resultados de la estimación del IVI del estrato herbáceo en el Proyecto.

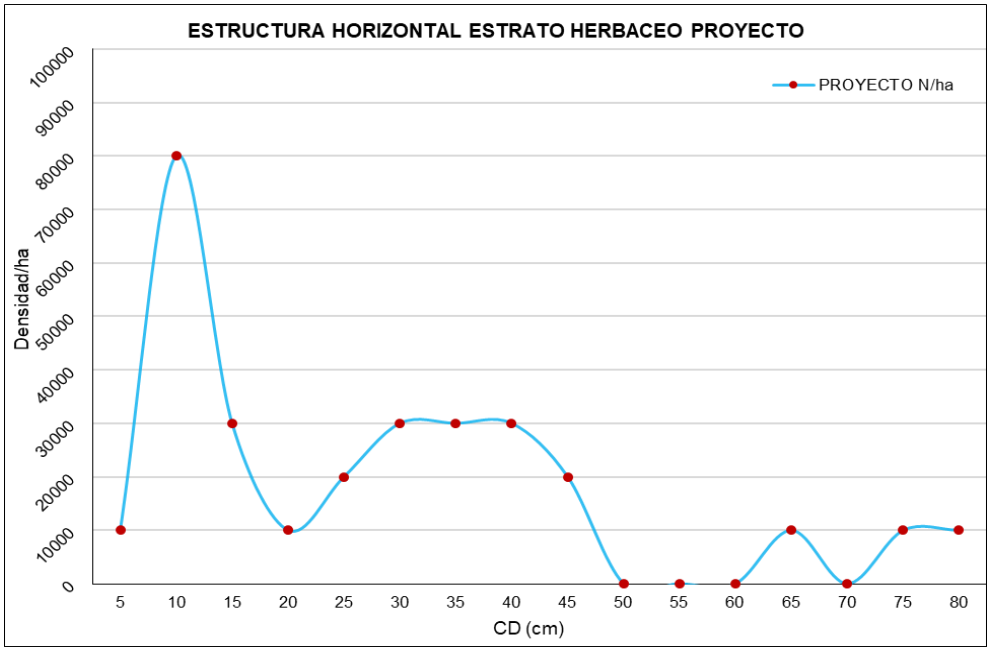
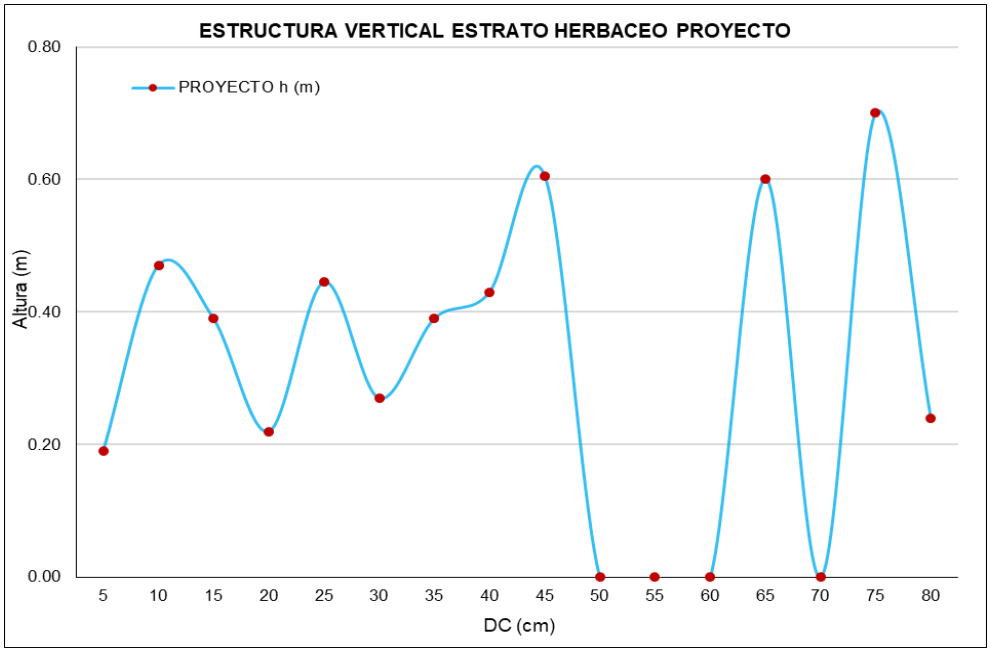


Gráfico IV.2h. Estructura horizontal herbáceo, relación densidad (ind./ha) y el diámetro de copa.

Gráfico IV.2i. Estructura vertical herbáceo, representada por la altura y el diámetro de copa.



2. Estimación de la biodiversidad arbórea, arbustiva y herbácea en el Proyecto (CUSTF).

- ✓ **Riqueza específica (alfa).**

Estrato arbóreo.

Presenta una composición de 12 especies, las cuales se distribuyen 10 familias. Una de las familias mejor representada fue Fabaceae con 4 especies, el resto presentan una especie (Tabla IV.78; Gráfico IV.2j). Los resultados para este estrato, sugiere una riqueza baja, comparado con lo estimado para la Microcuenca.

Estrato arbustivo y/o sotobosque.

La composición fue 7 especies distribuidas en 3 familias, siendo la familia Fabaceae la que registra el mayor número de especies (Tabla IV.79; Gráfico IV.2j). Comparados los resultados con los de la Microcuenca, la riqueza del Proyecto es baja.

Estrato herbáceo.

La composición que se registró fue de 11 especies, distribuidas en 9 familias (Tabla IV.79; Grafico IV.2j). Los cuales son menores a los registrados en la Microcuenca.

Para el Proyecto, las especies de todos los estratos, se registra una riqueza de 26 especies, distribuidas en 17 familias (Tabla IV.79).

Tabla IV.79. Número de especies por familia para cada estrato vegetal en el proyecto.

NO.	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO ENCONTRADO
1	Amaranthaceae	*Amaranthus spinosus*	Quelite	Herbaceo
2	Poaceae	*Andropogon gayanus*	Zacate llanero	Herbaceo
3	Aristolochiaceae	*Aristolochia carterae*	hoja corazon	Herbaceo
4	Burseracea	*Bursera simaruba*	Papelillo	Arboreo
5	Arecaceae	*Cocos nucifera*	Palma de coco	Arboreo
6	Fabaceae	*Delonix regia*	Framboyan	Arboreo/sotobosque
7	Convolvulaceae	*Distimake quinquefolius*	Pata de pollo	Herbaceo
8	Fabaceae	*Enterolobium cyclocarpum*	Huanacaxtle	Arboreo
9	Moraceae	*Ficus insipida*	Higuera estranguadora	Arboreo
10	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guasima	Arboreo
11	Poaceae	*Lasiacis ruscifolia*	Carricillo	Herbaceo
12	Fabaceae	*Leucaena lanceolata*	Guaje	Arboreo/sotobosque
13	Anacardiaceae	*Mangifera indica*	Mango	Arboreo
14	Fabaceae	*Mimosa pigra*	Sierrilla	Herbaceo
15	Asteraceae	*Parthenium hysterophorus*	Flor blanca	Herbaceo
16	Poaceae	*Paspalum paniculatum*	Zacate 1	Herbaceo
17	Solanaceae	*Physalis pubescens*	Tomatillo	Herbaceo
18	Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	Guamuchil	Arboreo/sotobosque
19	Verbenaceae	*Priva lappulacea*	Pega pega	Herbaceo
20	Fabaceae	*Prosopis juliflora*	Mezquite mareño	Arbustivo
21	Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	Higuerilla	Arbustivo
22	Salicaceae	*Salix humboldtiana*	Sauce	Arboreo
23	Malvaceae	*Sida acuta*	Malva	Herbaceo
24	Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Amapa	Arboreo
25	Combretaceae	*Terminalia catappa*	Almendro	Arboreo/sotobosque
26	Fabaceae	*Vachellia hindsii*	Jarretadera	Arboreo/sotobosque

- ✓ **Índice de Margalef.**

Las estimaciones, sugieren, que el grado de riqueza medio, para el **estrato arbóreo** con un valor de 2.15. Mientras que para el estrato **arbustivo/sotobosque y herbáceo** se considera bajo, con valores de 1.19 y 0.81 respectivamente (Tabla 29 y Grafico 2k). Otros estudios, han registrados valores muy elevados de riqueza, las cuales, comparado con lo encontrado, son bajos (Zamora-Crescencio et al., 2020; Beltran-Rodriguez et al., 2018; Granados-Victorino et al. 2017; Maldonado-Sánchez y Maldonado-Mares, 2010).

- ✓ **Diversidad basada en la estructura; dominancia y equidad (alfa).**

Índice de Simpson.

Estos valores estimados mediante el siguiente índice, nos indica que, para todos los estratos, del Proyecto el grado de diversidad tiende a ser alta (Tabla IV.80y Grafico IV.2k).

Índice de Shannon-Wiener.

El **estrato arbóreo, arbustivo/sotobosque** y **herbáceo** presenta una estimación de valor de 1.88, 1.62 y 2.20 respectivamente, indicando para ambos casos un grado de diversidad medio. (Tabla IV.80 y Grafico IV.2k).

Tabla IV.80. Resultados de los índices de diversidad alfa, para el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo del Proyecto.

CLAVE	INDICE	PROYECTO		
	DIVERSIDAD	ARBOREO	ARBUSTIVO	HERBACEO
S	Riqueza de especies	12	7	11
Dmg	Indice de Margalef	2.15	1.19	0.81
H´	Indice de Shannon-Wiener	1.88	1.62	2.20
λ	Indice de Simpson	0.79	0.76	0.86

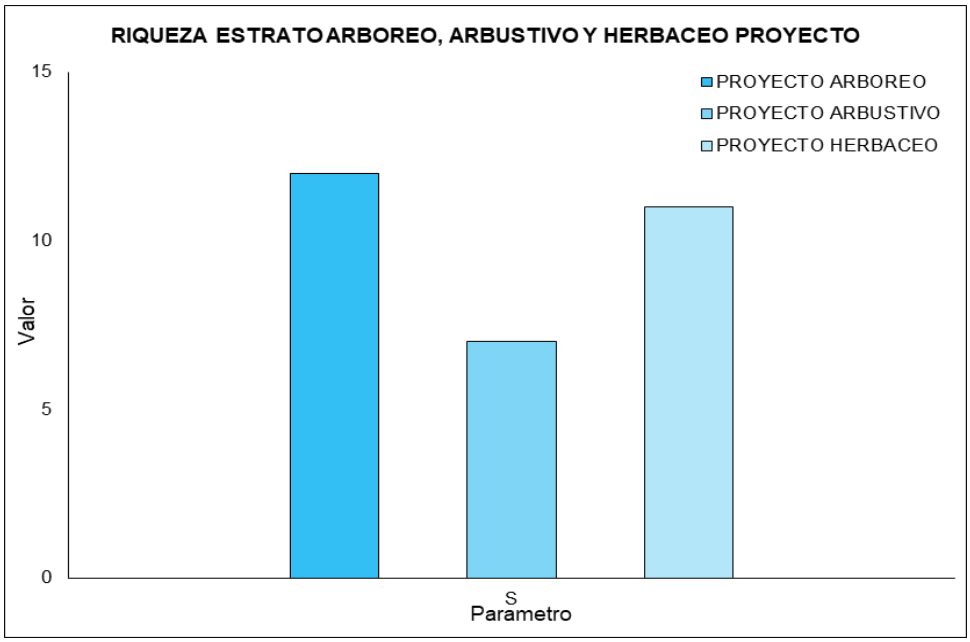
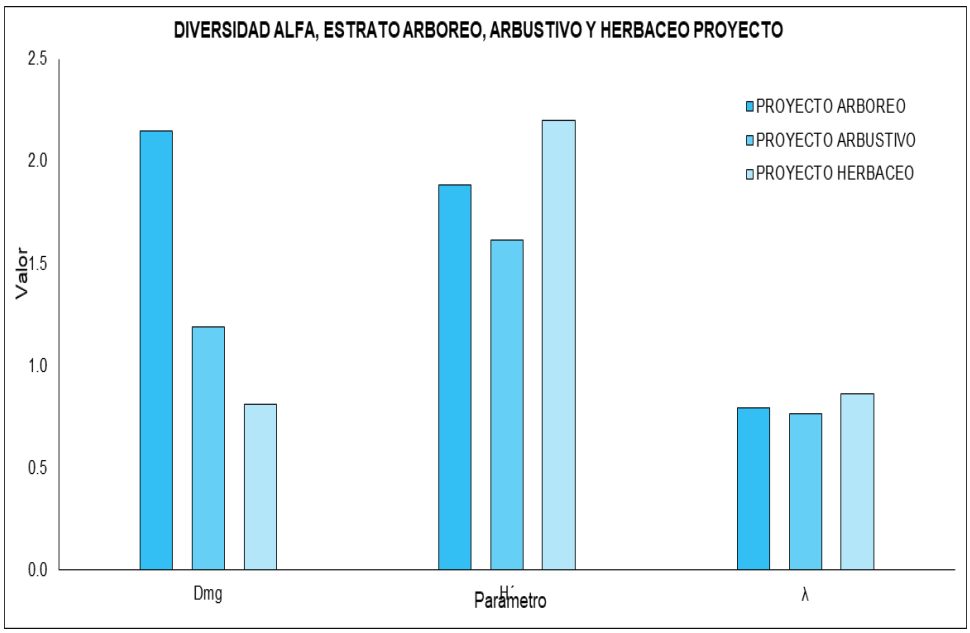


Gráfico IV.2J. Comparativo de la riqueza especifica obtenido para cada estrato vegetal en el Proyecto.

Gráfico IV.2i. Índices de diversidad estimados para cada estrato vegetal en el Proyecto.



S= Riqueza de especies.
Dmg= Índice de diversidad de Margalef.
H´= Índice de Shannon-Wieber.
λ= Índice de Simpson.

- ✓ **Índices de diversidad (beta) para el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo.**

Coeficiente de similitud de Jaccard (beta).

Para la estimación se apoyó del programa Past, los resultados se muestran por estrato en las Tablas IV.81a, IV81b y IV.81c.

El **estrato arbóreo** y **estrato arbustivo/sotobosque**, presentan condiciones iguales, debido a que se considera todo el predio (Tabla IV.81a y IV.81b). El **estrato herbáceo,** presentan disimilitud entre las unidades evaluadas (Tabla IV.81c).

SITIO	1	2
1	1.00	1
2		1.00
	Similares entre un 0.67 a 1.	
	Medianamente similares entre 0.34 a 0.66999.	
	< a 0.339999 no presentan similitud.	

Tabla IV.81a. Resultados del índice de similitud de Jaccard (Ij), para el estrato arbóreo en el Proyecto.

SITIO	1	2
1	1.00	1
2		1.00
	Similares entre un 0.67 a 1.	
	Medianamente similares entre 0.34 a 0.66999.	
	< a 0.339999 no presentan similitud.	

Tabla IV.81b. Resultados del índice de similitud de Jaccard (Ij), para el estrato arbustivo para el Proyecto.

SITIO	1	2	3
1	1.00	0.38	0.11
2		1.00	0.13
3			1.00
	Similares entre un 0.67 a 1		
	Medianamente similares entre 0.34 a 0.66999.		
	< a 0.339999 no presentan similitud.		

Tabla IV.81c. Resultados del índice de similitud de Jaccard (Ij), para el estrato herbáceo para el Proyecto.

IV.2.2.2.4.3.3. Análisis de las condiciones de la vegetación en el Proyecto.

La **estructura arbórea** presenta una distribución de la densidad por hectárea, por categoría diamétrica, registran las mayores densidades en categorías diamétricas menores y esta se reduce a medida que incrementa el diámetro. La densidad promedio estimada por hectárea fue de 163 individuos, de los cuales el 87% se distribuye entre las categorías diamétricos de 10 a 30 cm, esto significa que gran parte del arbolado se encuentra en etapa de desarrollo.

La altura promedio fue de 11.8 metros. La especies más dominantes y frecuentes fueron *D. regia* y *P. dulce*. Mientras que las especies con mayor peso ecológico fueron *E. cyclocarpum, D.regia, P. dulce* y *M. indica* en ese orden de importancia.

En la **estructura arbustiva y/o sotobosque**, presenta perturbaciones en su estructura horizontal. Se registran diámetros normales de 1 a 7 cm. El diámetro medio es de 2.4 cm y una altura de 2.6 metros. Se estimo una densidad de 156 individuos por hectárea. El 88% de la densidad se distribuye entre los diámetros de 1 a 3 cm. Las especies con mayor frecuencia fueron *R. communis, L. lanceolata, P. dulce* y *P. juliflora*. Mientras que las especies con mayor valor de importancia fueron *R. communis, T. catappa, L. lanceolata* y *P. dulce*.

El estrato **herbáceo** presenta densidades altas en sitios abiertos. El desarrollo fue muy denso en todo el Proyecto. La especie dominante y más frecuente fue *S. acuta, P. pubescens* y *A. gayanus*.

La **riqueza específica**, **estrato arbóreo, arbustivo/sotobosques y herbáceo** presenta un valor de riqueza media.

Los indicadores de biodiversidad sugieren que el **estrato arbóreo** registra un grado de diversidad media, mientras que el **arbustivo y herbáceo** presenta un grado de diversidad bajo. El **coeficiente o índice de similitud de Jaccard**, nos sugiere que el estrato arbóreo y arbustivo/sotobosque, son iguales. Mientras que, entre los sitios evaluados para el estrato herbáceo, fueron disimiles.

Estos indicadores, nos sugieren que las condiciones de la cobertura vegetal característica de Selva Mediana Subcaducifolia del Proyecto, presenta alteraciones en la estructura, principalmente en la parte horizontal pera todos los estratos.

IV.2.2.2.4.2. Evaluación de la fauna silvestre en el Proyecto.

Con herramienta y equipo de GPS (Garmin GPS 67) se establecieron **dos transectos** con una longitud de 90 m y por 50 m de ancho, separados entre sí aproximadamente a 80 metros (Tabla IV.82). Estos fueron recorridos por una brigada de dos personas de las 6:00 a 10:00 a.m, y de 4:00 a 6:00 p.m, con un muestreo de 42 horas (durante tres días), a una velocidad de 1.2 km/hr, aproximadamente, por donde se registraron organismos terrestres (**mamíferos y herpetofauna**) mediante observación directa e indirecta (**Método de transectos como se describe en la página 184 del presente Capitulo**).

Una vez ubicados, con una cámara (NIKON Coolpix L820, 30 X; CANON PowerShot sx60) se tomó evidencia fotográfica de cada rastro para su posterior identificación mediante guías de campo (Aranda, 2012). Para la identificación, se emplearon guías y libros especializados: para la herpetofauna (Conant y Collins, 1998), mastofauna y rastros (Burt y Grossenheider, 1980; Elbroch, 2003; Ceballos y Oliva, 2005; Aranda, 2012).

Por otro lado, para evaluar al grupo de aves, se empleó la **metodología de puntos de conteo (Página 184 del presente Capitulo),** estableciendo **4 puntos de conteo** (Tabla IV.82), con un radio fijo de 30 m para registrar, durante 10 minutos, todas las especies observadas o escuchadas, 6:00 a 10:00 a.m, y de 4:00 a 6:00 p.m, con un muestreo de 42 horas, tomando en cuenta que fueron tres días.

Se emplearon binoculares para la observación y ubicación de organismo a (Vortex 8 x 42, Nikon prostaff 10 x 42) y guías de campo (Howell y Webb, 1995; Kaufman, 2000; Sibley, 2001).

Tabla IV.82. Coordenadas de ubicación de los puntos de conteo y de los transectos para el muestreo de fauna silvestre en el Proyecto.

VÉRTICE	COORDENADAS UTM		DESCRIPCIÓN	TRANSECTO	LONGITUD (M)	SUP. (HA)
	X	Y				
1	473678	2285966	Punto 1	1	90	0.360
2	473632	2285915	Punto 2			
3	473733	2285875	punto 3	2	90	0.360
4	473662	2285850	punto 4			
						0.720

IV.2.2.2.4.2.1. Diversidad faunística en el Proyecto.

IV.2.2.2.4.2.1.1. Riqueza de especies.

Se registraron 21 especies de fauna silvestre en el proyecto, con una mejor representación el grupo de las aves con 17 especies (Tabla IV.83a; Grafico IV.3a). Mientras que el grupo de los mamíferos una y herpetofauna se registraron 3 especies. De todas las especies una especie del grupo de la herpetofauna se encuentran enlistadas en la NOM-059 (SEMARNAT, 2010).

Tabla IV.83a. Especies de fauna silvestre registradas en el Proyecto.

GRUPO	FAMILIA	NO. ESPECIES	REGISTROS	NOM-059	IUCN	%/GRUPO
Aves	9	17	91	0	17	81
Mamíferos	1	1	2	0	1	5
Herpetofauna	3	3	4	1	2	14
Total	**17**	**21**	**97**	**1**	**20**	**100**

- ✓ **Aves**

Se registraron 91 individuos, pertenecientes a 17 especies y distribuidas en 9 familias. De estas ninguna se presenta con algún estatus bajo la norma (SEMARNAT, 2010). La familia mejor representada fue Icteridae con 4 especies, Columbidae, Tyrannidae con 3 especies y Parulidae con dos especies, el resto son representativas de una especie para cada familia.

Tabla IV.83b. Listado de aves registradas en el Proyecto.

NO.	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	NO. INDIVIDUOS	NOM 059	LISTA ROJA
1	Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe Corona Negra	3	-	LC
2	Icteridae	*Cassiculus melanicterus*	Cacique mexicanno	10	-	LC
3	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	12	-	LC
4	Columbidae	*Columbina passerina*	Tortolita Pico Rojo	3	-	LC
5	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	11	-	LC
6	Icteridae	*Icterus spurius*	Calandria Castaña	2	-	LC
7	Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado	6	-	LC
8	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	6	-	LC
9	Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Pico gordo azul	3	-	LC
10	Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma Morada	6	-	LC
11	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	5	-	LC
12	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas Cardenalito	1	-	LC
13	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	12	-	LC
14	Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltador Gris Mesoamericano	4	-	LC
15	Parulidae	*Setophaga nigrescens*	Chipe Negrogris	1	-	LC
16	Troglodytidae	*Thryophilus sinaloa*	Saltapared Sinaloense	3	-	LC
17	Turdidae	*Turdus rufopalliatus*	Mirlo Dorso Canela	3	-	LC
				91		

Amenazada, Pr = Sujeta a Protección Especial, P= En Peligro de Extinción, NOM-059-SEMARNAT-2010. ** Endémica de México.

Imagen 7. Tiranio pico grueso (*Tyrannus crassirostris*).

Imagen 8. Luis pico grueso (*Megarynchus pitangua*).

Imagen 9. Tordo ojos amarillos (*Euphagus cyanocephalus*).

imagen 10. Tortolita cola larga (*Columbina inca*).

- ✓ **Mamíferos.**

Se registraron dos individuos de la misma especie, y no se encuentra enlistada en la NOM-059.

Tabla IV.83c. Listado de mamíferos registrados en el Proyecto.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. INDIVIDUOS	NOM 059	LISTA ROJA
Procyonidae	Procyon lotor	Mapache	2	-	LC
		Total	**2**		LC

*A = Amenazada, Pr = Sujeta a Protección Especial, P= En Peligro de Extinción, NOM-059-SEMARNAT-2010. ** Endémica de México.

- ✓ **Herpetofauna**

Se registraron 3 especies, y una de estas se encuentra bajo Protección especial (*I. iguana)*.

Tabla IV.83d. Listado de la herpetofauna registrados en el Proyecto.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NO. INDIVIDUOS	NOM 059	LISTA ROJA
Hylidae	Agalychnis dacnicolo	Ranita Verduzca**	1	-	LC
Anolidae	Anolis nebulosus	Abaniquillo Pañuelo del Pacífico **	1	-	LC
Iguanidae	Iguana iguana	Iguana Verde	1	Pr	LC
		Total	**3**		

*A = Amenazada, Pr = Sujeta a Protección Especial, P= En Peligro de Extinción, NOM-059-SEMARNAT-2010. ** Endémica de México.

Imagen 11. Huellas de mapache (Procyon lotor).

Imagen 12. Ranita verduzca (*Agalychnis dacnicolor*).

Imagen 13. Iguana verde (*Iguana iguana*)

Imagen 14. Individuo de *Iguana iguana.*

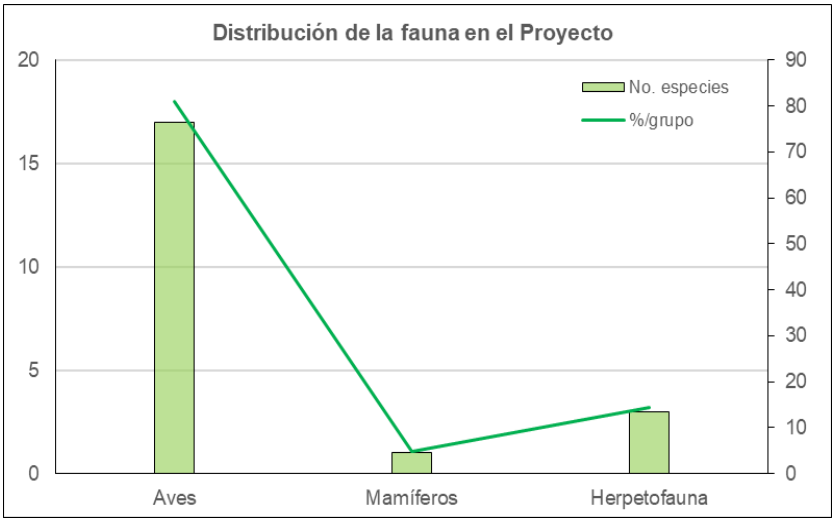


Gráfico IV.3a. Riqueza de especies por grupo faunístico en el Proyecto.

IV.2.2.2.4.2.2. Estimación de la abundancia en el Proyecto.

De cada punto de conteo se determinó el área (0.3 hectáreas/punto), extrapolado a la superficie total del Proyecto, para esto se consideraron el número de observaciones por especie durante la muestra. Esto a su vez permite estimar el tamaño poblacional y el número de individuos por hectárea. Los resultados indican que el grupo de las aves se encuentra mejor representada en comparación con el resto de los grupos faunísticos.

- ✓ **Aves**

Se registraron **91 ejemplares**, y se estimó una abundancia 169 individuos por hectárea, mientras que para la superficie del Proyecto fue de 96 individuos (Tabla 33a). Las especies con mayor abundancia fueron *M. similis, C. sulcirostris Columbina inca* y *Q. mexicanus.*

Tabla IV.84a. Abundancia estimada para el grupo de aves en el Proyecto.

NO.	NOMBRE CIENTÍFICO	TOTAL	SUP. (HA) MUESTREADA	DENSIDAD /HA ESTIMADA	SUP (HA)	POBLACIÓN ESTIMADA
1	*Cardellina pusilla*	3	0.6	5	0.570	3
2	*Cassiculus melanicterus*	10	0.8	12	0.570	7
3	*Columbina inca*	12	0.8	14	0.570	8
4	*Columbina passerina*	3	0.3	11	0.570	6
5	*Crotophaga sulcirostris*	11	0.6	19	0.570	11
6	*Icterus pustulatus*	6	0.6	11	0.570	6
7	*Icterus spurius*	2	0.3	7	0.570	4
8	*Myiozetetes similis*	6	0.3	21	0.570	12
9	*Passerina caerulea*	3	0.3	11	0.570	6
10	*Patagioenas flavirostris*	6	0.6	11	0.570	6
11	*Pitangus sulphuratus*	5	0.6	9	0.570	5
12	*Pyrocephalus rubinus*	1	0.3	4	0.570	2
13	*Quiscalus mexicanus*	12	0.8	14	0.570	8
14	*Saltator grandis*	4	0.6	7	0.570	4
15	*Setophaga nigrescens*	1	0.3	4	0.570	2
16	*Thryophilus sinaloa*	3	0.6	5	0.570	3
17	*Turdus rufopalliatus*	3	0.6	5	0.570	3
		91		**169**		**96**

- ✓ **Mamíferos**

Se registraron 2 individuos. Se estimó una abundancia por hectárea de 2.8 individuos, y para el Proyecto se estimó un total de 1.6 individuos (Tabla IV.84b).

Tabla IV.84b. Abundancia estimada para mamíferos en el Proyecto.

NO.	NOMBRE CIENTÍFICO	TOTAL	SUP. (HA) MUESTREADA	DENSIDAD /HA ESTIMADA	SUP. (HA) (HA)	POBLACIÓN ESTIMADA
2	*Procyon lotor*	2	0.7	2.8	0.570	1.6
		2		**2.8**		**1.6**

- ✓ **Herpetofauna**,

Se registraron 4 ejemplares, y se estimó una abundancia por hectárea de 8.3 individuos, mientras que para la superficie del proyecto se estimaron 4.8 individuos (Tabla IV.84c).

Tabla IV.84c. Abundancia estimada de la herpetofauna el Proyecto.

NO.	NOMBRE CIENTÍFICO	TOTAL	SUP. (HA) MUESTREADA	DENSIDAD /HA ESTIMADA	SUP. (HA) (HA)	POBLACIÓN ESTIMADA
1	*Agalychnis dacnicolo*	1	0.4	2.8	0.570	1.6
2	*Anolis nebulosus*	1	0.4	2.8	0.570	1.6
3	*Iguana iguana*	2	0.7	2.8	0.570	1.6
		4		**8.3**		**4.8**

IV.2.2.2.4.2.3. Estimación de la diversidad en el Proyecto.

Como se ha descrito detalladamente en el Capítulo III, La diversidad alfa se refiere al número de especies a nivel local (Rodríguez y Vázquez-Domínguez, 2003; Rodríguez, 2009). Para mejor entender los cambios de la biodiversidad en relación con su ambiente, se considera la medición de los componentes alfa y beta.

La diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultado de la unión entre la diversidad alfa y la diversidad beta (Moreno, 2001; Rodríguez, 2009).

Los métodos pueden ser basados en la cuantificación del número de especies presentes o en la estructura de la comunidad para la diversidad alfa, este último puede clasificarse en la dominancia y en la equidad de una comunidad (Moreno, 2001).

Por lo que, en este caso se consideró un índice basado en el concepto de equidad, como el de Shannon-Wiener, el cual expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de una muestra (Moreno, 2001).

Las siguientes formulas se aplicaron para evaluar la **diversidad Alfa**:

- ✓ **Shannon-wiener (h')**.

Refleja la heterogeneidad de una comunidad respecto a factores como el número de especies frecuentes y su abundancia relativa. Estima el grado de incertidumbre promedio en la predicción de "a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar". Expresando la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra (Peet, 1974; Baev y Penev, 1995).

- ✓ **Simpson (d)**.

Se realizó un análisis mediante el inverso al índice de dominancia, en base a la información obtenida de las muestras. El cual, manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Se ve influenciado por la importancia de las especies más dominantes (Peet, 1974). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como 1 – D (Lande, 1996). Se calcula de la siguiente manera:

La **diversidad beta** resalta la diferencia en la composición de especies entre sitios, pudiendo definir qué tan parecidas o diferentes son las comunidades ecológicas y suele evaluarse con índices de similitud o disimilitud a partir de datos cualitativos (presencia- ausencia de especies) como el coeficiente de Jaccard (Moreno, 2001; Rodríguez, 2009). En este caso para **los Indicadores de biodiversidad Beta**, se utilizaron dos fórmulas que nos indican el nivel de semejanza faunística entre los sitios de muestreo.

A medida que los valores se aproximen al 100%, los sitios en comparación presentan mayor semejanza y las fórmulas son los siguientes:

- ✓ **Índice de similitud de jaccard (ij)**.

Este índice mide diferencias en la presencia o ausencia de especies. El rango de este índice va desde cero (0) cuando no hay especies compartidas, hasta uno (1) cuando los dos sitios comparten las mismas especies. La fórmula para la estimación es:

Se organizó una base de datos por grupo taxonómico, para comparar los resultados obtenidos en cada sitio de muestreo, separando el número de individuos registrados por especie y punto de conteo. Posteriormente, se realizaron los cálculos de manera manual en Excel, en base a las fórmulas que se indican en los índices de diversidad.

Con el programa Past 3.22, los datos se integraron en matrices para que puedan ser analizados (Hammer *et al.*, 2001), con el fin de comprobar los resultados obtenidos en Excel (Tabla IV.86a, IV.86b y IV.86c).

IV.2.2.2.4.2.3.1. Resultados de los índices de biodiversidad estimados.

En el Grafico IV.3b, se presenta la distribución de los índices de diversidad para el Proyecto, y en la Tabla IV.86 5os resultados obtenidos para cada grupo faunístico. Los resultados indican que el grupo de **aves** presenta los valores más altos de diversidad, considerando un **grado de diversidad media**, así como en riqueza específica (Tabla IV.85; Grafico IV.3b).

Esto se refleja también en la baja similitud que se estima entre los sitios de muestreo, lo cual indican que cada sitio es diferente (Tabla IV.86). Tanto el grupo de **mamíferos y herpetofauna** para ambos casos, la riqueza y el grado de **diversidad estimada es baja** (Tabla IV.86i; Grafico IV.3b). Entre sitios de muestreo son mediamente similares.

Tabla IV.85. Resultados de los índices de diversidad, riqueza y abundancia por grupo faunístico para el Proyecto.

GRUPO FAUNÍSTICO	RIQUEZA S´P	ABUNDANCIA/HA A´P	SHANNON-W H´P	SIMPSON D´-P	JACCARD J´-P
Aves	17	169	2.61	0.91	0.26
Mamíferos	1	3	0.00	0.00	0.33
Herpetofauna	3	8	1.04	0.63	1.00

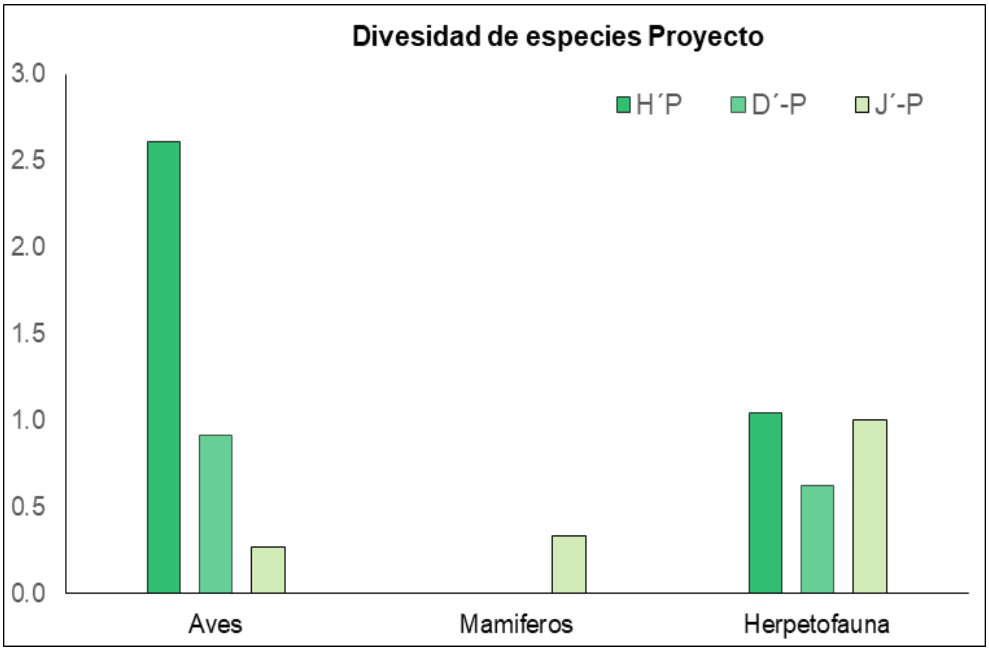


Grafico IV.3b. Índices de diversidad por grupo faunístico para el Proyecto.

Los resultados del Índice de Jaccard, se presentan en las siguientes Tablas, obtenidas mediante el programa Past 3.22.

Tabla IV.86a. Índice de similitud de Jaccard (Ij), para el grupo faunístico de Aves.

S	P1	P2	P3	P4
P1	1.00	0.31	0.07	0.58
P2		1.00	0.00	0.33
P3			1.00	0.08
P4				1.00
	Similares entre un 0.67 a 1			
	Medianamente similares entre 0.34 a 0.66999.			
	< a 0.339999 no presentan similitud.			

Tabla IV.86b. Índice de similitud de Jaccard (Ij), para el grupo de mamíferos.

S	T1	T2
T1	1.0	
T2		1.00
	Similares entre un 0.67 a 1	
	Medianamente similares entre 0.34 a 0.66999.	
	< a 0.339999 no presentan similitud.	

Tabla IV.86c. Índice de similitud de Jaccard (Ij), para el grupo de herpetofauna

S	T1	T2
T1	1.00	0.33
T2		1.00
	Similares entre un 0.67 a 1	
	Medianamente similares entre 0.34 a 0.66999.	
	< a 0.339999 no presentan similitud.	

El grupo de los **mamíferos y herpetofauna**, el grado de similitud es baja. Y el grupo de las **aves,** presento una similitud media entre el punto de conteo 1 y 4, entre los demás no presentan similitud.

- ✓ **Conclusión general de las estimaciones de fauna silvestre para el Proyecto.**

Para las **aves** el **índice de Shannon**, clasifica con un grado de diversidad medio y para **mamíferos** y **herpetofauna**, se considera un grado de diversidad bajo. El índice de **Simpson** indica que el grado de diversidad fue alto para **aves**, y para grupo de los **mamíferos** fue baja **y herpetofauna** fue medio.

El **índice de Jaccard**, indican que el grupo de las **aves** comparte en promedio una baja similitud entre sitios, y lo mismo sucede para el caso de **mamíferos** y **herpetofauna**.

El grupo más representativo para el Proyecto fue el de las aves, comparado con los demás grupos taxonómicos. Se registra una especie del grupo de herpetofauna, que se encuentran enlistadas en la NOM-059 (*Iguana iguana*).

Para proteger la integridad de las especies de lento movimiento, se recomienda dar seguimiento al programa de rescate y reubicación de especies. Aquellas que sean de rápido movimiento serán ahuyentadas a sitios aledaños en cada etapa del CUSTF.

IV.2.2.3. Medio socioeconómico.

El Estado de Jalisco cuenta con 125 Municipios, los cuales se distribuyen en 12 regiones para facilitar el manejo del estado, cada región cuenta con un municipio sede designado por importancia y ubicación estratégica de dicho municipio. El municipio de Puerto Vallarta es el municipio sede de la Región Costa-Sierra Occidental la cual se encuentra localizada en el poniente del estado de Jalisco. Está conformada por los municipios de Atenguillo, Cabo Corrientes, Guachinango, Mascota, Mixtlán, Puerto Vallarta, San Sebastián del Oeste y Talpa de Allende.

Figura IV.17. Mapa Región Costa-Sierra Occidental

Puerto Vallarta comprende una superficie de 1,107 km², lo que lo convierte en un municipio de gran importancia dentro del Estado de Jalisco. Su ubicación geográfica es estratégica, ya que limita con varios municipios y cuerpos de agua que favorecen su desarrollo económico y social. El municipio colinda con cuatro municipios de Jalisco y un municipio del Estado de Nayarit. Al noroeste colinda con el municipio de Bahía de Banderas y al noreste con el municipio de San Sebastián del Oeste; al sureste con los municipios de Mascota y Talpa de Allende; al suroeste con el municipio de Cabo Corrientes; y al oeste con el océano Pacífico. Dentro de las principales localidades del municipio de Puerto Vallarta, se encuentran: Las Juntas, Ixtapa, Las Palmas de Arriba, El Pitillal, Las Mojoneras y Ecoterra Paraíso, ésta última ahora integrada a El Colorado.

El municipio de Puerto Vallarta está dividido en 10 Distritos Urbanos, una estructura que se implementó en 2011 con el propósito de optimizar la gestión y organización del territorio. Esta división facilita la planificación y toma de decisiones en materia de desarrollo urbano, permitiendo una administración más eficiente y adaptada a las necesidades específicas de cada zona.

De acuerdo con el último censo de población y vivienda (INEGI, 2020), en el **municipio de Puerto Vallarta**, la población total fue de 291,839 personas, representando 3.49% de la población a nivel estatal. De estos el 49.9% son mujeres y 50.1% hombres. La **población económicamente activa** es del 69.7%, de esta proporción, el 56.7% corresponde a hombres y el 43.3% son mujeres. La **tasa de crecimiento de la población** del 2010 al 2020 fue positiva (14.1%), siendo uno de los Municipios con crecimiento medio del Estado de Jalisco (Tabla IV.45). En el año 2010 se censó una población de 2,446 habitantes que habla alguna lengua indígena entre las que destacan el náhuatl, zapoteco, otomí y huichol.

De acuerdo con la dimensión de la Microcuenca y por la ubicación donde se encuentra el Proyecto, la demanda de personal emplearlas de manera directa e indirectamente no será un problema toda vez que está en las orillas de la Ciudad de Puerto Vallarta.

En 2020, La localidad más poblada fue Puerto Vallarta Cabecera Municipal, con 224,166 habitantes, lo que representaba el 76.8% de la población total del municipio. Después, se ubicó la localidad de Ixtapa, con el 13.4% de la población, seguida por Las Juntas, que representaba el 3.5%. Otras localidades con menor población fueron Las Palmas de Arriba, con el 1.4%, y Ecoterra Paraíso, con el 0.7% del total municipal. Este patrón de distribución poblacional muestra una alta concentración de habitantes todavía en la cabecera, sus barrios y colonias.

Tabla IV.87. Información poblacional del municipio y localidades cercanas al Proyecto,

AÑO	2010	%	>	2020	%	>
Jalisco	7,350,682	17.9	15.2	8,348,151	13.8	13.8
Puerto Vallarta	255,681	4.0	-	291,839	3.4	-3.7

IV.2.2.3.1. Estructura de población del estado, municipio y localidad cercana al proyecto.

Tanto a nivel Estatal y Municipal, la distribución de la población se encuentra, con una mayor cantidad de personas en etapas jóvenes y reducida a medida que incrementa la edad (Grafico 15,16 y 17). La siguiente Tabla muestra la distribución de acuerdo con los rangos de edades.

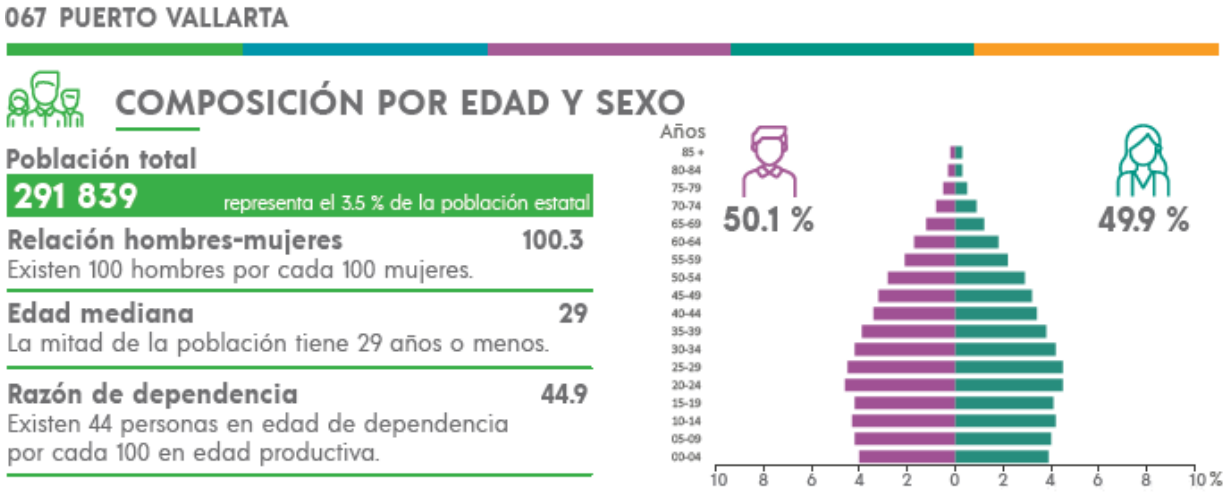


Figura IV. 18. Distribución poblacional del municipio de Puerto Vallarta (INEGI,2020).

Los grupos de edad con mayor concentración de población en el municipio fueron los comprendidos entre los 20 y 24 años, con 26,579 habitantes; los de 25 a 29 años, con 26,132 habitantes; y los de 10 a 14 años, con 24,823 habitantes, en conjunto, estas tres franjas etarias representaron el 26.6% de la población total del municipio. Esta distribución de la población sugiere que una proporción significativa está en etapas jóvenes de la vida, lo que podría reflejar una alta tasa de natalidad o una predominancia de la población en edad laboral y estudiantil.

IV.2.2.3.2. Población económicamente activa por sector o actividad.

El principal sector donde se ubica la mayor parte de la población económicamente activa (PEA) del Municipio de Puerto Vallarta, es el de los servicios, con el 51.77% del total, el comercio se encuentra en segundo lugar con un 39.80 % y el tipo de actividad que más producción bruta deja en el municipio es la terciaria (INEGI,2020). **El Turismo** es uno de los principales factores para el desarrollo económico de la ciudad. **Puerto Vallarta** recibe aproximadamente 6 millones de turistas al año y ofrece a sus habitantes y visitantes un buen número de playas que son visitadas cotidianamente.

Aquí se pueden admirar gran cantidad de bellezas naturales, monumentos históricos y obras de arte, lo cual atrae a muchos turistas nacionales y extranjeros. El turismo se encuentra ampliamente fomentado en Puerto Vallarta, pues la ciudad cuenta también con zonas de playas con bellos paisajes, lo cual hace ampliamente atractivo para esta actividad económica. Puerto Vallarta fue la séptima ciudad con más cuartos ocupados en el año 2019, y el tercer centro de playa más importante de México (SECTUR, 2019).

Asimismo, a las construcciones históricas de su centro, que fueron nombradas como Patrimonio cultural de Jalisco en 2018 se le suman, obras de arte, costumbres, tradiciones y leyendas muy propias de Puerto Vallarta, sin dejar de lado los eventos nacionales e internacionales se celebran, representan para sus habitantes y turistas un foco de atracción muy interesante.

IV.2.2.3.3. Migración de la población del municipio y localidad cercana al proyecto.

De acuerdo con los datos analizados, la mayor cantidad de migrantes en los últimos 5 años provino de Estados Unidos (1,570 personas), seguido por Canadá (195 personas) y Venezuela (129 personas). El gráfico de barras siguiente, muestra las principales causas de migración hacia Puerto Vallarta, destacando que las razones más comunes fueron “vivienda” (692 personas), “familiares” (670 personas) y “legales” (256 personas), estos datos reflejan las motivaciones y orígenes de los migrantes que han llegado al municipio en ese período. Jalisco tiene una larga historia de migración hacia Estados Unidos que se remonta a finales del siglo XIX.

En este contexto, el Consejo Nacional de Población (CONAPO), elaboró el Índice de Intensidad Migratoria México-Estados Unidos 2020, el cual proporciona una medición integral sobre el fenómeno migratorio entre ambos países.

Según este índice, Jalisco fue clasificado con un nivel medio de intensidad migratoria, ocupando el lugar 14 entre las entidades federativas con mayor migración hacia Estados Unidos en ese año

Este resultado refleja que el 6.8% de las viviendas en el estado recibían remesas, el 1.3% de las viviendas tenían emigrantes que residían en Estados Unidos, el 0.4% contaban con migrantes circulares, y el 0.9% de las viviendas reportaban migrantes de retorno provenientes de Estados Unidos. Estos datos muestran cómo la migración hacia y desde Estados Unidos sigue siendo un fenómeno importante en Jalisco, con efectos tanto en las dinámicas familiares como en la economía local.

Según los resultados del Índice de Intensidad Migratoria 2020, en el municipio de Puerto Vallarta, el 5.13% de las viviendas recibieron remesas en 2020. Además, el 0.81% de las viviendas reportaron emigrantes con destino a Estados Unidos que residían allí, el 0.22% registraron migrantes circulares del quinquenio anterior (2015-2020), y el 0.98% de las viviendas tenían migrantes de retorno desde Estados Unidos.

Tabla IV.88. Índice de Intensidad Migratoria Puerto Vallarta (CONAPO, 20254; INEGI, 2020).

INDICE Y GRADO DE INTENSIDAD MIGRATORIA E INDICADORES SOCIOECONOMICOS	VALOR
Índice de intensidad migratoria	64.0912
Grado de intensidad migratoria	Bajo
Total, de viviendas	85,545
% Viviendas que reciben remesas	5.13
% Viviendas con emigrantes con destino a EUA en EUA	0.81
% Viviendas con migrantes circulares de EUA	0.22
% Viviendas con migrantes de retorno de EUA	0.98
Posición de ocupa el municipio en la entidad	113
Posición de ocupa el municipio a nivel nacional	1,373

Fuente: Elaboración propia con información del IIEG, con base en estimaciones del CONAPO y del INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

IV.2.2.3.4. Índice y grado de marginación en el municipio.

De acuerdo con información publicada por el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2020), el municipio de Puerto Vallarta registra un **grado de marginación muy bajo**, ya que se ha registrado que los indicadores socioeconómicos comparables (educación, vivienda y capacidad de ingresos económicos) son bajos, y lo cual significa que una proporción elevada de la población vive con un nivel de desarrollo adecuado.

IV.2.2.3.5. Factores socioculturales.

Puerto Vallarta, es un destino turístico que se distingue no solo por su belleza natural, sino también por su rico medio sociocultural. Con una combinación de tradiciones arraigadas, creadores y elencos con amplísima trayectoria, generaciones de artistas en constante formación, inclusive a nivel superior y una infraestructura moderna; son otros de los factores por los que esta ciudad atrae a miles de visitantes nacionales e internacionales cada año.

IV.2.2.3.5.1. Zonas arqueológicas, monumentos históricos y patrimonio cultural edificado.

- ✓ Centro Ceremonial de Ixtapa. Este sitio está formado por 29 montículos diseminados en una superficie de 10 hectáreas aproximadamente. Uno de los montículos mayores, destruido parcialmente, tiene un diámetro de 40 metros y una altura de 7 a 8 metros.
- ✓ Templo de Nuestra Señora de Guadalupe, su construcción se inició en 1918, es uno de los principales símbolos arquitectónicos del Puerto. Su torre central está rematada por una corona imperial de filigrana colocada en 1965, visible desde gran parte del centro y la bahía.
- ✓ Antiguo Teatro Saucedo, este edificio que recuerda la “Belle Epoque” se encuentra ubicado en la esquina de las calles Juárez e Iturbide.

- ✓ Palacio Municipal de Puerto Vallarta, es el edificio sede de la Presidencia, de estilo tradicional ubicado frente a la Plaza de Armas y a un costado del Malecón. Su fachada combina pilares y balcones, enmarcada por muros blancos y techos de teja roja, integrándose a la estética del Centro Histórico. Su patio y fuente central son punto de encuentro frecuente de actos educativos y culturales. Como obra inició en septiembre de 1980 bajo la dirección del arquitecto Francisco López Ruvalcaba. El interior resguarda un mural de estilo naíf del artista Manuel Lepe, que narra visualmente la historia del municipio.
- ✓ Plaza de Armas, espacio público arbolado que funge como corazón simbólico del Centro Histórico. Consta de un kiosco central, bancas blancas y jardineras. Alberga una estatua de bronce de Ignacio L. Vallarta (Miguel Miramontes Carmona, 1964), y es escenario habitual de la banda de música, de bailes de danzón para grupos de la tercera edad y de actos cívicos conmemorativos.
- ✓ El Malecón, es probablemente el emblema arquitectónico e histórico más importante para las y los vallartenses. Comenzó a construirse entre 1935 y 1936 como un rompeolas destinado a proteger la franja costera del centro. Entre 1940 y 1952, fue ampliado y mejorado para volverle un corredor turístico y cultural. En 2002, el huracán Kenna le causó severos daños que obligaron a reconstruir parte de su estructura. Entre 2011 y 2013, se llevó a cabo una remodelación integral que lo transformó en el paseo peatonal actual. El Malecón consiste en un andador de aproximadamente un kilómetro de longitud que va a lo largo de la playa desde el auditorio al aire libre Aquiles Serdán, llamado comúnmente Los Arcos, hasta el hotel Rosita. **Algunas de sus esculturas destacadas son:**
    - ✓ El Niño sobre el Caballito de Mar (Rafael Zamarripa, 1976), es quizá la obra más icónica de todo el paseo.

Originalmente, fue develada en 1968 sobre las formaciones rocosas de Las Pilitas, en el extremo sur de Playa Los Muertos, pero en 1976, una tormenta la desprendió y la obra permaneció perdida durante varios años. Al autor le fue encargada una réplica de mayores dimensiones que ese mismo año fue instalada en el Malecón, marcando el inicio de la tradición escultórica del andador. La pieza original fue posteriormente recuperada y, tras ser arrastrada una segunda ocasión en 2002 como consecuencia del paso del huracán Kenna, fue hallada nuevamente y otra vez reinstalada en su emplazamiento original. Con la ejecución del Proyecto se generarán oportunidades de empleo para algunas familias, por lo tanto, se considera que el proyecto tendrá mucha aceptación entre los pobladores de la zona, ya que impactará económicamente de manera directa e indirectamente.

- ✓ La Nostalgia (Ramiz Barquet, 1984)
- ✓ La Fuente de la Amistad o Los Delfines (James Bottoms y Octavio González,1987)
- ✓ Neptuno y Nereida (Carlos Espino, 1990)
- ✓ La Rotonda del Mar (Alejandro Colunga, 1996)
- ✓ La Naturaleza como Madre (Adrián Reynoso, 1997)
- ✓ En Busca de la Razón (Sergio Bustamante, 2000)
- ✓ Millennium (Mathis Lidice, 2001)
- ✓ El Sutil Comepiedras (Jonás Gutiérrez, 2006)
- ✓ Ángel de la Esperanza y Mensajero de la Paz (Héctor Montes, 2008)
- ✓ Origen y Destino (Pedro Tello, 2011)
- ✓ Unicornio de la Buena Fortuna (Aníbal Riebeling, 2011)
- ✓ Lluvia (Jovian, 2020).

- ✓ Los Faros, las antiguas luces de enfilación del puerto, llamadas comúnmente “faros” fueron construidas en 1932. Una se encuentra próximo al monumento del Caballito, la otra en el cerro, por la calle Matamoros y otro más en la Marina.
- ✓ Los edificios patrimoniales dentro del primer cuadro del Fundo Legal, o bien del Polígono de Protección del Centro Histórico, junto a las casas y fincas que conforman la imagen urbana, compuesta por calles empedradas, fachadas blancas, tejas rojizas y otros elementos de edificación tradicionales.
- ✓ Parroquia de Nuestra Señora del Refugio, construida en 1960 y ubicada frente a la Plaza Hidalgo. La parroquia presenta una estética con influencias de estilo gótico, reflejadas en sus vidrieras puntiagudas y torres altas.
- ✓ Plaza Hidalgo, espacio público localizado a una cuadra del Malecón. Lleva el nombre de Miguel Hidalgo y Costilla, cuya escultura de bronce (J. Esteban Ramírez Guareño, 1988), se halla en el lugar. Antiguamente fue un terreno destinado al depósito de restos humanos, hasta que quedó habilitado el lugar que hoy constituye al panteón municipal 5 de diciembre, lo que le confiere un trasfondo histórico particular. En la década de los 2000’s llegó a ser un popular punto de encuentro para las juventudes vallartenses. Con un estacionamiento subterráneo, hoy es sitio de interés y suele
- ✓ disponerse como sede ocasional de bazares y tianguis culturales.
- ✓ Muelle de Los Muertos, terminado en 2013, es una estructura moderna con pasarela curva y vela central iluminada.
- ✓ Parque Lázaro Cárdenas, espacio público inaugurado en 1970. Desde 2017, reimaginado como “Mosaic Park”, mediante un proyecto artístico que busca cubrir bancas, muros, macetas y el quiosco con mosaicos de colores en técnica trencadís, mediante financiamiento privado, público y autogestivo.

Hoy es un ícono de la Zona Romántica y una galería de arte participativa al aire libre. Aloja la estatua de Lázaro Cárdenas del Río (obra colectiva de estudiantes de la Universidad de Michoacán, Raúl García y Samuel Nunes, 1970).

- ✓ Paseo de la Isla del Río Cuale, es un recorrido peatonal turístico y cultural con museos, restaurantes, venta de artesanía y espacios verdes. En él, se aloja la escultura en bronce de John Huston, del artista Carlos Ramírez, inaugurada en 1988 para conmemorar el 25º aniversario de la película La Noche de la Iguana, la cual dio tanta publicidad al destino.
- ✓ Mirador de La Cruz, una plataforma panorámica en el cerro, accesible por escalinatas.
- ✓ Malecón de Marina Vallarta, es un paseo moderno que bordea el muelle a donde llegan yates y embarcaciones, rodeado de restaurantes, galerías y tiendas. En su plaza central destacan un reloj monumental y una fuente, puntos de reunión para residentes y visitantes. El recorrido se enmarca con esculturas de temática marina y el icónico Faro de Marina Vallarta, que funciona como mirador y símbolo del área, ofreciendo vistas a la actividad náutica.
- ✓ Parroquia de San Miguel Arcángel en El Pitillal, edificación religiosa y punto de encuentro clave, frente a la plaza de dicha Delegación.

Por otro lado, gran parte de la zona de influencia y de la Microcuenca (SAR), presenta un relieve accidentado y cubierto en gran medida por vegetación de Selva Mediana Subcaducifolia. No se tiene registro en la zona sobre indicios arqueológicos o de patrimonio histórico que pudieran afectarse por la ejecución del Proyecto.

IV.2.2.4. Paisaje.

El paisaje se encuentra representado por factores que sobresalen a las percepciones, como; la cobertura vegetal, la biodiversidad, cuerpos y corrientes de agua, así como el relieve de la zona. Los cuales en su conjunto aportan un atractivo visual importante, y de los cuales se pueden clasificar con un alto valor interpretativo. Para definirlo, destaca una clasificación de cuatro formas, tales como la naturalidad (ausencia o presencia humana), viveza (diversidad de paisaje), variedad (combinación de texturas, colores, formas etc) y unidad (conformación de un equilibrio), todo esto dependerá mucho del interprete y la relación que puede hacer sobre las valoraciones subjetivas o artísticas, dentro de la zona de interés (Reyes *et al*, 2017; Ramos, 2014; Rivera-Pabón y Dayse-Cristina, 2017).

IV.2.2.4.1. Visibilidad y calidad paisajística.

La Microcuenca presenta una visualización amplia desde la parte baja, con buena visibilidad, de la zona donde se plantea el Proyecto. Aunque se destaca que se pueden observar dentro de esta visualización algunos espacios donde se desarrolla agricultura extensiva y una zona urbana amplia continua, sobre todo hacia la parte baja de esta y media de la Microcuenca (SAR). El factor de la visualización es uno de los que aporta alto valor de calidad al paisaje por parte del observador y, por lo tanto, el hecho de conservar propiedades de cobertura y relieves accidentado, así como una variación en cuanto a las especies presentes y su distribución, además de colores y texturas variadas (estructura vertical), le da un valor relevante en cuanto a este aspecto (Vallina, 2020).

Algunos indicadores, que sugieren una calidad visual, son la **calidad intrínseca** (valor único), valor de **incidencia paisajística positiva** y valor de **incidencia paisajística negativa** (Vallina, 2020; Alberruche-Del Campo *et al*, 2014).

Imagen IV.21. La imagen representa una vista general de un acceso al predio, fuera de este existen zonas urbanas.

Imagen IV.22. Lotes aledaños al Proyecto, urbanizados.

Imagen IV.23 y IV.24. Vista panorámica desde la parte alta de la Microcuenca (SAR) y la segunda muestra la parte baja en la zona del estero el Salado. Son dos fracciones de la Microcuenca (SAR), donde se desarrolla cobertura Arborea.

Para determinar un **valor aproximado sobre la calidad paisajística de visualización**, de los elementos intrínsecos, de la Microcuenca (SAR), se tomó como referencia la metodología fundamentada en una valoración ponderada de elementos que integran la Microcuenca (Vallina. 2020).

De acuerdo con el **modelo de calidad intrínseca los factores y criterios** que considerados son lo que se muestran en la siguiente Tabla IV.47.

Tabla IV.89. Factores y criterios que determinan la calidad intrínseca del paisaje.

CALIDAD	FACTOR	CRITERIO
Intrínseca	**Fisiografía**	Pendiente
		Intensidad del relieve
	Vegetación natural	Tipos de vegetación
		Estratos
		Frondosidad (cobertura)
	Uso del suelo	Mosaico
		Diversidad de usos
	Elementos singulares	Prado y pastizal
		Roquedos (rocas)

Vallina (2019)

En este caso se toman en cuenta los **factores de Fisiografía**, **vegetación natural y uso de suelo en la zona**. Se apoyo de insumos como un modelo digital de elevación y el uso de suelo y vegetación para la Microcuenca (INEGI, 2001; 2014). Para cada criterio en cada factor se consideraron los valores de calidad visual de acuerdo con los establecido por Vallina (2020) y Alberruche-del Campo *et al* (2015).

1. Fisiografía:

- ✓ **Pendiente**

Tabla IV.90a. Valores para la clasificación y normalización de la pendiente

CRITERIO	VALOR PENDIENTE	VALOR NORMALIZACIÓN
Relieve llano o muy suave	0-10%	1
Relieve suave	10-20%	2
Relieve con pendientes moderadas	20-30%	3
Relieve con pendientes fuertes	30 a 60%	3.5
Relieve con pendientes escarpadas	> a 60%	4

Con estos valores, se obtuvo un mapa de pendientes, donde se clasificaron acorde a lo señalado en la Tabla, obteniendo una distribución de pendientes como se muestra en la figura IV.19.

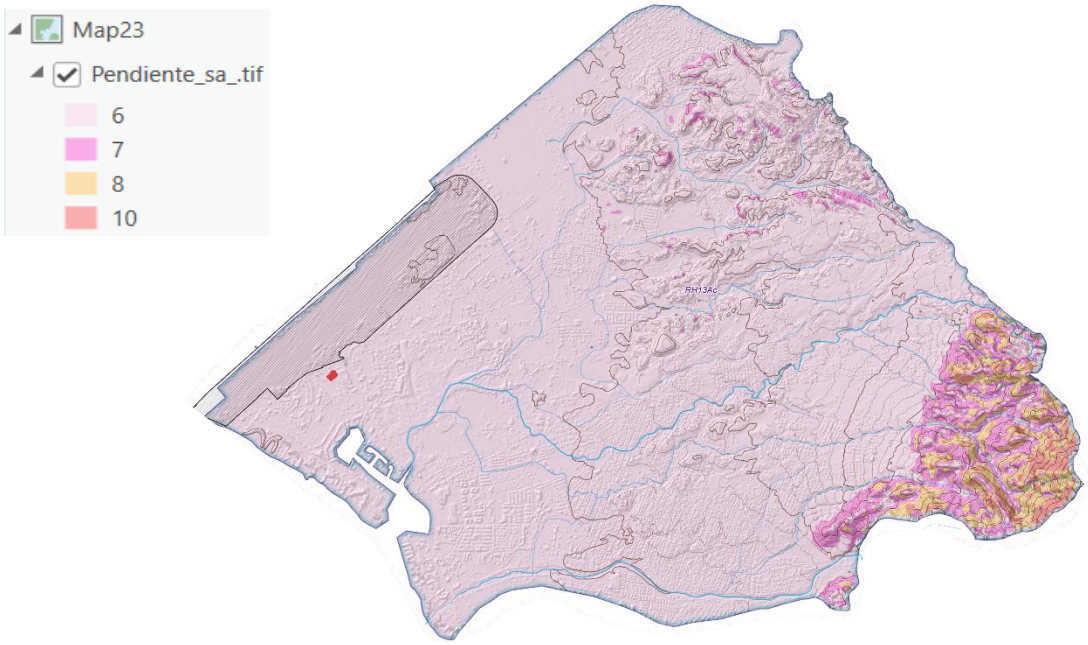


Figura IV.19. Criterio de la pendiente sobre la Microcuenca (SA).

Tabla IV.90aa. Valor promedio de acuerdo a la clasificación y normalización de la pendiente

CATEGORIA	SUPERFICIE (ha)	SUPERFICIE (%)	CLASIFICACION	VALOR (Cvir)	$IC_{VIR} = \frac{\sum S_I * C_{VIR}}{Sup.}$
0 a 10%	4365.3	81.2	Plano a suavemente inclinado	1	0.812
10 a 20%	505.3	9.4	Inclinado	2	0.188
20 a 30%	166.7	3.1	Moderadamente escapado	3	0.093
30 a 40%	123.6	2.3	Escarpado	3.5	0.081
40 a 50%	86.0	1.6	Escarpado	3.5	0.056
50 a 60%	69.9	1.3	Escarpado	3.5	0.046
60 a 70%	37.6	0.7	Escarpado	4	0.028
70 a 80%	16.1	0.3	Muy escarpado	4	0.012
80 a 90%	5.4	0.1	Muy escarpado	4	0.004
	5376.0	100.0			**1.319**

- ✓ **Desnivel del relieve**

Se genero un archivo ráster, mediante curvas a nivel con un desnivel de 20 metros, y se agregó un campo con los valores de normalización que se presentan en seguida:

Tabla IV.90b. Valores para normalización de desniveles

DESNIVEL PROMEDIO	VALOR NORMALIZACIÓN
0 a 20 m.	2
21 a 40 m.	4
41 a 60 m.	6
61 a 80 m	8
81 a 530 m	10

- ✓ **Intensidad del relieve**

Mediante las capas anteriores se estimó la intensidad del relieve de la Microcuenca. Se interpreta que el valor en cuanto a la calidad visual, mayor se considera las zonas con fuertes pendientes, que las de las zonas más planas. En la Figura IV.20, se representan estas condiciones acordes al valor de cada criterio señalado en la Tabla IV.90b.

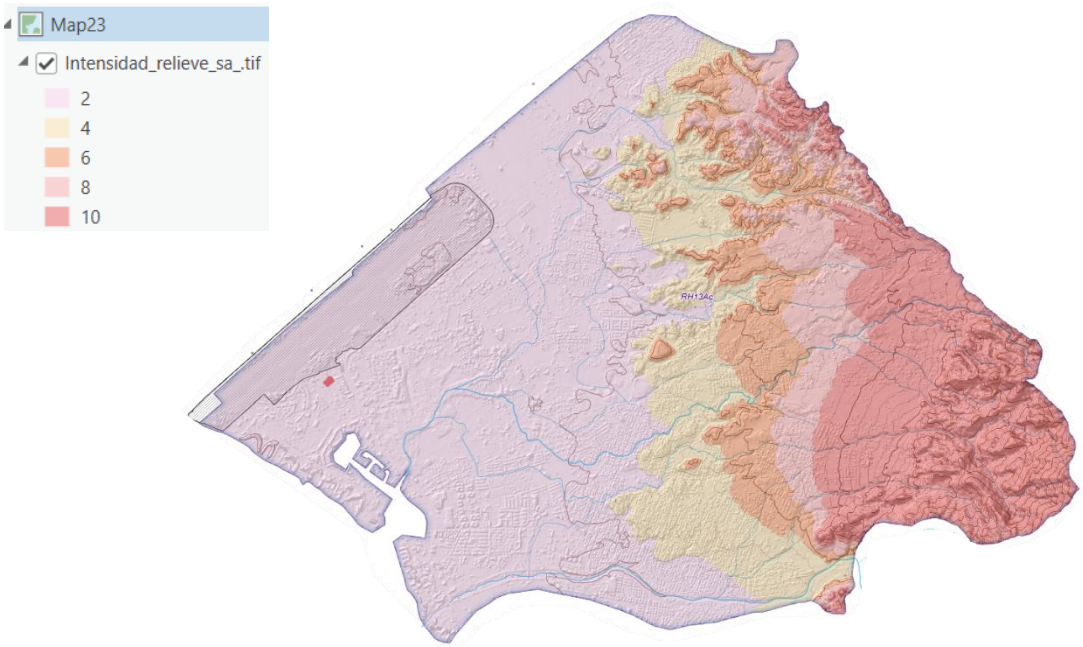


Figura IV.20. Criterio de la Intensidad del relieve sobre la Microcuenca (SA).

- ✓ **Para la estimación del valor de la Calidad intrínseca del Relieve (Cvir) se considera la siguiente expresión;**

---

1. $\Delta \boldsymbol{C_{VIR}}' = \boldsymbol{C_{VIR}}$ 2. $\Delta \boldsymbol{C_{VIR}}' = \mathbf{1.319}$

$$_{I}\boldsymbol{C_{VIR}} = \frac{\sum \boldsymbol{S_I} * \boldsymbol{C_{VIR}}}{\boldsymbol{Sup.}}$$

Donde:

>C_{VIR}= Índice de calidad intrínseca del relieve.

C_{VIR} Calidad intrínseca del factor relieve

2. Vegetación natural:

- ✓ **Tipo de vegetación.**

Considerando la capa de uso de uso y vegetación del INEGI (2014), se procedió a valorar la calidad visual de acuerdo con la siguiente Tabla IV.90c.

Tabla IV.90c. Valores de normalización de la calidad visual de acuerdo con el tipo de vegetación.

TIPO VEGETACIÓN	VALOR CALIDAD VISUAL
Agricultura de temporal/cultivado	1
Asentamientos humanos	1
Pastizal cultivado/inducido	1
Pastizal halofilo	1
Vegetación de manglar	4
Selva mediana subcaducifolia (VsA/Vsa)	4

- ✓ **Estratos**

De acuerdo con el inventario se campo se determinaron la cantidad de estratos presentes en los diferentes puntos evaluados, los cuales se presentan enseguida (Tabla IV.48d).

Tabla IV.90d. Normalización calidad visual según estratos (ev) de vegetación.

TIPO VEGETACIÓN	ESTRATOS VEGETALES	VALOR CALIDAD VISUAL
Agricultura de temporal/cultivado	1	1
Asentamientos humanos	1	1
Pastizal cultivado/inducido	1	1
Pastizal halofilo	1	1
Vegetación de manglar	3	4
Selva mediana subcaducifolia (VsA/Vsa)	3	4

- ✓ **Frondosidad (f).**

Se considero la cobertura vegetal de la Microcuenca y se consideró las exposiciones del terreno y el mapa de estratos, para determinar la calidad visual de acuerdo con la frondosidad.

Tabla IV.90e. Normalización calidad visual según frondosidad.

TIPO VEGETACIÓN	COBERTURA	VALOR CALIDAD VISUAL
Agricultura de temporal/cultivado	1	1
Asentamientos humanos	0	2
Pastizal cultivado/inducido	1	1
Pastizal halofilo	1	1
Vegetación de manglar	3	1
Selva mediana subcaducifolia (VsA/Vsa)	3	1

- ✓ **Para la estimación del valor de la Calidad intrínseca de la vegetación natural (Cviv) se considera la siguiente expresión;**

---

1. $\boldsymbol{C_{VIV} = 0.25 * (f + ev + c + ce)}$

Donde:

$\boldsymbol{C_{VIV}}$= Índice de calidad intrínseca de vegetación.

f= Fisonomía (Formas de la vegetación, estratos y frondosidad)

ev= Estructura vertical o diversidad de estratos.

c= Constraste cromatico (diversidad cromática de la vegetación y el suelo).

ce= Cambio estacional (más de dos estaciones).

Tabla IV.90c. Valores de normalización de la calidad visual de acuerdo con el tipo de vegetación.

TIPO VEGETACIÓN	*f*	*ev*	*c*	*ce*	IC_{CIV}
Agricultura de temporal/cultivado	1	1	1.5	1.5	1.250
Asentamientos humanos	1	1	1	0	0.750
Pastizal cultivado/inducido	1	1	2	1.5	1.375
Pastizal halofilo	1	1	2	1.5	1.375
Vegetación de manglar	4	4	4	4	4.000
Selva mediana subcaducifolia (VsA/Vsa)	4	4	4	4	4.000

- ✓ **Para la estimación del valor de la Calidad de la vegetación natural (Cvv) se considera la siguiente expresión;**

---

1. $IC_{VIV} = \frac{\sum S_I * IC_{VIV}}{Sup.}$

Tabla IV.90cc. Resultados del Índice de calidad visual de acuerdo con el tipo de vegetación.

TIPO VEGETACIÓN	SUPERFICIE	*f*	*ev*	*c*	*ce*	IC_{CIV}	I_{CVV}
Agricultura de temporal/cultivado	297.5	1	1	1.5	1.5	1.250	0.069
Asentamientos humanos	3071.7	1	1	1	0	0.750	0.428
Pastizal cultivado/inducido	941.0	1	1	2	1.5	1.375	0.241
Pastizal halofilo	148.9	1	1	2	1.5	1.375	0.038
Vegetación de manglar	**131.3**	4	4	4	4	4.000	0.098
Selva mediana subcaducifolia (VsA/Vsa)	**786.1**	4	4	4	4	4.000	0.585
TOTAL	**5,376.4**						**1.459**

Se considera como una **calidad Media** por vegetación y usos de suelo, para la Microcuenca (SA).

3. Uso de suelo:

- ✓ **Uso de suelo.**

En este caso se clasificaron los valores de la siguiente manera

Tabla IV.90f. Valor calidad visual según uso de suelo.

TIPO VEGETACIÓN	VALOR CALIDAD VISUAL
Agricultura de temporal/cultivado	0
Asentamientos humanos	0
Pastizal cultivado/inducido	1
Pastizal halofilo	1
Vegetación de manglar	10
Selva mediana subcaducifolia (VsA/Vsa)	10

Una vez determinados los valores aproximados de estos factores, se procede a analizar cuales, de los criterios, que son de mayor relevancia uno de otro. Para esto se considera la siguiente escala (Vallina. 2020)

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
extrema	fuerte		moderada	igual	moderada		fuerte	extrema
menos importante							*más importante*	

Figura IV.16. Escala de medidas entre factores

A partir de esta escala de valores, se procede a relacionar la relevancia de cada criterio y se le da un peso de calidad intrínseca, utilizando la siguiente matriz.

Tabla IV.90g. Peso de calidad intrínseca.

	FISIOGRAFÍA	VEGETACIÓN NATURAL	USO DE SUELO	
FISIOGRAFÍA	1.000	1.000	7.000	
VEGETACIÓN NATURAL	1.000	1.000	9.000	
USO DE SUELO	0.143	0.111	1.000	
SUMA	**2.14**	**2.11**	**17.00**	
	FISIOGRAFÍA	**VEGETACIÓN NATURAL**	**USO DE SUELO**	**PESO (%)**
FISIOGRAFÍA	0.467	0.474	0.412	45
VEGETACIÓN NATURAL	0.467	0.474	0.529	49
USO DE SUELO	0.066	0.052	0.059	6
	1.00	1.000	1.000	100

El resultado sugiere que, para el caso del **factor de Fisiografía**, la **calidad visual** de los elementos considerados en el Paisaje de la Microcuenca, aproximadamente el 29.3% se considera como una calidad visual de alto a muy alto; mientras que 49.1% se sugiere es de calidad visual baja yel resto se considera como calidad visual media. En la Tabla IV.91 muestra una distribución del valor visual para la Microcuenca, mientras que la Figura IV.21. representa la zonificación de estas condiciones.

Tabla IV.91. Calidad visual del factor de fisiografía de sus elementos intrínsecos.

CATEGORÍA	SUPERFICIE (HA)	SUPERFICIE (%)
Baja	2,640.5	49.1
Media	1,161.4	21.6
Alta	1,240.0	23.1
Muy alta	334.5	6.2
Total	**5,376.4**	**100.0**

En cuanto al factor de **Vegetación natural y uso de suelo**, se determinó que 22.1% se considera con una calidad de visión de la vegetación natural, mientras que un 49% es malo y el 28.8% se considera de una calidad de visión de la vegetación baja a nivel de paisaje.

Tabla IV.92. Calidad visual del factor de vegetación natural de sus elementos intrínsecos.

CATEGORÍA	SUPERFICIE (HA)	SUPERFICIE (%)
Baja	2,635.4	49.0
Media	1,550.4	28.8
Alta	1,188.9	22.1
Muy alta	1.8	0.0
Total	**5,376.4**	**100.0**

Por lo tanto, podemos decir que, de manera resumida la calidad de visibilidad del paisaje de la Microcuenca, donde se encuentra el Proyecto, determina que, en promedio, el **25.7% de la superficie** de la Microcuenca, presentan una **calidad visual del paisaje** que **va de alto a muy alto**. Un 25.3% se considera de Calidad visual de paisaje medio y el **49% comprende una calidad visual mala**. Estas condiciones se observan claramente en la zona, ya que gran parte de la superficie se encuentra con desarrollos urbanos amplios, sobre todo la parte baja y media de la Microcuenca (SA). Por lo tanto, con la puesta en marcha del proyecto estas condiciones no se verán afectadas de manera significativas, esto porque el Proyecto, se ubica inmerso dentro de la mancha urbana. Las zonas que aún conservan cobertura Arborea, son las que se estiman una mejor calidad visual del paisaje en la Microcuenca (SA).

IV.2.2.74.2. Fragilidad.

Determinar el grado de fragilidad de una zona, permite ordenar e impulsar los usos y actividades de determinada zona. Esta condición la han definido como, la susceptibilidad del paisaje al sufrir un cambio cuando se desarrolla alguna actividad sobre este. Se entiende que en la medida de que un paisaje, cuando presente una mayor fragilidad o vulnerabilidad visual, entonces será menor la capacidad de absorción visual (Solari y Cazorla, 2009).

Solari y Cazorla (2009), menciona que los elementos que se pueden evaluar para determinar la fragilidad visual del paisaje son los siguientes:

Tabla IV.93. Elementos que pueden probárseles fragilidad.

Fragilidad visual del paisaje	Fragilidad del punto	Índice topográfico	Pendiente
			orientación
		Suelo y cubierta vegetal	
	Fragilidad del entorno		Tamaño
			Forma
			Compacidad
			Altura relativa
	Accesibilidad		

1. Fragilidad visual del punto.

- ✓ **Suelo y cubierta vegetal.**

Se **define como lo inverso de la capacidad** de esta para ocultar una actividad que se desarrolle en su interior. Se sugiere que las estructuras verticales más elevadas, con una gran cantidad de estratos vegetales, y, por lo tanto, una mayor cobertura del suelo, tengan una menor fragilidad (Solari y Cazorla, 2009).

Los siguientes criterios, presentan el valor asignado de fragilidad de acuerdo con lo siguiente:

- ✓ **Uso del suelo criterios de fragilidad.**

Tabla IV.94. Grado de fragilidad del paisaje de acuerdo al uso de suelo.

GRADO FRAGILIDAD	CATEGORÍA	CONDICIÓN	VALOR ASIGNADO
Menor fragilidad	Baja	Formación arbórea densa y alta	1
-	Media	Formación arbórea dispersa y baja	3
Mayor fragilidad	Alta	Pastizales y cultivos	5

- ✓ **La pendiente del terreno; Criterios de fragilidad.**

El criterio es que, a mayor pendiente, será más frágil la condición, esto por estar una mayor exposición.

Tabla IV.94. Grado de fragilidad del paisaje de acuerdo con la pendiente.

GRADO FRAGILIDAD	CATEGORÍA	CONDICIÓN	VALOR ASIGNADO
Menor fragilidad	Baja	Pendiente < 1 %	1
Mayor fragilidad	Alta	Pendiente > 1 %	5

- ✓ **Orientación del terreno; Criterios de fragilidad.**

Aquellas zonas que presenten una mayor cantidad de energía solar durante el día son las que presentan una mayor fragilidad.

Tabla IV.94. Grado de fragilidad del paisaje de acuerdo con la orientación.

GRADO FRAGILIDAD	CATEGORÍA	CONDICIÓN	VALOR ASIGNADO
Menor fragilidad	Baja	Umbrío	1
Mayor fragilidad	Alta	Soledao	5

2. Fragilidad del entorno del punto

- ✓ **Tamaño de la cuenca visual.**

En cuencas más amplias, representa una mayor fragilidad.

Tabla IV.95. Grado de fragilidad del paisaje de acuerdo con el tamaño de la cuenca.

GRADO FRAGILIDAD	CATEGORÍA	CONDICIÓN	VALOR ASIGNADO
Menor fragilidad	Baja	Tamaño menor a 100 has	1
Mayor fragilidad	Alta	Tamaño mayor a 100 has	5

- ✓ **Compacidad de la cuenca**.

Corresponde a la forma de la cuenca y se considera que, a mayor compacidad, existe mayor fragilidad.

Tabla IV.96. Grado de fragilidad del paisaje de acuerdo con la compacidad de la cuenca.

GRADO FRAGILIDAD	CATEGORÍA	CONDICIÓN	VALOR ASIGNADO
Menor fragilidad	Baja	Muchos huecos	1
Mayor fragilidad	Alta	Pocos huecos	3

- ✓ **Forma de la cuenca**.

Son consideradas aquellas que se forman en forma elíptica, son las que representan una mayor fragilidad. Mientras las que tienden a ser redondas se reduce su fragilidad.

Tabla IV.97. Grado de fragilidad del paisaje de acuerdo con la forma de la cuenca.

GRADO FRAGILIDAD	CATEGORÍA	CONDICIÓN	VALOR ASIGNADO
Menor fragilidad	Baja	Cuencas visuales redondeadas	1
Mayor fragilidad	Alta	Cuencas visuales elípticas	5

- ✓ **Altura relativa**.

Se establecen dos puntos acordes a la altimetría.

Tabla IV.98 Grado de fragilidad del paisaje de acuerdo con la altura de la cuenca.

GRADO FRAGILIDAD	CATEGORÍA	CONDICIÓN	VALOR ASIGNADO
Menor fragilidad	Baja	Puntos con cuenca a su mismo nivel	1
Mayor fragilidad	Alta	Puntos que están en desnivel con la cuenca	3

3. Accesibilidad.

A medida que exista el acceso hacia zona de la Microcuenca, también incrementan las posibilidades de fragilidad.

Tabla IV.99. Grado de fragilidad del paisaje de acuerdo a la accesibilidad.

GRADO FRAGILIDAD	CATEGORÍA	CONDICIÓN	VALOR ASIGNADO
Menor fragilidad	Baja	Sin acceso	1
-	Media	Caminos vecinales o rutas no asfaltadas	3
Mayor fragilidad	Alta	Casco urbano o rutas	5

Como se muestra en la Tabla IV.100, de los elementos, 5 presentan una fragilidad alta (Tamaño cuenca, compacidad cuenca, altura relativa, la pendiente y orientacion). 2 presentan una fragilidad media y dos más una fragilidad baja. La mayoría de los elementos, de la cuenca, presentan esa debilidad. Sin embargo, gracias a que aún se conserva una cobertura vegetal densa y alta, esta condición mitiga los efectos de fragilidad en el resto de los elementos que interaccionan, por lo cual podemos concluir que la **fragilidad de la zona tiende a ser alta**.

Tabla IV.100. Análisis de los elementos considerados para determinar la fragilidad de la Microcuenca.

ELEMENTO	ELEMENTO	FACTOR	DATOS				DIAGNOSTICO
			CATEGORIA	SUPERFICIE (HA)	SUPERFICIE (%)	VALOR	
Fragilidad del punto	**Índice topográfico**	Pendiente	0 a 10%	4365.3	81.2	1	**Fragilidad ALTA** (gran parte de la superficie presenta una pendiente mayor al 1%
			10 a 20%	505.3	9.4	5	
			20 a 30%	166.7	3.1	5	
			30 a 40%	123.6	2.3	5	
			40 a 50%	86.0	1.6	5	
			50 a 60%	69.9	1.3	5	
			60 a 70%	37.6	0.7	5	
			70 a 80%	16.1	0.3	5	
			80 a 90%	5.4	0.1	5	
			90 a 100%	0	0	0	
			> al 100%	0	0	0	
				5376.0	**100.0**	**4.6**	
			CATEGORÍA	SUPERFICIE (HA)	SUPERFICIE (%)	VALOR	
		Orientación	Zenital	0.0	0.0	0	El valor promedio para cada condición arroja un valor de 3.5, el cual significa una **fragilidad ALTA**, ya que la mayoría de las exposiciones son umbrío
			Norte	2279.4	42.4	1	
			Noreste	172.0	3.2	1	
			Este	139.8	2.6	5	
			Sureste	172.0	3.2	5	
			Sur	306.4	5.7	5	
			Suroeste	639.7	11.9	5	
			Oeste	774.1	14.4	5	
			Noroeste	892.4	16.6	1	
				5376.0	**100.0**	**3.5**	

Tabla IV.100. Análisis de los elementos considerados para determinar la fragilidad de la Microcuenca.

<table>
<tr><th>ELEMENTO</th><th>ELEMENTO</th><th>FACTOR</th><th>DATOS</th><th>DIAGNOSTICO</th></tr>
<tr><td>Fragilidad del punto</td><td>Suelo y cubierta vegetal</td><td>Suelo y cubierta vegetal</td><td>
<table>
<tr><th>CONDICION VEGETAL</th><th>CLAVE</th><th>SUPERFICIE (HA)</th><th>VALOR</th></tr>
<tr><td>Agricultura de temporal/cultivado</td><td>TA</td><td>297.5</td><td>5</td></tr>
<tr><td>Asentamientos humanos</td><td>AH</td><td>3071.7</td><td>5</td></tr>
<tr><td>Pastizal cultivado/inducido</td><td>P</td><td>941.0</td><td>5</td></tr>
<tr><td>Pastizal halofilo</td><td>Ph</td><td>148.9</td><td>3</td></tr>
<tr><td>Vegetacion de manglar</td><td>VM</td><td>131.3</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Selva mediana subcaducifolia (VsA/Vsa)</td><td>SMS (VSA/VSa)</td><td>786.1</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Total</td><td></td><td>5,376.4</td><td></td></tr>
</table>
</td><td>Destacamos que existe una proporcionalmente del 17.1% que está cubierta por vegetación densa, por lo tanto, consideramos como dominan ante un valor de 1, lo cual nos indica que la Microcuenca presenta un grado de fragilidad en el suelo y vegetación BAJA. Sin embargo, en el resto de la superficie esta tiende a ser más frágil.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Fragilidad visual del entorno</td><td rowspan="4"></td><td>Tamaño de la cuenca</td><td>La superficie de la Microcuenca es de 5,376.4 ha, por tal motivo, se califica en su mayoría con un valor de 5</td><td>Fragilidad ALTA</td></tr>
<tr><td>Forma</td><td>La forma es Oval oblonga. Por lo tanto, el valor es de 1</td><td>Fragilidad BAJA</td></tr>
<tr><td>Compacidad</td><td>El valor de Compacidad para la Microcuenca es de 1.8, lo cual significa un valor de 3</td><td>Presenta una compacidad superior a1.5., por tal motivo se considera con fragilidad ALTA</td></tr>
<tr><td>Altura relativa</td><td>Los puntos presentan un desnivel, valor 3</td><td>Fragilidad ALTA</td></tr>
<tr><td>Accesibilidad</td><td></td><td></td><td>Presenta una vialidad que atraviesa la Microcuenca, y muchos caminos y calles de acceso a toda la zona de la MC. Por lo tanto, le asignamos un valor de 3</td><td>Fragilidad MEDIA</td></tr>
</table>

IV.3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio del uso de suelo propuesto.

Estos comprenden un conjunto de beneficios o servicios que la naturaleza provee a los seres vivos, para satisfacer sus necesidades; la cantidad y calidad dependen directamente del funcionamiento de los ecosistemas y biodiversidad que albergan. Estos pueden ser: hábitat, organismos, recreación, regulación del clima por interacción de la vegetación con la atmósfera, regulación del ciclo hidrológico por la capacidad del ecosistema de interceptar lluvia, infiltrar agua, recargar acuíferos y liberar lentamente el caudal, conservación de suelo, mantenimiento de la productividad y captura de carbono por el proceso de fotosíntesis (Wunder, 2007; Avendaño-Leadmen *et al*., 2020; Challenger y Soberón, 2008; CONAFOR, 2001; CONAFOR, 2001a, citados por Prieto *et al.,* (2007).

Se ha asignado un valor a los bienes o productos ambientales que consumimos, lo que se ha visto limitado a los servicios que obtenemos del entorno, por lo tanto, el valor económico de estos se ha subestimado y los ecosistemas que los proporcionan son, en general, sobreexplotados y degradados. Los ecosistemas provén agua en calidad y cantidad, secuestro de carbono y componentes naturales, oxígeno, la moderación del impacto provocados por fenómenos naturales, regulación climática, la protección de la biodiversidad y de los ecosistemas, entre muchos otros más (Franquis *et al*, 2003; Herbert, *et al*, 2010). En la Figura 1 representa los múltiples servicios que ofrecen los bosques y selvas, para los seres vivos.

Clasificación de los servicios ecosistémicos

(Adaptado de: Millennium Ecosystem Assessment -MEA, 2005 y Camacho & Ruiz, 2012)

Figura 1. Vínculos que establecen entre servicios ambientales y los componentes del bienestar de los seres humanos más comunes e incluye indicios de hasta qué punto los factores socioeconómicos pueden mediar dicho vínculo. Tomado de Avendaño-Leadmen, *et al*, (2020).

En seguida se presentan los escenarios de afectación y restablecimiento de los servicios ambientales e integridad ecológica en el proyecto (Tabla IV.101). La afectación directa e indirecta de la prestación, interrupción temporal, transitoria, permanente de los servicios ambientales se dará en el predio.

Tabla IV.101. Principales servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo.

SERVICIO AMBIENTAL	FACTORES DE RIESGO	OBSERVACIONES
Regulación hidrológica y oferta de agua	Disminución de la superficie de captación y eliminación de cobertura vegetal.	Derivado, que el Proyecto, se encuentra incrustado dentro de una zona urbanizada, no existen posibilidades de repoblar con especies nativas en áreas aledañas a este. Sin embargo, se plantea en plano arquitectónico la conservación de algunos individuos mayores dentro del desplante del Proyecto, lo cual por lo menos se conservará una proporción de la cobertura. Por otro lado, se recomienda la implementación de actividades que favorezcan a compensar la pérdida de vegetación por efectos del CUSTF, destinando una superficie en la parte alta de la Microcuenca, y de esta manera mejorar las condiciones de esa superficie a mediano y largo plazo.

		Esperando que esto ayude a favorecer en la regulación de la captación, escurrimientos e infiltración de agua.
Regulación hidrológica y oferta de agua	Disminución de la superficie de captación y eliminación de cobertura vegetal.	Como medida de compensación se propone un **Programa de Reforestación y reubicación de especies de flora, en una superficie de 4.409 ha.** Con la aplicación adecuada de estas, es posible inferir compensación a mediano o largo plazo la prestación de este servicio igual o mayor al que actualmente se genera.
Almacenamiento de carbono	Eliminación de la vegetación forestal y truncamiento del ciclo del Carbono	Con la remoción de cobertura, se reducirá la capacidad de sumideros de carbono, por lo tanto, para mitigar a mediano o largo plazo, se plantean **acciones de reforestación y reubicación** en un área de vegetación natural en la parte alta de la Microcuenca, lo cual se estima que en 5 años se compense la perdida de carbono (**4.409 ha**).
Biodiversidad	Reducción de hábitat	El hábitat presente en el Predio, aún conserva arbolado aislado, y donde se registraron individuos de fauna silvestre, principalmente aves. Sin embargo, uno de registros fue la especie de *I. iguana*, localizada sobre el arbolado. Por lo tanto, es necesario su reubicación en sitios seguros. Para este caso, se destinará una superficie de 4.409 ha, donde se incrementará la cobertura mediante acciones de reforestación y reubicación de flora, así como actividades de protección, para mejorar la cobertura en el sitio definido. Por lo tanto, con la definición de **un área de protección y restauración**, servirán como corredores biológicos hacia zonas más conservadas y hábitat para las especies reubicadas.
		Tomando en cuenta los principios de diversidad alfa y beta, los efectos de fragmentación, de vegetación sobre la biodiversidad en un área reducida no puede extenderse a un paisaje o una región, sin embargo, la estimación de la diversidad de especies entra en una clasificación que va entre media y baja para el Proyecto. Mientras que en la Microcuenca este presenta un grado de diversidad que tiende a ser de alta.
Control de la erosión y sedimentación	Exposición del suelo y deslaves no deseados.	El relieve en el Proyecto, es plano, y no representa un riesgo significativo en la erodabilidad del suelo, sin embargo, durante el despalme, se proyecta una erosión ligera. Como medidas compensatorias, en las áreas destinadas para el Programa de reforestación y reubicación, se plantea la construcción de obras de conservación de suelos que compensen lo estimado durante el CUSTF.

Regulación del clima.	Perdida de la vegetación	Derivado de la remoción de arbolado mayor, se espera cambie la temperatura en el Predio. Como una medida de mitigación, se proyecta conservar algunos individuos de porte alto dentro del desarrollo. Y por otro lado, con la implementación de un programa de reforestación y reubicación de especies forestales nativas, se busca conservar la estructura horizontal de la cobertura arbórea en un área fuera del Proyecto. Las especies forestales registradas en la zona presentan una alta eficiencia para su desarrollo y lo cual favorecerá en contribuir significativamente con la reforestación y establecimiento en la zona.
Paisaje	Cambio en el paisaje	El paisaje en el área del proyecto se encuentra fragmentado y poco desarrollado, cuenta con un grado de perturbación alto en los estratos vegetales. La zona de influencia, ya está ocupada por casas habitacionales, desarrollos comerciales y turísticos, los cuales fragmentan el paisaje aledaño al proyecto, ya que las construcciones se encuentran dispersas en toda la zona.

IV.3.1. La provisión del agua en calidad y cantidad.

El Proyecto alberga vegetación representativa de Selva mediana subcaducifolia. No se prevé que exista una alteración temporal de escurrimientos superficiales. La remoción y/o disminución de la cubierta vegetal, trae consigo la pérdida de suelo por la acción de escurrimientos y la su vez se reduce el área de infiltración. Mediante el análisis de pérdida de suelo, escurrimientos, evapotranspiración infiltración de agua, se puede estimar el grado de afectación que pudiera generarse con el Proyecto. Con la aplicación de acciones de restauración y protección se pudo estimar que es posible mitigar o reducir la magnitud de estos efectos. Por ejemplo, para mitigar o reducir los efectos escurrimiento e infiltración, se pueden establecer obras como zanjas trincheras, las cuales funcionan para minimizar la velocidad de los escurrimientos y su captación.

Los valores estimados para la captación, escurrimiento e Infiltración de agua de lluvia, en el Proyecto con y sin CUSTF (Tabla IV.102). De la misma manera se explica brevemente una propuesta para mitigar el efecto que pudiera presentarse por la ejecución del Proyecto.

1. Captación.

Tabla IV.102. Captación de agua en el Proyecto sin y con CUSTF.

ATRIBUTO	SIN-CUSTF	CON-CUSTF	SIN-CUSTF	CON-CUSTF
ESTIMADO	mm/m²	mm/m²	VOL TOTAL (m³)	VOL TOTAL (m³)
P. (mm)	1,428.9	1,428.9	**8,145**	**8,145**
Q[1] (mm)	25.4	49.3	145	281
ETP[2] (mm)	809.3	809.3	4,613	4,613
I[3] (mm)	594.2	570.4	3,387	3,251
P=Precipitación				
[1]Q= Escurrimiento medio calculado				
[2]ETP= Evapotranspiración Potencial calculada				
[3]I= Infiltración calculada				

Para lograr mitiga el excedente de escurrimiento, y favorecer a mejorar la infiltración, se ha estimado que, con la construcción de obras de conservación de suelos y agua es posible compensarlo. Por ejemplo, la **construcción de 200 metros de zanjas trinchera**, con las cuales se logrará captar aproximadamente **336 m³/año**.

La **reforestación (área de restauración) plantea una densidad de 833 individuos/ha**, y en la reubicación se considera una densidad aproximada de 371 ind/ha. Por lo tanto, a cada una de las plantas reforestadas o reubicadas, se le construirán una terraza, lo cual equivalen a un total de **1,989 terrazas**. Dichas obras tendrán la capacidad de captar aproximadamente un total **376 m³/año**. En total ambas acciones se proyecta infiltrar un volumen aproximado de **213 m³/año**, correspondiente a valor superior a los valores actuales estimados con la implementación del proyecto. De aplicarse correctamente obras de conservación de suelos y agua, en una hectárea en zonas aledañas al proyecto. No se compromete el servicio ambiental de la provisión del agua en calidad y cantidad, ya que se espera captar y lograr inferir en la infiltración de agua a corto o mediano plazo.

2. Escurrimientos.

Como se ha mencionado, no se afectará algún escurrimiento en el Proyecto, sin embargo, si se estará interfiriendo en la captación de una lámina de agua que permita su infiltración. Mediante la implementación de un **programa de conservación y restauración de suelos** durante el primer año y posteriormente 4 años más para su mantenimiento. Estas ayudaran a compensar los afectos provocados por el CUSTF, logrando equilibrar el balance hídrico estimado sin el CUSTF, del escurrimiento, y potencialmente infiltrar alrededor de **213 m³/año**, de la captación bruta total.

IV.3.2. La protección y recuperación de los suelos.

De acuerdo a las estimaciones aproximadas de la pérdida de suelo total 85 ton/año, lo cual representa una lámina de **6.07 mm/año**, considerándose como degradación alta. Sin embargo, mediante las acciones, se logrará minimizar a corto plazo, la pérdida de suelo, con la aplicación de Presas de piedra, zanjas trinchera y acomodo de material vegetal muerto proyectando. Con las cuales cada año se estima una captación de 712 ton/año de azolve.

Lo cual para el segundo año de operación de las obras se estaría compensando el 100% de la estimación de la erosión potencial por el CUSTF. Por lo tanto, si consideramos, que cada año se les dará mantenimiento para que sigan captando azolves se espera que para el segundo año se compense este efecto.

Esto nos sugiere que, con estas acciones a corto plazo, podremos compensar lo estimado por el CUSTF. Y estabilizando la degradación o pérdida de suelo a un nivel o grado ligera.

Tabla IV.103. Perdida de suelo estimada sin y con CUSTF, así como con las prácticas de compensación.

VARIABLE	PROYECTO
	TON/HA/AÑO
Erosión potencial (Con CUSTF)	85.04
Erosión potencial (Con CUSTF + practicas conservación) para el primer año	4.25
Erosión actual (Sin CUSTF)	0.85

IV.3.3. Almacenamiento de carbono y mitigación por el CUSTF.

IV.3.3.1. Liberación de carbono secuestrado por el CUSTF.

Como es sabido, los ecosistemas forestales son los principales sumideros de carbono, ya que presentan una capacidad de capturar y almacenar bióxido de carbono atmosférico, tanto en los tejidos de las plantas vivas y muertas, así como la integración de materia organiza descompuesta en el suelo (ENAREDD+, 2014; Vargas-Mena y Yañez, 2004; Jiménez-Torres, 2021). Por lo tanto, una de las opciones medibles y que se consideran relevantes para la mitigación de este factor, son **acciones de forestación y reforestación**, así como **áreas de conservación y protección con cobertura vegetal** (González, *et al*, 2014; Galante, sf; FAO, 1998).

Con la remoción de cobertura vegetal, se perderá biomasa y por lo tanto el impacto será significativo, sin embargo, se destaca que parte del material residual se integre al suelo durante la etapa de preparación del sitio, esto como una práctica de protección superficial. **Las actividades de mitigación y/o compensación**, son la reforestación y reubicación de flora, así como la conservación de la cobertura vegetal natural en una superficie de 4.409 hectáreas. Las estimaciones realizadas, mediante estas acciones, demuestran que se alcanza la meta de compensar las remociones de carbono almacenado.

IV.3.3.1.1. Metodología empleada para la estimación de carbono.

Para determinar los valores de **biomasa, carbono aéreo acumulado y estimación de la cantidad de tCO_2 secuestrado**, se destaca que se siguieron dos metodologías, para el estrato arbóreo y arbustivo, con la finalidad de obtener un valor promedio.

Por un lado, se empleó la ***ecuación alometrica aplicado para arboles tropicales*** en el estado de Sinaloa (Navar-Chaidez *et al*, 2013), siendo la siguiente la de mejor se ajusta para la estimación:

1. $M = 0.08479 * (P_w^{0.55255} * D^{2.2435} * H^{0.4773})$

Donde:

M=Biomasa estimada (toneladas).

Pw= Densidad especifica de la madera en gr/cm².

D= Diametro normal (cm)

H= Altura (m).

La otra **metodología empleada fue la acorde a lo establecido por la organización Climate Action Reserve** (2024), donde publican una base de datos con ecuaciones alometricas para diferentes especies de bosques tropicales, dentro de los cuales se encuentran varias especies registradas en el Proyecto para el estrato arbóreo y arbustivo. Algunas se mencionan enseguida:

Tabla IV.104. Ecuaciones alometricas para la estimación de la biomasa en bosques tropicales.

NO.	ECUACIÓN	ESPECIE
1	Biomasa = (Exp(-1.291) * ($D^{2.178}$)	*Vachellia campechiana*
2	Biomasa = (0.1185)*(D^2)	*Gliricidia sepium*
3	Biomasa = 21.297 - 6.953 * (D) + 0.74 * D^2	*Hibiscus tiliaceus*
4	Biomasa=0.1730*($D^{2.2950}$)	*Jatropha sympetala*
5	Biomasa = 21.297 - 6.953 * (D) + 0.74 * (D^2)	*Pisonia capitata*
6	Biomasa = 0.1245 * ($D^{2.4163}$)	*Platymiscium trifoliolatum*

7	Biomasa = $0.1245*(D^{2.4163})$	*Prosopis juliflora*
8	Biomasa = $0.465 * (D^{2.202})$	*Cascabela ovata*
9	Biomasa = $0.465 * (D^{2.202})$	*Hippomane mancinella*
10	Biomasa = $(0.1185)*(D^2)$	*Bischofia sp*
11	Biomasa=$0.1730*(D^{2.2950})$	*Sapium lateriflorum*

De acuerdo con la **Climate Action Reserve** se recomienda utilizar un factor de corrección para **especies de latifoliadas** el cual es de **0.725**.

Para determinar el **Carbono almacenado (C)** se multiplica el valor de la biomasa ajustada por el factor de **0.5,** y finalmente para estimar el **bióxido de carbono en toneladas acumuladas (tCO_2-e)**, el valor resultante de Carbono almacenado se multiplica por el factor **3.67.**

Para la estimación final, se consideró la metodología de la **Climate Action Reserve,** con la que fue posible estimar la cantidad de Carbono almacenado, derivado del volumen estimado para el estrato arbóreo y arbustivo del área para el CUSTF. En la Tabla IV.105a, IV.105b y IV.105c, se presentan las estimaciones de perdida de biomasa por el CUSTF para los estratos mencionados, tomando en consideración la metodología de la **Climate Action Reserve**:

Tabla IV.105a. Estimación de la pérdida de carbono por el CUSTF del estrato arbóreo en el Proyecto.

NO.	FAMILIA	NOMBRE	NOMBRE	DN	ALTURA	E.R. (ha)			E.R.T. A REMOVER			METODOLIGIA CLIMATE ACTION RESERVE	
						AB.	VOLUMEN	INDIVIDUOS	VOLUMEN	INDIVIDUOS	DENSIDAD (12%)	BIOMASA	CARBON
		CIENTIFICO	COMUN	X (cm)	X (m)	(m^2/ha)	(m^3/ha)		(m^3)		ESPECIE (g/cm^3)	TONELADAS	ALMACENADO-P (Ton)
1	Burseracea	*Bursera simaruba*	Papelillo	18.0	11.0	0.045	0.214	2	0.122	1	0.38	0.09	0.04
2	Palmeras	*Cocos nucifera*	palma de coco	28.8	11.5	0.463	2.316	7	1.320	4	0.46	0.96	0.48
3	Fabaceas	*Delonix regia*	Framboyan	16.8	10.6	1.464	7.062	58	4.025	33	0.38	2.92	1.46
4	Fabaceas	*Enterolobium cyclocarpum*	Huanacaxtle	99.0	17.0	1.350	8.897	2	5.072	1	0.60	3.68	1.84
5	Moraceae	*Ficus insipida*	Higuera estranguadora	27.7	17.0	0.319	2.213	5	1.261	3	0.45	0.91	0.46
6	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guasima	14.3	9.8	0.194	0.938	11	0.535	6	0.65	0.39	0.19
7	Fabaceas	*Leucaena lanceolata*	Guaje	8.0	4.1	0.009	0.026	2	0.015	1	0.75	0.01	0.01
8	Anacardiaceae	*Mangifera indica*	Mango	58.0	15.0	0.464	2.731	2	1.556	1	0.41	1.13	0.56
9	Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	Guamuchilt	32.5	12.0	4.016	22.508	39	12.830	22	0.38	9.30	4.65
10	Salicaceae	*Salix humboldtiana*	Sauce	22.5	9.0	0.164	0.761	4	0.434	2	0.38	0.31	0.16
11	Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Amapa	22.4	13.5	0.897	6.103	18	3.479	10	0.81	2.52	1.26
12	Combretaceae	*Terminalia catappa*	Almendro	15.5	10.5	0.385	1.808	19	1.030	11	0.38	0.75	0.37
												CO2 (Ton) ESTIMADO	**42.144**

Tabla IV.105b. Estimación de la pérdida de carbono por el CUSTF del estrato arbustivo/sotobosque en el Proyecto.

NO.	FAMILIA	NOMBRE	NOMBRE	DN	ALTURA	E.R. (ha)			E.R.T			METODOLIGIA CLIMATE ACTION RESERVE	
						AB.	VOLUMEN	INDIVIDUOS	VOLUMEN	INDIVIDUOS	DENSIDAD (12%)	BIOMASA	CARBON
		CIENTIFICO	COMUN	X (cm)	X (m)	(m^2/ha)	(m^3/ha)		(m^3/ha)		ESPECIE (g/cm^3)	TONELADAS	ALMACENADO-P (Ton)
1	Fabaceas	*Delonix regia*	Framboyan	1.0	1.2	0.0003	0.0057	4	0.003	2	0.38	0.002	0.001
2	Fabaceas	*Leucaena lanceolata*	Guaje	2.7	2.8	0.0192	0.1135	30	0.065	17	0.75	0.047	0.023
3	Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	Guamuchilt	2.5	2.5	0.0210	0.1160	28	0.066	16	0.38	0.048	0.024
4	Fabaceae	*Prosopis juliflora*	Mezquite mareño	2.4	2.4	0.0117	0.0799	25	0.046	14	0.56	0.033	0.017
5	Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	Higuerilla	2.4	3.6	0.0332	0.2420	58	0.138	33	0.38	0.100	0.050
6	Combretaceae	*Terminalia catappa*	Almendro	4.4	4.4	0.0143	0.0651	9	0.037	5	0.38	0.027	0.013
7	Fabaceae	*Vachellia hindsii*	Jarretadera	1.6	1.2	0.0008	0.0073	4	0.004	2	0.56	0.003	0.002
												CO2 (Ton) ALMACENADO	**0.477**

Tabla IV.105c. Resumen de la estimación de la pérdida de carbono por el CUSTF del estrato arbustivo/sotobosque en el Proyecto.

RESULTADO DEL ANÁLISIS PROYECTO:	METODOLOGÍA CLIMATE ACTION RESERVE		
	BIOMASA (TON)	CARBON (TON)	CO2 (TON)
Total DE perdida por el CUSTF	PROYECTO	PERDIDO POR CUSTF	
	23.227	11.613	42.621

Las estimaciones realizadas, señaladas en las Tablas IV.105a, IV.105b y IV.105c, se proyecta ***perder en total una biomasa de 23.227 toneladas***, las cuales son equivalente a ***Carbón almacenado (C) de 11.613 toneladas totales***, y un valor total estimado de ***tCO_2 almacenado de 42.621 toneladas totales***.

En la Tabla IV.66, se presenta una descripción de las acciones de mitigación para alcanzar a compensar la pérdida de carbono, lo cual puede medirse a una aproximación cada año, tomando en cuenta una proyección en 5 años. Con las acciones de **reforestación, reubicación de flora y conservación de la cobertura de las áreas forestales naturales, la cual se proyecta en una superficie de 4.409 ha, ubicadas en la parte alta de la Microcuenca. Para mitigar o compensar esta perdida, se recomienda que darles un mantenimiento a las áreas mencionadas durante 4 años**, ya que se es tima que en ese tiempo se alcance a compensar las emisiones de carbono generadas por el CUSTF. Se proyecta almacenar, con las medidas mencionadas, en **5 años un total de 133.124 Ton-CO_2**, comparado con la perdida por el CUSTF la cual se estimó una remoción que equivale a **42.621 ton-CO_2**, considerando individuos del estrato arbóreo y arbustivo. Como se muestra en la Tabla IV.67b, donde se presenta la estimación total aproximada, con las medidas compensatorias durante 5 años y la perdida de carbono por el CUSTF (estrato arbóreo y arbustivo). En las Tablas IV.107b y IV.107c se presentan las estimaciones de almacenamiento de carbono estimado por medida de mitigación y la perdida por el CUSTF por estrato vegetal.

Tabla IV.106. Medidas de mitigación para la recuperación o almacenamiento de carbono, derivado del CUSTF.

MEDIDA DE MITIGACIÓN PROPUESTA	ATENCIÓN A MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIÓN	MEDIDA CUANTIFICABLE
1. Plan de trabajo para la reforestación con 4 especies nativas, correspondiente a 635 individuos, y su mantenimiento por 4 años, en una superficie de 0.762 ha, ubicado en la parte alta de la Microcuenca.	1. Perdida de cobertura vegetación 2. Erosión del suelo. 3. Perdida de carbono acumulado	De acuerdo con la estimación aproximada se espera que, mediante las actividades de **reforestación de especies nativas**, se logre, en 5 años, alcanzar que los individuos reforestados se establezcan y generen incremento en acumulación de biomasa, lo cual compensara a corto plazo la afectación inicial en cuanto a perdida de cobertura y las consecuencias que esta conlleva. Podemos comprobar de que así será gracias a que las condiciones físicas del sitio favorecen a que las especies propuestas para la reforestación se establezcan rápido y con las evaluaciones de incrementos anuales, podemos comprobar que es posible compensar la afectación por el cambio de uso suelo, ya que dicha actividad de reforestación seria en las inmediaciones sitio del Proyecto. Se ha estimado que, en 5 años, el crecimiento proyectado de las plantas almacene aproximadamente el **19.0% (7.953 ton-CO_2)**, esto gracias a que las especies propuestas son de rápido crecimiento (López-Ayala *et al*, 2005; Domínguez-Caballero *et al,* 2017; Verduzco, 2016).
2. Programa de rescate y reubicación de flora silvestre, de 5 especies nativas que se verán afectadas por el CUSTF, siendo en total el rescate y reubicación de 1,354 individuos.	1. Perdida de cobertura vegetación 2. Erosión del suelo. 3. Perdida de carbono acumulado	Se propone **rescatar y reubicar un total de 1,354 individuos**. Estos serán reubicados dentro de una **superficie de 3.647 ha**, en la parte alta de la Microcuenca, ya que existe espacio suficiente para que se puedan establecer. Destacamos que el programa de trabajo comprende el seguimiento de la planta reubicada, y 5 años de mantenimiento. Esperando a en los 5 años se logre almacenar en estas especies un **22.0% (9.36 ton-CO_2)** del carbono perdido por el CUSTF.
3. Acciones de conservación de una superficie de 3.647 ha, las cuales corresponden a zonas con vegetación nativa en la parte alta de la Microcuenca, donde se evaluaron las condiciones de la vegetación del estrato arbóreo y arbustivo.	1. Perdida de cobertura vegetación 2. Erosión del suelo. 3. Perdida de carbono acumulado -	Se propone la **conservación y protección** de los individuos que crece de manera natural en una superficie de 3.647 ha. En la cual se ha estimado 1,505 individuos/hectárea, destacando individuos del estrato arbóreo y arbustivo, los cuales se van a conservar con fines de almacenamiento de carbono. De acuerdo con la proyección de crecimiento se espera que, en 5 años de protección, se llegue **almacenar aproximadamente 115.810**

		ton-CO_2, lo cual significa, que los años considerados, se compense la pérdida total de carbono derivado del CUSTF. Esta cobertura será un factor importante, ya que, esto amortiguaran los posibles efectos que conlleva la ejecución del Proyecto.

IV.3.3.1.2. Descripción de las medidas de mitigación que favorezcan en el secuestro de carbono.

Para **mitigar y/o compensar dicha perdida por el CUSTF**, se plantea realizar tres actividades, las cuales favorecerán al almacenamiento de tCO_2, a mediano plazo (5 años). Dentro de las principales acciones será la ***Reforestación con especies nativas***, ubicada en una parcela en la parte alta de la Microcuenca; el ***rescate y reubicación de flora silvestre*** ubicada en la misma zona de la superficie para reforestación; y la ***protección y conservación de la cobertura vegetal*** natural en la superficie destinada para la reubicación de flora, las cuales representan una superficie de 0.762 y 3.647 ha en total. Se ha estimado que cada una de estas acciones generara secuestro de carbono y se espera compensar lo que se estima perder durante el CUSTF, en 5 años. En seguida se describen brevemente las acciones contempladas como medidas de mitigación y la estimación de una proyección de la posibilidad de acumulación de Carbono;

1. Reforestación con especies nativas y reubicación de especies rescatadas.

Se plantea un Programa de reforestación y reubicación de flora, que considere su mantenimiento durante 4 años. Se proyecta reforestar y reubicar un total de 1,989 individuos distribuidas 7 en especies, de rápido crecimiento. Se espera reforestarlas y rescatarlas con las características señaladas en la Tabla 6b, en cuanto un diámetro mínimo y una altura, y a las cuales se les dará seguimiento durante 5 años. De acuerdo con la revisión bibliográfica respecto al crecimiento promedio en diámetro basal y altura de especies de rápido crecimiento se logró recabar valores al respecto y se obtuvo un dato promedio tanto del diámetro (cm), como de la altura (m), para esto se resumieron los valores en la Tabla 6a.

Tabla IV.107a. Tasas de crecimiento del diámetro basal y altura de especies de rápido crecimiento en diferentes zonas del país.

		DN (CM/AÑO)		ALTURA (M/AÑO)	
	TASA CRECIMIENTO X (CM/AÑO)	0.65	2.6	0.13	0.52
ESPECIE/GENERO	INCREMENTO ANUAL EN DIAMETRO	INC/X/DN	INC. EN 5 AÑOS	INC/X/ALT.	INC. EN 5 AÑOS
Bursera simaruba	0.25	0.62	2.48	0.13	0.65
	0.48				
	0.38				
	0.44				
	0.12				
	1.078				
	2.5				
	0.55				
	0.35				
	0.06				
	1.14				
	1.45				
	0.78				
	0.05				
Guazuma sp.	0.167	0.167	0.668	0.13	0.65
Otras	0.167	0.52	2.08	0.13	0.65

FUENTE:	Sánchez H.M.A. 2018. Estructura, crecimiento y dinamica de la selva baja caducifolia en el ejido el limon, Morelos. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de Doctor en ciencias. Texcoco, Montecillos, Edo. Méx. 105 p.
FUENTE:	Dominguez-Calleros P.A., F.J. Rodriguez-Flores, L. Lizarraga-Mendiola, M.A. Jimenez-Gomez Y j. Navar. 2017. Aplicaciones y ejemplos de modelos de crecimiento diamétrico para árboles tropicales. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, vol. 4, núm. 11, pp. 265-274
FUENTE:	Makocki J.M., J.I. Valdez H.. Y E. Garcia M. 2012. Crecimiento de tres especies arboreas en una selva mediana subcaducifolia en Nayarit. Recursos forestales en el occidente de México. Serie fronteras de biodiversidad 4, tomo 1. Ed. Salcedo P.E., E. Hernandez A., J.A. Vazquez G., T. Escoto G. y N. Diaz E. Universidad de Guadalajara. 182-206.
FUENTE:	Lopez-Ayala J.L., J.I. Valdez-Hernandez, T. Terrazas Y J.R. Valdez-Lazalde. 2006. Crecimiento en diametro de especies arboreas en una selva mediana subcaducifilia en Colima, México. AGROCIENCIA, VOL. 40. NUM. 1. 139-147.
FUENTE:	Verduzco S.O.E. 2016. Crecimiento basal de especies arbóreas de la Península de Yucatán de acuerdo a un gradiente en la disposición de agua. Tesis presentada como requisito parcial para optar el grado de maestro en ciencias en recursos naturales y desarrollo rural. ECOSUR. 56 P.

Con esta información promedio de la tasa de incremento en diámetro y altura por año, se aplicó un crecimiento anual durante los cinco años de mantenimiento de la planta, proyectando una acumulación de carbono, el cual se presenta en las Tabla 6b. Como se muestra enseguida al final de 5 años manteniendo una buena sobrevivencia tanto de la reforestación y reubicación de plantas, se espera **un almacenamiento de tCO_2 de 4.718 toneladas, lo cual representa una acumulación de la estimación base del año <u>17.313 toneladas de CO_2 acumuladas</u>.**

Tabla IV.107b. Estimación del almacenamiento de Carbono de la planta reforestada y reubicada por año.

				AÑO 1 (REFORESTACION Y REUBICACION)		E.R./INDIVIDUAL		E.R./TOTAL			METODOLIGIA CLIMATE ACTION RESERVE	
NOMBRE	NOMBRE	CANTIDAD	SISTEMA	DB	ALTURA	A.B.	VOL.	A.B.	VOL.	DENSIDAD (12%)	BIOMASA	CARBON
CIENTIFICO	COMUN	REFORESTAR/REUBICAR	PRODUCCION	X (cm)	X (m)	(m^2)	(m^3)	(m^2)	(m^3)	ESPECIE (g/cm^3)	TONELADAS	ALMACENADO-MC (Ton)
Pithecellobium dulce	Guamuchilt[1]	310	Semilla	1.0	4.5	0.0001	0.0028	0.0243	0.8534	0.38	0.777	0.388
Tabebuia rosea	Amapa[1]	127	Semilla	8.0	1.3	0.0050	0.0086	0.6384	1.0922	0.81	0.904	0.452
Enterolobium cyclocarpum	Huanacaxtle[1]	127	Semilla	0.7	0.4	0.0000	0.0012	0.0049	0.1470	0.6	0.149	0.074
Leucaena lanceolata	Guaje[1]	71	Estaca/vara	7.0	1.3	0.0038	0.0074	0.2732	0.5221	0.75	0.435	0.217
Enterolobium cyclocarpum	Huanacaxtle[2]	300	Semilla	0.7	0.7	0.0000	0.0013	0.0115	0.3766	**0.6**	0.501	0.251
Ficus insipida	Higuera blanca[2]	50	Estaca/vareta	8.0	0.7	0.0050	0.0072	0.2513	0.3576	0.45	0.296	0.148
Pithecellobium dulce	Guamuchil[2]	800	Semilla	0.8	0.7	0.0001	0.0013	0.0402	1.0555	0.38	1.043	0.521
Salix humboldtiana	Sauce[2]	4	Planta completa	22.5	9.0	0.0398	0.1648	0.1590	0.6594	0.38	0.511	0.255
Tabebuia rosea	Amapa[2]	100	Semilla	1.2	0.6	0.0001	0.0015	0.0113	0.1545	0.81	0.147	0.074
		1,989				**0.0540**	**0.1972**	**1.4193**	**5.3437**	**TOTAL BIOMASA**	**4.762**	**2.381**
									CARBONO ALMACENADO (SUMA BIOMASA*05)		**2.381**	
									CO2 (Ton) almacenado			**8.738**

				AÑO 2 (MANTENIMIENTO)		E.R./INDIVIDUAL		E.R./TOTAL			METODOLIGIA CLIMATE ACTION RESERVE	
NOMBRE	NOMBRE	CANTIDAD	SISTEMA	DB	ALTURA	A.B.	VOL.	A.B.	VOL.	DENSIDAD (12%)	BIOMASA	CARBON
CIENTIFICO	COMUN	REFORESTAR/REUBICAR	PRODUCCION	X (cm)	X (m)	(m^2)	(m^3)	(m^2)	(m^3)	ESPECIE (g/cm^3)	TONELADAS	ALMACENADO-MC (Ton)
Pithecellobium dulce	Guamuchilt[1]	310	Semilla	1.65	4.63	0.0002	0.0035	0.0663	1.0714	0.38	0.968	0.484
Tabebuia rosea	Amapa[1]	127	Semilla	8.65	1.43	0.0059	0.0098	0.7463	1.2466	0.81	1.028	0.514
Enterolobium cyclocarpum	Huanacaxtle[1]	127	Semilla	1.35	0.53	0.0001	0.0016	0.0182	0.2055	0.6	0.194	0.097
Leucaena lanceolata	Guaje[1]	71	Estaca/vara	7.65	1.43	0.0046	0.0084	0.3263	0.5996	0.75	0.497	0.249
Enterolobium cyclocarpum	Huanacaxtle[2]	300	Semilla	1.35	0.83	0.0001	0.0017	0.0429	0.5187	**0.6**	0.650	0.325
Ficus insipida	Higuera blanca[2]	50	Estaca/vareta	8.65	0.83	0.0059	0.0082	0.2938	0.4077	0.45	0.336	0.168
Pithecellobium dulce	Guamuchil[2]	800	Semilla	1.45	0.83	0.0002	0.0018	0.1321	1.4380	0.38	1.343	0.671
Salix humboldtiana	Sauce[2]	4	Planta completa	23.15	9.13	0.0421	0.1761	0.1684	0.7044	0.38	0.545	0.272
Tabebuia rosea	Amapa[2]	100	Semilla	1.85	0.73	0.0003	0.0020	0.0269	0.2034	0.81	0.186	0.093
		1,989					**0.2149**	**1.8378**	**6.5676**	**TOTAL BIOMASA**	**5.747**	**2.874**
									CARBONO ALMACENADO (SUMA BIOMASA*05)		**2.874**	
									CO2 (Ton) almacenado			**10.543**

				AÑO 3 (MANTENIMIENTO)		E.R./INDIVIDUAL		E.R./TOTAL			METODOLIGIA CLIMATE ACTION RESERVE	
NOMBRE	NOMBRE	CANTIDAD	SISTEMA	DB	ALTURA	A.B.	VOL.	A.B.	VOL.	DENSIDAD (12%)	BIOMASA	CARBON
CIENTIFICO	COMUN	REFORESTAR/REUBICAR	PRODUCCION	X (cm)	X (m)	(m^2)	(m^3)	(m^2)	(m^3)	ESPECIE (g/cm^3)	TONELADAS	ALMACENADO-MC (Ton)
Pithecellobium dulce	Guamuchil[1]	310	Semilla	2.3	4.76	0.0004	0.0043	0.1288	1.3351	0.38	1.195	0.597
Tabebuia rosea	Amapa[1]	127	Semilla	9.3	1.56	0.0068	0.0112	0.8627	1.4181	0.81	1.166	0.583
Enterolobium cyclocarpum	Huanacaxtle[1]	127	Semilla	2	0.66	0.0003	0.0021	0.0399	0.2678	0.6	0.243	0.122
Leucaena lanceolata	Guaje[1]	71	Estaca/vara	8.3	1.56	0.0054	0.0097	0.3842	0.6859	0.75	0.567	0.283
Enterolobium cyclocarpum	Huanacaxtle[2]	300	Semilla	2	0.96	0.0003	0.0022	0.0942	0.6724	**0.6**	0.813	0.406
Ficus insipida	Higuera blanca[2]	50	Estaca/vareta	9.3	0.96	0.0068	0.0093	0.3396	0.4638	0.45	0.382	0.191
Pithecellobium dulce	Guamuchil[2]	800	Semilla	2.1	0.96	0.0003	0.0023	0.2771	1.8519	0.38	1.672	0.836
Salix humboldtiana	Sauce[2]	4	Planta completa	23.8	9.26	0.0445	0.1878	0.1780	0.7514	0.38	0.580	0.290
Tabebuia rosea	Amapa[2]	100	Semilla	2.5	0.86	0.0005	0.0026	0.0491	0.2565	0.81	0.228	0.114
		1,989					**0.2337**	**2.3882**	**7.9252**	**TOTAL BIOMASA**	**6.845**	**3.422**
									CARBONO ALMACENADO (SUMA BIOMASA*05)		**3.422**	
									CO2 (Ton) almacenado			**12.560**

				AÑO 4 (MANTENIMIENTO)		E.R./INDIVIDUAL		E.R./TOTAL			METODOLIGIA CLIMATE ACTION RESERVE	
NOMBRE	NOMBRE	CANTIDAD	SISTEMA	DB	ALTURA	A.B.	VOL.	A.B.	VOL.	DENSIDAD (12%)	BIOMASA	CARBON
CIENTIFICO	COMUN	REFORESTAR/REUBICAR	PRODUCCION	X (cm)	X (m)	(m^2)	(m^3)	(m^2)	(m^3)	ESPECIE (g/cm^3)	TONELADAS	ALMACENADO-MC (Ton)
Pithecellobium dulce	Guamuchil[1]	310	Semilla	2.95	4.89	0.0007	0.0053	0.2119	1.6478	0.38	1.459	0.730
Tabebuia rosea	Amapa[1]	127	Semilla	9.95	1.69	0.0078	0.0127	0.9875	1.6080	0.81	1.318	0.659
Enterolobium cyclocarpum	Huanacaxtle[1]	127	Semilla	2.65	0.79	0.0006	0.0026	0.0700	0.3352	0.6	0.297	0.148
Leucaena lanceolata	Guaje[1]	71	Estaca/vara	8.95	1.69	0.0063	0.0110	0.4467	0.7817	0.75	0.644	0.322
Enterolobium cyclocarpum	Huanacaxtle[2]	300	Semilla	2.65	1.09	0.0006	0.0028	0.1655	0.8407	**0.6**	0.993	0.496
Ficus insipida	Higuera blanca[2]	50	Estaca/vareta	9.95	1.09	0.0078	0.0105	0.3888	0.5263	0.45	0.432	0.216
Pithecellobium dulce	Guamuchil[2]	800	Semilla	2.75	1.09	0.0006	0.0029	0.4752	2.3060	0.38	2.036	1.018
Salix humboldtiana	Sauce[2]	4	Planta completa	24.45	9.39	0.0470	0.2001	0.1878	0.8004	0.38	0.617	0.309
Tabebuia rosea	Amapa[2]	100	Semilla	3.15	0.99	0.0008	0.0031	0.0779	0.3147	0.81	0.275	0.137
		1,989					**0.2538**	**3.0707**	**9.4379**	**TOTAL BIOMASA**	**8.071**	**4.035**
									CARBONO ALMACENADO (SUMA BIOMASA*05)		**4.035**	
									CO2 (Ton) almacenado			**14.810**

				AÑO 5 (MANTENIMIENTO)		E.R./INDIVIDUAL		E.R./TOTAL			METODOLIGIA CLIMATE ACTION RESERVE	
NOMBRE	**NOMBRE**	**CANTIDAD**	**SISTEMA**	**DB**	**ALTURA**	**A.B.**	**VOL.**	**A.B.**	**VOL.**	**DENSIDAD (12%)**	**BIOMASA**	**CARBON**
CIENTIFICO	**COMUN**	**REFORESTAR/REUBICAR**	**PRODUCCION**	**X (cm)**	**X (m)**	**(m^2)**	**(m^3)**	**(m^2)**	**(m^3)**	**ESPECIE (g/cm^3)**	**TONELADAS**	**ALMACENADO-MC (Ton)**
Pithecellobium dulce	Guamuchilt[1]	310	Semilla	3.6	5.02	0.0010	0.0065	0.3155	2.0128	0.38	1.764	0.882
Tabebuia rosea	Amapa[1]	127	Semilla	10.6	1.82	0.0088	0.0143	1.1207	1.8178	0.81	1.485	0.743
Enterolobium cyclocarpum	Huanacaxtle[1]	127	Semilla	3.3	0.92	0.0009	0.0032	0.1086	0.4093	0.6	0.356	0.178
Leucaena lanceolata	Guaje[1]	71	Estaca/vara	9.6	1.82	0.0072	0.0125	0.5139	0.8878	0.75	0.729	0.364
Enterolobium cyclocarpum	Huanacaxtle[2]	300	Semilla	3.3	1.22	0.0009	0.0034	0.2566	1.0270	**0.6**	1.193	0.597
Ficus insipida	Higuera blanca[2]	50	Estaca/vareta	10.6	1.22	0.0088	0.0119	0.4412	0.5958	0.45	0.488	0.244
Pithecellobium dulce	Guamuchil[2]	800	Semilla	3.4	1.22	0.0009	0.0035	0.7263	2.8088	0.38	2.443	1.221
Salix humboldtiana	Sauce[2]	4	Planta completa	25.1	9.52	0.0495	0.2129	0.1979	0.8514	0.38	0.656	0.328
Tabebuia rosea	Amapa[2]	100	Semilla	3.8	1.12	0.0011	0.0038	0.1134	0.3791	0.81	0.327	0.163
		1,989					**0.2754**	**3.8851**	**11.1271**	**TOTAL BIOMASA**	**9.441**	**4.720**
										CARBONO ALMACENADO	**4.720**	
										(SUMA BIOMASA*05)		
										CO2 (Ton) almacenado		**17.323**

[1]Reforestacion
[2]Rescate y reubicación

REF. Y REUBICACION SP. NATIVAS :			**FACTOR RESERVA (3.67)**
	BIOMASA (Ton)	**CARBONO (Ton)**	**CO2 (Ton)**
TOTAL	**PROYECTO**	**ALMACENADA**	**ALMACENADO**
ALMACENAMIENTO (5 AÑOS)	**9.441**	**4.720**	**17.323**

2. Conservación de la cobertura vegetal de Lote Fracción 2-a.

Se conservarán los individuos distribuidos en una parcela con **vegetación nativa, en una superficie de 3.647 ha**, con la finalidad de que estos continúen con el almacenamiento de carbono. Por lo tanto, lograr mantener las condiciones actuales del área, haciendo actividades de prevención de incendios y/o evitar la remoción de vegetación,

Enfocando la descripción a los datos recabados, se estimó el área basal, volumen y densidad por hectárea, y con esta información se procedió a aplicar la estimación de la biomasa área, y por lo consiguiente la cantidad de CO_2, aproximada, total dentro de la superficie de la parcela. Dicha información se presenta para el estrato arbóreo y arbustivo, donde se presenta la información resumida del almacenamiento acumulada a un escenario de 5 años. El simple hecho de mantener protegida y preservar las condiciones actuales, también será importante para la mitigación y/o compensación por la pérdida de cobertura.

Derivado del análisis, podemos asegurar, que, de llevar a cabo las acciones de mitigación conforme a lo planeado, es posible mitigar los efectos de la ***perdida Carbono por la acción del CUSTF*** (Tabla 6d)**.** Esperando tener resultados en 4 años, y lograr acumular aproximadamente ***un total de 115.810 toneladas de CO_2***, lo cual representa un 271.7% más de lo que se proyecta perder por el CUSTF (**42.621** ***toneladas de CO_2***).

Tabla IV.107c. Estimación del almacenamiento de Carbono del área que quedara como de reserva por año.

				AÑO 1 (CONSERVACION)		E.R./Ha		E.R./TOTAL		METODOLIGIA CLIMATE ACTION RESERVE	
NOMBRE	NOMBRE	CANTIDAD ESTIMADA	AREA	DN	ALTURA	A.B.	VOL.	A.B.	VOL.	BIOMASA	CARBON
CIENTIFICO	COMUN	TOTAL	DESTINADA	X (cm)	X (m)	(m^2)	(m^3)	(m^2)	(m^3)	TONELADAS	ALMACENADO-MC (Ton)
Attalea cohune	Palma/corozo¹	30	Conservación	14.0	12.3	0.0154	0.0917	1.6842	10.0378	7.277	3.639
Bursera simaruba	Papelillo (Papelillo rojo)¹	65	Conservación	17.8	13.9	0.0249	0.1592	5.8990	37.7408	27.362	13.681
Cecropia obtusifolia	Trompeta¹	20	Conservación	23.5	12.5	0.0434	0.2424	3.1637	17.6835	12.821	6.410
Cochlospermum vitifolium	Rosa amarilla¹	30	Conservación	15.3	11.7	0.0184	0.1030	2.0115	11.2654	8.167	4.084
Cupania dentata	Cola pava (Arbol 5)¹	20	Conservación	15.0	12.0	0.0177	0.1016	1.2890	7.4131	5.374	2.687
Ficus insipida	Higuera blanca¹	10	Conservación	12.0	18.0	0.0113	0.0984	0.4125	3.5880	2.601	1.301
Guazuma ulmifolia	Guásima¹	15	Conservación	13.3	7.8	0.0139	0.0562	0.7600	3.0767	2.231	1.115
Gyrocarpus jatrophifolius	Carne de perro (Rosa amarilla)¹	140	Conservación	11.5	7.4	0.0104	0.0420	5.3033	21.4220	15.531	7.765
Leucaena leucocephala	Guaje¹	20	Conservación	8.7	5.8	0.0059	0.0221	0.4336	1.6128	1.169	0.585
Luehea candida	Algodoncillo¹	40	Conservación	11.8	11.3	0.0109	0.0628	1.5953	9.1650	6.645	3.322
Lysiloma divaricatum	Tepemezquite¹	10	Conservación	10.0	9.5	0.0079	0.0408	0.2864	1.4880	1.079	0.539
Urera caracasana	Ortiga de caballo (Quemadora)¹	40	Conservación	8.8	8.5	0.0061	0.0302	0.8873	4.4071	3.195	1.598
Vachellia hindsii	Jarretadera¹	55	Conservación	10.2	10.8	0.0082	0.0470	1.6390	9.4309	6.837	3.419
Vitex pyramidata	Canelillo¹	20	Conservación	15.0	7.0	0.0177	0.0633	1.2890	4.6195	3.349	1.675
Bursera simaruba	Papelillo (Papelillo rojo)²	20	Conservación	7.0	10.0	0.0038	0.0241	0.2807	1.7565	1.273	0.637
Casearia corymbosa	Mataperro (Latilla/Garrapatillo)²	100	Conservación	3.6	3.6	0.0010	0.0054	0.3712	1.9858	1.440	0.720
Coccoloba barbadensis	Juan perez (Hoja verde)²	20	Conservación	7.0	7.0	0.0038	0.0183	0.2807	1.3358	0.968	0.484
Cupania dentata	Cola pava (Arbol 5)²	40	Conservación	3.5	5.5	0.0010	0.0067	0.1404	0.9712	0.704	0.352
Guazuma ulmifolia	Guásima²	20	Conservación	7.0	7.0	0.0038	0.0183	0.2807	1.3358	0.968	0.484
Gyrocarpus jatrophifolius	Carne de perro (Rosa amarilla)²	60	Conservación	4.0	3.7	0.0013	0.0061	0.2750	1.3419	0.973	0.486
Hamelia patens	Coralillo (Amelia, Esp. 1)²	300	Conservación	4.2	3.6	0.0014	0.0064	1.5158	6.9636	5.049	2.524
Leucaena lanceolata	Guaje²	120	Conservación	5.5	5.4	0.0024	0.0110	1.0398	4.8144	3.490	1.745
Luehea candida	Algodoncillo²	60	Conservación	7.0	7.3	0.0038	0.0189	0.8421	4.1335	2.997	1.498
Lysiloma divaricatum	Tepemezquite²	20	Conservación	4.0	5.0	0.0013	0.0072	0.0917	0.5268	0.382	0.191
Urera caracasana	Ortiga de caballo (Quemadora)²	90	Conservación	4.2	4.1	0.0014	0.0068	0.4547	2.2355	1.621	0.810
Vachellia hindsii	Jarretadera²	140	Conservación	5.4	5.9	0.0023	0.0114	1.1693	5.8115	4.213	2.107
		1505				**CARBONO ALMACENADO**				**127.718**	**63.859**
									TOTAL, BIOMASA	**63.859**	
									(SUMA BIOMASA*05 CO2 (Ton) almacenado		**234.362**

				AÑO 2 (CONSERVACION)		E.R./INDIVIDUAL		E.R./TOTAL		METODOLIGIA CLIMATE ACTION RESERVE	
NOMBRE	NOMBRE	CANTIDAD ESTIMADA	AREA	DN	ALTURA	A.B.	VOL.	A.B.	VOL.	BIOMASA	CARBON
CIENTIFICO	COMUN	TOTAL	DESTINADA	X (cm)	X (m)	(m^2)	(m^3)	(m^2)	(m^3)	TONELADAS	ALMACENADO-MC (Ton)
Attalea cohune	Palma/corozo¹	30	Conservación	14.7	12.4	0.0169	0.1005	1.8443	10.9988	7.974	3.987
Bursera simaruba	Papelillo (Papelillo rojo)¹	65	Conservación	18.5	14.0	0.0267	0.1717	6.3377	40.6924	29.502	14.751
Cecropia obtusifolia	Trompeta¹	20	Conservación	24.2	12.6	0.0458	0.2577	3.3411	18.7987	13.629	6.815
Cochlospermum vitifolium	Rosa amarilla¹	30	Conservación	16.0	11.8	0.0200	0.1122	2.1861	12.2737	8.898	4.449
Cupania dentata	Cola pava (Arbol 5)¹	20	Conservación	15.7	12.1	0.0192	0.1109	1.4031	8.0859	5.862	2.931
Ficus insipida	Higuera blanca¹	10	Conservación	12.7	18.1	0.0126	0.1089	0.4584	3.9711	2.879	1.440
Guazuma ulmifolia	Guásima¹	15	Conservación	14.0	7.9	0.0153	0.0620	0.8361	3.3914	2.459	1.229
Gyrocarpus jatrophifolius	Carne de perro (Rosa amarilla)¹	140	Conservación	12.2	7.5	0.0116	0.0467	5.9198	23.8575	17.297	8.648
Leucaena leucocephala	Guaje¹	20	Conservación	9.4	5.9	0.0069	0.0251	0.5008	1.8341	1.330	0.665
Luehea candida	Algodoncillo¹	40	Conservación	12.5	11.4	0.0122	0.0697	1.7759	10.1709	7.374	3.687
Lysiloma divaricatum	Tepemezquite¹	10	Conservación	10.7	9.6	0.0089	0.0459	0.3249	1.6734	1.213	0.607
Urera caracasana	Ortiga de caballo (Quemadora)¹	40	Conservación	9.5	8.6	0.0070	0.0343	1.0232	5.0073	3.630	1.815
Vachellia hindsii	Jarretadera¹	55	Conservación	10.9	10.9	0.0092	0.0528	1.8546	10.5864	7.675	3.838
Vitex pyramidata	Canelillo¹	20	Conservación	15.7	7.1	0.0192	0.0693	1.4031	5.0568	3.666	1.833
Bursera simaruba	Papelillo (Papelillo rojo)²	20	Conservación	7.7	10.1	0.0046	0.0279	0.3353	2.0342	1.475	0.737
Casearia corymbosa	Mataperro (Latilla/Garrapatillo)²	100	Conservación	4.3	3.7	0.0014	0.0066	0.5174	2.3935	1.735	0.868
Coccoloba barbadensis	Juan perez (Hoja verde)²	20	Conservación	7.7	7.1	0.0046	0.0212	0.3353	1.5452	1.120	0.560
Cupania dentata	Cola pava (Arbol 5)²	40	Conservación	4.2	5.6	0.0014	0.0081	0.1973	1.1769	0.853	0.427
Guazuma ulmifolia	Guásima²	20	Conservación	7.7	7.1	0.0046	0.0212	0.3353	1.5452	1.120	0.560
Gyrocarpus jatrophifolius	Carne de perro (Rosa amarilla)²	60	Conservación	4.7	3.8	0.0017	0.0073	0.3716	1.6073	1.165	0.583
Hamelia patens	Coralillo (Amelia, Esp. 1)²	300	Conservación	4.9	3.7	0.0018	0.0076	2.0213	8.3128	6.027	3.013
Leucaena lanceolata	Guaje²	120	Conservación	6.2	5.5	0.0030	0.0129	1.3000	5.6637	4.106	2.053
Luehea candida	Algodoncillo²	60	Conservación	7.7	7.4	0.0046	0.0219	1.0058	4.7823	3.467	1.734
Lysiloma divaricatum	Tepemezquite²	20	Conservación	4.7	5.1	0.0017	0.0087	0.1239	0.6328	0.459	0.229
Urera caracasana	Ortiga de caballo (Quemadora)²	90	Conservación	4.9	4.2	0.0018	0.0081	0.6064	2.6720	1.937	0.969
Vachellia hindsii	Jarretadera²	140	Conservación	6.1	6.0	0.0029	0.0134	1.4678	6.8505	4.967	2.483
		1,505					**1.4326**	**37.8262**	**195.6150**	**141.821**	**70.910**
										70.910	
											260.241

				AÑO 3 (CONSERVACION)		E.R./INDIVIDUAL		E.R./TOTAL		METODOLIGIA CLIMATE ACTION RESERVE	
NOMBRE	NOMBRE	CANTIDAD ESTIMADA	AREA	DN	ALTURA	A.B.	VOL.	A.B.	VOL.	BIOMASA	CARBON
CIENTIFICO	COMUN	TOTAL	DESTINADA	X (cm)	X (m)	(m²)	(m³)	(m²)	(m³)	TONELADAS	ALMACENADO-MC (Ton)
Attalea cohune	Palma/corozo¹	30	Conservación	15.3	12.6	0.0184	0.1098	2.0115	12.0139	8.710	4.355
Bursera simaruba	Papelillo (Papelillo rojo)¹	65	Conservación	19.1	14.2	0.0287	0.1847	6.7921	43.7801	31.741	15.870
Cecropia obtusifolia	Trompeta¹	20	Conservación	24.8	12.8	0.0483	0.2736	3.5234	19.9570	14.469	7.234
Cochlospermum vitifolium	Rosa amarilla¹	30	Conservación	16.6	12.0	0.0216	0.1219	2.3679	13.3358	9.668	4.834
Cupania dentata	Cola pava (Arbol 5)¹	20	Conservación	16.3	12.3	0.0209	0.1206	1.5221	8.7950	6.376	3.188
Ficus insipida	Higuera blanca¹	10	Conservación	13.3	18.3	0.0139	0.1200	0.5067	4.3772	3.173	1.587
Guazuma ulmifolia	Guásima¹	15	Conservación	14.6	8.1	0.0167	0.0681	0.9158	3.7261	2.701	1.351
Gyrocarpus jatrophifolius	Carne de perro (Rosa amarilla)¹	140	Conservación	12.8	7.7	0.0129	0.0518	6.5701	26.4652	19.187	9.594
Leucaena leucocephala	Guaje¹	20	Conservación	10.0	6.1	0.0079	0.0284	0.5729	2.0747	1.504	0.752
Luehea candida	Algodoncillo¹	40	Conservación	13.1	11.6	0.0135	0.0771	1.9662	11.2419	8.150	4.075
Lysiloma divaricatum	Tepemezquite¹	10	Conservación	11.3	9.8	0.0100	0.0513	0.3657	1.8725	1.358	0.679
Urera caracasana	Ortiga de caballo (Quemadora)¹	40	Conservación	10.1	8.8	0.0080	0.0388	1.1688	5.6570	4.101	2.051
Vachellia hindsii	Jarretadera¹	55	Conservación	11.5	11.1	0.0104	0.0590	2.0835	11.8254	8.573	4.287
Vitex pyramidata	Canelillo¹	20	Conservación	16.3	7.3	0.0209	0.0757	1.5221	5.5206	4.002	2.001
Bursera simaruba	Papelillo (Papelillo rojo)²	20	Conservación	8.3	10.3	0.0054	0.0321	0.3946	2.3384	1.695	0.848
Casearia corymbosa	Mataperro (Latilla/Garrapatillo)²	100	Conservación	4.9	3.9	0.0019	0.0078	0.6877	2.8561	2.071	1.035
Coccoloba barbadensis	Juan perez (Hoja verde)²	20	Conservación	8.3	7.3	0.0054	0.0243	0.3946	1.7750	1.287	0.643
Cupania dentata	Cola pava (Arbol 5)²	40	Conservación	4.8	5.8	0.0018	0.0097	0.2640	1.4121	1.024	0.512
Guazuma ulmifolia	Guásima²	20	Conservación	8.3	7.3	0.0054	0.0243	0.3946	1.7750	1.287	0.643
Gyrocarpus jatrophifolius	Carne de perro (Rosa amarilla)²	60	Conservación	5.3	4.0	0.0022	0.0087	0.4828	1.9072	1.383	0.691
Hamelia patens	Coralillo (Amelia, Esp. 1)²	300	Conservación	5.5	3.9	0.0024	0.0090	2.5994	9.8337	7.129	3.565
Leucaena lanceolata	Guaje²	120	Conservación	6.8	5.7	0.0036	0.0151	1.5894	6.6096	4.792	2.396
Luehea candida	Algodoncillo²	60	Conservación	8.3	7.6	0.0054	0.0251	1.1839	5.4941	3.983	1.992
Lysiloma divaricatum	Tepemezquite²	20	Conservación	5.3	5.3	0.0022	0.0103	0.1609	0.7529	0.546	0.273
Urera caracasana	Ortiga de caballo (Quemadora)²	90	Conservación	5.5	4.4	0.0024	0.0096	0.7798	3.1646	2.294	1.147
Vachellia hindsii	Jarretadera²	140	Conservación	6.7	6.2	0.0035	0.0157	1.8001	8.0085	5.806	2.903
		1,505					**1.5726**	**42.6207**	**216.5699**	**157.013**	**78.507**
										78.507	
											288.119

				AÑO 4 (CONSERVACION)		E.R./INDIVIDUAL		E.R./TOTAL		METODOLIGIA CLIMATE ACTION RESERVE	
NOMBRE	NOMBRE	CANTIDAD ESTIMADA	AREA	DN	ALTURA	A.B.	VOL.	A.B.	VOL.	BIOMASA	CARBON
CIENTIFICO	COMUN	TOTAL	DESTINADA	X (cm)	X (m)	(m^2)	(m^3)	(m^2)	(m^3)	TONELADAS	ALMACENADO-MC (Ton)
Attalea cohune	Palma/corozo¹	30	Conservación	16.0	12.7	0.0200	0.1196	2.1861	13.0841	9.486	4.743
Bursera simaruba	Papelillo (Papelillo rojo)¹	65	Conservación	19.8	14.3	0.0306	0.1983	7.2623	47.0061	34.079	17.040
Cecropia obtusifolia	Trompeta¹	20	Conservación	25.5	12.9	0.0509	0.2901	3.7105	21.1591	15.340	7.670
Cochlospermum vitifolium	Rosa amarilla¹	30	Conservación	17.3	12.1	0.0234	0.1321	2.5570	14.4526	10.478	5.239
Cupania dentata	Cola pava (Arbol 5)¹	20	Conservación	17.0	12.4	0.0226	0.1308	1.6459	9.5410	6.917	3.459
Ficus insipida	Higuera blanca¹	10	Conservación	14.0	18.4	0.0153	0.1318	0.5574	4.8066	3.485	1.742
Guazuma ulmifolia	Guásima¹	15	Conservación	15.3	8.2	0.0183	0.0746	0.9992	4.0815	2.959	1.480
Gyrocarpus jatrophifolius	Carne de perro (Rosa amarilla)¹	140	Conservación	13.5	7.8	0.0142	0.0573	7.2543	29.2504	21.207	10.603
Leucaena leucocephala	Guaje¹	20	Conservación	10.7	6.2	0.0089	0.0320	0.6498	2.3355	1.693	0.847
Luehea candida	Algodoncillo¹	40	Conservación	13.8	11.7	0.0148	0.0849	2.1662	12.3794	8.975	4.488
Lysiloma divaricatum	Tepemezquite¹	10	Conservación	12.0	9.9	0.0112	0.0572	0.4090	2.0859	1.512	0.756
Urera caracasana	Ortiga de caballo (Quemadora)¹	40	Conservación	10.8	8.9	0.0091	0.0436	1.3240	6.3578	4.609	2.305
Vachellia hindsii	Jarretadera¹	55	Conservación	12.2	11.2	0.0116	0.0656	2.3256	13.1499	9.534	4.767
Vitex pyramidata	Canelillo¹	20	Conservación	17.0	7.4	0.0226	0.0824	1.6459	6.0115	4.358	2.179
Bursera simaruba	Papelillo (Papelillo rojo)²	20	Conservación	9.0	10.4	0.0063	0.0366	0.4589	2.6697	1.936	0.968
Casearia corymbosa	Mataperro (Latilla/Garrapatillo)²	100	Conservación	5.6	4.0	0.0024	0.0093	0.8823	3.3774	2.449	1.224
Coccoloba barbadensis	Juan perez (Hoja verde)²	20	Conservación	9.0	7.4	0.0063	0.0278	0.4589	2.0261	1.469	0.734
Cupania dentata	Cola pava (Arbol 5)²	40	Conservación	5.5	5.9	0.0023	0.0115	0.3403	1.6783	1.217	0.608
Guazuma ulmifolia	Guásima²	20	Conservación	9.0	7.4	0.0063	0.0278	0.4589	2.0261	1.469	0.734
Gyrocarpus jatrophifolius	Carne de perro (Rosa amarilla)²	60	Conservación	6.0	4.1	0.0028	0.0103	0.6084	2.2439	1.627	0.813
Hamelia patens	Coralillo (Amelia, Esp. 1)²	300	Conservación	6.2	4.0	0.0030	0.0105	3.2501	11.5379	8.365	4.182
Leucaena lanceolata	Guaje²	120	Conservación	7.5	5.8	0.0044	0.0175	1.9077	7.6564	5.551	2.775
Luehea candida	Algodoncillo²	60	Conservación	9.0	7.7	0.0063	0.0287	1.3766	6.2713	4.547	2.273
Lysiloma divaricatum	Tepemezquite²	20	Conservación	6.0	5.4	0.0028	0.0122	0.2028	0.8880	0.644	0.322
Urera caracasana	Ortiga de caballo (Quemadora)²	90	Conservación	6.2	4.5	0.0030	0.0113	0.9750	3.7167	2.695	1.347
Vachellia hindsii	Jarretadera²	140	Conservación	7.4	6.3	0.0042	0.0182	2.1663	9.2909	6.736	3.368
		1,505	Conservación				**1.7218**	**47.7795**	**239.0840**	**173.336**	**86.668**
										86.668	
											318.071

				AÑO 5 (CONSERVACION)		E.R./INDIVIDUAL		E.R./TOTAL		METODOLIGIA CLIMATE ACTION RESERVE	
NOMBRE	NOMBRE	CANTIDAD ESTIMADA	AREA	DN	ALTURA	A.B.	VOL.	A.B.	VOL.	BIOMASA	CARBON
CIENTIFICO	COMUN	TOTAL	DESTINADA	X (cm)	X (m)	(m^2)	(m^3)	(m^2)	(m^3)	TONELADAS	ALMACENADO-MC (Ton)
Attalea cohune	Palma/corozo¹	30	Conservación	16.6	12.8	0.0216	0.1299	2.3679	14.2106	10.303	5.151
Bursera simaruba	Papelillo (Papelillo rojo)¹	65	Conservación	20.4	14.4	0.0327	0.2125	7.7482	50.3727	36.520	18.260
Cecropia obtusifolia	Trompeta¹	20	Conservación	26.1	13.0	0.0535	0.3072	3.9024	22.4057	16.244	8.122
Cochlospermum vitifolium	Rosa amarilla¹	30	Conservación	17.9	12.2	0.0252	0.1428	2.7533	15.6253	11.328	5.664
Cupania dentata	Cola pava (Arbol 5)¹	20	Conservación	17.6	12.5	0.0243	0.1415	1.7745	10.3245	7.485	3.743
Ficus insipida	Higuera blanca¹	10	Conservación	14.6	18.5	0.0167	0.1442	0.6106	5.2596	3.813	1.907
Guazuma ulmifolia	Guásima¹	15	Conservación	15.9	8.3	0.0199	0.0815	1.0862	4.4579	3.232	1.616
Gyrocarpus jatrophifolius	Carne de perro (Rosa amarilla)¹	140	Conservación	14.1	7.9	0.0156	0.0631	7.9725	32.2183	23.358	11.679
Leucaena leucocephala	Guaje¹	20	Conservación	11.3	6.3	0.0100	0.0359	0.7315	2.6170	1.897	0.949
Luehea candida	Algodoncillo¹	40	Conservación	14.4	11.8	0.0163	0.0931	2.3758	13.5848	9.849	4.924
Lysiloma divaricatum	Tepemezquite¹	10	Conservación	12.6	10.0	0.0125	0.0634	0.4547	2.3138	1.678	0.839
Urera caracasana	Ortiga de caballo (Quemadora)¹	40	Conservación	11.4	9.0	0.0102	0.0487	1.4890	7.1110	5.156	2.578
Vachellia hindsii	Jarretadera¹	55	Conservación	12.8	11.3	0.0129	0.0726	2.5811	14.5619	10.557	5.279
Vitex pyramidata	Canelillo¹	20	Conservación	17.6	7.5	0.0243	0.0895	1.7745	6.5303	4.734	2.367
Bursera simaruba	Papelillo (Papelillo rojo)²	20	Conservación	9.6	10.5	0.0072	0.0415	0.5280	3.0290	2.196	1.098
Casearia corymbosa	Mataperro (Latilla/Garrapatillo)²	100	Conservación	6.2	4.1	0.0030	0.0109	1.1011	3.9613	2.872	1.436
Coccoloba barbadensis	Juan perez (Hoja verde)²	20	Conservación	9.6	7.5	0.0072	0.0315	0.5280	2.2990	1.667	0.833
Cupania dentata	Cola pava (Arbol 5)²	40	Conservación	6.1	6.0	0.0029	0.0136	0.4263	1.9770	1.433	0.717
Guazuma ulmifolia	Guásima²	20	Conservación	9.6	7.5	0.0072	0.0315	0.5280	2.2990	1.667	0.833
Gyrocarpus jatrophifolius	Carne de perro (Rosa amarilla)²	60	Conservación	6.6	4.2	0.0034	0.0120	0.7486	2.6197	1.899	0.950
Hamelia patens	Coralillo (Amelia, Esp. 1)²	300	Conservación	6.8	4.1	0.0036	0.0123	3.9734	13.4368	9.742	4.871
Leucaena lanceolata	Guaje²	120	Conservación	8.1	5.9	0.0052	0.0201	2.2552	8.8089	6.386	3.193
Luehea candida	Algodoncillo²	60	Conservación	9.6	7.8	0.0072	0.0325	1.5839	7.1160	5.159	2.580
Lysiloma divaricatum	Tepemezquite²	20	Conservación	6.6	5.5	0.0034	0.0142	0.2495	1.0386	0.753	0.376
Urera caracasana	Ortiga de caballo (Quemadora)²	90	Conservación	6.8	4.6	0.0036	0.0132	1.1920	4.3317	3.141	1.570
Vachellia hindsii	Jarretadera²	140	Conservación	8.0	6.4	0.0050	0.0210	2.5665	10.7030	7.760	3.880
		1,505					**1.8803**	**53.3026**	**263.2136**	**190.830**	**95.415**
										95.415	
											350.173

ACUMULACION/CONSERVACION SP. NATIVAS:			FACTOR RESERVA (3.67)
	BIOMASA (Ton)	CARBONO ALMACENADO	CO2 ALMACENADO
TOTAL	ALMACENADO (ACUMULADO AÑO1-AÑO4)		
FINAL	63.112	31.556	115.810

Tabla IV.107d. Balance de la perdida de carbono y la proyección de almacenamiento mediante las medidas de mitigación y/o compensatorias.

	CARBONO ALMACENADO						TOTAL CARBONO	CO2 ALMACENADO						TOTAL CO 2
ACTIVIDAD	P (Ton/año)						ALAMACENADO	P (Ton/año)						ALAMACENADO
AÑO	0	1	2	3	4	5	(Ton)	0	1	2	3	4	5	(Ton)
REFORESTACION Y RESCATE DE ESPÉCIES	1.937	0.444	0.492	0.549	0.613	0.685	**4.720**	7.109	1.629	1.807	2.014	2.250	2.513	**17.323**
CONSERVACION DE COBERTURA VEGETAL NATURAL	0.00	7.051	7.596	8.161	8.747	0.000	**31.556**	0.000	25.879	27.878	29.952	32.101	0.000	**115.810**
TOTAL/AÑO	**1.937**	**7.495**	**8.088**	**8.710**	**9.359**	**0.000**	**36.274**	**7.109**	**27.507**	**29.684**	**31.965**	**34.349**	**2.510**	**133.124**

COMPARATIVO ESTIMACION POR EL CUSTF Y LAS ACCIONES DE MITIGACION PLANEADAS:				
	CARBONO TOTAL	CO2 TOTAL	RESULTADO	PERDIDA/ALMACENAMIENTO
ACCION	(Ton)	(Ton)		CARBONO (%)
CUSTF	11.613	42.621	PERDIDA POR CUSTF	100
ACTIVIDADES DE MITIGACION:	36.276	133.134	ALMACENAMIENTO	312

PERDIDA
ALMACENAMIENTO

IV.3.3.2. Conclusión.

Las acciones de compensación y/o mitigación permitirán reducir los efectos adversos por el CUSTF, para su control y/o mejoramiento a mediano plazo (5 años), específicamente en la **perdida de suelo, degradación del suelo, captación de escurrimiento, favorecer a la infiltración y la perdida de vegetación**.

Las estimaciones realizadas, sobre las acciones de mitigación y/o compensación, sugieren que es posible compensar estos efectos, aplicando las actividades complementarias, se facilitará más aun, debido a que la afectación será muy puntual y por lo tanto existen más posibilidades de controlar los efectos negativos al suelo, vegetación y el recurso agua a corto plazo.

Si estas se aplican en tiempo y forma, se estabilizarán las percepciones de cualquier indicio de degradación de suelo, se rescatarán individuos de flora y fauna y se reubicarán para colaborar en su permanencia en la zona y de atendiendo las recomendaciones ambientales se evitará causar contaminación en la calidad del agua.

La pérdida de biomasa por el CUSTF permite la liberación de bióxido de carbono. Se estima que, llevando a cabo los trabajos de reforestación y reubicación de plantas rescatadas en tiempo y forma, así como la conservación de una fracción del predio con vegetación natural, es posible acumular la biomasa necesaria para compensar la pérdida que se genere con el CUSTF.

IV.3.4. Diagnostico ambiental.

Como es sabido el diagnostico nos permite tomar decisiones para un desarrollo equilibrado en una zona determinada, lo cual favorecerá en el uso adecuado de los recursos para satisfacer necesidade básicas de la sociedad. De la misma manera, es posible identificar la problemática ambiental y socioeconómica (Catalan, 2009; Gallo y Sejenovich, sf). Para el presente Proyecto, se analizaron los factores de la cobertura vegetal mediante un inventario (Microcuenca y Proyecto), se analizaron las condiciones del suelo, hidrología y se revisaron los aspectos socioeconómicos de la zona.

IV.3.4.1. Aspectos abióticos.

En primera instancia cabe destacar que la zona de la Microcuenca (SAR), de acuerdo al análisis de los datos morfométricos, esta se considera con una forma oval oblonga a rectangular oblonga, lo cual significa que se considera como una cuenta de menor torrencialidad, y, por lo tanto, se espera que las zonas bajas sean menos propensas a presentar inundaciones. La zona está representada por un clima cálido subhumedo los de mayor humedad, registrando una precipitación total de 1,428.9, lo cual representa una precipitación importante durante el año. Uno de los fenómenos recurrentes son el paso de huracanes o tormentas tropicales, las cuales pueden alcanzar categoría 4 y vientos máximos de 220 km/ha, y por lo tanto, pueden generar afectaciones en la zona. La geomorfología de la Microcuenca es variada, desde Sierra, lomeríos y planicies, en esta última condición se localiza el Proyecto. Lo mencionado previamente, se refleja en grados de pendientes que van, en su mayoría, menor al 10% (el proyecto se localiza dentro de este rango pero menor al 5%), así como pendientes que pueden llegar hasta un 80% hacia la parte alta de la Microcuenca.

El **suelo dominante** es Feozem haplico (estabilidad baja) y Cambisol eutrico (estabilidad media), esto significa que gran parte de la superficie presenta suelos con características del suelo que pueden ser fácilmente erosionables, sobre todo en un relieve inclinado. El análisis del grado de degradación del suelo sugiere que actualmente en gran parte de la superficie de la microcuenca (69.6%) tiende a ser nula y ligera (19.3%) y en menor proporción un grado de degradación moderada (11%), se refleja de esta manera ya que las pendientes registradas se consideran en su mayoría planas (81.2%) y moderadamente inclinadas (12.5%). Específicamente en el proyecto se considera un relieve plano con una pendiente menor al 5%, por lo tanto, el grado de degradación del suelo por la erosión hídrica es nula a la vista. La zona registra 2 fracturas, sin actividad, sin embargo, la zona de considera con un grado de sismicidad alta.

La Microcuenca registra un escurrimiento superficial que proviene de la parte alta y conecta al estero el Salado, el cual se localiza aproximadamente a 1.5 km en línea recta al Este y Sureste. De acuerdo al balance hídrico para la Microcuenca se estima un grado de infiltración del 43.5% de la lluvia, esto significa que aporta una gran cantidad de agua al subsuelo. Derivado de que, el 57.1% de la Microcuenca se encuentra ocupado por asentamientos humanos o desarrollos urbanizados, existe la posibilidad de que el o los escurrimientos que recorren sobre estas zonas tiendan a contaminarse con acumulación de residuos sólidos o líquidos, sin embargo, aparentemente no lo suficientes para poner en riesgo el uso de esta.

Es importante señalar que derivado de que el Proyecto Marina Parck representa una superficie pequeña en la parte baja de la Microcuenca, no generar impactos relevantes dentro de estos elementos. De la misma manera se minimizará en la medida de lo posible la dispersión de residuos que pudieran repercutir de manera puntual.

IV.3.4.2. Aspectos bióticos.

Respecto a este elemento, se identificaron dos zonas con cobertura en la Microcuenca y en el Proyecto un conjunto de árboles y arbustos dispersos. Las evaluaciones para la vegetación nos sugieren que existen dos zonas con un grado de conservación adecuado dentro de la Microcuenca, por un lado, en la parte alta se distribuye una comunidad de Selva mediana subcaducifolia y en la parte baja en el Estero el Salado se desarrolla vegetación de Manglar y vegetación asociada. En general la Microcuenca presenta una superficie con cobertura vegetal del 37.3%, y la cual presenta una fragmentación ya que se puede observar el desarrollo de la zona urbana. Sin embargo, las fracciones evaluadas con presencia de vegetación, presentan buenas condiciones del hábitat, ya que registran tres estratos vegetales bien desarrollados, con buena estructura diamétrica (10-140 cm), y un desarrollo vertical y horizontal con un crecimiento normalizado registrando individuos jóvenes y adultos. La Microcuenca (SAR), registro un total de 133 especies distribuidos en 53 familias, y en el Proyecto fue de 26 especies distribuidas en 17 familias (42% corresponde al estrato herbáceo). La estimación de los índices de diversidad fue alta en la Microcuenca, mientras que para el Proyecto fueron bajos. Esto nos sugiere que, debido a que el Proyecto se encuentra dentro de la zona urbana de la Ciudad de Puerto Vallarta, las condiciones de hábitat en él, no son adecuadas para el desarrollo de comunidades. Referente a la fauna silvestre, los resultados indican que en la Microcuenca existe una riqueza de 83 especies distribuidas en 40 familias (aves, mamíferos, reptiles y anfibios), y en el Proyecto se registraron 21 especies (aves, mamíferos, anfibios y reptiles). El grupo predominante fue el de Aves. El Proyecto Marina Parck, plantea acciones que compensen la afectación provocada por el CUSTF, destacando el rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, en sitios con un grado de conservación mejor, tal es el caso de la zona alta de la Microcuenca.

De la misma manera proyecta acciones de reforestación que permitan compensar el almacenamiento de carbono. Dichas acciones contemplan su mantenimiento durante 4 años. Esto permitirá equilibrar o compensar las acciones por el CUSTF. En general las dos comunidades identificadas dentro de la Microcuenca presentan un grado de conservación muy bueno, ya que existen las condiciones para el desarrollo de fauna y flora, así como las condiciones para que se sigan produciendo los bienes y servicios.

IV.3.4.3. Aspectos socioeconómicos.

Derivcada de la alta demanda de servicios turísticos en la zona, la ciudad de Puerto Vallarta se encuentra en constante crecimiento, ya que se tienen registro de un crecimiento del 14.1% (2010 al 2020). La población económicamente activa es del 51.8% y el grado de marginación e intensidad de migración son bajas, lo cual significa que existe en la ciudad un nivel de vida alto. Uno de los elementos económicos en la zona es el turismo. La ciudad de Puerto Vallarta cuenta en a la zona urbanizada con todos los servicios básicos, los cuales favorecen al desarrollo del Proyecto. Por lo tanto, el desarrollo del Proyecto va a favorecer a la generación de empleo directos e indirectos en la zona, durante su etapa de construcción y operación. El Proyecto no reflejara un cambio o modificación algún hábitat o condición que conecte a las zonas conservadas de la Microcuenca, ya que en los Lotes colindantes están urbanizadas. Los impactos estimados resultan ser irrelevantes o compatibles y muy pocos moderados. Por otro lado, las especies de flora y fauna registradas en el Proyecto, se identificaron en las zonas conservadas de la Microcuenca con una mejor presencia.

Podemos afirmar que el área para el CUSTF a pesar de registrar individuos característicos de vegetación de Selva mediana subcaducifolia, estos se encuentran aislados (fragmentado) y con un estrato arbustivo o sotobosque limitado, de la misma manera el registro de fauna es muy bajo. Lo cual significa que el índice de integridad ecológica es muy bajo.

Es importante recalcar, que, como medidas compensatorias, el proyecto Marina Parck considera el desarrollo de programas ambientales que favorecerán al establecimiento de flora y fauna en sitios seguros y con las condiciones para su permanencia y desarrollo. Uno de los programas relevantes será el de Rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, así como el de Reforestación y actividades de conservación de suelos.

CAPITULO V: IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

ÍNDICE

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. 3

V.1. Identificación de impactos. 5

V.2. Caracterización de los impactos. 31

V.3. Valoración de los impactos 33

V.4. Impactos residuales. 41

V.5. Impactos acumulativos. 42

V.6. Conclusiones. 45

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

El presente capítulo tiene como propósito desarrollar la identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales que pudieran generar las obras y actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto sobre los componentes y procesos ambientales y socioeconómicos de su entorno descritos en el Capítulo IV, considerando su interacción con el **Sistema Ambiental Regional (SAR)**. Las zonas costeras de Jalisco se caracterizan por su alta diversidad biológica y funcionalidad ecológica.

En este contexto, el desarrollo de proyectos turístico–habitacionales en regiones como Puerto Vallarta ha generado una creciente presión sobre los recursos naturales, particularmente en términos de cambio de uso de suelo, fragmentación de hábitats, incremento en la demanda de agua potable, generación de aguas residuales y residuos sólidos urbanos, así como alteraciones al paisaje natural.

Adicionalmente, las zonas costeras presentan una alta vulnerabilidad ante procesos naturales como la erosión, el incremento del nivel del mar, y la incidencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos (huracanes y tormentas tropicales), lo que incrementa la sensibilidad ambiental del SAR frente a las actividades antropogénicas.

Bajo este escenario, el análisis del SAR resulta fundamental para comprender no sólo los impactos directos del proyecto, sino también aquellos de carácter acumulativo derivados de la interacción con otros desarrollos turísticos, infraestructura existente y tendencias de crecimiento urbano regional.

Este enfoque permite identificar procesos de deterioro ambiental progresivo, tales como la pérdida de cobertura vegetal, la fragmentación de ecosistemas y la sobreexplotación de acuíferos costeros. En este sentido, el presente capítulo adopta un enfoque integral que contempla:

- La **identificación de impactos ambientales** y los efectos ocasionados en las distintas etapas del proyecto.
- La **caracterización de los impactos**, considerando atributos como magnitud, extensión, duración y reversibilidad.
- La **evaluación de la significancia ambiental**, en función de la sensibilidad del entorno costero.
- El análisis de los **impactos acumulativos**, asociados al desarrollo regional turístico.
- La determinación de los **impactos residuales**, que persistirán aun después de la implementación de medidas de mitigación.

Este análisis permite establecer una base técnica sólida para la toma de decisiones, orientada a garantizar que el desarrollo del proyecto sea compatible con la conservación de los ecosistemas costeros, así como con el mantenimiento de los servicios ambientales que éstos proveen a nivel local y regional.

Finalmente, los resultados de este capítulo constituyen el sustento para la definición de medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, así como para el diseño de programas de manejo y monitoreo que aseguren la viabilidad ambiental del proyecto en el corto, mediano y largo plazo, en concordancia con la normatividad vigente y los principios de desarrollo sustentable.

V.1. Identificación de impactos.

Es importante que el evaluador esté enterado que la identificación de impactos a que se refiere este capítulo no lleva implícita la aplicación de medidas para mitigar o eliminar el riesgo del impacto. Esto significa que se califica al impacto ambiental sin la aplicación de la medida que soluciona, reduce o compensa el daño o riesgo.

✓ METODOLOGÍA

Existen metodologías que permiten la identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales entre las cuales se debe seleccionar aquella que sea la más efectiva para alcanzar el objetivo planteado acorde a las condiciones particulares del proyecto y que permita, de forma simple, resumir los impactos ambientales significativos.

Para este caso, se emplearon tres metodologías que son complementarias entre sí con el fin de identificar claramente los factores ambientales y las áreas ecológicamente sensibles presentes en la región y su relación con el área del proyecto, y realizar la identificación, predicción y evaluación de los impactos y la toma de decisiones. Para la selección de estas metodologías se han considerado: el tipo de proyecto, su magnitud y complejidad, las características del medio físico-biótico y social potencialmente afectable, las etapas del proyecto, los recursos e información y documentación disponible, y el conocimiento del entorno.

✓ METODOLOGÍAS UTILIZADAS EN EL PRESENTE ESTUDIO

- Análisis espacial
- Variación de la matriz de Leopold
- Método Conesa simplificado

ANÁLISIS ESPACIAL

Consiste en la sobreposición de mapas que representan la distribución espacial de las características ambientales más significativas y de las áreas ecológicamente donde se proponer desarrollar el proyecto, con el fin de identificar los límites del análisis, limitantes y factores ambientales afectables que servirán de base para la matriz de interacciones. Debido a que este método está orientado espacialmente, tiene gran capacidad para comunicar de forma clara los aspectos espaciales de los impactos potenciales.

Actividades del proyecto que pueden generar una afectación a los elementos o procesos del sistema ambiental (filas en la matriz de Interacciones)

Utilizando una matriz de interacciones entre las *Actividades del proyecto* y los *Factores* y sus *Atributos ambientales*, se identificaron las incidencias de cada actividad sobre cada factor ambiental. Los efectos se calificaron de acuerdo sólo a una cualidad en dos tipos: adversos o benéficos. Se incluyeron todos los casos en los que puede haber una relación actividad de obra – factor ambiental, sin discriminar aquellos en que la interrelación no causa una modificación. De tal manera que esta matriz ofrece un panorama general de las interacciones, ya sean adversas o benéficas, que cada actividad del proyecto producirá sobre cada uno de los factores ambientales en el SAR

Los impactos ambientales derivados de la realización de obras y actividades de un proyecto pueden generar múltiples efectos sobre los ecosistemas, ya que estos están conformados por elementos bióticos (flora, fauna, microorganismos) y abióticos (suelo, agua, aire, clima). A continuación, se describen los principales efectos potenciales considerando el sistema en su conjunto:

1. Alteración del suelo

Las actividades de construcción, como excavación, nivelación y tránsito de maquinaria, pueden provocar compactación, erosión y pérdida de la capa fértil del suelo. Esto afecta la capacidad de regeneración de la vegetación y altera los ciclos naturales de nutrientes.

2. Impactos sobre la vegetación (flora)

La remoción de cobertura vegetal reduce la biodiversidad, fragmenta hábitats y puede llevar a la pérdida de especies, especialmente aquellas endémicas o sensibles. También disminuye la capacidad del ecosistema para capturar carbono y regular el clima local.

3. Afectación a la fauna

El ruido, la presencia humana y la destrucción de hábitats pueden provocar desplazamiento, estrés, cambios en patrones de comportamiento y disminución de poblaciones de fauna. En casos severos, puede generarse la desaparición local de especies.

4. Contaminación del agua

El manejo inadecuado de residuos, combustibles o materiales puede contaminar cuerpos de agua superficiales y subterráneos. Esto afecta la calidad del agua, perjudica a organismos acuáticos y altera cadenas tróficas.

5. Deterioro de la calidad del aire

Las emisiones de polvo, gases y partículas derivadas de maquinaria y transporte afectan la calidad del aire, lo que puede incidir en la salud de los seres vivos y contribuir al cambio climático.

6. Fragmentación del ecosistema.

La construcción de infraestructura (caminos, edificaciones) divide los hábitats naturales, dificultando la movilidad de especies y el flujo genético, lo que debilita la resiliencia del ecosistema.

7. Alteración de procesos ecológicos

Se pueden modificar ciclos naturales como el hidrológico, el ciclo de nutrientes y las interacciones ecológicas (polinización, depredación, dispersión de semillas), afectando el equilibrio del ecosistema.

8. Introducción de especies invasoras

Las actividades humanas pueden facilitar la entrada de especies exóticas que compiten con las nativas, alterando la composición y funcionamiento del ecosistema.

9. Generación de residuos

Durante las distintas etapas del proyecto (construcción, operación y abandono) se generan residuos sólidos, líquidos y peligrosos. Si no se gestionan adecuadamente, pueden provocar contaminación del suelo y del agua, emisión de gases nocivos, proliferación de fauna nociva y afectaciones a la salud de los ecosistemas. Además, la acumulación de residuos puede alterar el paisaje y afectar la calidad de vida de las comunidades cercanas.

10. Impactos acumulativos y sinérgicos

La combinación de varios impactos puede generar efectos mayores que los individuales, reduciendo la capacidad de recuperación del ecosistema y provocando degradación a largo plazo.

11. Cambios en los servicios ecosistémicos

Se ven afectados servicios como la provisión de agua, regulación climática, protección contra erosión, y valor cultural o recreativo, impactando también a las comunidades humanas.

Acciones del proyecto que podrían causar impactos ambientales, por etapa:

Tabla V.1. Actividades del proyecto que pueden **generar una afectación a los elementos** o procesos del sistema ambiental (Microcuenca delimitada).

PREPARACIÓN DEL SITIO:	
Limpieza	Deshierbe o Desmonte, despalme y retiro de residuos
Movimiento de suelos	Trazo y nivelación
	Excavaciones para obras propuestas
	Uso de vehículos y maquinaria
	Generación de aguas residuales y residuos sólidos
CONSTRUCCIÓN:	
Construcción de obras e infraestructura	Cimentación, estructura y albañilería
	Uso de vehículos y maquinaria
	Instalaciones y acabados
	Introducción de instalaciones y servicios
Adquisición, transporte y almacenamiento de insumos	Adquisición de insumos
	Almacenamiento de material
Limpieza general	Uso de detergentes, limpiadores y solventes
Servicios para empleados	Generación y descarga de aguas residuales
	Generación de residuos sólidos urbanos
OPERACIÓN:	
Actividades propias de la operación	Uso de vehículos
	Presencia de personal
	Consumo de agua potable
	Generación y descarga de aguas residuales
	Generación y disposición de RSU
	Uso de detergentes, limpiadores y solventes
	Mantenimiento de áreas verdes
ABANDONO DE SITIO:	
No se contempla. Para que el sitio recupere sus atributos naturales perdidos y pueda integrarse al ecosistema al que pertenecía, tendrían que restablecerse las condiciones naturales del área del proyecto y de las áreas circundantes para dejarlo susceptible de una recuperación ecológica.	

Elementos y procesos del sistema ambiental que pudieran ser afectados por las obras (Columnas en la matriz de Interacciones)

Se ha realizado el análisis de los elementos y procesos, del sistema ambiental en el que se inscribe el proyecto, que pudieran ser afectados por las obras y actividades a realizar, resultando los Diagramas V.1 y V.2:

Diagrama V.1. Elementos y procesos del sistema ambiental que pudieran ser afectados por las obras (Factor ambiental)

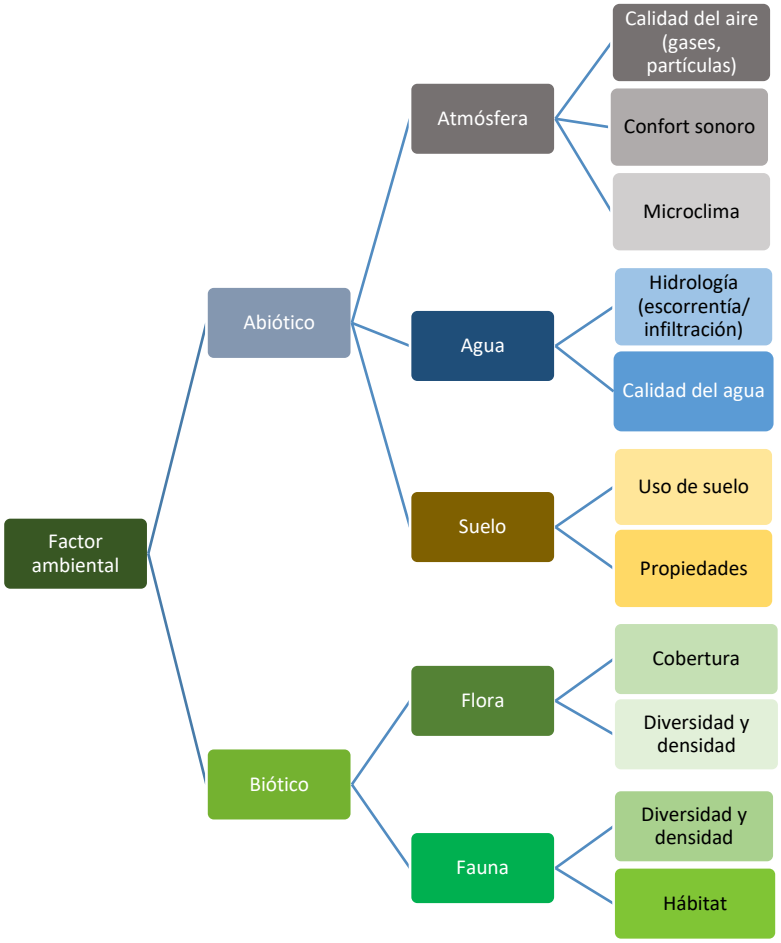
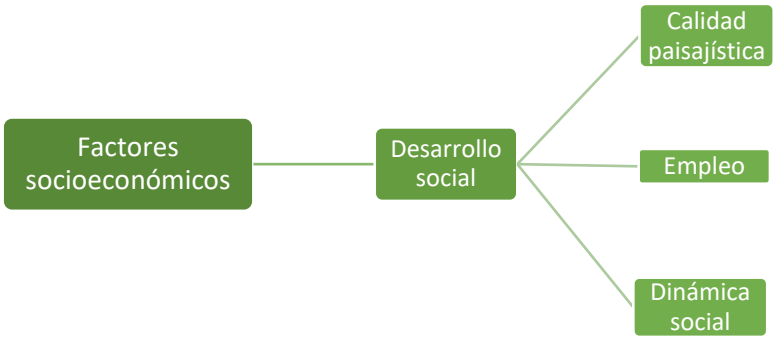


Diagrama V.2. Elementos y procesos del sistema ambiental que pudieran ser afectados por las obras (Factor socioeconómico)



- ✓ **APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA**

Aspectos considerados para la identificación, predicción y evaluación del IA.

1. Mediante las visitas de campo se analizaron los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos del área de estudio y del área de influencia, y se complementó la información con una revisión bibliográfica. Esta información se presenta en el Capítulo IV del presente documento.

2. Se realizó el análisis espacial utilizando cartografía de INEGI, así como imágenes satelitales Sentinel II del presente año con una resolución de 10 metros (Copernicus, 2025), sobre las cuales se georreferenció el polígono del área del proyecto, con el fin de identificar la relación del proyecto con áreas ecológicamente sensibles y demás factores ambientales.

3. La metodología seleccionada, tomando en cuenta la información recabada en campo proporciona los elementos suficientes y fidedignos para poder realizar una correcta evaluación de impactos ambientales, es fundamental considerar como complemento de la metodología de evaluación lo dicho en el marco del presente **Dictamen Técnico Unificado**, con el fin de contar con todos los elementos de juicio que corresponden al **proyecto** presentado a su consideración.

- ✓ **ANÁLISIS ESPACIAL**

El análisis cartográfico fue apoyado con ARCGIS PRO 3.4, y empleando las cartas temáticas y mapas publicados INEGI (1947; 2010;2014), la CONANP (2024), la CONABIO (2025), el manejo de imágenes satelitales Sentinel II y modelos digitales del terreno elaborados por parte del equipo de trabajo. Las imágenes cartográficas utilizadas para la identificación de impactos ambientales y su respectiva descripción se ilustran en el capítulo IV del presente documento.

1. OBTENCIÓN DE LOS VALORES DE LOS ÍNDICES UTILIZADOS

En base a los valores expuestos en la Tabla V.2, se evaluará el impacto de cada una de las interacciones obtenidas, presentando una descripción del efecto.

Tabla V.2. Matriz de interacciones de Leopold para la identificación de impactos ambientales y socioeconómicos

Factor ambiental	Componente ambiental	Preparación del sitio								Construcción									Operación y mantenimiento						
		Contratación de personal	Presencia de personas	Uso de vehículos y maquinaria	Deshierbe, Desmonte y retiro de residuos	Generación y disposición de Residuos	Trazo y nivelación	Excavaciones para cimentación	Generación y disposición de aguas residuales	Contratación de personal	Presencia de personas	Uso de vehículos y maquinaria	Cimentación, estructura y albañilería	Introducción de instalaciones, servicios y acabados	Generación y disposición de RSU	Almacenamiento de material	Uso de detergentes, limpiadores y solventes	Generación y disposición de aguas residuales	Uso de vehículos	Presencia de personas	Generación y disposición de RSU	Consumo de agua potable	Generación y descarga de aguas residuales	Uso de detergentes, limpiadores y solventes	Mantenimiento de áreas verdes
Atmósfera	Calidad del aire																								
	Confort sonoro																								
	Microclima																								
Agua	Hidrología (escorrentía/ infiltración)																								
	Calidad del agua																								
Suelo	Uso del suelo																								+
	Propiedades																								+

Flora	Cobertura																								+
	Diversidad																								+
	Densidad																								+
Fauna	Diversidad																								+
	Densidad																								+
	Hábitat																								+
Desarrollo social	Calidad paisajística																								+
	Empleo	+				+				+				+	+										+

Tabla V.3. Descripción de los posibles efectos ocasionados por los impactos ambientales por las obras y actividades del proyecto

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	ACCIÓN DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DEL EFECTO	ETAPA DEL PROYECTO		
				PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓNI	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
Atmósfera	Calidad del aire	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Se generarán RSU que irán al basurero municipal los cuales generarán GEI			
		Deshierbe y retiro de residuos	Con las actividades de remoción de vegetación y residuos que generan partículas de polvo			
		Uso de vehículos y maquinaria	La combustión derivada del uso de vehículos y maquinaria emite GEI			
		Uso de detergentes, limpiadores y solventes	Principalmente con el uso de solventes, necesarios sólo para la limpieza de algunas áreas, sin embargo, estos líquidos son volátiles provocando GEI			
		Trazo y nivelación; excavaciones para cimentación	Con las actividades de trazo y excavación se generarán partículas de polvo volátiles			
		Mantenimiento de áreas verdes	Con el mantenimiento de las áreas verdes mejorará la calidad del aire en la zona			
	Confort sonoro	Presencia de personas	La presencia de personas, generará ruidos en el área derivado de las diferentes actividades a realizar			
		Uso de vehículos y maquinaria	Los vehículos y la maquinaria emiten ruidos, en ocasiones con decibeles muy altos, que suelen ser molestos y rebasan los límites permitidos			

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	ACCIÓN DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DEL EFECTO	ETAPA DEL PROYECTO		
				PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓNI	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
		Trazo y nivelación; excavaciones para cimentación	El uso de la maquinaria para las excavaciones emite ruidos	■		
		Cimentación, estructura y albañilería	Las actividades de construcción de infraestructura emiten ruidos		■	
	Microclima	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	La disposición final de estos cambia las condiciones climáticas del área	■	■	■
		Cimentación, estructura y albañilería	La presencia de estructuras de cemento incrementa la radiación solar		■	
		Deshierbe y retiro de residuos	La ausencia de vegetación incrementará la radiación solar	■		
		Mantenimiento de áreas verdes	La presencia de áreas verdes mejorará las condiciones del clima			■
Agua	**Hidrología (escorrentía/ infiltración)**	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Los residuos pueden llegar a influir en la infiltración y escorrentía del agua de lluvia	■	■	■
		Trazo y nivelación; excavaciones para cimentación	La nivelación cambiará los flujos de escorrentía existentes	■		
		Generación y descarga de aguas residuales	Las aguas residuales mal dispuestas podrían infiltrarse en el subsuelo provocando cambios en las propiedades fisicoquímicas en los mantos freáticos	■	■	■
		Consumo de agua potable	El consumo excesivo de este recurso podría mermar las condiciones de agua del área.	■	■	■
		Cimentación, estructura y albañilería	La presencia de la estructura evitará la infiltración de aguas pluviales		■	

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	ACCIÓN DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DEL EFECTO	ETAPA DEL PROYECTO		
				PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓNI	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
		Mantenimiento de áreas verdes	Las áreas verdes, incrementarán la infiltración de aguas pluviales del área			
	Calidad del agua	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos y presencia de personas	Con las diferentes actividades se generarán RSU que de no ser bien dispuestos los lixiviados se pueden infiltrar en el subsuelo			
		Excavaciones para cimentación	Con la realización de las actividades podría haber fugas con la maquinaría y contaminar los mantos freáticos			
		Generación y descarga de aguas residuales	Mal tratamiento de aguas residuales y descargas al subsuelo			
		Uso de detergentes, limpiadores y solventes	Posible contaminación de mantos freáticos			
		Consumo de agua potable	El consumo excesivo de este recurso podría mermar las condiciones de agua del área			
		Mantenimiento de áreas verdes	Mejorará la calidad del agua de esa zona			
Suelo	Uso del suelo	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Contaminación del suelo por mala disposición y exceso en la generación de residuos			
		Almacenamiento de material	Posibles fugas del material almacenado			
		Deshierbe y retiro de residuos	Habrá remoción de manchones de vegetación y residuos solidos			

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	ACCIÓN DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DEL EFECTO	ETAPA DEL PROYECTO		
				PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓNI	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
		Trazo y nivelación; excavaciones para cimentación; cimentación, estructura y albañilería; introducción de instalaciones, servicios y acabados	Con estas actividades las propiedades del suelo cambiarán			
		Mantenimiento de áreas verdes	Mejorará las condiciones de vegetación en la zona			
	Propiedades fisicoquímicas	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Los residuos mal dispuestos cambian las propiedades fisicoquímicas del suelo			
		Presencia de personas	El personal o los habitantes podrán disponer mal los residuos que generen			
		Uso de vehículos y maquinaria	Las posibles fugas de aceite o gasolina pueden contaminar el suelo			
		Excavaciones para cimentación	Con el uso de maquinaria para la excavación hay probabilidad de contaminación por posibles fugas			
		Cimentación, estructura y albañilería	Con las actividades de construcción hay posibilidad de contaminación del suelo con concreto u otros materiales			
		Almacenamiento de material	Posibles fugas del material almacenado			
		Generación y descarga de aguas residuales	Posible contaminación de mantos freáticos por químicos presentes en las aguas.			

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	ACCIÓN DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DEL EFECTO	ETAPA DEL PROYECTO		
				PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓNI	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
		Uso de detergentes, limpiadores y solventes	Contaminación del suelo por posible derrame de solventes por mal uso de los mismos			
		Mantenimiento de áreas verdes	Mejorará la calidad del agua de esa zona			
Flora	Cobertura	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Disminución en el crecimiento de vegetación por la mala disposición de los RSU			
		Presencia de personas	La presencia de personal y de los habitantes por áreas no permitidas, podría mermar las condiciones de cobertura de las áreas de conservación			
		Deshierbe y retiro de residuos	Disminuirá la cobertura vegetal			
		Trazo y nivelación; Excavaciones para cimentación	Cambiará las condiciones de cobertura			
		Cimentación, estructura y albañilería	Disminuirá la superficie de cobertura			
		Uso de detergentes, limpiadores y solventes	Derivado de algún derrame, se podría mermar la vegetación del área			
		Mantenimiento de áreas verdes	Incrementará la superficie de áreas verdes.			

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	ACCIÓN DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DEL EFECTO	ETAPA DEL PROYECTO		
				PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓNI	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
	Diversidad y densidad	Presencia de personas	La extracción de especies, podría provocar la disminución de las mismas			
		Deshierbe y retiro de residuos	Disminución de especies			
		Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Contaminación del suelo donde puede desarrollarse un individuo			
		Excavaciones para cimentación; Cimentación, estructura y albañilería	Disminuirá la superficie de posible crecimiento de vegetación			
		Uso de detergentes, limpiadores y solventes	Derivado de algún derrame podría mermar la vegetación del área			
		Mantenimiento de áreas verdes	Incrementará la diversidad y densidad de flora en el área			
Fauna	Diversidad y densidad	Presencia de personas	La presencia de las personas ahuyentará la fauna del área			
		Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Los residuos podrían contaminar el alimento o estos ser injeridos por los animales			
		Deshierbe y retiro de residuos	Disminuirá el alimento de las especies			
		Cimentación, estructura y albañilería; introducción de instalaciones, servicios y acabados	La presencia de la construcción impedirá la presencia y desarrollo de individuos			

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	ACCIÓN DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DEL EFECTO	ETAPA DEL PROYECTO		
				PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓNI	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
		Uso de detergentes, limpiadores y solventes	Podría ocasionar algún envenenamiento			
		Mantenimiento de áreas verdes	El incremento de superficie de áreas verdes podría mejorar la presencia de especies			
	Hábitat	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Aquellos que sean mal dispuestos disminuirán el área para cohabitar			
		Presencia de personas	Ahuyentará a la fauna de la zona			
		Deshierbe y retiro de residuos; cimentación, estructura y albañilería; introducción de instalaciones y acabados	Disminuirá la superficie de hábitat			
		Mantenimiento de áreas verdes	Posible incremento de hábitats			
Desarrollo social	**Calidad paisajística**	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Los residuos mal dispuestos merman la calidad del paisaje del lugar			
		Presencia de personas; uso de vehículos y maquinaria	La presencia de la gente, así como los vehículos merma las condiciones naturales del sitio y en ocasiones condiciona la tranquilidad de la zona			
		Uso de vehículos y maquinaria	La presencia de vehículos y maquinaria merma las condiciones naturales del área			

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	ACCIÓN DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DEL EFECTO	ETAPA DEL PROYECTO		
				PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓNI	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
		Deshierbe y retiro de residuos	La disminución de vegetación merma la calidad del paisaje			
		Cimentación, estructura y albañilería; introducción de instalaciones y acabados	La presencia de la vivienda de descanso cambiará las condiciones paisajísticas actuales			
		Generación y descarga de aguas residuales	Inadecuada disposición de aguas residuales merma las condiciones naturales del área.			
		Mantenimiento de áreas verdes	La presencia de áreas verdes mejorará la calidad paisajística			
	Empleo	Contratación de personal	En general para todas las actividades del proyecto se estará contratando personal de la zona			
		Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Se le dará empleo al sistema de recolección del municipio.			

Tabla V.4. Valoración de los impactos generados en función al proyecto

COMPONENTE Y FACTOR AMBIENTAL		ACCIÓN DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DEL EFECTO	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	VALOR
Atmósfera	Calidad del aire	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Se generarán RSU que irán al basurero municipal los cuales generarán GEI	2	2	2	3	2	4	2	4	1	4	**33**	**Moderado**
		Deshierbe y retiro de residuos	Con las actividades de remoción de vegetación y residuos que generan partículas de polvo	2	2	1	1	1	1	1	1	4	1	**18**	**Irrelevante**
		Uso de vehículos y maquinaria	La combustión derivada del uso de vehículos y maquinaria emite GEI	1	1	1	1	1	1	2	4	3	1	**20**	**Irrelevante**
		Uso de detergentes, limpiadores y solventes	Principalmente con el uso de solventes, necesarios sólo para la limpieza de algunas áreas, sin embargo, estos líquidos son volátiles provocando GEI	1	2	1	1	2	1	1	1	4	1	**19**	**Irrelevante**
		Trazo y nivelación; excavaciones para cimentación	Con las actividades de trazo y excavación se generarán partículas de polvo volátiles	2	2	1	1	1	1	1	1	4	1	**21**	**Irrelevante**
		Mantenimiento de áreas verdes	Con el mantenimiento de las áreas verdes mejorará la calidad del aire en la zona	2	1	2	4	4	2	4	1	4	4	**33**	**Moderado (+)**
	Confort sonoro	Presencia de personas	La presencia de personas, generará ruidos en el área derivado de las diferentes actividades a realizar	1	1	1	1	1	2	2	4	4	1	**21**	**Irrelevante**

COMPONENTE Y FACTOR AMBIENTAL		ACCIÓN DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DEL EFECTO	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	VALOR
		Uso de vehículos y maquinaria	Los vehículos y la maquinaria emiten ruidos, en ocasiones con decibeles muy altos, que suelen ser molestos y rebasan los límites permitidos	1	2	1	1	1	1	2	4	4	1	**22**	**Irrelevante**
		Trazo y nivelación; excavaciones para cimentación	El uso de la maquinaria para las excavaciones emite ruidos	1	2	1	2	1	1	1	1	4	1	**19**	**Irrelevante**
		Cimentación, estructura y albañilería	Las actividades de construcción de infraestructura emiten ruidos	2	1	1	1	1	1	1	1	4	1	**19**	**Irrelevante**
	Microclima	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	La disposición final de estos cambia las condiciones climáticas del área	1	1	2	4	2	2	2	4	1	4	**26**	**Moderado**
		Cimentación, estructura y albañilería	La presencia de estructuras de cemento incrementa la radiación solar	2	1	2	4	4	4	2	1	1	4	**30**	**Moderado**
		Deshierbe y retiro de residuos	La ausencia de vegetación incrementará la radiación solar	1	1	1	4	2	2	2	1	1	1	**19**	**Irrelevante**
		Mantenimiento de áreas verdes	La presencia de áreas verdes mejorará las condiciones del clima	4	1	4	4	4	2	1	1	1	1	**32**	**Moderado (+)**
Agua	**Hidrología (escorrentía/ infiltración)**	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Los residuos pueden llegar a influir en la infiltración y escorrentía del agua de lluvia	2	2	2	2	4	1	2	1	1	1	**24**	**Irrelevante**
		Trazo y nivelación; excavaciones para cimentación	La nivelación cambiará los flujos de escorrentía existentes	1	1	2	4	4	4	1	1	1	1	**23**	**Irrelevante**
		Generación y descarga de aguas residuales	Las aguas residuales mal dispuestas podrían infiltrarse en el subsuelo provocando cambios en las propiedades fisicoquímicas en los mantos freáticos	1	1	1	2	1	4	1	4	1	1	**20**	**Irrelevante**

COMPONENTE Y FACTOR AMBIENTAL		ACCIÓN DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DEL EFECTO	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	VALOR
		Consumo de agua potable	El consumo excesivo de este recurso podría mermar las condiciones de agua del área.	1	1	4	4	4	4	1	4	4	1	**31**	**Moderado**
		Cimentación, estructura y albañilería	La presencia de la estructura evitará la infiltración de aguas pluviales	2	1	2	4	4	4	2	4	1	1	**30**	**Moderado**
		Mantenimiento de áreas verdes	Las áreas verdes, incrementarán la infiltración de aguas pluviales del área	2	2	1	4	4	2	2	1	4	2	**30**	**Moderado (+)**
	Calidad del agua	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos y presencia de personas	Con las diferentes actividades se generarán RSU que de no ser bien dispuestos los lixiviados se pueden infiltrar en el subsuelo	2	2	2	4	4	4	4	4	1	2	**35**	**Moderado**
		Excavaciones para cimentación	Con la realización de las actividades podría haber fugas con la maquinaría y contaminar los mantos freáticos	1	1	1	1	1	1	1	*1*	1	1	**13**	**Irrelevante**
		Generación y descarga de aguas residuales	Mal tratamiento de aguas residuales y descargas al subsuelo	1	2	1	2	2	4	2	4	4	1	**27**	**Moderado**
		Uso de detergentes, limpiadores y solventes	Posible contaminación de mantos freáticos	1	1	1	1	2	1	1	4	1	1	**17**	**Irrelevante**
		Consumo de agua potable	El consumo excesivo de este recurso podría mermar las condiciones de agua del área	2	2	4	4	4	4	1	4	4	4	**39**	**Moderado**
		Mantenimiento de áreas verdes	Mejorará la calidad del agua de esa zona	1	1	4	2	4	8	1	1	1	1	**27**	**Moderado (+)**
Suelo	**Uso del suelo**	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Contaminación del suelo por mala disposición y exceso en la generación de residuos	2	1	1	2	4	4	1	4	1	4	**29**	**Moderado**
		Almacenamiento de material	Posibles fugas del material almacenado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**13**	**Irrelevante**

COMPONENTE Y FACTOR AMBIENTAL		ACCIÓN DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DEL EFECTO	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	VALOR
		Deshierbe y retiro de residuos	Habrá remoción de manchones de vegetación y residuos solidos	1	1	1	4	2	1	1	1	4	1	**20**	**Irrelevante**
		Trazo y nivelación; excavaciones para cimentación; cimentación, estructura y albañilería; introducción de instalaciones, servicios y acabados	Con estas actividades las propiedades del suelo cambiarán	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	**16**	**Irrelevante**
		Mantenimiento de áreas verdes	Mejorará las condiciones de vegetación en la zona	2	1	2	2	4	8	1	1	4	1	**31**	**Moderado (+)**
	Propiedades fisicoquímicas	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Los residuos mal dispuestos cambian las propiedades fisicoquímicas del suelo	2	2	2	4	2	4	2	4	1	4	**33**	**Moderado**
		Presencia de personas	El personal o los habitantes podrán disponer mal los residuos que generen	1	1	1	1	1	4	2	4	1	4	**23**	**Irrelevante**
		Uso de vehículos y maquinaria	Las posibles fugas de aceite o gasolina pueden contaminar el suelo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**13**	**Irrelevante**
		Excavaciones para cimentación	Con el uso de maquinaria para la excavación hay probabilidad de contaminación por posibles fugas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**13**	**Irrelevante**
		Cimentación, estructura y albañilería	Con las actividades de construcción hay posibilidad de contaminación del suelo con concreto u otros materiales	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	**15**	**Irrelevante**

COMPONENTE Y FACTOR AMBIENTAL		ACCIÓN DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DEL EFECTO	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	VALOR
		Almacenamiento de material	Posibles fugas del material almacenado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**13**	**Irrelevante**
		Generación y descarga de aguas residuales	Posible contaminación de mantos freáticos por químicos presentes en las aguas.	1	2	1	2	2	4	2	4	4	2	**28**	**Moderado**
		Uso de detergentes, limpiadores y solventes	Contaminación del suelo por posible derrame de solventes por mal uso de los mismos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**13**	**Irrelevante**
		Mantenimiento de áreas verdes	Mejorará la calidad del agua de esa zona	1	1	4	2	4	8	1	1	1	1	**27**	**Moderado (+)**
Flora	**Cobertura**	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Disminución en el crecimiento de vegetación por la mala disposición de los RSU	2	1	1	4	4	1	1	1	1	1	**22**	**Irrelevante**
		Presencia de personas	La presencia de personal y de los habitantes por áreas no permitidas, podría mermar las condiciones de cobertura de las áreas de conservación	1	1	2	2	1	1	2	4	1	1	**19**	**Irrelevante**
		Deshierbe y retiro de residuos	Disminuirá la cobertura vegetal	1	1	1	4	1	1	1	4	4	1	**22**	**Irrelevante**
		Trazo y nivelación; Excavaciones para cimentación	Cambiará las condiciones de cobertura	1	1	1	4	1	4	1	4	4	1	**25**	**Moderado**
		Cimentación, estructura y albañilería	Disminuirá la superficie de cobertura	1	1	1	4	1	4	1	4	4	1	**25**	**Moderado**
		Uso de detergentes, limpiadores y solventes	Derivado de algún derrame, se podría mermar la vegetación del área	1	1	1	2	1	1	1	1	4	1	**17**	**Irrelevante**
		Mantenimiento de áreas verdes	Incrementará la superficie de áreas verdes.	2	1	1	4	4	1	1	1	4	4	**28**	**Moderado (+)**

COMPONENTE Y FACTOR AMBIENTAL		ACCIÓN DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DEL EFECTO	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	VALOR
	Diversidad y densidad	Presencia de personas	La extracción de especies, podría provocar la disminución de las mismas	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	**16**	**Irrelevante**
		Deshierbe y retiro de residuos	Disminución de especies	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**13**	**Irrelevante**
		Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Contaminación del suelo donde puede desarrollarse un individuo	2	1	1	1	1	1	4	4	4	1	**25**	**Moderado**
		Excavaciones para cimentación; Cimentación, estructura y albañilería	Disminuirá la superficie de posible crecimiento de vegetación	1	1	1	4	1	1	1	4	1	1	**19**	**Irrelevante**
		Uso de detergentes, limpiadores y solventes	Derivado de algún derrame podría mermar la vegetación del área	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**13**	**Irrelevante**
		Mantenimiento de áreas verdes	Incrementará la diversidad y densidad de flora en el área	2	1	1	1	4	8	1	1	1	4	**29**	**Moderado (+)**
Fauna	**Diversidad y densidad**	Presencia de personas	La presencia de las personas ahuyentará la fauna del área	1	2	1	1	1	2	1	4	4	2	**23**	**Irrelevante**
		Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Los residuos podrían contaminar el alimento o estos ser injeridos por los animales	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	**16**	**Irrelevante**
		Deshierbe y retiro de residuos	Disminuirá el alimento de las especies	1	1	1	1	1	2	1	4	1	1	**17**	**Irrelevante**
		Cimentación, estructura y albañilería; introducción de instalaciones, servicios y acabados	La presencia de la construcción impedirá la presencia y desarrollo de individuos	1	2	1	1	4	2	2	4	4	1	**26**	**Moderado**
		Uso de detergentes, limpiadores y solventes	Podría ocasionar algún envenenamiento	1	1	1	1	4	1	2	1	1	1	**17**	**Irrelevante**

COMPONENTE Y FACTOR AMBIENTAL		ACCIÓN DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DEL EFECTO	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	VALOR
		Mantenimiento de áreas verdes	El incremento de superficie de áreas verdes podría mejorar la presencia de especies	2	1	1	1	1	2	1	1	4	1	**20**	**Irrelevante (+)**
	Hábitat	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Aquellos que sean mal dispuestos disminuirán el área para cohabitar	2	2	1	4	4	2	1	4	1	1	**28**	**Moderado**
		Presencia de personas	Ahuyentará a la fauna de la zona	1	2	1	4	1	4	1	4	4	2	**28**	**Moderado**
		Deshierbe y retiro de residuos; cimentación, estructura y albañilería; introducción de instalaciones y acabados	Disminuirá la superficie de hábitat	1	2	1	4	1	4	2	4	1	1	**25**	**Moderado**
		Mantenimiento de áreas verdes	Posible incremento de hábitats	1	1	4	4	2	4	1	1	1	1	**23**	**Irrelevante (+)**
Desarrollo social	**Calidad paisajística**	Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Los residuos mal dispuestos merman la calidad del paisaje del lugar	2	2	2	4	2	2	2	4	1	1	**28**	**Moderado**
		Presencia de personas; uso de vehículos y maquinaria	La presencia de la gente, así como los vehículos merma las condiciones naturales del sitio y en ocasiones condiciona la tranquilidad de la zona	1	1	1	4	1	1	2	4	4	2	**24**	**Irrelevante**
		Uso de vehículos y maquinaria	La presencia de vehículos y maquinaria merma las condiciones naturales del área	1	1	1	2	1	1	2	4	4	2	**22**	**Irrelevante**
		Deshierbe y retiro de residuos	La disminución de vegetación merma la calidad del paisaje	1	1	1	2	1	2	2	4	4	1	**22**	**Irrelevante**
		Cimentación, estructura y albañilería; introducción de instalaciones y acabados	La presencia de la vivienda de descanso cambiará las condiciones paisajísticas actuales	1	1	1	4	1	2	1	1	4	4	**23**	**Irrelevante**

COMPONENTE Y FACTOR AMBIENTAL		ACCIÓN DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN DEL EFECTO	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I	VALOR
		Generación y descarga de aguas residuales	Inadecuada disposición de aguas residuales merma las condiciones naturales del área.	1	1	1	1	1	1	2	1	4	2	**18**	**Irrelevante**
		Mantenimiento de áreas verdes	La presencia de áreas verdes mejorará la calidad paisajística	2	1	2	4	1	2	1	1	4	4	**27**	**Moderado (+)**
	Empleo	Contratación de personal	En general para todas las actividades del proyecto se estará contratando personal de la zona	4	1	8	4	2	1	2	4	4	2	**41**	**Moderado (+)**
		Generación y disposición de residuos sólidos urbanos	Se le dará empleo al sistema de recolección del municipio.	2	8	1	4	4	1	2	4	4	4	**46**	**Moderado (+)**

V.2. Caracterización de los impactos.

Tabla V.5 Criterios de evaluación de los impactos ambientales

CRITERIOS		SIGNIFICADO	CALIFICACIÓN	
Signo	+/-	Hace alusión al carácter *benéfico* (+) o *perjudicial* (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.	Benéfico	+
			Perjudicial	-
Intensidad	IN	Grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa. Varía entre 1 y 12, siendo 12 la expresión de la destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y 1 una mínima afectación.	Baja	1
			Media	2
			Alta	4
			Muy Alta	8
			Total	12
Extensión	EX	Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del **proyecto**, pudiendo ser puntual (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si por el contrario, el impacto no admite una ubicación precisa del entorno de la actividad, teniendo una influencia generalizada en todo el impacto será Total (8). Cuando el efecto se produce en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondía en función del % de extensión en que se manifiesta.	Puntual	1
			Parcial	2
			Extensa	4
			Total	8
			Crítica	(+4)
Momento	MO	Alude al tiempo entre la aparición de la acción que produce el impacto y el comienzo de las afectaciones sobre el factor considerado. Si el tiempo transcurrido es nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, Corto plazo, asignándole en ambos casos un valor de cuatro (4). Si es un período de tiempo mayor a cinco años, Largo Plazo (1).	Inmediato	1
			Medio plazo	2
			Largo plazo	4
			Crítico	(+4)
Persistencia	PE	Tiempo que supuestamente permanecerá el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por los medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.	Fugaz	1
			Temporal	2
			Permanente	4
Reversibilidad	RV	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquel deje de actuar sobre el medio.	Corto plazo	1
			Medio plazo	2
			Irreversible	4

Recuperabilidad	MC	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de la intervención humana (o sea mediante la implementación de medidas de manejo ambiental). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos el valor de ocho (8). En caso de ser irrecuperable, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será cuatro (4)	Recuperable inmediato	1
			Recuperable a medio plazo	2
			Mitigable o compensable	4
			Irrecuperable	8
Sinergia	SI	Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea.	Sin sinergismo (simple)	1
			Sinérgico	2
			Muy sinérgico	4
Acumulación	AC	Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como uno (1); si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a cuatro (4).	Simple	1
			Acumulativo	4
Efecto	EF	Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. Puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta, o indirecto o secundario, cuando la manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden.	Indirecto (secundario	1
			Directo	4
Periodicidad	PR	Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular) o constante en el tiempo (efecto continuo).	Irregular o aperiódico o discontinuo	1
			Periódico	2
			Continuo	4

V.3. Valoración de los impactos

- ✓ **Variación de la Matriz de Leopold**

La Matriz de Leopold consiste en una tabla de doble entrada, que incluye en uno de sus ejes las acciones que causan impacto ambiental y en el otro, las condiciones o factores ambientales que pueden ser afectados.

Este formato permite recordar las múltiples interacciones que pueden involucrarse entre actividades y factores ambientales. Se conforma de tres pasos básicos:

1. **Elaboración de la matriz**. La matriz muestra creada por Leopold et al, 1971, enlista en horizontal 100 acciones, y en vertical 88 factores ambientales, dando un total de 8,800 interacciones posibles, de las cuales sólo unas cuantas podrán involucrar impactos de una magnitud e importancia tal que requieran tratamiento comprensivo. Aunque los elementos contenidos en esta matriz representan la mayoría de las acciones básicas y factores ambientales con mayor probabilidad de estar involucrados en el amplio rango de desarrollos que requieren el reporte de sus impactos ambientales, no todos aplican a todos los proyectos; inclusive, puede que no incluya todos los elementos necesarios para realizar un análisis completo de cualquier **proyecto** propuesto.

Por lo tanto, siendo que el código y formato permiten una fácil expansión para incluir elementos adicionales, para cada caso se debe ajustar la matriz a los elementos aplicables al **proyecto** evaluado. Pruebas preliminares sugieren que un análisis de un proyecto típico usualmente contiene entre 25 y 50 interacciones aplicables (Leopold *et al*, 1971).

Para el caso que nos concierne en el presente estudio se han seleccionado una serie de acciones y factores ambientales acorde al proyecto mismo y a las condiciones ambientales propias del entorno en el que éste se inscribe, y se ha invertido la matriz, colocando en vertical las acciones y en horizontal los factores ambientales.

Método Conesa simplificado[1]. En base al Método Conesa simplificado se establecen los criterios de evaluación de los impactos ambientales identificados en la matriz de Leopold.

Una vez identificados los valores de cada uno de los criterios, se obtiene la **Importancia (I)** del impacto ambiental, aplicando el siguiente algoritmo:

$$I = (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Después de identificada la Importancia del impacto, de acuerdo con los valores asignados a cada criterio, la importancia del impacto puede variar entre 13 y 100 unidades que de acuerdo con el reglamento de EIA español. A continuación, se señalan las características de los impactos ambientales que fueron utilizados para calificar su grado de afectación en la matriz de interacciones.

Tabla V.6. Rangos de los valores de Importancia de los impactos ambientales

RANGO	IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS
<25	Irrelevantes o compatibles
25-50	Moderados
50-75	Severos
>75	Críticos

[1] http://www.kpesic.com/sites/default/files/Manual_EIA_Jorge%20Arboleda.pdf

Con esta apertura, se ha hecho una Variante de la Matriz de Leopold utilizando los criterios para valorar los impactos ambientales que se describen en el apartado V.1.2 y un sistema de valoración cualitativo propio descrito en el apartado V.2.3. El proceso consiste en evaluar cada una de las acciones y su efecto sobre los factores ambientales considerando los criterios antes referidos y anotando en cada casilla la valoración respectiva del impacto ambiental para cada una de las etapas del **proyecto** (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento).

1. **Proceso de discusión**. La matriz es sólo el resumen de la evaluación de impacto, debe seguirle una discusión del razonamiento detrás de la valoración, describiendo las acciones que tengan un efecto significativo con cuidado de no diluirlo con discusiones triviales de impactos no significativos. La discusión requerirá de las principales características, físicas y ecológicas, del ambiente y algunas de las características importantes de las acciones que dominan el impacto ambiental, basado en lo señalado en capítulos anteriores.

- ✓ **Discusión de la Matriz: Impactos ambientales identificados en la Matriz de Leopold:**

La identificación, predicción y evaluación de los impactos ambientales se realizó considerando los siguientes factores:

I. El Componente Ambiental, su estado sin proyecto, descrito en el capítulo IV.
II. El factor ambiental que será perturbado, modificado o afectado (impacto).
III. Las actividades que generarán dicho impacto, mismas que resultaron del capítulo II.
IV. Las características del impacto según los criterios indicados.

A continuación, se presenta una discusión de los impactos ambientales significativos que pueden darse en las diferentes etapas del proyecto. La discusión se realiza por componente ambiental y su respectivo factor ambiental, tomando especial cuidado en no diluir las afectaciones significativas con discusiones triviales de impactos no significativos; sin embargo, de manera previa se presenta una breve referencia a los aspectos más importantes del proyecto y su entorno considerados durante la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales.

- ✓ **Aspectos más importantes del proyecto y de su entorno:**

1. El incremento del establecimiento de servicios turísticos, el Área de Influencia se encuentra en un crecimiento de la perturbación y degradación por diferentes actividades antropogénicas, sin embargo, la densidad de carga general no se considera alta ya que el entorno y sus actividades comprenden mayormente hoteles pequeños, restaurantes y casas de descanso.
2. El uso de suelo y vegetación definida por INEGI (2017), ESCALA 1:250,000 corresponde a zona urbana, sin embargo, de acuerdo a la visita de campo se registra arbolado característico de Vegetación Selva Mediana Subcaducifolia, destacando que esta condición vegetal se encuentra mejor representada en la parte alta de la Microcuenca, que, en el Proyecto, lo cual se comprueba con la información de campo recabada (muestras de vegetación en la Microcuenca).
3. Se contempla la remoción de vegetación forestal, sin embargo, se espera conservar algunos árboles que se distribuyan en las áreas verdes. Se hará el debido proceso para la compensación y mitigación de los daños ocasionados mediante una reforestación dentro del mismo polígono del proyecto.
4. El proyecto no se encuentra dentro de alguna Área Natural Protegida Federal, la más cercana es la de “Islas Marietas”, “Sierra Vallejo” y la “APRN-043”, las cuales se ubican a más de 20 km al norte, noreste y noroeste del Proyecto.

5. Se cuenta con tomas o registros para la conexión al sistema de drenaje público, lo cual facilitar la operación de la construcción. En Predio si cuenta con acceso al sistema de drenaje, se recomienda la instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales. La fauna que se puede avistar en el Sistema Ambiental (Microcuenca) fue principalmente del grupo de aves, y muy pocos registros de mamíferos y de Herpetofuna. En el Proyecto la presencia fue muy baja.

6. La generación de residuos sólidos urbanos será recolectada por el Ayuntamiento, cuya disposición final será en los sitios permitidos de estudio desde tiempo atrás, ya presentaba afectaciones sobre el ecosistema natural, esto debido a que el predio se cuenta en inmediaciones de viviendas y regularmente transita gente en la zona. La reciente presencia de casas de descanso, restaurantes y hoteles, aledaños al proyecto, contribuyó a la generación de actividades antropogénicas de diferente índole y cambios de uso de suelo, como fueron la agricultura, acuacultura y construcción de casas habitación, restaurantes, hoteles, entre otros servicios.

El enfoque que se le está dando a la zona ha sido principalmente turístico, lo cual es señalado dentro del por lo que las condiciones del PPDU. Dicho lo anterior, los i**mpactos ocasionados por la operación y el mantenimiento** resultaron de relevancia **irrelevante y moderada** ya que no es una zona conservada y el proyecto compromete en mínima medida al medio ambiente.

- ✓ **ATMÓSFERA**

Uno de los impactos más relevantes en los que el proyecto tendrá interacción, será la **generación y disposición final de residuos sólidos urbanos**, sin embargo, en el Municipio se cuenta con la infraestructura adecuada para sostener un manejo de los residuos, ya que se cuenta con un tiradero municipal, mismo que tiene las características de un relleno sanitario, por lo que, la afectación al ambiente por la generación de este factor, **no es sinérgico**, y resulta fácil de mitigar.

Por parte del proyecto, se aplicarán las medidas de prevención la generación mínima de residuos y así, contribuir en disminuir las cantidades en la disposición final. Dicho lo anterior, se obtuvo una **significancia moderada**, sobre el factor de calidad de aire.

Las actividades de **construcción generarán partículas de polvo** que no será por tiempos prolongados, las actividades se harán en un horario diurno para evitar desconfort sonoro, de igual manera la cantidad de Gases de Efecto Invernadero que se generará no será significativa para el área del proyecto. El uso de detergentes, limpiadores y solventes será en la menor medida posible, y de acuerdo con las restricciones que se indican en el empaque.

Los camiones que transportarán los residuos que se generen por la construcción serán cubiertos con una lona para evitar su dispersión, además, se vigilará que la disposición final se realice en lugares autorizados por el Ayuntamiento. No habrá emisión de ruidos por maquinaria que se encuentre en constante operación, únicamente por parte de los vehículos que arriben o partan de las instalaciones del proyecto. Por lo tanto, podemos afirmar que las emisiones, se realizarán de manera puntual y fugaz.

- ✓ **AGUA**

Uno de los principales problemas que aquejan el país es el problema del agua, su uso y consumo, de manera general la significancia de este componente **resultó Moderado**, porque se tendrá una generación de aguas residuales y el consumo será poco representativo, además, **se recomienda la instalación, como medida de prevención y mitigación**, de un sistema de tratamiento de aguas residuales, para contribuir a disminuir la contaminación sobre este recurso. El impacto para este elemento resulta ser **muy sinérgico**.

De atenderse la recomendación de tratar las aguas residuales, las descargas no se distribuirán a cuerpo de agua o al subsuelo. Aunado a lo anterior, en cada una de las llaves se instalarán mecanismos ahorradores.

- ✓ **SUELO**

El uso de suelo en la zona de acuerdo con el INEGI es considerado como Vegetación Selva Mediana Subcaducifolia, las condiciones naturales en los últimos años han venido mermándose, por lo que la construcción, operación y mantenimiento de este proyecto no generará nuevos impactos en el área, mismos han estado presentándose con anterioridad debido al crecimiento de la zona urbana.

Uno de los principales impactos que afectarán a este componente será la generación de residuos, que como se explicó anteriormente, es un elemento que resulta fácil de controlar por parte del proyecto; aun así, tienen consideradas una serie de medidas de mitigación, y prevención que ayudarán a disminuir la afectación, como son la separación de residuos, entre otras actividades.

Se tendrá precaución en el manejo de los líquidos de limpieza, para evitar que exista algún derrame por parte de estos en el suelo, en caso de que así suceda se procederá a la remediación inmediata.

- ✓ **FLORA**

Para este componente resulta imprescindible mencionar que la zona donde se encuentra el proyecto presenta condiciones naturales de vegetación con individuos dispersos, lo cual se ha mermadas en los últimos años por diferentes actividades antropogénicas, derivando una fragmentación del ecosistema. De igual manera uno de los principales impactos que afectarán a este componente será la generación de residuos sólidos urbanos;

Sin embargo, se realizará el mayor número de actividades para disminuir en la medida de lo posible la generación de éstos, además, se realizará la separación de estos y se tendrá sumo cuidado en la disposición, esto con el objeto de que no sean esparcidos en áreas no correspondientes, como lo son otras parcelas. No se permitirá la extracción de especies dentro del área o inmediaciones. Es importante señalar, ya existen antecedentes de desarrollos de viviendas, y prácticamente el lote conecta ya con calles y lotes construidos. No existe cobertura vegetal continua, solamente una fracción de área verde hacia la parte Sur del Proyecto.

- ✓ **FAUNA**

Actualmente en el polígono del proyecto no hay presencia de que éste sea utilizado como lugar de hábitat de la fauna, ya que se encuentra en una zona turística y habitacional, donde desde hace tiempo la fauna fue ahuyentada derivado de las diferentes actividades antropogénicas; sin embargo, antes de realizar las actividades de construcción, se realizará un recorrido de ahuyentamiento para evitar la afectación de individuos que pudieran encontrarse en el lugar. Se tendrá especial cuidado con la disposición de los Residuos que sean generados, para evitar que estos sean consumidos por la fauna que pudiera encontrarse en el área del proyecto. Además, se vigilará para evitar que exista algún tipo de extracción o caza de individuos.

- ✓ **DESARROLLO SOCIAL**

La construcción de este tipo de desarrollo habitacional, participara en el desarrollo económico y generará impactos al ambiente, mismos que sin la vigilancia adecuada podrían ser grandes afectaciones o bien ser compatibles con las condiciones del área. Como se ha venido planteando la vivienda de descanso unifamiliar implementará una serie de medidas que disminuirán las afectaciones al ecosistema;

Existente una superficie destinada para áreas verdes o jardinera, mejorando así las condiciones originales del terreno. El uso de vehículos y maquinaria será de manera temporal. Los residuos serán dispuestos en contenedores debidamente señalados y tapados para evitar su dispersión.

V.4. Impactos residuales.

Se entiende por impacto residual, al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación. Particularmente para el proyecto, la mayoría de los impactos negativos identificados tienen medidas de mitigación que permitirán que sean ampliamente mitigados o reducidos, e incluso eliminados con la aplicación de las medidas propuestas, no obstante, aún con esta premisa, los impactos residuales que podrían presentarse por la implementación del proyecto se describen a continuación:

- Aumento en la generación de residuos sólidos urbanos.
- Incremento en el volumen de aguas residuales a tratar en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del municipio de Puerto Vallarta, Jalisco.
- Fallas en la red interna de agua potable y alcantarillado sanitario.
- Alteración de la cobertura y la infiltración del suelo debido a las actividades de desmonte y despalme y las excavaciones.
- Se dejará de infiltrar agua a los mantos freáticos en la zona de desplante del proyecto.
- Se incrementará ligeramente el flujo vehicular de las vialidades utilizadas para el arribo al proyecto y de la localidad de Bucerías, principalmente sobre la Calle Lázaro Cárdenas y Calle Javier Mina, lo que generará impacto en el tránsito y emisiones contaminantes a la atmósfera.
- Se generarán emisiones de calor y vapor de agua a la atmósfera por la operación de los equipos de aire acondicionado, cocinas, equipos de bombas, entre otros.

- Emisiones de luz tenue por la noche debido a la habitabilidad de las instalaciones.
- Modificación del paisaje por la creación de una nueva edificación en un lote urbano.

V.5. Impactos acumulativos

Los impactos acumulativos, como definición establecida por la Secretaría, trata del 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.

Los impactos acumulativos son el efecto total de varios factores ambientales y de otros factores combinados. Esto puede incluir la contaminación del aire y del agua, la exposición a productos químicos y el calor extremo, entre otros. Observar estos factores en conjunto permite obtener una imagen más clara de los riesgos para la salud de la comunidad que observarlos por separado.

Entre ejemplos de impactos acumulativos se pueden mencionar:

- Degradación de la calidad de aire como resultado de emisiones contaminantes provenientes de múltiples fábricas localizadas en la misma zona o unidad de gestión de calidad de aire.
- Aumento en las concentraciones de contaminantes en un cuerpo de agua o en el suelo o sedimentos, o su bioacumulación, como consecuencia de múltiples descargas de efluentes industriales no tratados.
- Reducción del caudal de agua en una cuenca hidrográfica debido a múltiples extracciones.
- Aumento de la carga de sedimentos en una cuenca hidrográfica como resultado de una mayor erosión generada por la deforestación, pérdida de cobertura vegetal, cambio de uso de la tierra y/o la construcción indiscriminada de vías de acceso.

- Interferencia con las rutas migratorias o el movimiento de la fauna silvestre por la construcción de múltiples obras de infraestructura lineal o de campos de generación eólica adyacentes.
- Mayor presión sobre la capacidad de carga o la supervivencia de especies indicadoras en un ecosistema.
- Reducción de la población de fauna silvestre causada por un aumento de la caza, los atropellamientos viales, y las operaciones forestales.
- Agotamiento de un bosque como resultado de múltiples concesiones madereras.
- Impactos sociales secundarios o inducidos tales como la inmigración, o una mayor congestión del tráfico y accidentes en las carreteras comunitarias debido a un aumento de la actividad de transporte en el área de influencia del proyecto.

Impactos Acumulativos en el medio abiótico

Las actividades de construcción relacionadas con el uso de maquinaria pesada y equipo, especialmente durante las actividades de nivelaciones y excavaciones, afectan la calidad del aire por el levantamiento de partículas hacia la atmósfera, así como por la emisión de gases contaminantes. Este es un impacto considerado acumulativo en el SA, donde de manera independiente de la realización de este proyecto, existe la emisión de gases por la circulación de vehículos en la carretera existente y la dispersión de partículas a la atmósfera como resultado de las actividades humanas (urbanas y turísticas).

Impactos Acumulativos en el medio biótico

Con relación a la fauna, el proyecto afectará la abundancia principalmente de aves durante la etapa de Construcción. Derivado de la incipiente fauna observada, se considera que el grupo de los vertebrados no se verá afectado de manera importante.

Asimismo, el ruido que generan las distintas actividades de obra puede ocasionar una reducción en la abundancia de aves y vertebrados alrededor de los sitios de intervención de pretendida ubicación del proyecto por ahuyentamiento. Este impacto se considera acumulativo, y una vez terminada la etapa constructiva del proyecto, puede haber un restablecimiento de las poblaciones de aves y vertebrados por recolonización natural, aunque podría ser que algunas especies sensibles a la perturbación no vuelvan a establecerse.

Impactos Acumulativos en el medio socioeconómico

El proyecto, contribuirá al incremento del flujo económico de la región, al generar empleos directos e indirectos, motivo por el cual el impacto acumulativo contemplado será de carácter positivo, por su alcance e intensidad.

Evaluación integral de los impactos acumulativos

La evaluación y gestión de impactos acumulativos es apropiada cuando existe la inquietud de que un proyecto o actividad bajo consideración podría contribuir a generar impactos acumulativos. Esta preocupación puede ser notoria y preexistente, o surgir como consecuencia de la evaluación de impactos sociales y ambientales, donde se identifique la posibilidad de que se generen impactos acumulativos del emprendimiento evaluado en combinación con los impactos de otros proyectos o acciones, actividades humanas o factores exógenos (por ejemplo, factores naturales).

Visto que los impactos acumulativos son frecuentemente el resultado de impactos sucesivos, incrementales y/o combinados de múltiples emprendimientos, la responsabilidad para su prevención y gestión es compartida por los distintos emprendimientos involucrados.

Dado que habitualmente implementar todas las medidas necesarias para reducir o eliminar los impactos acumulativos sobrepasa la capacidad de una sola parte, la colaboración de todos los emprendimientos que afectan es indispensable. En estos casos es el gobierno quien debe desempeñar un papel fundamental, para asegurar la sostenibilidad ambiental y social, a través del diseño e implementación de marcos regulatorios que orienten y apoyen la identificación apropiada y gestión efectiva de los riesgos e impactos acumulativos asociados a múltiples emprendimientos.

Como se indica anteriormente, se propone llevar acciones de prevención como la supervisión y planeación de las actividades, evitando afectar superficies adicionales a las del proyecto, manejar adecuadamente los residuos generados, capacitación a la planta laboral en el uso eficiente del agua, instalación de áreas verdes, uso adecuado de maquinaria, todo esto con el fin de minimizar la aportación del proyecto a los disturbios que se han presentado previamente en la zona del mismo, destacando que un impacto acumulativo no necesariamente puede ser residual.

V.6. Conclusiones.

Podemos mencionar que el tipo de proyecto se ajusta a lo establecido en el artículo 35 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) así como el art. 93 y demás relativos de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, respecto a que el presente Documento Técnico Unificado y en particular la identificación y evaluación de impactos presentada, evidenció que los posibles efectos de las actividades del proyecto no pondrán en riesgo la estructura y función de los ecosistemas descritos en el SA (Ver Capítulo IV), toda vez que **ninguno de los impactos ambientales resultó significativo**.

Derivado del análisis, considerando los resultados de los capítulos anteriores, la construcción, operación y el mantenimiento del proyecto, **generará nuevos impactos ambientales, sin embargo, estos no serán significativos** de los que ya existen en la zona, ya que el ecosistema se ha venido fragmentando por las diferentes actividades antropogénicas que existen en la zona en los últimos años, como es la construcción de diferentes desarrollos habitacionales y restaurantes así como pequeños hoteles, entre otras. Además, como se considera en el uso de suelo del INEGI, el área es catalogada como uso de suelo de zona urbanizada, sin embargo, de acuerdo a las revisiones y evaluaciones de campo, se identificó arbolado adulto característico de Vegetación Selva Mediana Subcaducifolia. La tendencia que tiene el área es de crecimiento turístico y habitacional para el desarrollo social y económico del Municipio.

Los resultados del análisis muestran que los impactos ambientales negativos de mayor importancia se concentran principalmente en las etapas iniciales del proyecto, particularmente en la preparación del sitio y la construcción, donde se generan afectaciones temporales sobre los componentes suelo, agua, aire y flora. Estos impactos están asociados principalmente al cambio de uso de suelo en terrenos forestales, al movimiento de tierras, a la operación de maquinaria pesada y a la remoción parcial de vegetación secundaria.

No obstante, el análisis cuantitativo demuestra que dichos impactos, aun cuando algunos alcanzan niveles de importancia moderada a severa, presentan en su mayoría un carácter temporal, localizado, reversible y recuperable, siempre que se apliquen de manera estricta las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas. En ningún caso se identificaron impactos críticos o irreversibles que comprometan la integridad ecológica, hidrológica o funcional del SAR.

En conclusión, el escenario esperado durante la etapa de construcción del desarrollo Inmobiliario es similar al de cualquier obra civil. Los impactos esperados durante las obras son mitigables y con impactos residuales mínimos, siempre y cuando se apliquen las medidas de mitigación previstas en este estudio.

Considerando la construcción y elementos de uso común, en función del espacio estudiado que la acoge, de la valoración de los impactos ambientales adversos potenciales previsto y de las medidas de protección propuestas, se estima que el cambio en el SA, a consecuencia de estas obras es irrelevante en términos de ocupación territorial y consumo de recursos. De la valoración realizada, se estimó que existirán impactos positivos que, dadas las condiciones socioeconómicas de la zona, han de ser potenciados. Los negativos, al ser mitigados, mantienen residuales bajos que, en el contexto del SA son también irrelevantes.

No se omite indicar que, hasta cierto punto, en toda evaluación ambiental existe un grado de incertidumbre sobre los impactos ambientales derivado de la complejidad de los sistemas naturales. Para minimizar esta posible fluctuación el proyecto se basa en la adopción del principio de precaución que lleva a proponer medidas, incluso, para los impactos ambientales de mínima magnitud. Las medidas específicas y aquellas planteadas bajo Programas particulares permiten que el proyecto incida favorablemente tanto en el desplante como en el contexto del Sistema Ambiental.

Partiendo de lo anteriormente expuesto, se tiene, como escenario que:

- El proyecto no representa riesgos a poblaciones de especies protegidas, no se prevé la generación de afectaciones significativas que pudieran desencadenar un desequilibrio ecológico. Tampoco conlleva riesgos a la salud humana.

- En el presente documento, se han propuesto medidas y estrategias, tendientes a la minimización, prevención y compensación de los impactos ambientales identificados que son técnicamente posibles, financieramente viables y admiten seguimiento y documentación.

En virtud de lo anteriormente expuesto, se tiene que el proyecto se considera como ambientalmente viable, compatible con el entorno del sistema ambiental en el que se ve inserto, así como congruente con los ordenamientos jurídicos y administrativos existentes y aplicables para el sitio del proyecto.

CAPITULO VI: JUSTIFICACION TECNICA, ECONOMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACION EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

ÍNDICE

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....3

VI.1. Justificación técnica-ambiental. 3

VI.1.2. Biodiversidad. 4

VI.1.2.1. Vegetación. 5

VI.1.2.1.1. Estructura vegetal. 5

VI.1.2.1.2. Riqueza especifica y grado de diversidad. 19

VI.1.2.1.3. Especies registradas en la NOM 059 de la flora en el Proyecto y la Microcuenca. 26

VI.1.2.1.4. Conclusión Biodiversidad de la vegetación. 33

VI.1.2.2. Fauna silvestre. 35

VI.1.2.2.1. Abundancia estimada para el Proyecto y la Microcuenca. 35

VI.1.2.2.2. Riqueza de especies y diversidad estimada para el Proyecto y la Microcuenca. 35

VI.1.2.2.3. Especies de fauna registradas en la NOM 059 en el Proyecto y la Microcuenca. 38

VI.1.3. Hidrología. 43

VI.1.4. Protección y recuperación de los suelos. 49

VI.1.4.1. Grado de degradación del suelo con y sin el CUSTF. 49

VI.1.4.1.1. Grado de erosión y perdida de suelo estimada sin el CUSTF. 52

VI.1.4.1.2. Grado de erosión y perdida de suelo estimada con el CUSTF. 53

VI.1.4.1.3. Grado de erosión y perdida de suelo estimada con el CUSTF y prácticas de conservación de suelos. 53

VI.1.4.2. Conclusión de la perdida de suelo 54

VI.2. Justificación económica y social. 55

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.

VI.1. Justificación técnica-ambiental.

En primera instancia se destaca que el proyecto, **no se encuentra dentro** de áreas de importancia ecológica como RTP, RMP, AICA, SPC o áreas naturales protegidas de tipo estatal o federal (CONABIO, 2016; CONANP, 2024).

Como se ha detallado, el Proyecto presenta individuos adultos, formando pequeños grupos en distintas zonas del Predio, los cuales se observan también en comunidades de Selva mediana subcaducifolia, la estructura se encuentra poco desarrollada, sobre todo la distribución horizontal.

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (DOF, 2018), establece en el artículo 93, que solo podrá autorizar el cambio de uso del 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 que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación. Y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Por lo tanto, los siguientes apartados describe cada elemento relevante, donde se detalla el cumplimiento de lo establecido en la LGDFS. Para detallarlo se procedió a comparar datos del Proyecto con los resultados estimados para la Microcuenca (SA), Considerando factores como el grado de biodiversidad de flora y fauna silvestre, el análisis de la estructura vegetal, así como la estimación de la abundancia por hectárea de los elementos faunísticos. Por otro lado, se analizaron las potenciales afectaciones por el CUSTF a la calidad del agua y suelo, y las potenciales acciones que permitan mitigar o compensar las posibles afectaciones.

La información obtenida mediante el inventario forestal fue analizada tanto para el Proyecto y la Microcuenca, con la finalidad de generar información que permitiera comparar ambas zonas. Para el caso de la vegetación se analizaron indicadores de la composición, estructura y biodiversidad. Mientras que para la fauna silvestre se analizó la abundancia, riqueza y biodiversidad.

VI.1.2. Biodiversidad.

Mediante indicadores de diversidad biológica, nos permite determinar el estado de conservación que guarda determinada área con cobertura forestal, además de saber la importancia que tienen para definir acciones de manejo para su conservación (Palacios-Wassenaar, *et al*., 2018). De aquí la importancia de analizar este factor, por lo tanto, para su estimación, se tomaron en cuenta **estimadores que determinen el grado de diversidad en el Proyecto y Microcuenca (SA)**, esto con la finalidad de comparar las condiciones de la **vegetación y de la fauna silvestre entre ambas áreas**. Los indicadores considerados nos permitieron tener valores específicos para el Proyecto y la Microcuenca, y con ellos pudimos relacionarlos para determinar el grado de biodiversidad actual, y analizar si el CUSTF en el Proyecto pudiera causar repercusiones a este componente.

Como una medida de mitigación y/o compensación se consideran los aspectos planteados en el Capítulo VII y los programas ambientales anexos a este documento, esto debido a los efectos que pudiera generar el CUSTF. De acuerdo con los resultados de riqueza de especies, los índices de diversidad (vegetación y fauna) y dominancia e Importancia (vegetación), descritas en el Capítulo IV, en los que se determina lo siguiente para cada elemento analizado en el Proyecto, comparándolo con los resultados de la Microcuenca (SA).

VI.1.2.1. Vegetación.

En ambos casos, se registró una dominancia de vegetación característica de Selva Mediana Subcaducifolia. Por lo tanto, se compararon y analizaron las estimaciones por estrato vegetal (arbóreo, arbustivos y herbáceos).

VI.1.2.1.1. Estructura vegetal.

1. Índice de valor de importancia (IVI).

Derivado a al número de especies y densidades registradas entre el Proyecto y la Microcuenca, los resultados del peso ecológico entre las especies registradas en ambas zonas estudiadas tienden a ser mucho menor en las especies de la Microcuenca, que, en el Proyecto, sin embargo, estos valores tienden a ser más o menos uniformes en la MC, que en el Proyecto.

- ✓ **Estrato arbóreo.**

Entre las especies que podemos comparar de este estrato se encuentra *P. dulce* registrando para el Proyecto un valor de 12.47% y en la MC 2.83%; *B. simaruba* con un valor para el Proyecto de 3.73 y en la MC de 8.77%; *G. ulmifolia* presenta un valor de 5.26% y en la MC fue de 1.78%. Otro caso que presenta similitudes fue *L. lanceolata* para el Proyecto con un valor de 3.25% y en la MC de 1.60% (Tabla VI.1a; Grafico VI.1a). Se observa que os valores del IVI, se muestran un poco más elevados en el Proyecto, que en la Microcuenca. Esto se puede interpretar que la dominancia de las especies más representativas en el Proyecto, también lo son en la Microcuenca. Los resultados sugieren que la comunidad vegetal, comprende un desarrollo estructural equilibrado principalmente en la MC, y no es el caso para el Proyecto. Además de que en la MC se puede apreciar una tendencia con una mejor distribución (Soler *et al*, 2012).

Tabla VI.1a. Comparativo del IVI para el **estrato arbóreo** en el Proyecto y Microcuenca

NO.	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESPECIE CLAVE	P IVI (%)	MC IVI (%)
1	Arecaceae	*Acrocomia aculeata*	Cocoyul	Aa	0.00	0.79
2	Acacardaceae	*Amphipterygium adstringens*	Cuachalalate (espina)	Aad	0.00	0.52
3	Annonaceae	*Annona muricata*	Guanabo	Am	0.00	0.46
4	Annonaceae	*Annona squamosa*	Anona	As	0.00	0.26
5	Fabaceae	*Apoplanesia paniculata*	Arco negro	Ap	0.00	0.77
6	Primulaceae	*Ardisia compressa*	Capulin	Ac	0.00	0.21
7	Primulaceae	*Ardisia revoluta*	Sp.1 (Hoja gruesa)	Ar	0.00	0.40
8	Arecaceae	*Attalea cohune*	Palma/corozo	Aco	0.00	2.60
9	Arecaceae	*Attalea guacuyule*	Corozo/Guacuyul	Ag	0.00	0.57
10	Acanthaceae	*Avicennia germinans*	Mangle negro, puyeque	Ag	0.00	3.47
11	Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Pata de cabra	Bd	0.00	0.41
12	Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Amole/limoncillo (Bomelia)	Bm	0.00	0.65
13	Boraginaceae	*Bourreria superba*	Amapa blanca	Bs	0.00	0.57
14	Moraceae	*Brosimum alicastrum*	Capomo	Ba	0.00	2.77
15	Burseracea	*Bursera bipinnata*	Copal santo (Copal)	Bb	0.00	0.40
16	Burseracea	*Bursera simaruba*	Papelillo (Papelillo rojo)	Bsi	3.73	8.77
17	Malpighiaceae	*Byrsonima crassifolia*	Nanchi	Bc	0.00	1.21
18	Apocynaceae	*Cascabela ovata*	Cascabelillo, torito	Co	0.00	0.50
19	Salicaceae	*Casearia corymbosa*	Mataperro (Garrapatillo/latilla)	Cco	0.00	1.02
20	Rutaceae	*Casimiroa edulis*	Zapote (Sapo)	Ce	0.00	0.41
21	Urticaceae	*Cecropia obtusifolia*	Trompeta	Cob	0.00	0.75
22	Malvaceae	*Ceiba aesculifolia*	Pochote	Ca	0.00	0.22
23	Amaranthaceae	*Chamissoa altissima*	Cuamecate de agua	Cal	0.00	0.19
24	Euphorbiaceae	*Cnidoscolus aconitifolius*	Palo chicle	Cac	0.00	0.57
25	Euphorbiaceae	*Cnidoscolus tepiquensis*	Sp.2	Ct	0.00	1.22
26	Polygonaceae	*Coccoloba barbadensis*	Juan perez	Cb	0.00	0.99
27	Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	Rosa amarilla	Cv	0.00	1.05
28	Palmeras	*Cocos nucifera*	Palma de coco	Cn	5.72	0.86
29	Boraginaceae	*Cordia elaeagnoides*	Barcino	Ce	0.00	0.26
30	Euphorbiaceae	*Croton draco*	Croton	Cd	0.00	0.19
31	Arecaceae	*Cryosophila nana*	Palmilla/Palmita	Cn	0.00	0.74
32	Sapindaceae	*Cupania dentata*	Cola pava (Arbol 5)	Cd	0.00	0.96
33	Capparaceae	*Cynophalla flexuosa*	Margarito (Arbol 5)	Cf	0.00	1.00
34	Fabaceae	*Dalbergia granadillo*	Granadillo (C. blanco)	Dg	0.00	0.19
35	Fabaceas	*Delonix regia*	Framboyan	Dr	14.88	0.00
36	Fabaceae	*Entada polystachya*	Bejuco negro	El	1.00	0.20
37	Fabaceas	*Enterolobium cyclocarpum*	Huanacaxtle	Ec	21.34	1.51
38	Fabaceae	*Erythrina lanata*	Colorin	El	0.00	0.70
39	Erythroxylaceae	*Erythroxylum mexicanum*	Palo chino	Em	0.00	0.93
40	Myrtaceae	*Eugenia capuli*	Capulin de mayo (Arbol 7)	Ecap	0.00	3.73

41	Moraceae	*Ficus aurea*	Amate (Estranguladora)	Fa	0.00	2.55
42	Moraceae	*Ficus crocata*	Chalata	Fc	0.00	0.19
43	Moraceae	*Ficus insipida*	Higuera blanca	Fi	5.25	4.50
44	Nyctaginaceae	*Guapira petenensis*	Sp.3 (Fruto morado)	Gp	1.00	1.24
45	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guasima	Gu	5.26	1.78
46	Rubiaceae	*Guettarda elliptica*	Negrito (Cascarillo)	Ge	0.00	0.97
47	Hernandiaceae	*Gyrocarpus jatrophifolius*	Carne de perro (Rosa amarilla)	Gj	0.00	1.06
48	Rubiaceae	*Hamelia patens*	Coralillo (Hamelia)	Hp	0.00	0.45
49	Rubiaceae	*Hintonia latiflora*	Copalquin (Hintonia)	Hl	0.00	0.68
50	Euphorbiaceae	*Hura polyandra*	Habillo (Haba)	Hp	0.00	0.99
51	Fabaceae	*Hymenaea courbaril*	Guapinol	Hc	0.00	2.08
52	Arecaceae	*Hyophorbe lagenicaulis*	Palma cuello de botella	Hlag	0.00	0.75
53	Convolculaceae	*Ipomoea arborescens*	Cazahuate	Ia	0.00	0.19
54	Caricaceae	*Jacaratia mexicana*	Bonete (Sp.5)	Jm	0.00	1.29
55	Euphorbiaceae	*Jatropha curcas*	Piñon (Sangregado/Sp.2)	Jc	0.00	0.99
56	Combretaceae	*Laguncularia racemosa*	Mangle blanco	Lr	0.00	2.37
57	Fabaceas	*Leucaena lanceolata*	Guaje	Ll	3.25	1.60
58	Malvaceae	*Luehea candida*	Algodoncillo	Lc	0.00	1.67
59	Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	Tepemezquite	Ld	0.00	1.74
60	Moraceae	*Maclura tinctoria*	Palo verde	Mt	0.00	0.20
61	Anacardiaceae	*Mangifera indica*	Mango	Mi	9.38	0.41
62	Malvaceae	*Matisia cordata*	Zapote	Mc	0.00	0.44
63	Capparaceae	*Morisonia americana*	Arbol del diablo (Morizonia)	Ma	0.00	0.19
64	Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	Neea, palo pozole	Np	0.00	0.36
65	Malvaceae	*Pachira aquatica*	Zapote de agua (Pochote)	Pa	0.00	0.85
66	Cactaceae	*Pachycereus pecten-aboriginum*	Cardon	Pp	0.00	0.27
67	Nyctaginaceae	*Pisonia capitata*	Garabato	Pc	0.00	0.31
68	Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	Guamuchil	Pd	12.47	2.83
69	Fabaceae	*Platymiscium trifoliolatum*	Palo santo (Arbol 6/5/granadillo)	Pt	0.00	0.94
70	Apocynaceae	*Plumeria rubra*	Flor de mayo	Pr	0.00	0.69
71	Malvaceae	*Pseudobombax ellipticum*	Clavellina (Clavellin/hoja ancha)	Pe	0.00	3.49
72	Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Arrayancillo (arrayan)	Ps	0.00	0.76
73	Fagaceae	*Quercus elliptica*	Encino	Qe	0.00	2.65
74	Rubiaceae	*Randia armata*	Cruceta	Ra	0.00	0.59
75	Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	Mangle rojo	Rm	0.00	0.96
76	Salicaceae	*Salix humboldtiana*	Sauce	Sh	4.42	0.00
77	Euphorbiaceae	*Sapium lateriflorum*	Mataiza	Sl	0.00	1.38
78	Simaroubaceae	*Simarouba glauca*	Aceituno (Panalillo)	Sg	0.00	0.75
79	Anacardiaceae	*Spondias purpurea*	Ciruelo	Sp	0.00	0.43
80	Myrtaceae	*Syzygium cumini*	Jambolan (Jarilla)	Sc	0.00	0.69
81	Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Amapa	Tr	7.22	0.23
82	Combretaceae	*Terminalia catappa*	Almendro	Tc	7.08	0.26

83	Rosaceas	*Trema micranthum*	Capulincillo (Trema)	Tm	0.00	0.34
84	Meliaceae	*Trichilia trifolia*	Palo fierro (Arbol 3/Sp.4)	Tt	0.00	0.97
85	Malvaceae	*Trichospermum mexicanum*	Algodoncillo	Tm	0.00	0.24
86	Urticaceae	*Urera caracasana*	Ortiga de caballo (Quemadora)	Uc	0.00	1.74
87	Fabaceae	*Vachellia campechiana*	Huinol (Guinol)	Vc	0.00	0.77
88	Fabaceae	*Vachellia hindsii*	Jarretadera	Vh	0.00	1.28
89	Fabaceae	*Vachellia pennatula*	Tepame	Vp	0.00	0.47
90	Lamiaceae	*Vitex mollis*	Agualamo	Vm	0.00	0.46
91	Lamiaceae	*Vitex pyramidata*	Canelillo	Vp	0.00	3.49
92	Vitaceae	*Vitis tiliifolia*	Cuamecate	Vt	0.00	0.40

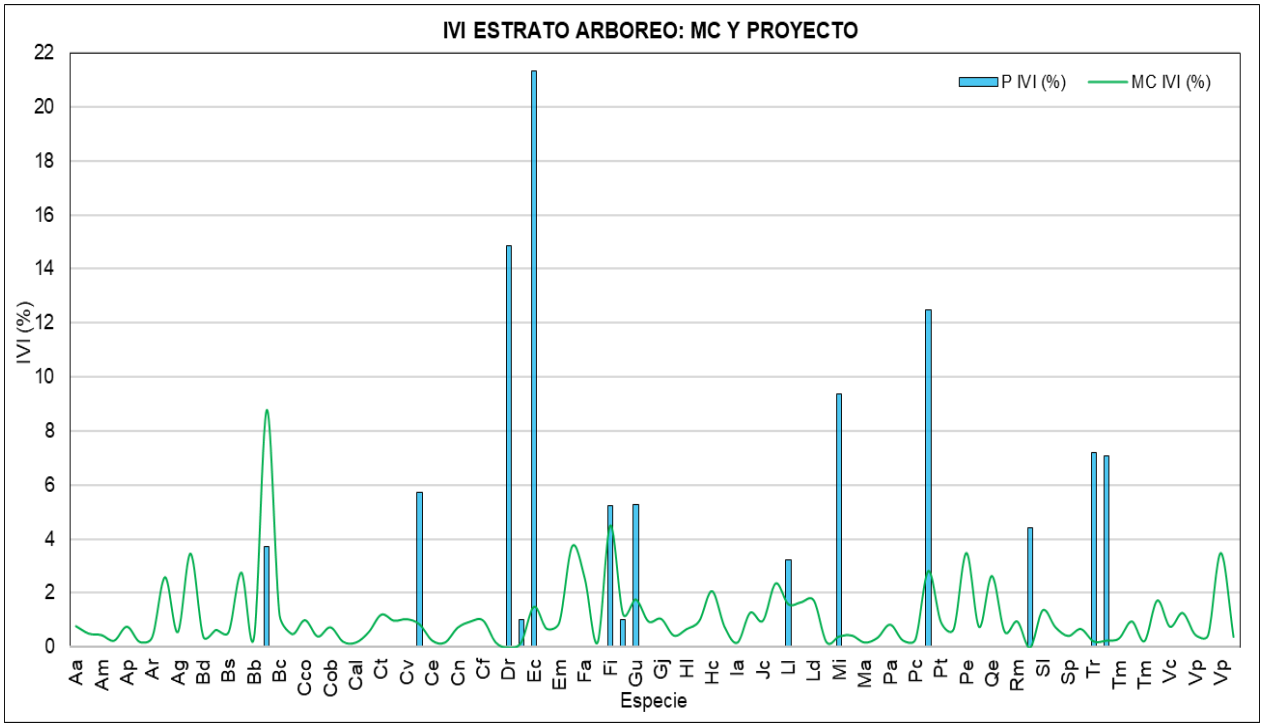


Gráfico VI.1a. IVI por especie para el estrato arbóreo del Proyecto y Microcuenca.

- ✓ **El estrato arbustivo y/o sotobosque.**

Se registraron muy pocas especies para el Proyecto (7), mientras que en la MC fue mucho mayor (83 especies).

En este estrato entre las especies que podemos comparar con mayor peso ecológico del **Proyecto y la Microcuenca**, son *P. dulce* con un valor de 15.21 y 1.12% respectivamente; *L. lanceolata* con un valor de 16.17% y 3.13% respectivamente; *V. hinsii* con 7.27 y 1.68% respectivamente; y *T. catappa* con 19.97 y 0.45% (Tabla VI.1b; Grafico VI.1b). Los valores del peso ecológico muestran el mismo comportamiento que en el estrato arbóreo, para el Proyecto y MC. La información sugiere, que, para el Proyecto no se observa un equilibrio en cuanto a la dominancia y composición. Mientras que en la MC si se observa una dominancia significativa de cada especie.

Tabla VI.1b. Comparativo del IVI para el **estrato arbustivo** en el Proyecto y Microcuenca

NO.	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESPECIE CLAVE	P IVI (%)	MC IVI (%)
1	Annonaceae	*Annona muricata*	Guanabo	Am	0.00	0.31
2	Fabaceae	*Apoplanesia paniculata*	Arco negro	Ap	0.00	0.95
3	Primulaceae	*Ardisia revoluta*	Sp.1 (Hoja gruesa)	Ar	0.00	0.60
4	Acanthaceae	*Avicennia germinans*	Mangle negro (puyeque)	Ag	0.00	8.53
5	Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Pata de cabra	Bd	0.00	2.77
6	Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Amole/limoncillo (Bomelia)	Bm	0.00	0.40
7	Moraceae	*Brosimum alicastrum*	Capomo	Ba	0.00	0.29
8	Burseracea	*Bursera simaruba*	Papelillo (Papelillo rojo)	Bs	0.00	1.97
9	Malpighiaceae	*Byrsonima crassifolia*	Nanchi	Bc	0.00	0.20
10	Apocynaceae	*Cascabela ovata*	Cascabelillo (Torito)	Co	0.00	0.82
11	Salicaceae	*Casearia corymbosa*	Mataperro (Latilla/Garrapatillo)	Cc	0.00	3.09
12	Cannabaceae	*Celtis iguanaea*	Garabato	Ci	0.00	0.77
13	Amaranthaceae	*Chamissoa altissima*	Cuamecate de agua	Ca	0.00	0.69
14	Rutaceae	*Citrus aurantifolia*	Limon	Cau	0.00	0.29
15	Clusiaceae	*Clusia salvinii*	Flor de canela (Clusia)	Cs	0.00	1.29
16	Euphorbiaceae	*Cnidoscolus tepiquensis*	Sp.2	Ct	0.00	0.41
17	Polygonaceae	*Coccoloba barbadensis*	Juan perez (Hoja verde)	Cb	0.00	0.96
18	Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	Rosa amarilla	Cv	0.00	0.94
19	Anacardiaceae	*Comocladia macrophylla*	Hincha huevos	Cm	0.00	2.07
20	Euphorbiaceae	*Croton draco*	Drago (Croton)	Cd	0.00	0.43
21	Arecaceae	*Cryosophila nana*	Palmilla (Palmita)	Cn	0.00	0.78
22	Sapindaceae	*Cupania dentata*	Cola pava (Arbol 5)	Cde	0.00	1.66
23	Capparaceae	*Cynophalla flexuosa*	Margarito (Arbol 5)	Cf	0.00	0.51
24	Fabaceae	*Dalbergia granadillo*	Granadillo	Dg	0.00	0.78
25	Fabaceas	*Delonix regia*	Framboyan	Dr	6.20	0.00
26	Fabaceae	*Entada polystachya*	Bejuco prieto (Liana b/cuamecate negro)	Ep	0.00	1.49

27	Fabaceae	*Enterolobium cyclocarpum*	Huanacaxtle	Ec	0.00	0.64
28	Fabaceae	*Erythrina lanata*	Colorin	El	0.00	1.18
29	Erythroxylaceae	*Erythroxylum mexicanum*	Palo chino	Em	0.00	1.59
30	Myrtaceae	*Eugenia capuli*	Capulin de mayo (Arbol 7)	Eca	0.00	1.34
31	Euphorbiaceae	*Euphorbia tithymaloides*	Candelilla (Lechosillo/1)	Et	0.00	1.87
32	Moraceae	*Ficus aurea*	Amate (Estranguladora)	Fc	0.00	0.45
33	Nyctaginaceae	*Guapira petenensis*	Sp.3 (Fruto morado)	Gp	0.00	0.47
34	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guásima	Gu	0.00	2.27
35	Hernandiaceae	*Gyrocarpus jatrophifolius*	Carne de perro (Rosa amarilla)	Gj	0.00	2.08
36	Rubiaceae	*Hamelia patens*	Coralillo (Amelia, Esp. 1)	Hp	0.00	1.57
37	Malvaceae	*Heliocarpus pallidus*	Cuaulote (Majaguilla)	Hpa	0.00	0.36
38	Rubiaceae	*Hintonia latiflora*	Copalquin (Hintonia)	Hl	0.00	0.61
39	Euphorbiaceae	*Hura polyandra*	Habillo (Haba)	Hpo	0.00	0.93
40	Fabaceae	*Hymenaea courbaril*	Guapinol	Hc	0.00	1.56
41	Arecaceae	*Hyophorbe lagenicaulis*	Palma cuello de botella	Hla	0.00	0.46
42	Caricaceae	*Jacaratia mexicana*	Bonete	Jm	0.00	0.19
43	Euphorbiaceae	*Jatropha curcas*	Piñon (Sangregado/Sp.2)	Jc	0.00	2.23
44	Combretaceae	*Laguncularia racemosa*	Mangle blanco	Lr	0.00	3.52
45	Fabaceas	*Leucaena lanceolata*	Guaje	Ll	16.17	3.13
46	Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Guajillo	Lle	0.00	0.77
47	Malvaceae	*Luehea candida*	Algodoncillo	Lc	0.00	3.24
48	Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	Tepemezquite	Ld	0.00	1.46
49	Anacardiaceae	*Mangifera indica*	Mango	Mi	0.00	0.17
50	Melastomataceae	*Miconia xalapensis*	Capulin	Cx	0.00	0.39
51	Capparaceae	*Morisonia americana*	Arbol del diablo (Morizonia)	Ma	0.00	0.23
52	Primulaceae	*Myrsine coriacea*	Sp. 7	Mc	0.00	0.39
53	Lauraceae	*Nectandra hihua*	Sp. 8	Nh	0.00	0.43
54	Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	Neea (Palo pozole)	Np	0.00	1.60
55	Piperaceae	*Piper amalago*	Cordoncillo (Piper)	Pa	0.00	0.84
56	Nyctaginaceae	*Pisonia aculeata*	Uña de gato	Pac	0.00	0.45
57	Nyctaginaceae	*Pisonia capitata*	Garabato	Pc	0.00	1.44
58	Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	Guamuchilt	Pd	15.21	1.12
59	Fabaceae	*Pithecellobium lanceolatum*	Guamuchilillo	Pl	0.00	1.33
60	Fabaceae	*Platymiscium trifoliolatum*	Palo santo (Arbol 6/5/granadillo)	Pla	0.00	0.80
61	Apocynaceae	*Plumeria rubra*	Flor de mayo	Pr	0.00	0.26
62	Celastraceae	*Pristimera celastroides*	Cuamecate canserino	Pce	0.00	0.61
63	Fabaceae	*Prosopis juliflora*	Mezquite mareño	Pj	13.95	0.00
64	Malvaceae	*Pseudobombax ellipticum*	Clavellina (Clavellin/hoja ancha)	Pe	0.00	0.58
65	Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Arrayan	Ps	0.00	0.85
66	Fagaceae	*Quercus elliptica*	Encino	Qe	0.00	0.76
67	Rubiaceae	*Randia aculeata*	Crucecita (Crusillo)	Rac	0.00	0.51
68	Rubiaceae	*Randia armata*	Cruceta (Cruceto)	Ra	0.00	2.62

69	Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	Mangle rojo	Rm	0.00	2.26
70	Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	Higuerilla	Rc	21.22	0.00
71	Euphorbiaceae	*Sapium lateriflorum*	Mataiza	Sl	0.00	0.93
72	Sapindaceae	*Serjania triquetra*	Bejuco tres costillas (Tres costilla)	St	0.00	0.30
73	Simaroubaceae	*Simarouba glauca*	Aceituno (Panalillo)	Sg	0.00	0.85
74	Anacardiaceae	*Spondias purpurea*	Ciruelo	Sp	0.00	0.59
75	Myrtaceae	*Syzygium cumini*	Jambolan (Jarilla)	Sc	0.00	2.13
76	Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Amapa	Tr	0.00	0.37
77	Combretaceae	*Terminalia catappa*	Almendro	Tc	19.97	0.45
78	Rosaceas	*Trema micrantha*	Trema	Tm	0.00	0.21
79	Meliaceae	*Trichilia trifolia*	Palo fierro (trifolia-SP4-Arbol3)	Tt	0.00	2.29
80	Urticaceae	*Urera caracasana*	Ortiga de caballo (Quemadora)	Uc	0.00	3.89
81	Fabaceae	*Vachellia campechiana*	Huinol (Guinol)	Vc	0.00	0.81
82	Fabaceae	*Vachellia hindsii*	Jarretadera	Vh	7.27	1.68
83	Fabaceae	*Vachellia pennatula*	Tepame	Vp	0.00	0.39
84	Lamiaceae	*Vitex mollis*	Agualamo	Vm	0.00	0.43
85	Lamiaceae	*Vitex pyramidata*	Canelillo	Vpy	0.00	0.97
86	Vitaceae	*Vitis tiliifolia*	Bejuco blanco (Coamecate)	Vt	0.00	1.20

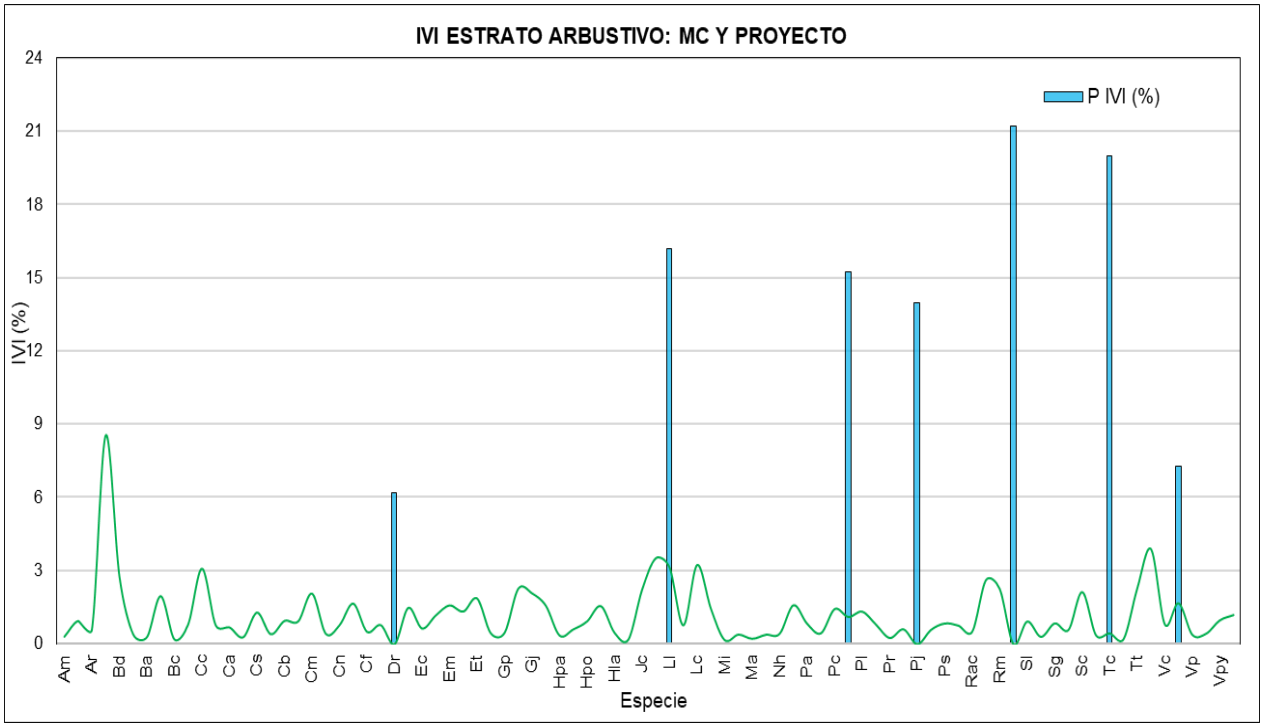


Gráfico VI.1b. IVI por especie para el estrato arbustivo del Proyecto y Microcuenca.

- ✓ **Estrato herbáceo.**

De este estrato solo 2 especies se pueden comparar. Siendo *P. hysterophorus* con un valor de 7.8 y 1.24%; así como *S. acuta* con un valor de 12.27 y 4.09% respectivamente (Tabla VI.1c; Grafico VI.1c).

Tabla VI.1c. Comparativo del IVI para el **estrato herbáceo** en el Proyecto y Microcuenca

NO.	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESPECIE CLAVE	P IVI (%)	MC IVI (%)
1	Euphorbiaceae	*Acalypha indica*	Acalypa	Ai	0.00	1.09
2	Pteridaceae	*Adiantum amplum*		Aa	0.00	0.97
3	Asteraceae	*Ageratina glabrata*	Ageratina	Ag	0.00	3.74
4	Amaranthaceae	*Amaranthus spinosus*	Quelite	As	5.19	0.00
5	Poaceae	*Andropogon gayanus*	Zacate llanero	Ag	10.74	0.00
6	Aristolochiaceae	*Aristolochia carterae*	hoja corazon	Ac	16.27	0.00
7	Fabaceae	*Centrosema plumieri*	Tronpillo	Cp	0.00	1.13
8	Commelinaceae	*Commelina diffusa*	Hierba del pollo	Cd	0.00	3.85
9	Fabaceae	*Desmodium orbiculare*	Desmodium	Do	0.00	1.21
10	Convolvulaceae	*Distimake quinquefolius*	Pata de pollo	Dq	10.45	0.00
11	Moraceae	*Dorstenia drakena*		Dd	0.00	2.84
12	Cucurbitaceae	*Echinopepon racemosus*	H4	Er	0.00	1.56
13	Acanthaceae	*Elytraria imbricata*		Ei	0.00	4.59
14	Acanthaceae	*Henrya insulares*	Henrya insularis	Hi	0.00	7.49
15	Convolvulaceae	*Ipomoea batatas*		Ib	0.00	4.23
16	Convolvulaceae	*Ipomoea purpurea*	Quebra plato	Ip	0.00	0.00
17	Poaceae	*Lasiacis ruscifolia*	Carricillo	Lr	5.84	0.00
18	Lygodiaceae	*Lygodium venustum*	Elecho	Lv	0.00	4.03
19	Marantaceae	*Maranta arundinacea*	Colomo	Ma	0.00	8.55
20	Poaceae	*Megathyrsus maximus*	Guinea	Mm	0.00	3.88
21	Asteroideae	*Melampodium divaricatum*	Crocata	Md	0.00	3.72
22	Fabaceae	*Mimosa albida*		Mal	0.00	1.17
23	Fabaceae	*Mimosa pigra*	sierrilla	Mp	3.76	0.00
24	Fabaceae	*Mimosa pudica*	Dormilona	Mpu	0.00	1.69
25	Poaceae	*Oplismenus burmanni*	Zacate	Ob	0.00	4.96
26	Asteraceae	*Parthenium hysterophorus*	Hierva del golpe	Ph	7.80	1.24
27	Poaceae	*Paspalum paniculatum*	Zacate 1	Pp	13.78	0.00
28	Sapindaceae	*Paullinia fuscescens*	Paullinia	Pf	0.00	1.77
29	Sapindaceae	*Paullinia tomentosa*	H5	Pt	0.00	2.40
30	Petiveriaceae	*Petiveria alliacea*	Carrizo	Pa	0.00	6.11
31	Solanaceae	*Physalis pubescens*	Tomatillo	Ppu	8.26	0.00

32	Verbenaceae	*Priva lappulacea*	Pega pega	Pl	5.63	0.00
33	Acanthaceae	*Ruellia blechum*	H-1	Rb	0.00	3.74
34	Lamiaceae	*Salvia lavanduloides*	Chia	Sl	0.00	2.07
35	Selaginellaceae	*Selaginella pallescens*	Doradilla	Sp	0.00	7.57
36	Malvaceae	*Sida acuta*	Malva	Sa	12.27	4.09
37	Araceae	*Xanthosoma robustum*	H-2	Xr	0.00	3.49

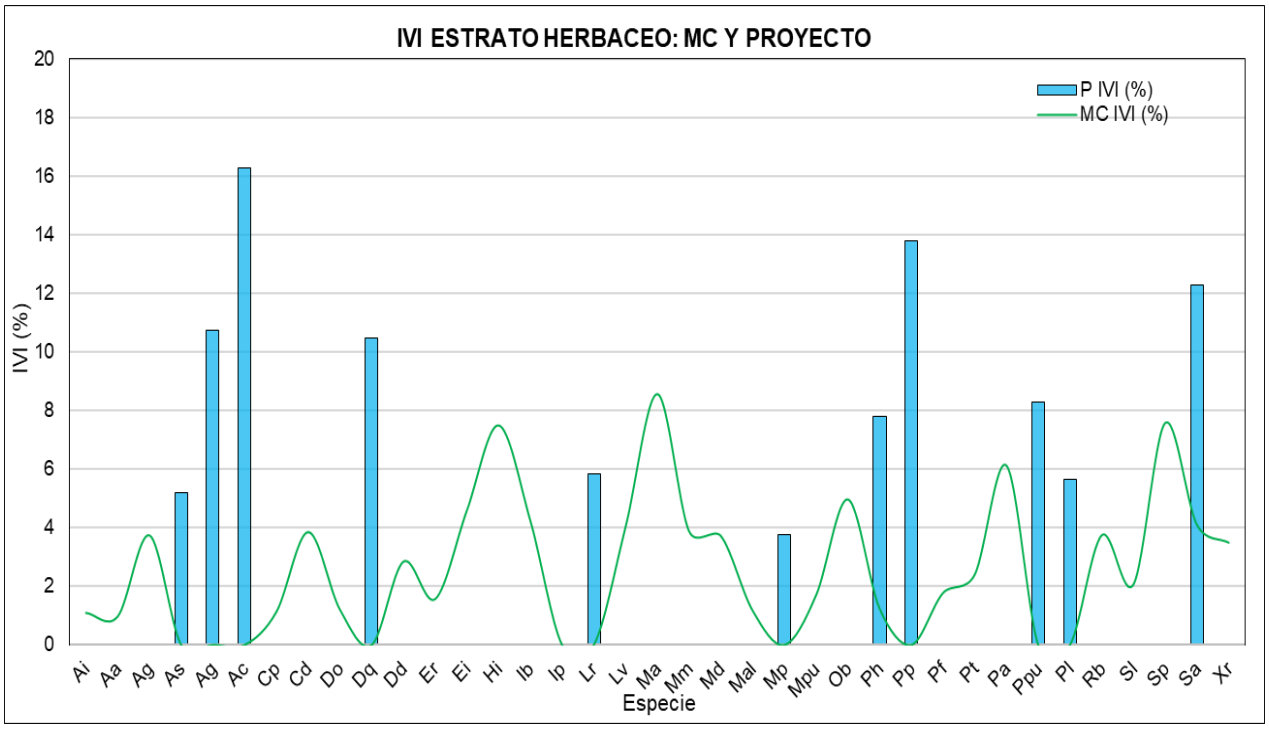


Gráfico VI.1c. IVI por especie para el estrato arbustivo del Proyecto y Microcuenca.

2. Estructura horizontal y vertical.

- ✓ **Estructura horizontal**

Tanto en el **Proyecto y la Microcuenca** el comportamiento de la estructura horizontal se muestra con una distribución similar, en cuanto a la distribución de categorías diametricas continuas. En el Proyecto el **estrato arbóreo** registra categorías diamétricas entre 10 y 75 cm de manera continuas; mientras que la Microcuenca se registraron categorías diametricas desde los 10 hasta los 100 cm de manera continua, y se registra una de 140. En las categorías de 10 a 35 en el Proyecto registra el 90% de la densidad estimada; mientras que en la MC se estima que se distribuye el 75% de la densidad. Esto demuestra que el desarrollo de la comunidad de selva mediana subcaducifolia presenta una mejor condición en la Microcuenca por presentar mayores densidades por hectárea (Grafico VI.2a).

Para el estrato **arbustivo/sotobosque** en ambas zonas se registran diámetros normales de 1 a 7 cm, registrando las mayores densidades entre los diámetros 1 al 3 cm (88% proyecto y 49% MC). El comportamiento de la distribución de los individuos es igual en el Proyecto, es distinto que, en la MC, ya que esta última, se puede observar una distribución similar entre los diámetros (Grafico VI.2b). Además de que la estimación fue mucho más elevada en la MC que en el Proyecto (15,807 MC y 156 ind/ha para el Proyecto).

En el caso del **estrato herbáceo** se observa una correlación entre el diámetro de copa y la densidad, solo en la MC, ya que en el Proyecto se observa una distribución irregular. En la MC si se observa que, a medida que los individuos incrementan el tamaño de la copa la densidad se reduce significativamente (Grafico VI.2c).

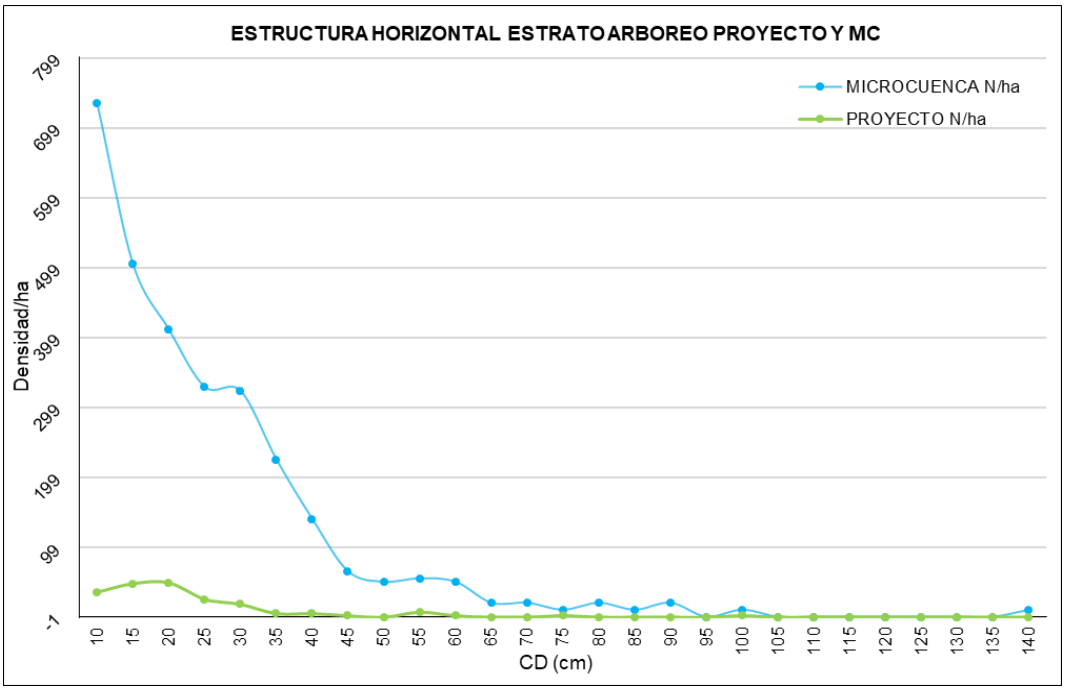


Gráfico VI.2a. Distribución del estrato arbóreo por categoría diamétrica proyecto y MC.

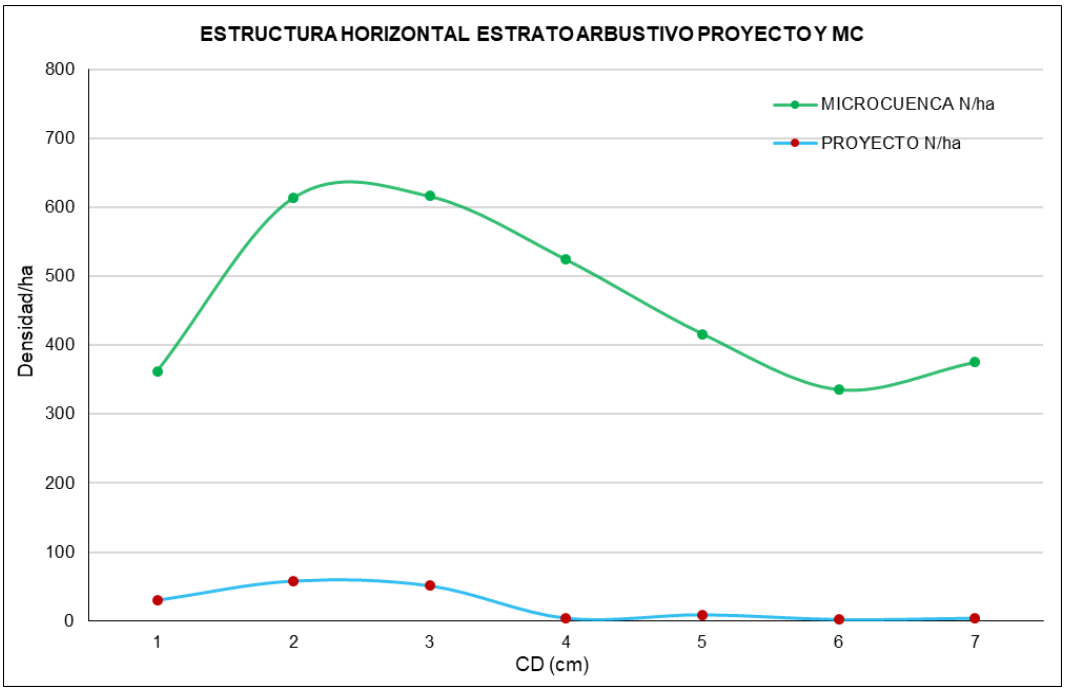


Gráfico VI.2b. Distribución del estrato arbustivo y/o sotobosque por categoría diamétrica proyecto y MC.

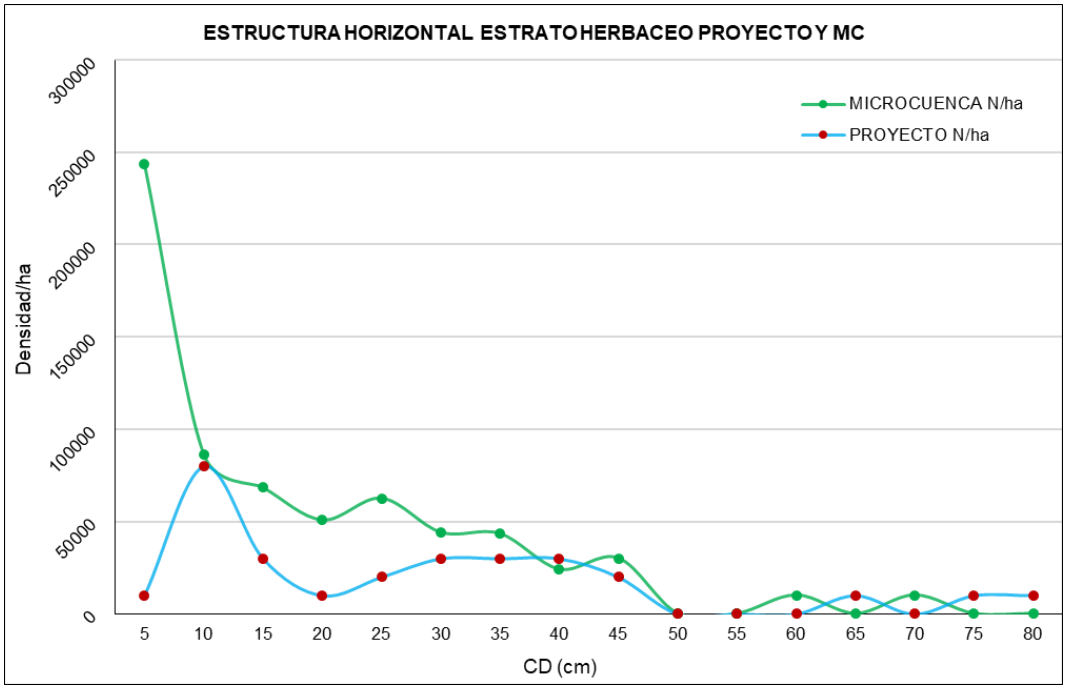
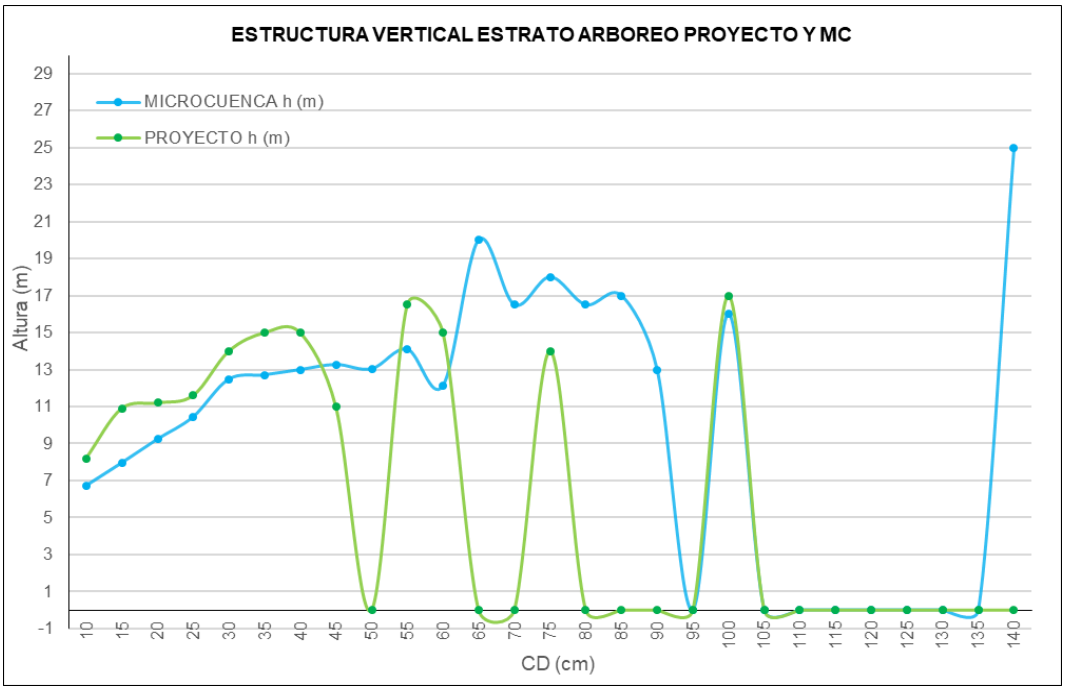


Gráfico VI.2c. Distribución del estrato herbáceo por categoría diamétrica proyecto y MC.

En todos los **estratos se estimó una densidad por hectárea mayor en la Microcuenca**, que la **estimada para el Proyecto**. Esto nos sugiere que las condiciones de la Microcuenca, presenta un mejor desarrollo y distribución de las especies.

- ✓ **Estructura vertical.**

El comportamiento de la altura por categoría diamétrica, en ambas zonas, presenta un desarrollo similar al de **todos los estratos**, lo cual significa que a medida que el diámetro aumenta también los individuos crecen en altura (Grafico VI.2d, 2e y 2f).



GráficoVI.2d. Distribución vertical del estrato arbóreo por categoría diamétrica proyecto y MC.

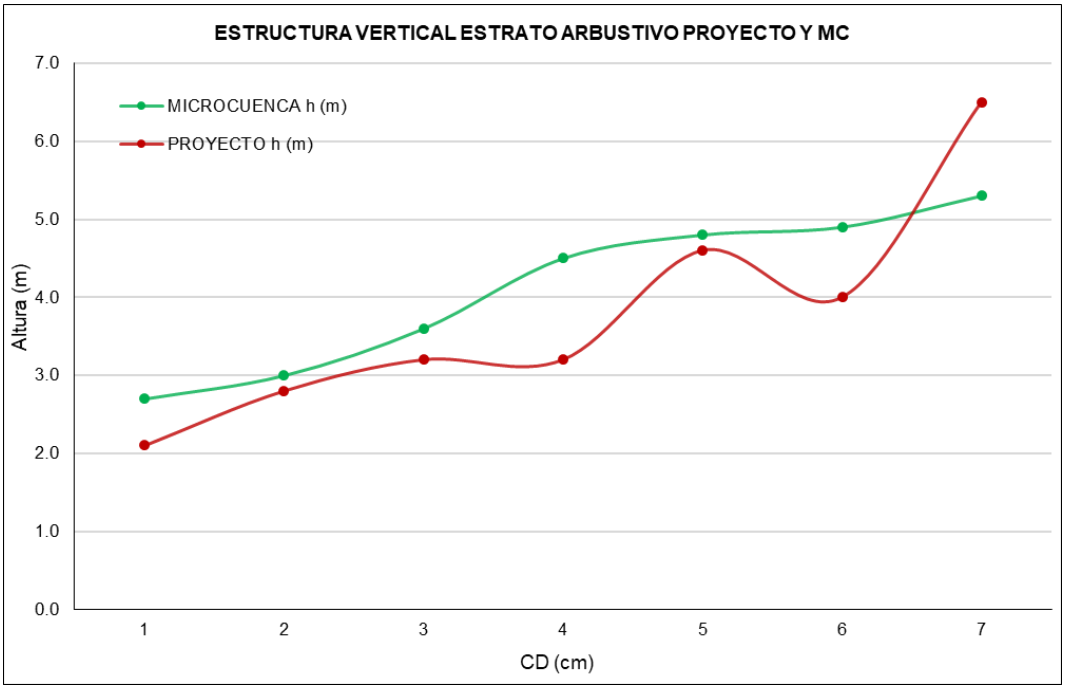


Gráfico VI.2e. Distribución vertical del estrato arbustivo y/o sotobosque por categoría diamétrica proyecto y MC.

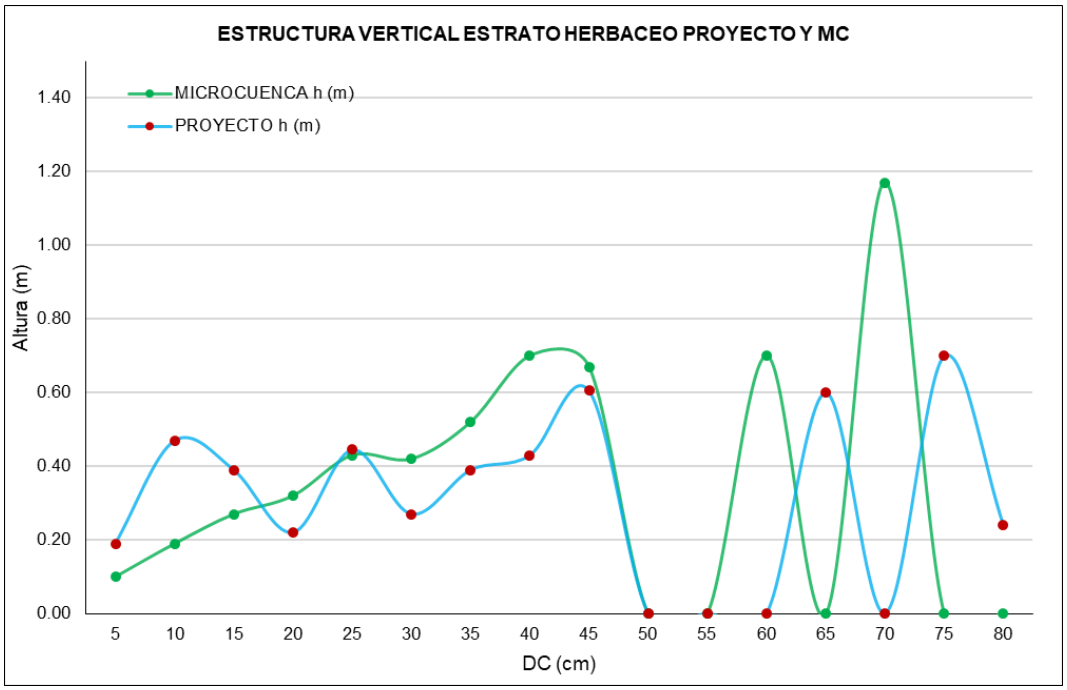


Gráfico VI.2f. Distribución vertical del estrato herbáceo por categoría diamétrica proyecto y MC.

El desarrollo vertical de la comunidad vegetal se puede interpretar que, en ambas zonas los individuos presentan un comportamiento de crecimiento similar en altura por categorías diamétrica. Esto significa que ambas zonas presentan condiciones de calidad del sitio para el desarrollo de esta variable de las especies.

VI.1.2.1.2. Riqueza especifica y grado de diversidad.

En cuanto a **su composición**, el **proyecto** presenta **26 especies** que conforman el **estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo**, distribuidas en **17 familias**. De estas, están representadas por el 50% por especies del estrato arbóreo, un 8% de especies arbustivas y un 42% de especies herbáceas. Para la **Microcuenca** se registraron un total de **133 especies** distribuidas en **53 familias**, de las cuales el 64% corresponden al estrato arbóreo, 16% de arbustivas y 20% herbáceas (Tabla VI.1).

De las especies que se registraron en el **Proyecto**, 13 (50%), se registraron también en la Microcuenca. La familia mejor representada tanto en el **Proyecto y la Microcuenca** fue Fabaceae (7 y 20 respectivamente). Otras de las familias que presentan el mayor número de especies tanto en el Proyecto y la Microcuenca fueron Malvaceae (2 y 9 especies). El resto de las familias se encuentran mejor reasentadas en la MC, que en el Proyecto (Tabla VI.1).

El resto de las familias registradas en el Proyecto las representa una especie, mientras que en la Microcuenca oscila entre 1 y 8. Las condiciones actuales de la vegetación en el Proyecto corresponden a una comunidad fragmentada, dominada por arbolado adulto.

Mientras que, en la Microcuenca, se considera una comunidad en etapa joven y con una buena distribución en su estructura vertical y horizontal. Se observa una gran diferencia entre el Proyecto y Microcuenca, en cuanto a la densidad promedio estimada por hectárea, la cual es muy superior para todos los estratos en la Microcuenca. Por ejemplo, para el estrato arbóreo, la densidad estimada para el Proyecto representa apenas un 3.3% de la densidad comparada con la estimada para la Microcuenca.

Tabla VI.2. **Composición florística** por familia en el Proyecto y la Microcuenca

NO.	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO ENCONTRADO	ZONA P	ZONA MC
1	Acanthaceae	***Avicennia germinans***	**Mangle negro (puyeque)**	**Arboreo/sotobosque**		**2**
		Elytraria imbricata	Cordeoncillo (H2)	Herbaceo		2
		Henrya insularis	Hierba del toro (Henrya/H1)	Herbaceo		2
		Ruellia blechum	Camaron (H-1)	Herbaceo		2
2	Amaranthaceae	*Amaranthus spinosus*	Quelite	Herbaceo	1	
		Chamissoa altissima	Cuamecate de agua	Bejuco		2
3	Anacardiaceae	*Amphipterygium adstringens*	Cuachalalate (espina)	Arboreo		2
		Comocladia macrophylla	Hincha huevos	Arboreo/sotobosque		2
		Mangifera indica	Mango	Arboreo/sotobosque	1	2
		Spondias purpurea	Ciruelo	Arboreo/sotobosque		2
4	Annonaceae	*Annona muricata*	Guanabo	Arboreo/sotobosque		2
		Annona squamosa	Anona	Arboreo		2
5	Apocynaceae	*Cascabela ovata*	Cascabelillo (Torito)	Arbustivo		2
		Plumeria rubra	Flor de mayo	Arbustivo		2
6	Araceae	*Xanthosoma robustum*	Hoja elegante (H-2)	Herbaceo		2
7	Arecaceae	*Acrocomia aculeata*	Cocoyul	Arboreo		2
		Attalea cohune	Palma/corozo	Arboreo		2
		Attalea guacuyule	Corozo/Guacuyul	Arboreo		2
		Cocos nucifera	Palma de coco	Arboreo	1	2
		Cryosophila nana	Palmilla (Palmita)	Arbustivo		2
		Hyophorbe lagenicaulis	Palma cuello de botella	Arboreo/sotobosque		2
8	Aristolochiaceae	*Aristolochia carterae*	hoja corazon	Herbaceo	1	
9	Asteraceae	*Ageratina glabrata*	Chamiza (Ageratina)	Herbaceo		2
		Parthenium hysterophorus	Hierba del golpe	Herbaceo	1	2
10	Asteroideae	*Melampodium divaricatum*	Acahual amarillo (Crocata)	Herbaceo		2
11	Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Amapa	Arboreo/sotobosque	1	2
12	Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	Rosa amarilla	Arboreo/sotobosque		2
13	Boraginaceae	*Bourreria superba*	Amapa blanca	Arboreo		2
		Cordia elaeagnoides	Barcino	Arboreo		2
14	Burseracea	*Bursera bipinnata*	Copal santo (Copal)	Arboreo		2
		Bursera simaruba	Papelillo (Papelillo rojo)	Arboreo/sotobosque	1	2
15	Cactaceae	*Pachycereus pecten-aboriginum*	Cardon	Arboreo		2
16	Cannabaceae	*Celtis iguanaea*	Garabato	Arbustivo		2
		Trema micranthum	Capulincillo (Trema)	Arboreo/sotobosque		2
17	Capparaceae	*Cynophalla flexuosa*	Margarito (Arbol 5)	Arboreo/sotobosque		2
		Morisonia americana	Arbol del diablo (Morizonia)	Arboreo/sotobosque		2
18	Caricaceae	*Jacaratia mexicana*	Bonete (Sp.5)	Arboreo/sotobosque		2
19	Celastraceae	*Pristimera celastroides*	Cuamecate canserino	Bejuco		2
20	Clusiaceae	*Clusia salvinii*	Flor de canela (Clusia)	Arboreo/sotobosque		2

21	Combretaceae	***Laguncularia racemosa***	**Mangle blanco**	**Arboreo/sotobosque**		**2**
		Terminalia catappa	Almendro	Arboreo/sotobosque	1	2
22	Commelinaceae	*Commelina diffusa*	Hierba del pollo	Herbaceo		2
23	Convolvulaceae	*Distimake quinquefolius*	Pata de pollo	Herbaceo	1	
		Ipomoea arborescens	Cazahuate	Arboreo		2
		Ipomoea batatas	Camote morado	Herbaceo		2
		Ipomoea purpurea	Campanilla morada (H3/quebra platos)	Herbaceo		2
24	Cucurbitaceae	*Echinopepon racemosus*	Sp.4 (H4)	Herbaceo		2
25	Erythroxylaceae	*Erythroxylum mexicanum*	Palo chino	Arboreo/sotobosque		2
26	Euphorbiaceae	*Acalypha alopecuroidea*	Acalifa	Herbaceo		2
		Cnidoscolus aconitifolius	Palo chicle	Arboreo		2
		Cnidoscolus tepiquensis	Sp.2	Arboreo/sotobosque		2
		Croton draco	Drago (Croton)	Arbustivo		2
		Euphorbia tithymaloides	Candelilla (Lechosillo/1)	Arbustivo		2
		Hura polyandra	Habillo (Haba)	Arboreo/sotobosque		2
		Jatropha curcas	Piñon (Sangregado/Sp.2)	Arboreo/sotobosque		2
		Ricinus communis	Higuerilla	Arbustivo	1	
		Sapium lateriflorum	Mataiza	Arboreo/sotobosque		2
27	Fabaceae	*Apoplanesia paniculata*	Arco negro	Arboreo/sotobosque		2
		Bauhinia divaricata	Pata de cabra	Arbustivo		2
		Centrosema plumieri	Gallito (Trompillo)	Herbaceo		2
		Dalbergia granadillo	Granadillo (C. blanco)	Arboreo/sotobosque		2
		Delonix regia	Framboyan	Arboreo/sotobosque	1	
		Desmodium tortuosum	Cadillo (Desmodium)	Herbaceo		2
		Entada polystachya	Bejuco prieto (Liana b/cuamecate negro)	Bejuco		2
		Enterolobium cyclocarpum	Huanacaxtle	Arboreo/sotobosque	1	2
		Erythrina lanata	Colorin	Arboreo/sotobosque		2
		Hymenaea courbaril	Guapinol	Arboreo/sotobosque		2
		Leucaena lanceolata	Guaje	Arboreo	1	2
		Leucaena leucocephala	Guajillo	Arboreo/sotobosque		2
		Lysiloma divaricatum	Tepemezquite	Arboreo/sotobosque		2
		Mimosa albida	Dormilona mayor	Herbaceo		2
		Mimosa pigra	Sierrilla	Herbaceo	1	
		Mimosa pudica	Dormilona	Herbaceo		2
		Pithecellobium dulce	Guamuchil	Arboreo/sotobosque	1	2
		Pithecellobium lanceolatum	Guamuchilillo	Arboreo/sotobosque		2
		Platymiscium trifoliolatum	Palo santo (Arbol 6/5/granadillo)	Arboreo/sotobosque		2
		Prosopis juliflora	Mezquite mareño	Arbustivo	1	
		Vachellia campechiana	Huinol (Guinol)	Arboreo/sotobosque		2
		Vachellia hindsii	Jarretadera	Arboreo/sotobosque	1	2
		Vachellia pennatula	Tepame	Arboreo/sotobosque		2
28	Fagaceae	*Quercus elliptica*	Encino	Arboreo/sotobosque		2
29	Hernandiaceae	*Gyrocarpus jatrophifolius*	Carne de perro (Rosa amarilla)	Arboreo/sotobosque		2
30	Lamiaceae	*Salvia lavanduloides*	Alucema (Chia)	Herbaceo		2

		Vitex mollis	Agualamo	Arboreo/sotobosque		2
		Vitex pyramidata	Canelillo	Arboreo/sotobosque		2
31	Lauraceae	*Nectandra hihua*	Sp. 8	Arboreo/sotobosque		2
32	Malpighiaceae	*Byrsonima crassifolia*	Nanchi	Arbustivo		2
33	Malvaceae	*Ceiba aesculifolia*	Pochote	Arboreo		2
		Guazuma ulmifolia	Guásima	Arboreo/sotobosque	1	2
		Heliocarpus pallidus	Cuaulote (Majaguilla)	Arboreo		2
		Luehea candida	Algodoncillo	Arboreo/sotobosque		2
		Matisia cordata	Zapote	Arboreo		2
		Pachira aquatica	Zapote de agua (Pochote)	Arboreo		2
		Pseudobombax ellipticum	Clavellina (Clavellin/hoja ancha)	Arboreo/sotobosque		2
		Sida acuta	Escoba (Malva)	Herbaceo	1	2
		Trichospermum mexicanum	Algodoncillo	Arboreo		2
34	Marantaceae	*Maranta arundinacea*	Colomo (Hoja ancha)	Herbaceo		2
35	Melastomataceae	*Miconia xalapensis*	Capulin	Arbustivo		2
36	Meliaceae	*Trichilia trifolia*	Palo fierro (Arbol 3/Sp.4)	Arboreo/sotobosque		2
37	Moraceae	*Brosimum alicastrum*	Capomo	Arboreo/sotobosque		2
		Dorstenia drakena	Gallitos	Herbaceo		2
		Ficus aurea	Amate (Estranguladora)	Arboreo/sotobosque		2
		Ficus crocata	Chalata	Arboreo		2
		Ficus insipida	Higuera blanca	Arboreo	1	2
		Maclura tinctoria	Palo verde	Arboreo		2
38	Myrtaceae	*Eugenia capuli*	Capulin de mayo (Arbol 7)	Arboreo/sotobosque		2
		Psidium sartorianum	Arrayancillo (arrayan)	Arboreo/sotobosque		2
		Syzygium cumini	Jambolan (Jarilla)	Arbustivo		2
39	Nyctaginaceae	*Guapira petenensis*	Sp.3 (Fruto morado)	Arboreo/sotobosque		2
		Neea psychotrioides	Neea (Palo pozole)	Arboreo/sotobosque		2
		Pisonia aculeata	Uña de gato	Arbustivo		2
		Pisonia capitata	Garabato	Arbustivo		2
40	Petiveriaceae	*Petiveria alliacea*	Carrizo silvestre (Carricillo)	Herbaceo		2
41	Piperaceae	*Piper amalago*	Cordoncillo (Piper)	Arbustivo		2
42	Poaceae	*Andropogon gayanus*	Zacate llanero	Herbaceo	1	
		Lasiacis ruscifolia	Carricillo	Herbaceo	1	
		Megathyrsus maximus	Camalote (Guinea)	Herbaceo		2
		Oplismenus burmanni	Pasto africanno (Zacate)	Herbaceo		2
		Paspalum paniculatum	Zacate 1	Herbaceo	1	
43	Polygonaceae	*Coccoloba barbadensis*	Juan perez (Hoja verde)	Arboreo/sotobosque		2
44	Primulaceae	*Ardisia compressa*	Capulin	Arboreo		2
		Ardisia revoluta	Sp.1 (Hoja gruesa)	Arboreo/sotobosque		2
		Bonellia macrocarpa	Amole/limoncillo (Bomelia)	Arboreo/sotobosque		2
		Myrsine coriacea	Sp. 7	Arbustivo		2
45	Pteridaceae	*Adiantum amplum*	Palmita	Herbaceo		2
46	Rhizophoraceae	***Rhizophora mangle***	**Mangle rojo**	**Arboreo/sotobosque**		**2**
47	Rubiaceae	*Guettarda elliptica*	Negrito (Cascarillo)	Arboreo		2
		Hamelia patens	Coralillo (Amelia, Esp. 1)	Arboreo/sotobosque		2
		Hintonia latiflora	Copalquin (Hintonia)	Arboreo/sotobosque		2
		Randia aculeata	Crucecita (Crusillo)	Arbustivo		2

		Randia armata	Cruceta (Cruceto)	Arbustivo		2
48	Rutaceae	*Casimiroa edulis*	Zapote (Sapo)	Arboreo		2
		Citrus aurantifolia	Limon	Arboreo/sotobosque		2
49	Salicaceae	*Casearia corymbosa*	Mataperro (Latilla/Garrapatillo)	Arboreo/sotobosque		2
		Salix humboldtiana	Sauce	Arboreo	1	
50	Sapindaceae	*Cupania dentata*	Cola pava (Arbol 5)	Arboreo/sotobosque		2
		Paullinia fuscescens	Aquiste (Paullinia/H espinoza)	Herbaceo		2
		Paullinia tomentosa	Brbasco (H5)	Herbaceo		2
		Serjania triquetra	Bejuco tres costillas (Tres costilla)	Bejuco		2
51	Selaginellaceae	*Selaginella pallescens*	Doradilla	Herbaceo		2
52	Simaroubaceae	*Simarouba glauca*	Aceituno (Panalillo)	Arboreo/sotobosque		2
53	Solanaceae	*Physalis pubescens*	Tomatillo	Herbaceo	1	
54	Urticaceae	*Cecropia obtusifolia*	Trompeta	Arboreo		2
		Urera caracasana	Ortiga de caballo (Quemadora)	Arboreo/sotobosque		2
55	Verbenaceae	*Priva lappulacea*	Pega pega	Herbaceo	1	
56	Vitaceae	*Vitis tiliifolia*	Cuamecate	Bejuco		2

En **cuanto a composición**, como se ha mostrado, la superficie de la Microcuenca presenta una mejor condición. Destacamos que, de las especies registradas en el Proyecto, por ejemplo, del **estrato arbóreo el 85%** de las especies, se han registrado también en la Microcuenca. Del estrato arbustivo ninguna se registró en la MC (2 especies); y del herbáceo solo el 18%. Todas las especies registradas, se desarrollan favorablemente en diferentes puntos de la Microcuenca. Esto nos indica que, las condiciones son adecuadas para el desarrollo de las especies que se registran en el Proyecto.

Los resultados indican que la **riqueza especifica y grado de biodiversidad (alfa)**, indican que la **Microcuenca representa las mejores condiciones** para la distribución y desarrollo de las especies forestales registradas en el Proyecto. Los valores estimados para la MC, de la riqueza fue alta y un nivel de diversidad de especies considerado como alto, mientras que los resultados para el Proyecto nos sugieren un grado de riqueza baja y un nivel de diversidad de especies medio (Tabla VI.3; Grafico VI.3a; 3b).

Todos los índices estimados, de todos los estratos, dan como resultado **valores altos para la Microcuenca** y **valores medios para el Proyecto**. Como se ha señado, la **composición florística** fue superior en la Microcuenca, con unas 107 especies más, que en el Proyecto. De las especies registradas en el Proyecto del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo, el 50% de estas, se distribuye también en la Microcuenca de manera importante.

Los valores estimados para la **diversidad beta**, la similitud entre el Proyecto y la Microcuenca, indica que, para el estrato **arbóreo, arbustivo y herbáceo,** existe una similitud entre ambas zonas del 10%, 5 y 6% respectivamente, esto nos sugiere que son diferentes florísticamente, es decir nos demuestra que la Microcuenca es la que alberga una mayor diversidad.

Tabla VI.3. Resultados de la **riqueza de especies e índices de diversidad** estimados.

ZONA	INDICADOR											
	RIQUEZA			MARTGALEF			SHANNON-W			SIMPSON		
	S			Dmg			H´			λ		
	A[1]	ARB[2]	HERB[3]	A[1]	ARB[2]	HERB[3]	A[1]	ARB[2]	HERB[3]	A[1]	ARB[2]	HERB[3]
PROYECTO	12	7	11	2.15	1.19	0.81	1.88	1.62	2.20	0.79	0.76	0.86
MC	90	83	28	10.44	8.47	1.93	3.87	3.49	3.00	0.96	0.92	0.94

[1]Estrato arbóreo; [2]Estrato arbustivo/sotobosque; [3]Estrato herbáceo.

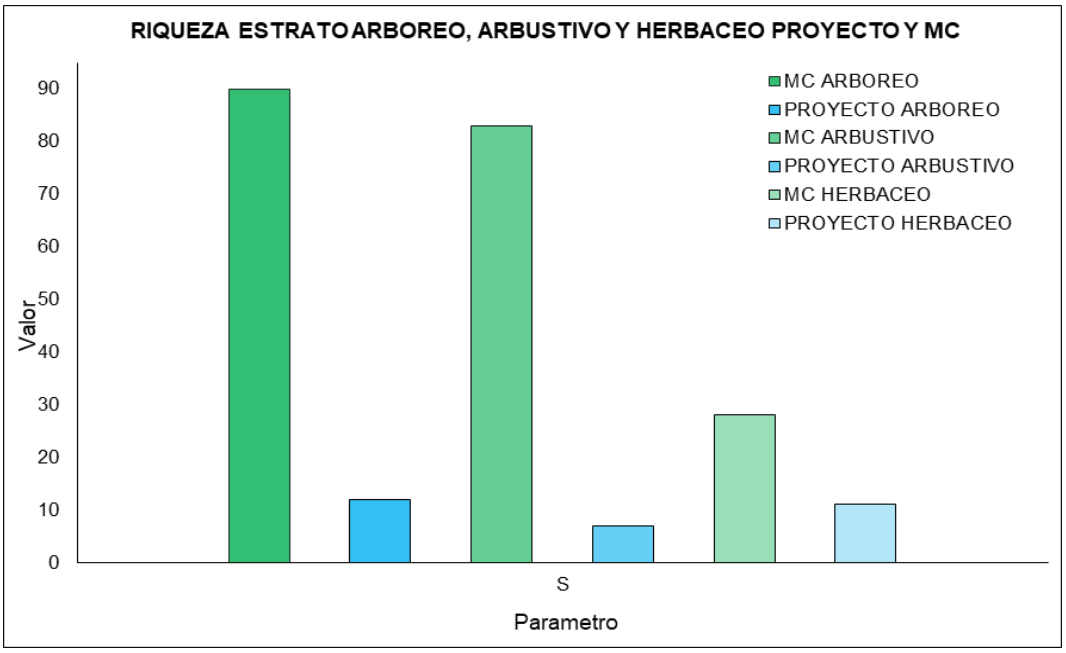


Gráfico VI.3a. Riqueza de especies de cada estrato del proyecto y MC.

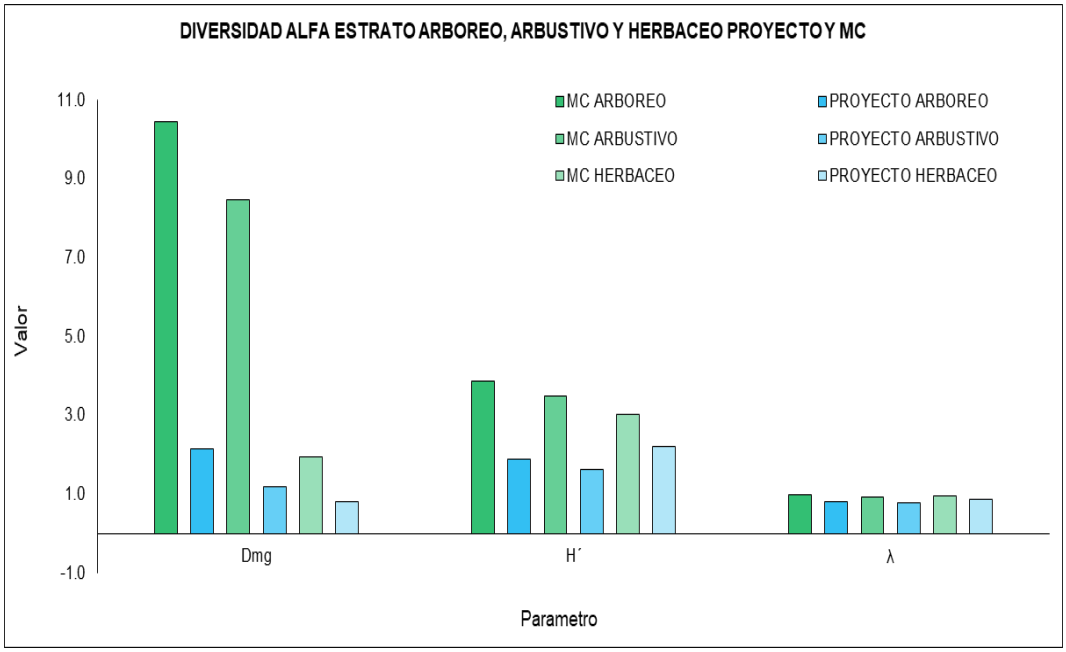


Gráfico VI.3b. Grado de diversidad especifica de cada estrato para el proyecto y MC.

VI.1.2.1.3. Especies registradas en la NOM 059 de la flora en el Proyecto y la Microcuenca.

De las **especies registradas en el Proyecto**, **ninguna se encuentra bajo algún estado de conservación por la NOM 059** (SEMARNAT, 2010), y en todos los casos, se consideran como de menor preocupación (LC) de acuerdo con la Unión internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) (2025). Mientras que **en la Microcuenca se registran 9 especies bajo alguna categoría**, tal es el caso de *A. gucuyule* (Pr), *A. germinans* (A), *L. racemosa* (A) y *C. nana* (A). En la Tabla VI.4, se presenta la condición de las especies acorde a la NOM 059 y Lista roja, de las especies registradas. Corroborando la información, podemos decir que no se podrá en riesgo la perdida de especies bajo algún nivel de conservación y/o protección, ya que la que se registra en el Proyecto, se distribuye muy bien en diferentes sitios de la MC.

Tabla VI.4. Especies registradas **bajo alguna categoría de riesgo** o conservación.

NO.	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	AREA PROYECTO	MC	NOM 59	LISTA IUCN	CONDICION
1	Euphorbiaceae	*Acalypha alopecuroidea*	Acalifa		2	-	-	In
2	Arecaceae	*Acrocomia aculeata*	Cocoyul		2	-	-	Na
3	Pteridaceae	*Adiantum amplum*	Palmita		2	-	-	Na
4	Asteraceae	*Ageratina glabrata*	Chamiza (Ageratina)		2	-	-	e
5	Amaranthaceae	*Amaranthus spinosus*	Quelite	1		-	-	Na
6	Anacardiaceae	*Amphipterygium adstringens*	Cuachalalate (espina)		2	-	VU	e
7	Poaceae	*Andropogon gayanus*	Zacate llanero	1		-	-	
8	Annonaceae	*Annona muricata*	Guanabo		2	-	LC	Na
9	Annonaceae	*Annona squamosa*	Anona		2	-	LC	Na
10	Fabaceae	*Apoplanesia paniculata*	Arco negro		2	-	LC	-
11	Primulaceae	*Ardisia compressa*	Capulin		2	-	LC	Na
12	Primulaceae	*Ardisia revoluta*	Sp.1 (Hoja gruesa)		2	-	-	Na
13	Aristolochiaceae	*Aristolochia carterae*	hoja corazon	1		-	-	e
14	Arecaceae	*Attalea cohune*	Palma/corozo		2	Pr		-
15	Arecaceae	*Attalea guacuyule*	Corozo/Guacuyul		2	Pr		-
16	Acanthaceae	*Avicennia germinans*	Mangle negro, puyeque		2	A	LC	-
17	Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Pata de cabra		2	-	LC	Na
18	Primulaceae	*Bonellia macrocarpa*	Amole/limoncillo (Bomelia)		2	-	LC	Na
19	Boraginaceae	*Bourreria superba*	Amapa blanca		2	P	EN	-
20	Moraceae	*Brosimum alicastrum*	Capomo		2	-	-	Na
21	Burseracea	*Bursera bipinnata*	Copal santo (Copal)		2	-	LC	Na
22	Burseracea	*Bursera simaruba*	Papelillo (Papelillo rojo)	1	2	-	LC	Na
23	Malpighiaceae	*Byrsonima crassifolia*	Nanchi		2	-	LC	Na
24	Apocynaceae	*Cascabela ovata*	Cascabelillo (Torito)		2	-	LC	Na
25	Salicaceae	*Casearia corymbosa*	Mataperro (Latilla/Garrapatillo)		2	-	LC	-
26	Rutaceae	*Casimiroa edulis*	Zapote (Sapo)		2	-	LC	Na

27	Urticaceae	*Cecropia obtusifolia*	Trompeta		2	-	LC	Na
28	Malvaceae	*Ceiba aesculifolia*	Pochote		2	-	LC	Na
29	Cannabaceae	*Celtis iguanaea*	Garabato		2	-	LC	Na
30	Fabaceae	*Centrosema plumieri*	Gallito (Trompillo)		2	-	-	Na
31	Amaranthaceae	*Chamissoa altissima*	Cuamecate de agua		2	-	-	Na
32	Rutaceae	*Citrus aurantifolia*	Limon		2	-	-	In
33	Clusiaceae	*Clusia salvinii*	Flor de canela (Clusia)		2	-	LC	Na
34	Euphorbiaceae	*Cnidoscolus aconitifolius*	Palo chicle		2		LC	-
35	Euphorbiaceae	*Cnidoscolus tepiquensis*	Sp.2		2	-	VU	e
36	Polygonaceae	*Coccoloba barbadensis*	Juan perez (Hoja verde)		2	-	LC	Na
37	Bixaceae	*Cochlospermum vitifolium*	Rosa amarilla		2	-	LC	Na
38	Arecaceae	*Cocos nucifera*	Palma de coco	1	2	-	-	In
39	Commelinaceae	*Commelina diffusa*	Hierba del pollo		2	-	LC	Na
40	Anacardiaceae	*Comocladia macrophylla*	Hincha huevos		2	-	-	Na
41	Boraginaceae	*Cordia elaeagnoides*	Barcino		2	-	LC	-
42	Euphorbiaceae	*Croton draco*	Croton		2	-	LC	Na
43	Euphorbiaceae	*Croton draco*	Drago (Croton)		2	-	LC	Na
44	Arecaceae	*Cryosophila nana*	Palmilla/Palmita		2	A	NT	e
45	Sapindaceae	*Cupania dentata*	Cola pava (Arbol 5)		2	-	LC	Na
46	Capparaceae	*Cynophalla flexuosa*	Margarito (Arbol 5)		2	-	LC	Na
47	Fabaceae	*Dalbergia granadillo*	Granadillo (C. blanco)		2	Pr	CR	-
48	Fabaceas	*Delonix regia*	Framboyan	1		-	LC	
49	Fabaceae	*Desmodium tortuosum*	Cadillo (Desmodium)		2	-	-	Na
50	Convolvulaceae	*Distimake quinquefolius*	Pata de pollo	1		-	-	Na
51	Moraceae	*Dorstenia drakena*	Gallitos		2	-	-	Na
52	Cucurbitaceae	*Echinopepon racemosus*	Sp.4 (H4)		2	-	-	Na
53	Acanthaceae	*Elytraria imbricata*	Cordeoncillo (H2)		2	-	-	Na
54	Fabaceae	*Entada polystachya*	Bejuco negro		2	-	LC	Na

55	Fabaceae	*Enterolobium cyclocarpum*	Huanacaxtle	1	2	-	LC	Na
56	Fabaceae	*Erythrina lanata*	Colorin		2	-	-	e
57	Erythroxylaceae	*Erythroxylum mexicanum*	Palo chino		2	-	-	Na
58	Myrtaceae	*Eugenia capuli*	Capulin de mayo (Arbol 7)		2	-	-	Na
59	Myrtaceae	*Eugenia capuli*	Capulin de mayo (Arbol 7)		2	-	LC	Na
60	Euphorbiaceae	*Euphorbia tithymaloides*	Candelilla (Lechosillo/1)		2	-	LC	Na
61	Moraceae	*Ficus aurea*	Amate (Estranguladora)		2	-	LC	-
62	Moraceae	*Ficus aurea*	Amate (Estranguladora)		2	-	LC	Na
63	Moraceae	*Ficus crocata*	Chalata		2	-	LC	Na
64	Moraceae	*Ficus insipida*	Higuera blanca		2	-	LC	Na
65	Moraceae	*Ficus insipida*	Higuera estranguadora	1		-	LC	Na
66	Nyctaginaceae	*Guapira petenensis*	Sp.3 (Fruto morado)		2	-	-	Na
67	Nyctaginaceae	*Guapira petenensis*	Sp.3 (Fruto morado)		2	-	LC	Na
68	Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guasima	1	2	-	LC	Na
69	Rubiaceae	*Guettarda elliptica*	Negrito (Cascarillo)		2	-	LC	-
70	Hernandiaceae	*Gyrocarpus jatrophifolius*	Carne de perro (Rosa amarilla)		2	-	LC	Na
71	Rubiaceae	*Hamelia patens*	Coralillo (Hamelia)		2	-	LC	Na
72	Malvaceae	*Heliocarpus pallidus*	Cuaulote (Majaguilla)		2	-	LC	e
73	Acanthaceae	*Henrya insularis*	Hierba del toro (Henrya/H1)		2	-	-	Na
74	Rubiaceae	*Hintonia latiflora*	Copalquin (Hintonia)		2	-	LC	Na
75	Euphorbiaceae	*Hura polyandra*	Habillo (Haba)		2	-	LC	Na
76	Fabaceae	*Hymenaea courbaril*	Guapinol		2	-	LC	Na
77	Arecaceae	*Hyophorbe lagenicaulis*	Palma cuello de botella		2	Pr	CR	-
78	Convolvulaceae	*Ipomoea arborescens*	Cazahuate		2	-	LC	Na
79	Convolvulaceae	*Ipomoea batatas*	Camote morado		2	-	-	Na
80	Convolvulaceae	*Ipomoea purpurea*	Campanilla morada (H3/quebra platos)		2	-	-	Na
81	Caricaceae	*Jacaratia mexicana*	Bonete (Sp.5)		2	-	LC	Na
82	Euphorbiaceae	*Jatropha curcas*	Piñon (Sangregado/Sp.2)		2	-	-	Na

83	Combretaceae	*Laguncularia racemosa*	Mangle blanco		2	A	LC	-
84	Poaceae	*Lasiacis ruscifolia*	Carricillo	1		-	-	Na
85	Fabaceae	*Leucaena lanceolata*	Guaje	1	2	-	LC	e
86	Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Guajillo		2	-	-	Na
87	Malvaceae	*Luehea candida*	Algodoncillo		2	-	LC	Na
88	Lygodiaceae	*Lygodium venustum*	Helecho		2	-	-	Na
89	Fabaceae	*Lysiloma divaricatum*	Tepemezquite		2	-	LC	Na
90	Moraceae	*Maclura tinctoria*	Palo verde		2	-	LC	Na
91	Anacardiaceae	*Mangifera indica*	Mango	1	2	-	-	In
92	Marantaceae	*Maranta arundinacea*	Colomo (Hoja ancha)		2	-	-	-
93	Malvaceae	*Matisia cordata*	Zapote		2		-	-
94	Poaceae	*Megathyrsus maximus*	Camalote (Guinea)		2	-	-	In
95	Asteroideae	*Melampodium divaricatum*	Acahual amarillo (Crocata)		2	-	-	Na
96	Melastomataceae	*Miconia xalapensis*	Capulin		2	-	LC	Na
97	Fabaceae	*Mimosa albida*	Dormilona mayor		2	-	LC	Na
98	Fabaceae	*Mimosa pigra*	Sierrilla	1		-	LC	Na
99	Fabaceae	*Mimosa pudica*	Dormilona		2	-	LC	Na
100	Capparaceae	*Morisonia americana*	Arbol del diablo (Morizonia)		2	-	LC	Na
101	Capparaceae	*Morisonia americana*	Arbol del diablo (Morizonia)		2	-	LC	Na
102	Primulaceae	*Myrsine coriacea*	Sp. 7		2	-	-	Na
103	Lauraceae	*Nectandra hihua*	Sp. 8		2	-	LC	Na
104	Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	Neea (Palo pozole)		2	-	LC	Na
105	Poaceae	*Oplismenus burmanni*	Pasto africanno (Zacate)		2	-	-	In
106	Malvaceae	*Pachira aquatica*	Zapote de agua (Pochote)		2	-	LC	Na
107	Cactaceae	*Pachycereus pecten-aboriginum*	Cardon		2	-	LC	e
108	Asteraceae	*Parthenium hysterophorus*	Hierba del golpe		2	-	-	Na
109	Asteraceae	*Parthenium hysterophorus*	Flor blanca	1		-	-	Na
110	Poaceae	*Paspalum paniculatum*	Zacate 1	1		-	-	Na

111	Sapindaceae	*Paullinia fuscescens*	Aquiste (Paullinia/H espinoza)		2	-	-	Na
112	Petiveriaceae	*Petiveria alliacea*	Carrizo silvestre (Carricillo)		2	-	-	Na
113	Solanaceae	*Physalis pubescens*	Tomatillo	1		-	LC	Na
114	Piperaceae	*Piper amalago*	Cordoncillo (Piper)		2	-	LC	Na
115	Nyctaginaceae	*Pisonia aculeata*	Uña de gato		2	-	LC	Na
116	Nyctaginaceae	*Pisonia capitata*	Garabato		2	-	LC	-
117	Fabaceae	*Pithecellobium dulce*	Guamuchil	1	2	-	LC	Na
118	Fabaceae	*Pithecellobium lanceolatum*	Guamuchilillo		2	-	LC	Na
119	Fabaceae	*Platymiscium trifoliolatum*	Palo santo (Arbol 6/5/granadillo)		2	-	-	e
120	Apocynaceae	*Plumeria rubra*	Flor de mayo		2	-	LC	Na
121	Celastraceae	*Pristimera celastroides*	Cuamecate canserino		2	-	-	Na
122	Verbenaceae	*Priva lappulacea*	Pega pega	1		-	-	Na
123	Fabaceae	*Prosopis juliflora*	Mezquite mareño	1		-	-	Na
124	Malvaceae	*Pseudobombax ellipticum*	Clavellina (Clavellin/hoja ancha)		2	-	LC	Na
125	Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Arrayancillo (arrayan)		2	-	-	Na
126	Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Arrayan		2	-	-	Na
127	Fagaceae	*Quercus elliptica*	Encino		2	-	LC	Na
128	Rubiaceae	*Randia aculeata*	Crucecita (Crusillo)		2	-	LC	Na
129	Rubiaceae	*Randia armata*	Cruceta (Cruceto)		2	-	LC	-
130	Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	Mangle rojo		2	A	LC	-
131	Euphorbiaceae	*Ricinus communis*	Higuerilla	1		-	-	
132	Acanthaceae	*Ruellia blechum*	Camaron (H-1)		2	-	-	Na
133	Salicaceae	*Salix humboldtiana*	Sauce	1		-	LC	Na
134	Lamiaceae	*Salvia lavanduloides*	Alucema (Chia)		2	-	-	Na
135	Euphorbiaceae	*Sapium lateriflorum*	Mataiza		2	-	LC	Na
136	Selaginellaceae	*Selaginella pallescens*	Doradilla		2	-	-	Na
137	Sapindaceae	*Serjania triquetra*	Bejuco tres costillas (Tres costilla)		2	-	-	Na
138	Malvaceae	*Sida acuta*	Escoba (Malva)	1	2	-	-	Na

139	Simaroubaceae	*Simarouba glauca*	Aceituno (Panalillo)		2	-	LC	Na
140	Anacardiaceae	*Spondias purpurea*	Ciruelo		2	-	LC	Na
141	Myrtaceae	*Syzygium cumini*	Jambolan (Jarilla)		2	-	LC	In
142	Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Amapa	1	2	-	LC	Na
143	Combretaceae	*Terminalia catappa*	Almendro	1	2	-	LC	In
144	Combretaceae	*Terminalia catappa*	Almendro	1		-	-	
145	Cannabaceae	*Trema micranthum*	Capulincillo (Trema)		2	-	LC	Na
146	Meliaceae	*Trichilia trifolia*	Palo fierro (Arbol 3/Sp.4)		2	-	LC	Na
147	Meliaceae	*Trichilia trifolia*	Palo fierro (trifolia-SP4-Arbol3)		2	-	LC	Na
148	Malvaceae	*Trichospermum mexicanum*	Algodoncillo		2	-	-	Na
149	Urticaceae	*Urera caracasana*	Ortiga de caballo (Quemadora)		2	-	LC	Na
150	Fabaceae	*Vachellia campechiana*	Huinol (Guinol)		2	-	LC	Na
151	Fabaceae	*Vachellia hindsii*	Jarretadera	1	2	-	-	Na
152	Fabaceae	*Vachellia pennatula*	Tepame		2	-	LC	Na
153	Lamiaceae	*Vitex mollis*	Agualamo		2	-	LC	e
154	Lamiaceae	*Vitex mollis*	Agualamo		2	-	LC	e
155	Lamiaceae	*Vitex pyramidata*	Canelillo		2	-	-	e
156	Vitaceae	*Vitis tiliifolia*	Cuamecate		2	-	-	Na
157	Araceae	*Xanthosoma robustum*	Hoja elegante (H-2)		2	-	-	Na

VI.1.2.1.4. Conclusión Biodiversidad de la vegetación.

Con la remoción de la vegetación, debido al CUSTF, **no se proyecta la pérdida de especies**, ya que, estas se registraron fuera del Proyecto también, por lo tanto, podrán desarrollarse favorablemente, lo cual nos indica que **no se pondrá en riesgo la pérdida de biodiversidad vegetal.** Los estimadores sugieren un mayor grado de riqueza y diversidad en la Microcuenca (SA), lo cual significa que aún se cuenta con una variedad importante fuera del área del Proyecto. El comportamiento de las especies en la conformación de la estructura forestal presente en el Proyecto comparte características similares con la zona de la Microcuenca en cuanto a su distribución vertical y horizontal, la diferencia es que la condición en la Microcuenca resulta presentar una mejor distribución y desarrollo. Ninguna de las especies que se inventariaron en el Proyecto, se encuentran bajo algún estado de conservación, por lo tanto, por tampoco se pondrá en riesgo la pérdida de biodiversidad en esas condiciones.

Con la realización del Proyecto por CUSTF, se implementarán programas, con fines de conservación, restauración y de rescate y reubicación de flora, para favorecer al estableciente de las especies que más se verán afectadas, como una medida de mitigación:

1. Implementar un **Programa de protección y/o rescate y reubicación de especies**, que incluya las especies nativas. Dicha actividad, se plantea reubicarlas en una parcela en la parte alta de la Microcuenca, cercas de la localidad Ixtapa, Puerto Vallarta, Jalisco, ya que es donde el promovente cuenta con una parcela y la cual presenta condiciones adecuadas para ejecutar estas labores, considerando **destinar para estas acciones 3.647 ha**. Esto con la finalidad de incrementar la cobertura y conservar las especies que se verán afectadas por el CUSTF.

2. Se propone el desarrollo de un **Programa de Reforestación**, destinando una **superficie de 0.762 ha**, ubicadas en la misma parcela localizada en la parte alta de la Microcuenca.

Con estas acciones se ayudará a mejorar las condiciones de densidades y desarrollo de estas especies, compensando los efectos provocados por el CUSTF.

VI.1.2.2. Fauna silvestre.

VI.1.2.2.1. Abundancia estimada para el Proyecto y la Microcuenca.

El comparativo se realizó mediante la estimación del número de individuos por hectárea. Para el caso de **aves el Proyecto** registro una estimación de **169 individuos/ha y en la Microcuenca se estimaron 696 individuos/ha**. Para la **herpetofauna** el resultado **para el Proyecto** fue de 8.3 individuos/ha y para la MC fue de 1.9 individuos/ha. Lo mismo sucede con el grupo de **Mamíferos** la estimación fue mayor para el Proyecto con 2.8 individuos/ha y para la Microcuenca fue de 2.0 individuos/ha (Tabla VI.5a).

Tabla VI.5a. Abundancia estimada para cada grupo de fauna en el Proyecto y Microcuenca.

ZONA	AVES	HERPETOFAUNA	MAMIFEROS
Proyecto	169	8.3	2.8
Microcuenca	696	1.9	2

VI.1.2.2.2. Riqueza de especies y diversidad estimada para el Proyecto y la Microcuenca.

- ✓ **Composición y riqueza de especies.**

El proyecto registro una composición de 13 familias y 21 especies (todos los grupos), mientras que en la **Microcuenca** se registró una composición de 40 familias y 83 especies de todos los grupos faunísticos (Tabla VI.5b; Grafico VI.4a).

- ✓ **Diversidad alfa de la fauna silvestre en el Proyecto y la Microcuenca.**

Los **índices de diversidad** sugieren para todos los grupos faunísticos, que el grado de diversidad en el **Proyecto fue medio y bajo**, mientras que para la **Microcuenca** estos indican un **grado de diversidad alto**. En ambas zonas el grupo más representativo fue el de Aves, seguido por Herpetofauna y Mamíferos.

El número de registros fue mayor para la Microcuenca (Tabla VI.5b; Grafico VI.4b). Todas las especies registradas en el Proyecto, también se registran ampliamente en diferentes puntos de la Microcuenca.

- ✓ **Diversidad beta de la fauna silvestre en el Proyecto y la Microcuenca.**

El análisis comparativo de similitud entre ambas zonas sugiere que existe para el grupo de aves y herpetofauna una similitud muy baja (14%) entre el Proyecto y la Microcuenca, esto nos sugiere que la Microcuenca es más diverso. Mientras que el grupo de Mamíferos, el valor estimado de similitud es alto (67%), esto significa que tanto el Proyecto y la Microcuenca presentan las mismas condiciones de distribución de este grupo. Y Finalmente el grupo de Herpetofauna presenta un grado de similitud del 33%, lo cual indica una similitud muy baja entre ambas zonas.

Tabla VI.5b. Riqueza y grado de diversidad por grupo faunístico en el Proyecto y la Microcuenca.

INDICADOR/GRUPO	PROYECTO			MC		
	AVES	MAMIFEROS	HERPETOFAUNA	AVES	MAMIFEROS	HERPETOFAUNA
S´	17	1	3	72	5	6
A´	169	3	8	696	2	2
H´	2.61	0.00	1.04	3.8	1.52	1.68
D´	0.91	0.00	0.63	0.97	0.76	0.80
J´	0.26	0.33	1.00	0.16	0.44	0.37

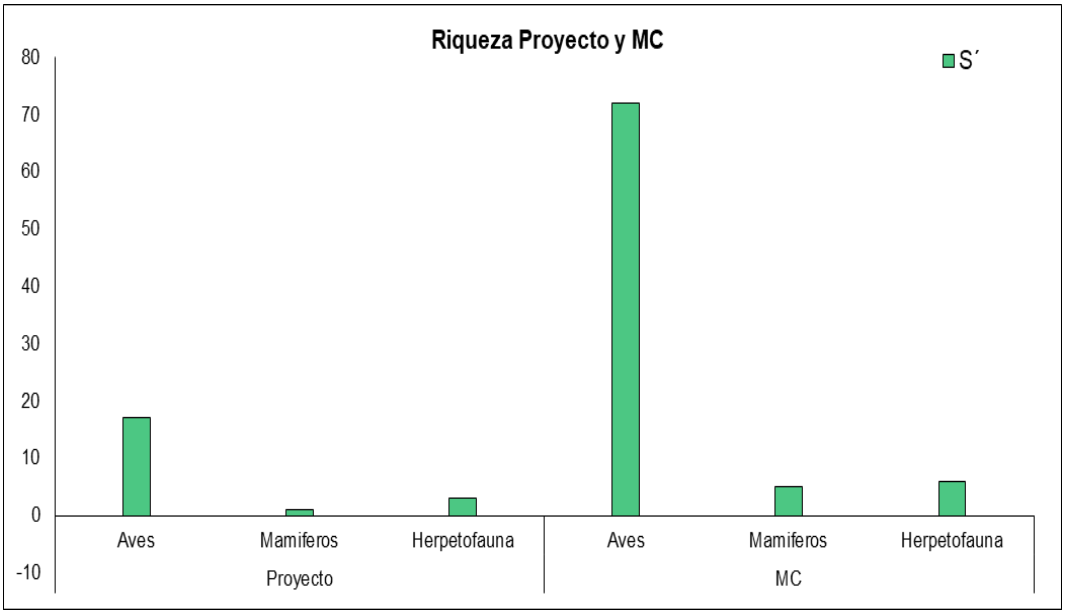


Gráfico VI.4a. **Riqueza de especies** por grupo faunístico del proyecto y MC.

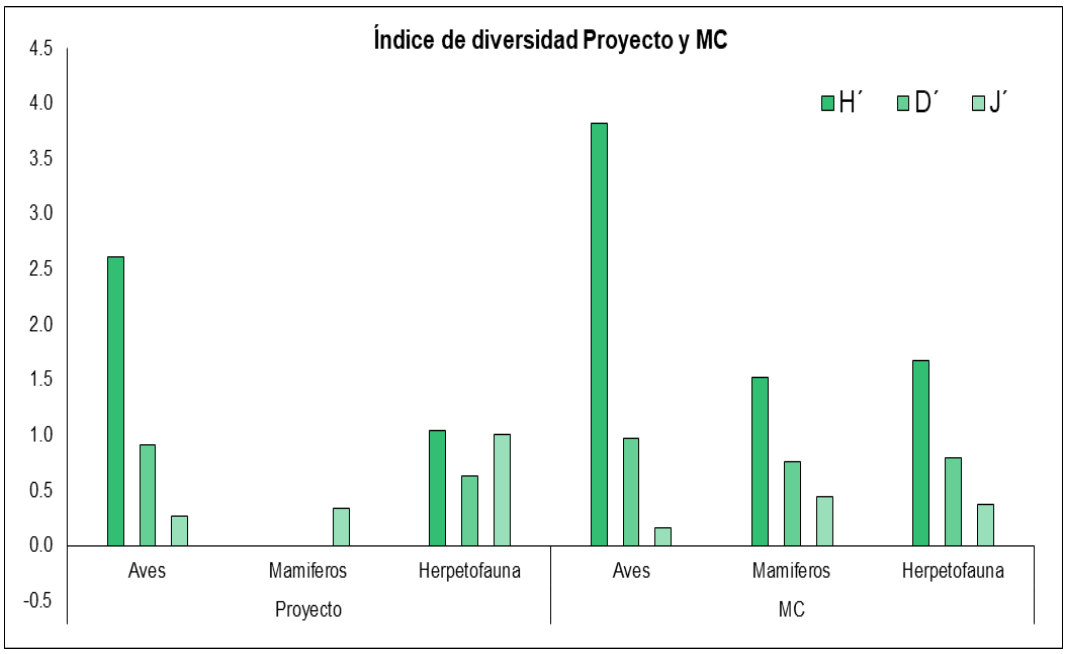


Gráfico VI.4b. **Grado de diversidad** especifica por grupo faunístico del proyecto y MC.

VI.1.2.2.3. Especies de fauna registradas en la NOM 059 en el Proyecto y la Microcuenca.

De las especies registradas en el Proyecto, solo una se encuentran bajo alguna categoría de riesgo o protección de acuerdo con la NOM 059 (2010) y en la lista roja (IUCN; 2024). Dicha especie se encuentra bajo Protección especial (Pr). Por otro lado, en la Microcuenca se registran 11 especies, de las cuales 6 se encuentran en Protección especial (Pr), 2 como Amenazadas (A) y 2 en Peligro de extinción (P). La Tabla VI.6 muestra la condición de las especies acorde a la NOM 059 y Lista roja para el Proyecto y la Microcuenca.

Tabla VI.6. Especies bajo alguna **categoría de riesgo o protección** para el Proyecto y la Microcuenca.

NO.	GRUPO	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	NOM 059	IUCN	DISTRIBUCION
1	Aves	Accipitridae	*Buteogallus urubitinga*	Aguililla Negra Mayor	Pr	LC	MC
2	Reptiles	Anolidae	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo Pañuelo del Pacífico **	-	LC	P-MC
3	Aves	Apodidae	*Streptoprocne zonaris*	Vencejo Collar Blanco	-	LC	MC
4	Aves	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	-	LC	MC
5	Reptiles	Boidae	*Boa sigma*	Boa costa oeste mexicana	-	LC	MC
6	Aves	Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Pico gordo azul	-	LC	P
7	Aves	Cardinalidae	*Cyanocompsa parellina*	Colorín Azulnegro	-	LC	MC
8	Aves	Cardinalidae	*Passerina caerule*	Pico gordo azul		LC	MC
9	Aves	Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín Sietecolores	Pr	LC	MC
10	Aves	Cardinalidae	*Passerina leclancherii*	Colorín Pecho Naranja	-	LC	MC
11	Aves	Cardinalidae	*Passerina versicolor*	Colorín Morado	-	LC	MC
12	Aves	Cardinalidae	*Piranga bidentata*	Piranga Dorso Rayado	-	LC	MC
13	Aves	Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga Roja	-	LC	MC
14	Aves	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	-	LC	MC
15	Aves	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	-	LC	MC
16	Mamiferos	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado		-	MC
17	Aves	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	-	LC	P-MC
18	Aves	Columbidae	*Columbina passerina*	Tortolita Pico Rojo	-	LC	P
19	Aves	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	-	LC	MC
20	Aves	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma Arroyera	-	LC	MC
21	Aves	Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma Morada	-	LC	P-MC
22	Aves	Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma Morada	-	LC	MC
23	Aves	Corvidae	*Cyanocorax colliei*	Urraca Cara Negra	-	LC	MC
24	Aves	Corvidae	*Cyanocorax sanblasianus*	Chara de San Blas	-	LC	MC
25	Aves	Cracidae	*Ortalis poliocephala*	Chachalaca palida	-	LC	MC
26	Aves	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	-	LC	P-MC
27	Aves	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo Canelo	-	LC	MC
28	Mamiferos	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache		-	MC
29	Aves	Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón Guaco	-	LC	MC
30	Aves	Falconidae	*Micrastur semitorquatus*	Halcón Selvático de Collar	Pr	LC	MC
31	Aves	Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata Tijereta	-	LC	MC
32	Aves	Furnariidae	*Xiphorhynchus flavigaster*	Trepatroncos Pico Marfil	-	LC	MC
33	Anfibios	Hylidae	*Agalychnis dacnicolo*	Ranita Verduzca**	-	LC	P-MC

34	Aves	Icteridae	*Cassiculus melanicterus*	Cacique mexicanno	-	LC	P-MC
35	Aves	Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado	-	LC	P-MC
36	Aves	Icteridae	*Icterus spurius*	Calandria Castaña	-	LC	P
37	Aves	Icteridae	*Icterus wagleri*	Calandria de Wagler	-	LC	MC
38	Aves	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	-	LC	P
39	Reptiles	Iguanidae	*Iguana iguana*	Iguana Verde	Pr	LC	P-MC
40	Reptiles	Iguanidae	*Ctenosaura pectinata*	Iguana mexicana cola espinoza	A	LC	MC
41	Aves	Mimidae	*Melanotis caerulescens*	Mulato Azul	-	LC	MC
42	Aves	Momotidae	*Momotus mexicanus*	Momoto Corona Canela	-	LC	MC
43	Aves	Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe Corona Negra	-	LC	P-MC
44	Aves	Parulidae	*Geothlypis tolmiei*	Chipe Lores Negros	A	LC	MC
45	Aves	Parulidae	*Leiothlypis ruficapilla*	Chipe Cabeza Gris	-	LC	MC
46	Aves	Parulidae	*Setophaga nigrescens*	Chipe Negrogris	-	LC	P-MC
47	Aves	Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe Amarillo	-	LC	MC
48	Aves	Passerellidae	*Melozone kieneri*	Rascador Nuca Canela	-	LC	MC
49	Aves	Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianum*	Cormoran neotropical		LC	MC
50	Aves	Picidae	*Dryocopus lineatus*	Carpintero Lineado	-	LC	MC
51	Aves	Picidae	*Melanerpes chrysogenys*	Carpintero Enmascarado**	-	LC	MC
52	Aves	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgris	-	LC	MC
53	Mamiferos	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí, tejon		-	MC
54	Mamiferos	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	-	LC	P-MC
55	Aves	Psittacidae	*Amazona finschi*	Loro Corona Lila**	P	EN	MC
56	Aves	Psittacidae	*Eupsittula canicularis*	Perico Frente Naranja	Pr	VU	MC
57	Mamiferos	Sciuridae	*Sciurus colliaei*	Ardilla gris del Pacífico**		-	MC
58	Aves	Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote Bajeño	-	LC	MC
59	Reptiles	Teiidae	*Aspidoscelis lineattissimus*	Huico muchas líneas**	Pr	LC	MC
60	Aves	Thraupidae	*Saltator grandis*	Saltador Gris Mesoamericano	-	LC	P
61	Aves	Thraupidae	*Saltator coerulescens*	Saltador Gris	-	LC	MC
62	Aves	Thraupidae	*Sporophila torqueola*	Semillero Rabadilla Canela	-	LC	MC
63	Aves	Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero Brincador	-	LC	MC
64	Aves	Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón Degollado	-	LC	MC
65	Aves	Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira Puerquito	-	LC	MC
66	Aves	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí canelo	-	LC	MC
67	Aves	Trochilidae	*Cynanthus auriceps*	Esmeralda Occidental	-	LC	MC
68	Aves	Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí Pico Ancho	-	LC	MC
69	Aves	Trochilidae	*Ramosomyia violiceps*	Colibrí Corona Violeta	-	LC	MC
70	Aves	Trochilidae	*Saucerottia beryllina*	Colibrí Berilo	-	LC	MC
71	Aves	Troglodytidae	*Thryophilus sinaloa*	Saltapared Sinaloense	-	LC	P-MC
72	Aves	Troglodytidae	*Pheugopedius felix*	Saltapared Feliz	-	LC	MC
73	Aves	Trogonidae	*Trogon citreolus*	Coa Citrina	-	LC	MC
74	Aves	Trogonidae	*Trogon elegans*	Coa Elegante	-	LC	MC
75	Aves	Turdidae	*Catharus ustulatus*	Zorzal de Anteojos	-	LC	MC
76	Aves	Turdidae	*Turdus rufopalliatus*	Mirlo Dorso Canela	-	LC	P-MC
77	Aves	Tyrannidae	*Attila spadiceus*	Mosquero Atila	-	LC	MC
78	Aves	Tyrannidae	*Empidonax difficilis*	Papamoscas Amarillo del Pacífico	-	LC	MC
79	Aves	Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis Pico Grueso	-	LC	MC
80	Aves	Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas Triste	-	LC	MC
81	Aves	Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón	-	LC	MC
82	Aves	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	-	LC	P-MC
83	Aves	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	-	LC	P-MC
84	Aves	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas Cardenalito	-	LC	P-MC

85	Aves	Tyrannidae	*Ramphotrigon flammulatum*	Papamoscas Mexicano	Pr	LC	MC
86	Aves	Tyrannidae	*Tyrannus crassirostris*	Tirano Pico Grueso	-	LC	MC
87	Aves	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	-	LC	MC
88	Aves	Vireonidae	*Vireo atricapilla*	Vireo Gorra Negra	P	NT	MC
89	Aves	Vireonidae	*Vireo gilvus*	Vireo Gorjeador	-	LC	MC
90	Aves	Vireonidae	*Vireo hypochryseus*	Vireo Amarillo	-	LC	MC

VI.1.2.2.4. Conclusión fauna silvestre.

Los indicadores de riqueza y diversidad, sugieren que el grupo de las ***Aves*** es el de mayor frecuencia y con mayor grado de diversidad, aunque se observan valores más altos en la Microcuenca, que en el Proyecto. Para ***Mamíferos y herpetofauna***, los estimadores dan como resultado valores bajos de diversidad (Shannon-Weaver y Simpson), siendo en ambas zonas los resultados muy similares. La especie registrada en el Proyecto bajo categoría de protección (NOM 059, 2010), también se registra en la Microcuenca.

Las estimaciones para el Proyecto y la Microcuenca, sugieren que, la **flora silvestre no se verá comprometida en su composición, distribución y diversidad**, esto ya que, en gran parte de la Microcuenca, las especies que se verán afectadas por el CUSTF, se desarrollan muy bien en diferentes zonas, tanto en densidad, composición y un mejor grado de desarrollo que las que se registraron el Proyecto. El sotobosque en la Microcuenca es otro indicador de que estas especies se regeneran fácilmente, ya que es muy abundante. Los indicadores de diversidad nos sugieren que el área del Proyecto presenta un grado muy bajo comparado con los estimado para la Microcuenca.

La fauna **silvestre**, es muy escasa en el Proyecto, se observaron algunos individuos de aves, podemos asegurar que existen condiciones mejores conservadas en zonas de la Microcuenca, muy cercanas al Proyecto, incluso en las inmediaciones donde tanto este grupo faunístico, como el resto de los grupos de fauna, pueden moverse fácilmente. Las especies registradas de todos los grupos presentan las facilidades para moverse rápidamente, por lo tanto, esperamos que en dado caso se observen individuos durante el CUSTF, estas se muevan fácilmente a zonas aledañas para su resguardo. Por esta razón, sugerimos que como se cuenta con una zona amplia de hábitat en la Microcuenca, no se pondrá en riesgo la permanencia de este tipo de fauna.

Como recomendación general, se sugiere, implementar el **programa de rescate y reubicación de fauna silvestre en tiempo y forma**, esto para favorecer a favorecer a las especies que se puedan ver afectadas por las acciones del CUSTF.

Las especies registradas tienen la **posibilidad de moverse fácilmente hacia zonas mejor conservadas hacia la parte alta de la Microcuenca**, principalmente el grupo de aves. De identificarse individuos de lento movimiento, no se provocará daño durante el desarrollo del Proyecto. Por lo tanto, **tampoco se pone en riesgo la perdida de la diversidad de especies** y se buscara **ayudar en su protección y manejo adecuado mediante programas de rescate y reubicación**, para que estas continúen su desarrollo en sitios similares a donde pudieran encontrarse. Se recomienda mantener una brigada de rescate capacitada para atender durante la etapa del desmonte y despalme este aspecto, teniendo como prioridad el rescate de fauna que presenta algún grado de protección.

Derivado de que se registró una baja presencia de los grupos faunísticos en el Predio, se espera que no se comprometa fauna silvestre. Aquellas especies de lento movimiento que pudieran registrarse, la brigada de rescate, se encargara de capturarlas e inmediatamente serán reubicadas en una parcela ubicada en la parte alta de la Microcuenca, donde se plantea contar con una superficie de 3.647 hectáreas con cobertura de vegetación de Selva mediana subcaducifolia.

VI.1.3. Hidrología.

La estimación del balance hídrico para el **Proyecto sin el CUSTF**, sugieren que escurre un total de 25.42 mm, mientras que un total de 809.3 mm se considera como Evapotranspiración y un total de 594.22 mm de infiltración, tomando en cuenta una precipitación total de 1,428.9 mm (Tabla VI.7; Grafico VI.5a).

Con el **desarrollo del CUSTF**, se proyecta que se modificará dicho balance, incrementando el escurrimiento superficial a 49.28 mm y por lo consiguiente se reducirá un 4% la infiltración (Tabla VI.7; Grafico VI.5b).

Tabla VI.7. Balance hidrológico para el Proyecto con y sin CUSTF.

INDICADOR	CLAVE	PROY. SIN CUSTF (mm)	PROY. CON CUSTF (mm)	PROY. SIN CUSTF (m³/año)	PROY. CON CUSTF (m³/año)
Precipitación media anual (mm).	P	**1,428.9**	**1,428.9**		
Escurrimiento medio (m³).	Q	25.4	49.3	145	281
Evapotranspiración potencial anual (m³).	ETP	809.3	809.3	4613	4613
Infiltración media anual (m³).	I	594.2	570.4	3387	3251
Área drenada ha.		**0.570**	**0.570**	**0.570**	**0.570**
			Total volumen (Mm³)	**0.008**	**0.008**
			Total volumen (m³)	**8,145**	**8,145**

Esto significa que**, con el CUSTF**, se generaría un excedente de escurrimiento superficial de 136 m³ (23.9 mm), y teóricamente, esta misma cantidad se dejara de infiltrar. Por tal motivo, para compensar esta situación, se **planean acciones de obras de conservación de suelos y captación de agua de lluvia**. La propuesta se plantea desarrollar en parcela P25DFC, ubicada en la parte alta de la Microcuenca, cercas de la localidad de Ixtapa, Jalisco, **destinando una superficie de 4.409 hectáreas.**

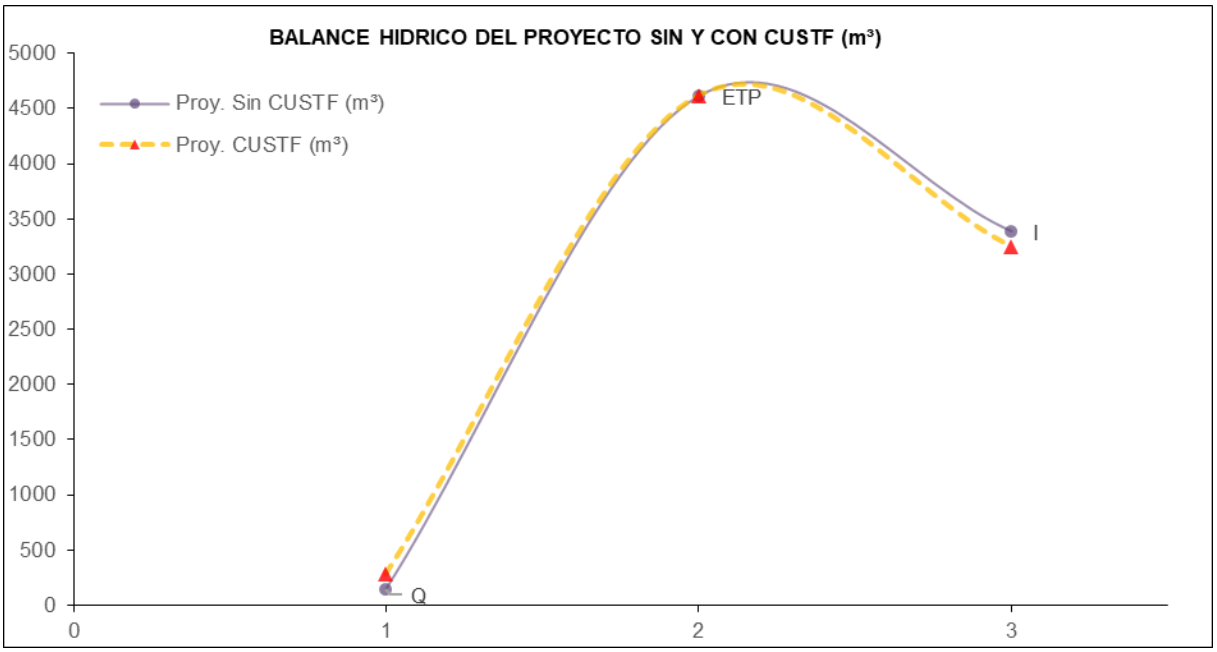


Gráfico VI.5a. Balance hídrico para el Proyecto sin y con CUSTF.

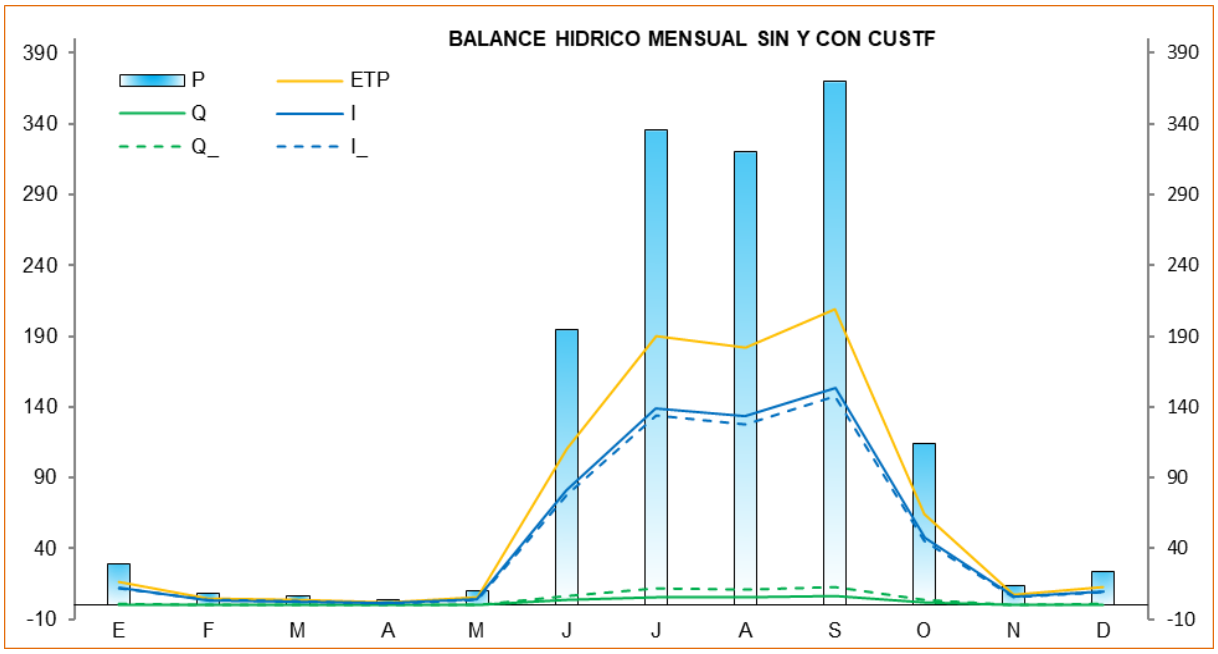


Gráfico VI.5b. Balance hídrico para el Proyecto sin y con CUSTF.

De acuerdo a las estimaciones mencionadas, con la construcción de **200 metros lineales zanjas trincheras** y **1,939 terrazas individuales modificadas**, y se consideramos 21 eventos de lluvia por año, con lo cual se estima un volumen de agua potencial de 1,799 m³/año, sin embargo, si se considera que se logre almacenar por lo menos el 50% del volumen de agua, por lo tanto, se estaría almacenando un volumen aproximado de 900 m³/año. Este tipo de obras, pueden llegar a tener una funcionalidad promedio durante cinco años (con su mantenimiento anual), lo cual sugiere que se puede acumular un volumen de 4,498 m³. Por lo tanto, es posible compensar el volumen que potencialmente se estimó como excedencia.

Se puede también, estimar un aproximado, del potencial del sueño para infiltrar parte del volumen almacenado, tomando en consideración la **capacidad mínima de infiltración** del suelo, lo que se asemeja a la descripción señalada por Ruiz y Martínez (sf), donde describen brevemente el modelo de Horton, para un grupo de suelo C, el cual presentan un potencial de escurrimiento máximo, incluyen parte de arcillas y coloides, el cual sugiere una infiltración mínima promedio de 2.54 mm/h (3.81-1.27 mm/h).

El valor corresponde a un porcentaje de infiltración aproximado del 30%, respecto a la lluvia máxima por hora estimada para un periodo de retorno de 5 años en 24 horas (82 mm). Por lo tanto, con las obras de captación de agua de lluvia se espera infiltrar el 30% el cual equivale, aproximadamente, a 270 m³/año, lo que representa más del 100% del excedente estimado (96 m³/año). Por lo tanto, se estaría compensando o mitigando este efecto a corto plazo, reduciendo la velocidad de escurrimiento superficial el cual se puede almacenar e infiltrar (Tabla VI.8).

Tabla VI.8. Acciones y/o prácticas de captación y almacenamiento de agua de lluvia en forma de escurrimiento, para compensar los efectos del CUSTF, y favorecer a la infiltración de este cada año.

ACTIVIDAD Y/O PRACTICA	VOL. DE CAPTACION/PIEZA	CANTIDAD DE OBRA/PIEZA	EVENTO LLUVIA X	VOL. ALMACENAMIENTO AÑO (m³)
Terraza individual modificada	0.03	1989	21	1,128
Zanja trinchera	0.32	100	21	671
			TOTAL POTENCIAL CAPTACION	**1,799**
			CAPTACION ALMACENADA (50%)	**900**
			CAPTACION ALMACENADA (50%)/5 AÑOS	**4,498**
			INFILTRACIÓN (33%)	**270**
			INFILTRACIÓN (33%)/5 AÑOS	**1,349**

- ✓ **Conclusión del balance hídrico del proyecto**

Dentro del Proyecto, no se observa algún tipo de escurrimiento natural, sin embargo, si se prevé un incremento potencial del volumen de escurrimientos para la superficie del Proyecto, la cual podemos reducir de manera importante con las prácticas de captación y almacenamiento de agua de lluvia (Tabla VI.8).

Con el **programa de conservación y restauración de suelos se proyecta en una superficie de 4.409 ha,** se estima que para el primer año se capte y almacene el excedente calculado, y posteriormente 4 años más para su mantenimiento, sigan funcionando de la misma manera. Con esto se favorecerá a mitigar o compensar los afectos provocados por el CUSTF, logrando equilibrar el balance hídrico estimado sin el CUSTF, logrando almacenar un volumen anual de 712 m³, y proyectando una infiltración por año aproximado de 213 m³/año.

Las acciones compensatorias serán realizadas em una superficie de **4.409 hectáreas,** donde las zanjas se plantean dentro de un área de 0.762 ha, y las Terrazas individuales modificadas en las 4.409. Está comprobado que las obras de conservación de suelo y captación de agua favorecen en la reducción de la velocidad y cantidad de escurrimientos superficiales, así como en la captura e infiltración de la precipitación que se presenta durante la temporada lluviosa (CONAFOR, 2023). Se espera se generen ligeros cambios temporales, como la dirección natural del flujo, incluso se proyecta un aumente en la velocidad de los escurrimientos de esta zona. De acuerdo con la estimación del **balance hídrico** del área del Proyecto, se recomienda, para mitigar, reducir o compensar, la captación y velocidad de escurrimientos, e incrementar la capacidad de infiltración del agua, mediante un **Programa de conservación y restauración de suelos**, el cual ayudaría mucho en la compensación de los afectos provocados por el CUSTF.

Es recomendable que esta se aplique en las inmediaciones del área del Proyecto, sin embargo, no existir suficiente área, y por lo tanto el promovente, propone, una superficie en la parte alta de la Microcuenca para realizar trabajos de este tipo. Es importante recalcar que estas actividades serán fundamentales para reducir la velocidad y cantidad de escurrimientos superficiales y favorecer en la captura e infiltración de la precipitación que se presenta durante la temporada lluviosa.

VI.1.4. Protección y recuperación de los suelos.

VI.1.4.1. Grado de degradación del suelo con y sin el CUSTF.

Se ha comprobado que uno de los elementos que genera erosión visible, son los escurrimientos superficiales. Mediante los cuales se generan movimiento de sedimentos en altas concentraciones por los cuerpos de agua, y a su vez generan afectaciones para el aprovechamiento hídrico (Cortes-Becerra y Torres-Cedillo, 2012).

Derivado del CUSTF, se proyecta que, durante la temporada de lluvias, Exista erosión hídrica en el Proyecto, el cual se ha estimado que será de ligera a no visible.

Para estimar un aproximado del estado de degradación del suelo, se apoyó con la ecuación universal de perdida de suelo, determinando la pérdida de suelo en el proyecto **con y sin el CUSTF**. De la misma manera se estimó una pérdida de suelo promedio y grado de degradación, **suponiendo, que, una vez hecho el CUSTF se realicen prácticas de conservación** de suelo como medida de mitigación.

Los resultados nos indican que la **erosión actual (EA)** estimada para el **Proyecto** es **de 0.85 ton/ha/año**, dando un total de 0.48 ton/año para la superficie del Proyecto, lo cual se considera como un **grado de degradación del suelo no visible o nula**. Sin embargo, con la ejecución del CUSTF, se determina la **erosión potencial (EP)**, pueda ser **de 85 ton/ha/año**, lo cual se traduce en un total de **48.47 ton/año** para toda la superficie del Proyecto, y esto se encuentra considerada como un **grado de degradación moderada** (Tabla VI.1a, 1b y 1c).

De acuerdo con el análisis realizo con los factores estimados, empleando ArcGIS Pro 3.4, donde se realizó un mapa con las zonas más sensibles dentro del Proyecto y sus inmediaciones, determinando la distribución del grado de degradación del suelo, sin y con el CUSTF.

Tabla VI.1a. Clasificación del Proyecto del grado de degradación de la pérdida de suelo para la estimación de la **erosión actual**.

EA-PROYECTO:	VALOR	SUPERFICIE	SUPERFICIE
GRADO ERODABILIDAD	**(ton/ha/año)**	**(ha)**	**(%)**
Nula	< a 2	0.570	100.0
Ligera	2 a 10	0.000	0.0
Moderada	10 a 50	0.000	0.0
Alta	50 a 200	0.000	0.0
Muy alta	>a 200	0.000	0.0
		0.570	**100.0**

Tabla VI.1b. Clasificación del Proyecto del grado de degradación de la pérdida de suelo para la estimación de la **erosión potencial (EP) o CUSTF**.

EP-PROYECTO:	VALOR	SUPERFICIE	SUPERFICIE
GRADO ERODABILIDAD	**(ton/ha/año)**	**(ha)**	**(%)**
Nula	< a 2	0.420	73.7
Ligera	2 a 10	0.150	26.3
Moderada	10 a 50	0.000	0.0
Alta	50 a 200	0.000	0.0
Muy alta	>a 200	0.000	0.0
		0.570	**100.0**

Como se muestra en las Tablas anteriores, la erosión estimada actual aproximada, se muestra que gran parte de la superficie no se presenta riesgo significativo que se vaya a degradar por acciones de escurrimientos. Sin embargo, la estimación aproximada del grado de degradación para la superficie del Proyecto, ya con la ejecución del CUSTF, muestra que, aproximadamente, un 26.3%, se puede generar una degradación del suelo ligera, y en el resto de la superficie esta no será visible.

Con la puesta en marcha del Proyecto, será recomienda implementar acciones que ayuden a **mitigar o compensar** los efectos de la perdida de suelo por el CUSTF. Para esto se sugiere la **construcción de terrazas en banco contra la pendiente**, proponiendo en este caso obras como **Zanja trinchera, terraza individual, acomodo de material vegetal muerto y presa de piedra acomodada**. Considerando que, el Predio donde se pretende desarrollar el Proyecto, será ocupado totalmente, se propone una **superficie de 4.409 hectáreas** (**0.762 terrazas, acomodo material y presas de piedra y 3.647 hectáreas de reubicación para terrazas**), para desarrollar obras de conservación de suelos, como medidas compensatorias, el cual se ubica en la parte alta de la Microcuenca. Para determinar la necesidad de obras, y lograr compensar la erosión potencial, se realizó una estimación, empleando un factor de prácticas de retención de suelo y agua, las cuales funcionen durante el temporal de lluvias. Dicho factor nos arroja una aproximación referente a qué tanto, estas obras, pueden reducir o mitigar los efectos adversos de perdida de suelo, mediante la captación y almacenamiento temporal (5 años).

En la fórmula de perdida de suelo se ingresa como otro factor más para la estimación con prácticas de conservación. Y con las obras aplicadas en la realidad, se ha comprobado que estas obras son elementales en el almacenamiento de sedimentos y agua, lo cual se ve reflejado a corto y mediano plazo.

Gracias a que este tipo de obras de conservación de suelos, son de alto impacto, se espera que tengan resultados a corto plazo. Aplicando un factor de “0.05”, a la ecuación de pérdida de suelo y ArcGIS Pro, se estima un **grado de degradación que oscila entre ligera y visiblemente nula**, quedando una zonificación como se muestra en la siguiente Tabla y en el Mapa 13d.

Tabla VI.1c. Clasificación del Proyecto del grado de degradación de la pérdida de suelo para la estimación de la erosión potencial, con **prácticas de mitigación de suelo** (E_prácticas) por el CUSTF.

E practicas-PROYECTO: GRADO ERODABILIDAD	VALOR (ton/ha/año)	SUPERFICIE (ha)	SUPERFICIE (%)
Nula	< a 2	0.090	15.8
Ligera	2 a 10	0.480	84.2
Moderada	10 a 50	0.000	0.0
Alta	50 a 200	0.000	0.0
Muy alta	>a 200	0.000	0.0
		0.570	**100.0**

En general las estimaciones, nos sugieren que en la medida que el CUSTF, se lleve a cabo en temporal de lluvias, existen posibilidades de una degradación ligera. Por lo tanto, con la puesta en marcha del Proyecto, y aplicando de manera conjunta un programa de obras de conservación de suelos se podrá compensar dicha aproximación (Tabla 1c).

Tabla 1d. Resumen de la estimación aproximada de la perdida de suelo en cuanto a los diferentes escenarios que se puedan realizar.

VARIABLE	SIN PROYECTO TON/HA/AÑO	CON PROYECTO (CUSTF) TON/HA/AÑO
Erosión potencial (Con CUSTF)	85.04	48.47
Erosión potencial (Con CUSTF+practicas conservación)	4.25	2.42
Erosión actual (Sin CUSTF)	0.85	0.48

VI.1.4.1.1. Grado de erosión y perdida de suelo estimada sin el CUSTF.

La pérdida de suelo en el Proyecto, actualmente se encuentra en niveles no visibles, estimando de manera directa una pérdida de suelo de 0.85 ton/ha/año (representa una lámina de 0.06 mm/ha/año), representando un grado de degradación nula. Esta misma estimación con el ArcGis PRO nos da como resultado una zonificación que va desde nula a ligera (< a 2 ton/ha/año).

VI.1.4.1.2. Grado de erosión y perdida de suelo estimada con el CUSTF.

Con la puesta en marcha del CUSTF y sin tomar en cuenta obras de conservación de suelos para la captación y almacenamiento, se estima una **pérdida de suelo de 48.47 ton/ha/año**, lo cual representa una lámina de 3.45 mm. Esto nos indica, que, con la remoción de la cobertura, la superficie es altamente susceptible de degradarse rápidamente, considerándose con un **grado de degradación ligera**.

VI.1.4.1.3. Grado de erosión y perdida de suelo estimada con el CUSTF y prácticas de conservación de suelos.

De llevarse a cabo el CUSTF, se propone implementar obras de captación y almacenamiento de sedimentos y agua, que ayuden a mitigar y/o reducir los efectos de degradación del suelo. Se proyecta implementar un **programa de conservación y restauración de suelos en una superficie de 4.409 ha**, ubicado en una parcela en la parte alta de la Microcuenca, dentro de las cuales se lleven a cabo las obras como **Zanjas trinchera, terraza individual, acomodo de material vegetal muerto y presas de piedra**, a las cuales se recomienda darles mantenimiento durante cuatro años.

En este tiempo se espera retener azolves suficientes que lograran primero reducir la perdida de suelo y posteriormente lograr mitigar este efecto.

Se ha comprobado que trabajos de restauración forestal, que si estas son aplicadas correctamente existe una reducción de la velocidad del escurrimiento superficial y favorece en la captación y almacenamiento de agua de lluvia y sedimentos, así como para estabilizar cárcavas o zonas con alto grado de susceptibilidad de deslizamientos de suelo.

Con estas acciones se espera lograr reducir a corto o mediano plazo, y de esta manera mantener la condición actual estimada para el Proyecto, clasificada con un grado de degradación nula.

Dentro de las actividades planeadas para la zona serán la construcción de **5 m³ de presas de piedra, 472 metros lineales de acomodo de material vegetal muerto, 200 metros lineales de zanjas trincheras y 1,989 terrazas individuales modificadas**. Todas como una medida para la mitigación o disminución de los efectos erosivos y aplicándose correctamente se reflejaría en calidad de los suelos en la zona. La estimación de retención de suelo, derivado de la acción de las obras de conservación de suelos, se **proyecta sea de 894 ton/5 años**, lo cual se refleja un acumulado anual de 178.9 toneladas de suelo.

VI.1.4.2. Conclusión de la perdida de suelo

Con el CUSTF, se espera un incremento mínimo en la perdida de suelo en las áreas de desplante de manera temporal. Sin embargo, con la **aplicación de un programa de conservación y de suelos en una superficie de 4.409 ha**, como medida compensatoria, se estima se mitigue o compense estos efectos, ya que se ha estimado que las obras logren captar y almacenar durante 5 años, **considerando un almacenamiento total de 894 ton (178.9 ton/año)**. Por lo tanto, se lograr compensar las pérdidas de suelo estimadas, logrando estabilizar dichas proyecciones. De la misma manera el hecho de aplicar etas obras, nos ayudara a estabilizar esta superficie como medida compensatoria, y, por lo tanto, no se comprometerá la estabilidad de los suelos en las inmediaciones del proyecto, y se mejoraran las condiciones.

Destacamos que, en el sitio revisado para estas acciones, se cuentan con las condiciones para realizar las obras de suelos adecuadamente, ya que existe material vegetal muerto de diferentes diámetros, piedra suelta y la profundidad del suelo suficiente. Se destaca también que el material que resulte de la remoción del CUSTF, se recomienda sea triturado e integrado áreas aledañas al Proyecto, esto para incorporarlo lo mejor posible al suelo y darle estabilidad ante los efectos de los escurrimientos naturales, se podrá incrementar su productividad a mediano plazo.

VI.2. Justificación económica y social.

Se estima una inversión entre $680,000,000 millones de pesos para el desarrollo del Proyecto. Dicha inversión se reflejará en la generación aproximada de 120 empleos directos y alrededor de 1,800 empleos indirectos, distribuidos durante aproximadamente 36 meses para la construcción. Posteriormente, durante la operación del Proyecto se prevé generar 45 empleos directos de manera permanente y muchos más indirectos, derivado de los diversos servicios que se requerirán para su funcionamiento. El Proyecto de esta naturaleza aportar recursos a la economía local, beneficiando a familias cercanas a este.

CAPITULO VII: ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

ÍNDICE

VII. MEDIDA DE PREVENCION Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES..... 3

VII.1. Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación..... 3

VII.1.1. Descripción del programa de medidas preventivas, correctivas o de mitigación enlistadas por etapa del proyecto, por componente ambiental..... 4

VII.1.2. Medidas especiales de prevención y mitigación enfocadas en la protección de fauna..... 12

VII.2. Programa de manejo ambiental. 13

VII.2.1. Programa de reforestación y obras de conservación de suelos. 13

VII.2.2. Programa de rescate y reubicación de flora silvestre por el CUSTF..... 14

VII.2.3. Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre por el CUSTF. 25

VII.2.4. Programa de manejo de residuos sólidos urbanos y manejo especial. 26

VII.2.5. Programa de contingencia ambiental..... 26

VII.2.6. Programa de vigilancia ambiental..... 26

VII.3. Seguimiento y control (Monitoreo). 27

VII.4. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas..... 34

VII.5. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo. 34

VII. MEDIDA DE PREVENCION Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES.

VII.1. Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación.

En este capítulo se puntualizan las medidas preventivas, de mitigación, correctivas o de compensación para los impactos ambientales identificados a partir del análisis de la matriz de interacciones de Leopold (Capítulo V) y de la cartografía ambiental (Capítulo IV). Las medidas que se proponen pretenden minimizar o anular el efecto negativo de los impactos identificados.

Las medidas preventivas, de mitigación y correctivas señaladas para el proyecto son específicas para los impactos ambientales que pudieran derivarse de las actividades a realizar para la operación del proyecto y se sustentan en la premisa de que siempre es mejor no producir los impactos que establecer medidas correctivas.

A partir del análisis de la matriz de interacciones de Leopold y de la cartografía ambiental se han determinado las medidas preventivas y de mitigación para los casos identificados como impactos ambientales de significancia *irrelevante, moderada y severa*, en la etapa de construcción y la etapa de operación y mantenimiento. Derivado del análisis anterior se establecen medidas que se deberán llevar a cabo durante la operación del proyecto para reducir su participación en los impactos residuales, es decir, en la suma de impactos ambientales que ejercen cada uno de los proyectos, actividades o acciones sobre el área del proyecto, y que en sí mismos y de forma individual se identifican como impactos no significativos, pero su acumulación en tiempo y cantidad representan un impacto significativo de alto riesgo para el equilibrio del ecosistema.

Las obras y actividades del proyecto no afectarán directamente al ecosistema terrestre, ni al marino, ni causarán su desequilibrio, así como tampoco rebasarán los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, tal como se señala en los capítulos anteriores.

VII.1.1. Descripción del programa de medidas preventivas, correctivas o de mitigación enlistadas por etapa del proyecto, por componente ambiental.

A partir del análisis de la matriz de interacciones de Leopold, (Capítulo V) y de la cartografía ambiental (Capítulo IV) se han determinado las medidas preventivas y de mitigación correctivas para los impactos por cada componente.

Tabla VII.1. Medidas preventivas, correctivas o de mitigación.

ATMOSFERA	
IMPACTO AMBIENTAL: CALIDAD DE AIRE, CONFORT SONORO Y MICROCLIMA	
MEDIDA DE PREVENCIÓN MITIGACIÓN	**PARÁMETRO DE CONTROL (VALOR)**
*No se quemará residuos de vegetación y otros encontrados en el polígono del **proyecto** para la eliminación de éstos. *De la remoción de vegetación, se llevará a cabo el trasplante de los especímenes completos o bien se obtendrá germoplasma vegetal que cuenten con las características apropiadas para ello. *Los vehículos que transporten el material a granel desde y hacia el área del **proyecto** llevarán el material transportado cubierto con lona para evitar la dispersión del material.	*Se colocarán anuncios con el mensaje claro para prevenir. *Fotografía del trasplante de los especímenes de vegetación. *1 Bitácora de seguimiento de los individuos trasplantados. *Fotografías del uso de la lona para cubrir el vehículo de transporte. *En caso de ser necesario, comprobante de la contratación de pipa para riego y fotografías.

*Las actividades de construcción se realizarán dentro de la superficie del polígono del **proyecto**. *El horario de trabajo será únicamente diurno para evitar la generación de partículas por la noche.	*Se marcará el área de construcción autorizada.
*Se realizará verificación vehicular de todos aquellos que sean utilizados para la realización y operación del **proyecto** de manera mensual en centros autorizados. *Todo vehículo y maquinaria que utilice gasolina o diésel como combustible y que será utilizado para alguna actividad en particular, y que se pueda considerar como una fuente de contaminación al ambiente, deberá cumplir con las normas siguientes: **NOM-041-SEMARNAT-2015** y **NOM-045-SEMARNAT-2017**.	*Comprobantes de verificaciones vehiculares en talleres Autorizados. *1 Bitácora de mantenimiento vehicular, al menos 1 vez cada vehículo será llevado a mantenimiento. *NOM-080 (LMP) Peso bruto vehicular (kg) LMP db(A) <3,000 86 + 3,000 y <10,000 92 >10,000 99
*Se tendrá precaución con el uso de estas sustancias para evitar su dispersión, se tendrá cuidado con las etiquetas y sus respectivos instructivos para que se encuentren siempre en buenas condiciones. *Se dejarán correctamente tapados para evitar su evaporación.	*1 Reglamento para el personal.
*Estará prohibida la quema de los residuos encontrados en el polígono del **proyecto** para la eliminación de éstos. *El horario en el que se laborará será diurno de 7:00 a 17:00 hrs., por lo que la generación de ruido por parte del **proyecto** será únicamente en ese horario.	

Tabla VII.1. Medidas preventivas, correctivas o de mitigación.

AGUA	
IMPACTO AMBIENTAL: HIDROLOGÍA (ESCORRENTÍA/INFILTRACIÓN) Y CALIDAD DE AGUA	
MEDIDA DE PREVENCIÓN MITIGACIÓN	**PARÁMETRO DE CONTROL (VALOR)**
*Durante la preparación del sitio y construcción del proyecto, se contará con un módulo sanitario portátil por cada 5 trabajadores y los desechos serán dispuestos en el sitio autorizado a la empresa proveedora.	*1 Sanitario portátil por cada 5 trabajadores.
*Todas las aguas residuales que se generen en la etapa de operación y mantenimiento se encontrarán conectadas a un sistema de tratamiento de aguas residuales.	*El 100% de las aguas generadas sea tratada. *Fotografías del funcionamiento del Sistema de tratamiento de aguas residuales. *Mantenimiento adecuado del sistema de tratamiento de aguas residuales y del riego nocturno.
*Se instalarán regaderas y dispositivos de riego de bajo consumo de agua. Así como equipos de filtración y procesos que minimizan el consumo de agua. *Se realizará el riego nocturno para evitar la evaporación del agua.	*Instalación de muebles de baño, regaderas y dispositivos ahorradores de agua y equipos de filtración.
*Las áreas verdes dentro del predio fungirán como barreras naturales para evitar la erosión del suelo, generar hábitats y propiciar la filtración e infiltración del agua, etc. *Se llevará a cabo remoción de vegetación y se realizará el rescate y reubicación de los especímenes de vegetación existentes que cuenten con las características necesarias para tal fin. *Detergentes, limpiadores y solventes será el mínimo requerido para evitar la contaminación del subsuelo; así como se dará prioridad al uso de productos biodegradables. *Se repararán de inmediato las fugas detectadas. *Se promoverá el ahorro de agua entre los ocupantes del **proyecto**.	*Bitácora de rescate y reubicación de flora.

Tabla VII.1. Medidas preventivas, correctivas o de mitigación.

SUELO	
IMPACTO AMBIENTAL: USO DE SUELO Y PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS	
MEDIDA DE PREVENCIÓN MITIGACIÓN	**PARÁMETRO DE CONTROL (VALOR)**
*De la remoción de vegetación, **rescatara germoplasma** de algunas especies para su **posterior reubicación** en la parte alta de la Microcuenca, donde se cuentan con las características apropiadas. Se estará prohibida la quema de vegetación. *Previo al inicio de actividades de construcción y cada vez que se contrate personal se le dará una plática de inducción y de concientización sobre el manejo adecuado de los RSU. *Previo al inicio de la jornada laboral se realizará una supervisión sobre las condiciones del material, en caso de haber fuga se realizará el retiro del suelo con el solvente y será contenido para su posterior disposición final de acuerdo con lo especificado en el Ayuntamiento. *Se realizarán diariamente campañas de limpieza antes de terminar la jornada laboral para retirar todos los RSU que no fueron adecuadamente dispuestos. *Se contará con contenedores debidamente rotulados para la separación de los RSU. *La generación de RSU no excederá de 1 kg/persona/día. *Los materiales que puedan ser reutilizados, serán colectados y almacenados temporalmente para su uso y/o adecuada disposición posterior. *Se tendrá prohibido verter RSU a la vía pública, predios baldíos, ductos, cuerpos de agua y lugares no autorizados. (LGPGIR 100°) *Está prohibida la quema de residuos. *Se llevará a cabo la separación de los residuos por parte del usuario del **proyecto**.	*Se considera una superficie de **3.647 ha**. Superficie de trabajo = **3.647 ha**. *Fotografía de trasplante de vegetación. *10 botes rotulados (orgánico e inorgánico) con tapadera. *Comprobantes de recolección de residuos por parte de la Autoridad competente. *El total de los RSU será de <1 kg/persona/día. *1 Reglamento de manejo de residuos para el personal. *Consumo de estas soluciones según las cantidades recomendadas en cada envase. *Bitácora del mantenimiento semanal del área de almacenamiento. *1 Bitácora de seguimiento de los individuos reubicados.

* Se evitará el uso de fertilizantes y productos que contaminen el subsuelo. *Se vigilará que las condiciones en las que se encuentren los recipientes sean las óptimas. *Los trabajos se realizarán únicamente en la superficie del polígono. *Las áreas verdes dentro del predio fungirá como barreras naturales para evitar la erosión del suelo, generar hábitats y propiciar la filtración e infiltración del agua. Además de **destinar una superficie de 0.762 ha** para actividades compensatorias en la parte alta de la Microcuenca. *Las destinadas para **reforestación y reubicación**, propiciarán la formación de suelos fértiles, evitara la erosión, propiciara la captación de agua para los acuíferos, ayudara a reducir la temperatura del suelo y mejorara el paisaje de la zona, y serán como medidas de mitigación y/o compensatorias al Proyecto. *Los vehículos que serán de uso para las diferentes etapas del **proyecto** se mantendrán bajo un estricto control de su mantenimiento.	
FLORA	
IMPACTO AMBIENTAL: COBERTURA VEGETAL, DIVERSIDAD Y DENSIDAD	
MEDIDA DE PREVENCIÓN MITIGACIÓN	**PARÁMETRO DE CONTROL (VALOR)**
*La superficie de construcción permitida será únicamente dentro polígono. *De la remoción de vegetación, se llevará a cabo el **rescate y reubicación** de flora de algunas especies que cuenten con las características apropiadas para su desarrollo. Queda prohibida la quema de vegetación. *Se tendrá prohibido circular en áreas fuera a las correspondientes del proyecto. *No se permitirá la extracción de especies de áreas colindantes con el predio.	*Se considera una superficie de **5,720 m^2**. *Fotografías y bitácora en el manejo adecuado de la vegetación rescatada y reubicada. *Fotografías del manejo adecuado de la maleza generada. ***Plantación de un total de 1,989 individuos** (**reforestación y reubicación**) de las especies que se verán más afectadas.

*Estará prohibida la quema de vegetación y de los residuos encontrados en el polígono del proyecto. *Se vigilará que no se haga uso de fuego, herbicidas y/o cualquier otro producto químico que inhiba el crecimiento de la vegetación. *Se dará mantenimiento a las áreas verdes para su conservación. *El área verde dentro del proyecto fungirá como barrera natural para evitar la erosión del suelo, generar hábitats y propiciar la filtración e infiltración del agua, etc. *Se realizará la plantación de **1,989 individuos** dentro del área destinada para **reforestación y reubicación**; destacando especies como *E. cyclocarpum, T. rosea, P. dulce, L. lanceolata, F. insípida* y S. humboldtiana, en un área forestal que representa una superficie total de **4.409 ha**, ubicado en una parcela en la localidad de Ixtapa, municipio de Puerto Vallarta, Jalisco, los cuales, para evitar la erosión del suelo, generar hábitats y propiciar la filtración e infiltración del agua, etc. *La superficie mencionada, para actividades de reforestación y reubicación fungirán por si solas como hábitats y refugio para la fauna y establecimiento de especies de la región.	*1 Bitácora de seguimiento de las actividades de reforestación y reubicación.

Tabla VII.1. Medidas preventivas, correctivas o de mitigación.

FAUNA	
IMPACTO AMBIENTAL: DIVERSIDAD, DENSIDAD Y HÁBITAT	
MEDIDA DE PREVENCIÓN MITIGACIÓN	**PARÁMETRO DE CONTROL (VALOR)**
*Previo al inicio de actividades se realizará un recorrido en caso de encontrar alguna especie de fauna se ahuyentará, aquellos de lento desplazamiento se procederá a extraer y reubicar en un área similar a la que fue encontrada. *Se tendrá prohibida la caza/colecta de especies. *A través del taller/pláticas se concientizará al personal que solo podrá circular por el área del **proyecto**. *Los trabajos se realizarán por el periodo estipulado en el cronograma de trabajo. *Se dispondrá de una **superficie de 4.409 que fungirán como hábitats** y **refugio para la fauna y establecimiento de especies de la región**. *Se llevará a cabo la reforestación y reubicación de especies forestales nativas en las áreas mencionadas para favorecer al mejoramiento del hábitat y refugio para la fauna en la parte alta de la Microcuenca.	*1 personal de trabajo después de 36 meses de labores. *1 Bitácora de seguimiento y monitoreo *Fotografías del manejo adecuado en el manejo de fauna silvestre rescatada, reubicada o ahuyentada

Tabla VII.1. Medidas preventivas, correctivas o de mitigación.

DESARROLLO SOCIAL	
IMPACTO AMBIENTAL: CALIDAD PAISAJÍSTICA	
MEDIDA DE PREVENCIÓN MITIGACIÓN	**PARÁMETRO DE CONTROL (VALOR)**
*Los trabajos se realizarán por un **periodo aproximado de 36 meses**. *Previo al inicio de actividades de construcción y cada vez que se contrate personal se le dará una plática de inducción y de concientización sobre el manejo adecuado de los RSU. *Se dará mantenimiento a las áreas destinadas para las actividades de reforestación y reubicación de flora para su conservación. *La vivienda unifamiliar mejorará las condiciones actuales del paisaje. *Todas las aguas residuales que se generen se encontrarán conectadas a un sistema de tratamiento de aguas residuales. *El horario en el que se laborará será diurno de 7:00 a 17:00 hrs, por lo que la presencia de los trabajadores por parte del **proyecto** será únicamente en ese horario.	*Se considera una superficie de **4,409 ha**. ***Plantación de 1,989 individuos forestales.** *Fotografías de conexión al sistema de tratamiento de aguas residuales. *Lista de asistencia del horario del personal. *0 personal después de la construcción del proyecto (36 meses).

VII.1.2. Medidas especiales de prevención y mitigación enfocadas en la protección de fauna

- ✓ **MEDIDAS:**

1. Se tendrá prohibido durante todas las etapas del proyecto la colecta, captura o caza de cualquier especie.
2. Se instalarán mecanismos de control para regular la intensidad y orientación del alumbrado. Las fuentes de iluminación se colocarán considerando las posiciones correctas de funcionamiento de las fuentes de luz (Herranz, 2002).
3. No se realizarán obras constructivas que puedan fungir como barreras físicas.
4. Aunque las actividades serán hasta las 17:00 hrs, se orientarán los tipos de iluminación, de tal forma que su flujo luminoso se dirija hacia abajo, utilizando alguna de las siguientes medidas de mitigación del impacto: I) luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas;

   focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente; III) fuentes de luz de coloración amarillo o rojo puro, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.
5. Se apoyará en la difusión de las buenas prácticas enfocadas a la conservación y protección de fauna.
6. En caso de la presencia de algún nido en el sitio del proyecto se llevará a cabo su resguardo temporal y sea llevado para su manejo, resguardo y seguimiento.

El efecto de la iluminación nocturna artificial del conjunto de todos y cada uno de los desarrollos inmobiliarios en la franja costera provoca un impacto adverso significativo en el comportamiento de la fauna del ecosistema marino. Se trata de un efecto sinérgico y acumulado de todos los desarrollos.

VII.2. Programa de manejo ambiental.

La sistematización del cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas en el presente estudio más la imposición de condicionantes en caso de obtener la autorización correspondiente, se integrará en lo que se denomina Programa de manejo Ambiental (PMA), y que se presentarán de manera anual ante la Secretaría. Considerando los impactos que el proyecto va a generar se tiene propuesto la implementación de programas, que, de aplicarse acorde a las sugerencias, serán de mucha ayuda para minimizar, compensar o mitigar los efectos provocados por el Proyecto. Dentro de las propuestas se implementarán acciones de seguimiento permanente, donde se podrá generar información precisa de parámetros cuantificables que serán relevantes para el cumplimiento con las autoridades responsables en el ámbito ambiental, y de esta manera demostrar que, con el desarrollo del Proyecto, se aportara tiempo y recursos para el desarrollo de este tipo de programas.

VII.2.1. Programa de reforestación y obras de conservación de suelos.

El objetivo principal de este programa, será como una medida de compensación por el CUSTF, con la finalidad de realizar la restauración forestal mediante actividades de reforestación, basada en el enriquecimiento de zonas con vegetación natural, considerando especies nativas del área, así como la construcción de obras de conservación, protección y restauración de suelos. Este se propone implementarlo en una superficie de **0.762 hectáreas** ubicadas en **la Parcela 247AA** ubicadas en la Microcuenca, cercas de la localidad de Ixtapa, Jalisco (Mapa 17a y 17b). Se plantea la reforestación de 833 individuos de especies nativas, adaptando obras de conservación de suelos tales como acomodo de material vegetal muerto, zanja trinchera, presas de piedra y terraza individuos modificada. Se recomienda que esta actividad se desarrolle, durante la etapa del CUSTF y construcción del Proyecto, y posteriormente durante su operación, sugiriendo un mantenimiento por 4 años.

Se prevé el establecimiento de un vivero temporal rustico, para la producción de planta, el cual, a su vez, será de utilidad para el mantenimiento temporal de la planta que sea rescatada del Proyecto derivado del CUSTF. Por lo tanto, se recomienda que este sea llevado a cabo por personal técnico forestal o bien con especialidad en áreas afines. Con estas acciones es posible realizar mediciones periódicas tales como el porcentaje de sobrevivencia, el crecimiento en diámetro basal y altura de las plantas, lo cual se reflejará el almacenamiento de carbono tanto en la planta reforestada, como en el arbolado que se desarrolla en el área bajo protección. Y por otro lado, con las obras de conservación de suelos, determinar el cumplimiento por ejemplo de la retención de azolves y captación de agua de lluvia que favorecerá a incrementar la productividad del suelo e infiltración de escurrimientos.

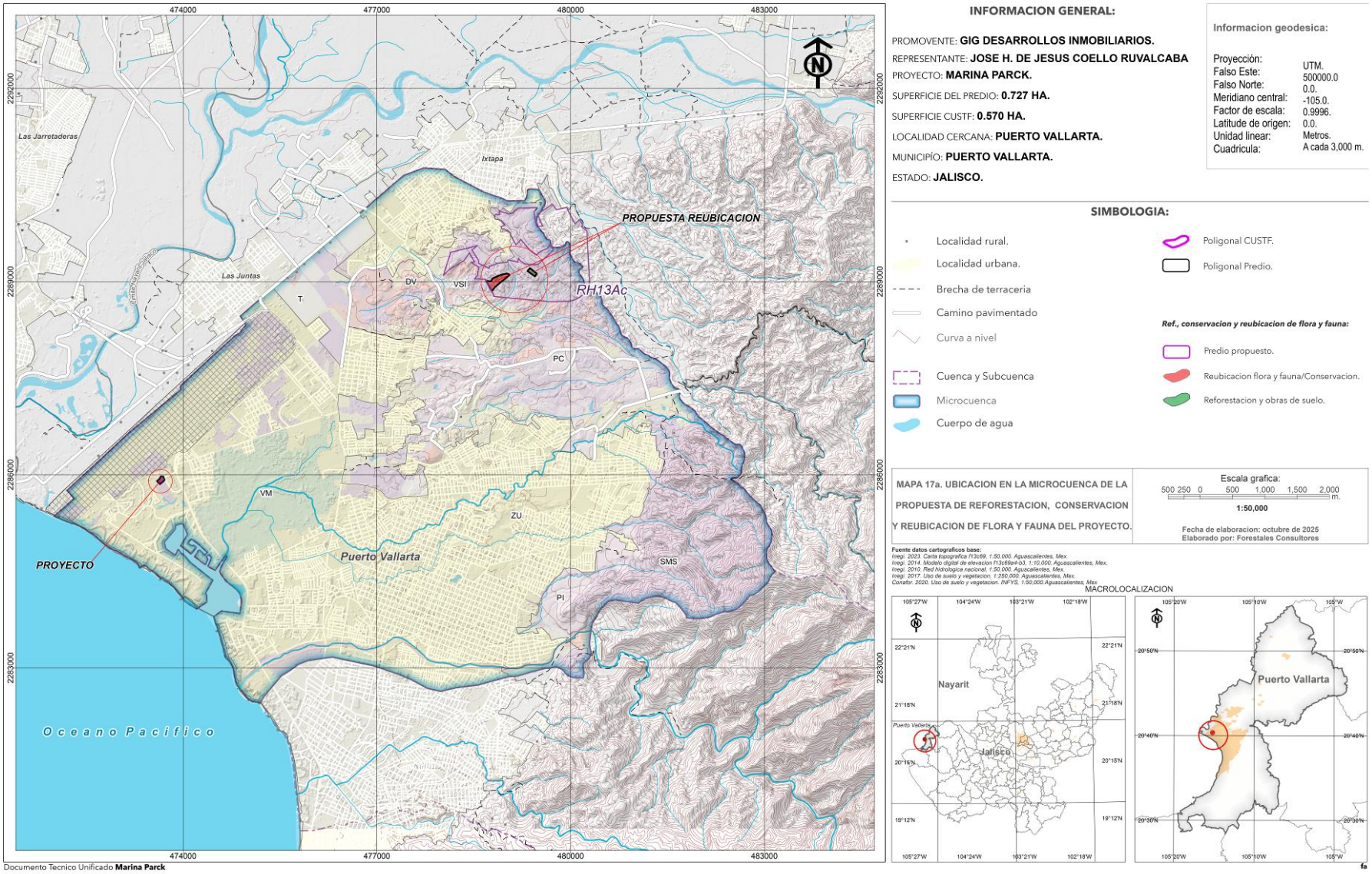
VII.2.2. Programa de rescate y reubicación de flora silvestre por el CUSTF.

La finalidad de este Programa será el rescate, mantenimiento temporal y reubicación de especies de flora silvestre, empleando técnicas de extracción de individuos completos, partes o germoplasma forestal y establecerlas en un hábitat que presente condiciones similares en las que actualmente se encuentran, para conservar, regenerar y establecer especies de importancia ecológica del sitio tales como las que se encuentran bajo algún estado de conservación, NOM 059 (SEMARNAT, 2010), endémicas o de mayor peso ecológico en el sitio. Se proyecta que el Proyecto Marina Parck, previo al CUSTF, se rescaten 1,354 individuos distribuidos en cuatro especies que se verán afectadas. Se plantea que esta acción se lleve a cabo antes del CUSTF, lo cual será fundamente identificar aquellas especies, que se identificaron en el presente estudio, para que sean extraídas de la mejor manera.

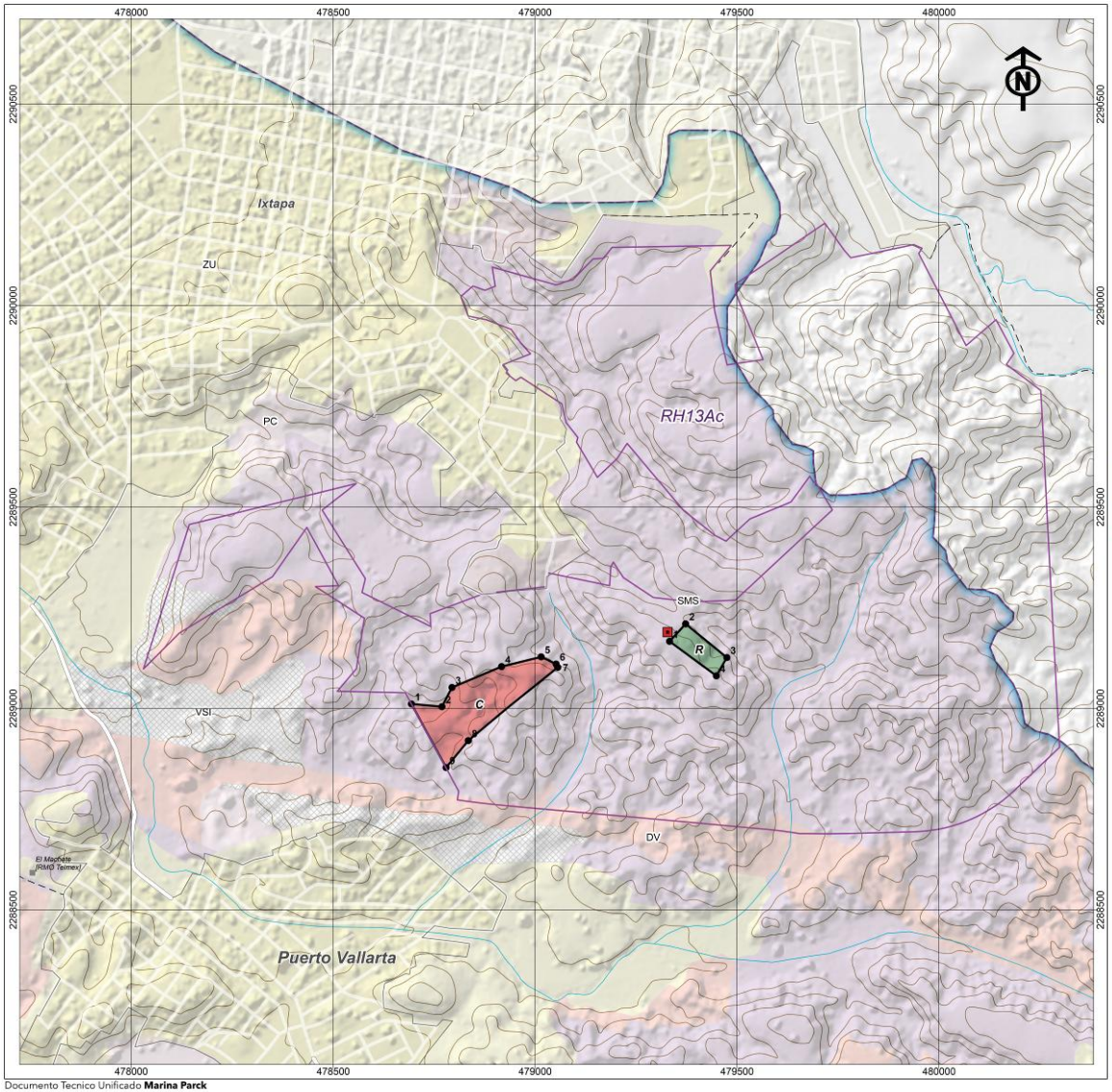
Como se ha mencionado, se cuenta con la **Parcela 247AA**, donde se ha delimitado una **superficie de 3.647 hectáreas**, muy cercas del área de reforestación, para que allí sean acomodadas las plantas, ya que las condiciones corresponden a un tipo de ecosistema de Selva mediana subcaducifolia, y hemos diagnosticado que las especies que serán rescatadas se pueden adaptar adecuadamente (Mapa 17a y 17b). Los parámetros previstos a evaluar serán la sobrevivencia y crecimiento en diámetro y altura de las plantas reubicadas. Se tiene considerado a su vez, que, para garantizar una meta mínima del 80% de establecimiento, se le dará un mantenimiento durante 4 años. Se realizarán monitoreos permanentes para cuantificar los parámetros señalados. Este programa será desarrollado por personal técnico forestal o con especialidad en manejo de flora, para garantizar que la planta que se rescate se reubique y posteriormente darle seguimiento correspondiente.

En total, considerando los individuos proyectados para la reforestación y aquellas que se plantean para el rescate, serán 1,989 individuos que serán plantados en la parte alta de la Microcuenca (SAR), a los cuales se les implementarán su mantenimiento durante 4 años. Como se ha señalado, estas acciones favorecerán a **elevar la infiltración de agua de lluvia en la zona, se incrementará el almacenamiento de carbono tanto en los individuos plantados como en la vegetación nativa que crece dentro de las áreas mencionadas, ya que se prevé en ambas áreas hacer la protección. Se incrementará el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo**. De la misma manera se minimizará la perdida de suelo por la acción de los escurrimientos y además se mejorará la productividad de este. Todo esto en las áreas previstas para realizar las actividades mencionadas de los programas señalados, y a su vez serán el respaldo del Proyecto Marina Parck, como acciones de mitigación y/o compensación por los efectos del CUSTF. Enseguida se describe brevemente las recomendaciones para el seguimiento referente a la plantación de los individuos contemplados de ambos programas;

Mapa 17a. Ubicación general del área propuesta para la reforestación y la reubicación de flora y fauna silvestre.



Mapa 17b. Ubicación especifica del área propuesta para la reforestación y la reubicación de flora y fauna silvestre.



Documento Tecnico Unificado **Marina Parck**

INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**
REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**
PROYECTO: **MARINA PARCK.**
SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**
SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**
LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**
MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**
ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 500 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Vertice Predio.
- Poligonal CUSTF.
- Distrito urbano 5A Marina-Vallarta.
- Poligonal Predio.

Ref., conservacion y reubicacion de flora y fauna:

- Vertice Conservacion, reubicacion y ref.
- Propuesta ubicacion Vivero rustico.
- Conservacion y reubicacion.
- Reforestacion y suelos.
- Predio propuesto.

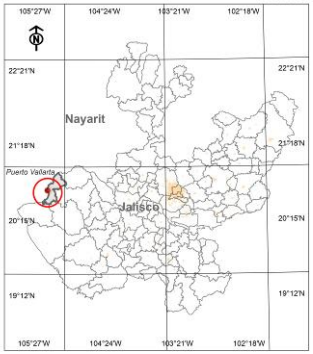
MAPA 17b. UBICACION DE LA PROPUESTA DE REFORESTACION, CONSERVACION Y REUBICACION DE FLORA Y FAUNA DEL PROYECTO.

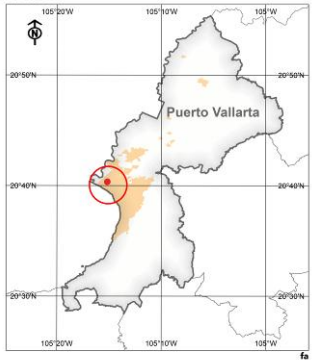
Escala grafica:
100 50 0 100 200 300 m.
1:10,000

Fecha de elaboracion: octubre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2023. Carta topografica f13c69. 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69e4-03. 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional. 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2017. Uso de suelo y vegetacion. 1:250,000. Aguascalientes, Mex.
Conafor. 2020. Uso de suelo y vegetacion. INFYS. 1:50,000.Aguascalientes, Mex.

MACROLOCALIZACION





- ✓ **Metodología de plantación.**

1. Selección de las plantas.

Se recomienda que los individuos a ser reforestados tengan una edad mínima de 6 meses como, y una altura de 25 cm y un diámetro basal de 5 mm; mientras que aquellos considerados para su reubicación como mínimo 7 mm (producción de planta) y hasta un límite de 80 mm (varetas), con alturas que van de los 50 a 70 cm. En todos los casos la planta debe ser libre de plagas o enfermedades, con buen desarrollo de raíz (Carlson, 2004). Se recomida que la raíz deberá ocupar por lo menos el 50% del volumen total del envase, el diámetro basal del tallo deberá ser ≥ 3 mm, la altura total del vástago mayor a 20 cm, y por lo menos ¼ parte de la longitud total del tallo con tejido leñoso, endurecimiento. En este caso el Proyecto Marina Parck, prevé el establecimiento de un vivero forestal temporal rustico en la parcela 247AA, para la producción de planta y el acopio de aquella que sería rescatada, por lo tanto, esta estar disponible dentro del mismo predio donde será reforestada y/o reubicada. El transporte de la planta será de manera manual hasta el punto de plantación, empleando carretillas o cajas de madera.

2. Climograma.

Considerando la ubicación del sitio a reforestar y realizando el cálculo de la evapotranspiración por medio del segundo método de Thornthwaite, se observa que la evapotranspiración en la zona presenta disponibilidad de humedad de los meses de junio a octubre, lo cual significa que las condiciones de humedad del suelo se conservan y, por lo tanto, es adecuado para el establecimiento de plantaciones. La época de lluvias comienza en junio y termina a septiembre, siendo este el mes que presenta mayor precipitación. Se recomienda realizar la plantación en temporada de lluvias, por lo tanto, será en los meses de Julio a septiembre, esto con el objeto de evitar en la medida de lo posible el gasto de agua en riego.

Como se ha mencionado, la plantación ira acompañada con una terraza individual modificada (0.4*0.30*0.30 metros de largo, ancho y profundidad. Y en el área destina para la reforestación se construirán zanja trinchera para la captación de agua y azolves. Finalmente se proyecta que tanto en el área destinada para el Programa de reforestación, como para la zona donde se reubicaran las plantas rescatadas, se realicen actividades de acomodo de material vegetal muerto con la finalidad de incrementar la retención de azolves en la zona, así como garantizar un incremento en la humedad sobre estas que beneficiaría a la planta (CONAFOR, 2023). Una de las principales funciones de las obras de conservación de suelos y agua, es para la captación de los escurrimientos superficiales y para aumentar la humedad disponible para las plantas. De la misma manera para la retención de azolves y mejoramiento de las condiciones del suelo en la zona.

3. Materiales y equipo para la plantación.

Tabla VII.2. Materiales y equipo requeridas para la plantación

✓ Pala	✓ GPS
✓ Cintra métrica	✓ Sustrato (mezcla previa elaborada con abono, enraizarte, insecticidas y sustrato)
✓ Barras	✓ Camioneta Pick-Up
✓ Machetes	✓ Cámara fotográfica
✓ Guantes	✓ Hojas de registro
✓ Estacas	✓ Plumas o lápices
✓ Cuerda	✓ Listones de color llamativo
✓ Carretilla	✓ Malla

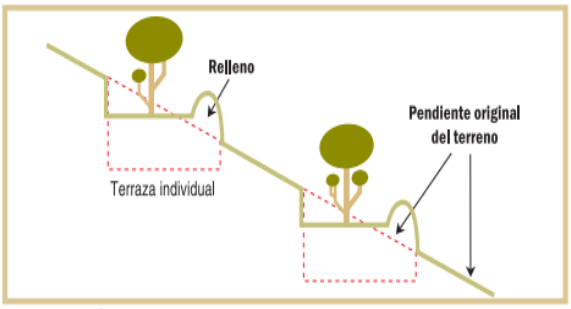
4. Preparación del terreno.

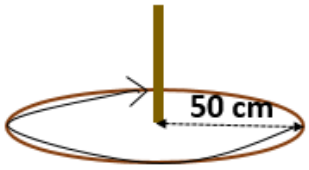
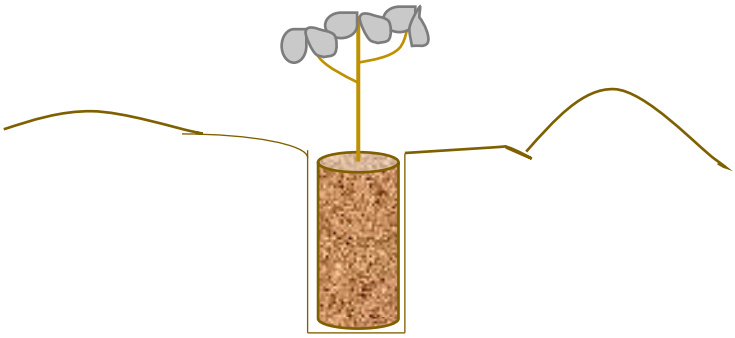
El primer paso sugerido es realizar la protección de cada área, empleando cercos de alambre de púas con tres hebras de alambre. Se recomienda realizar la limpieza sobre los trazos de la plantación y posteriormente realizar la apertura de cepas. La liberación de maleza favorecerá a un mejor establecimiento de la planta.

5. Plantación.

Ya con la apertura de las cepas, con la dimensión acorde al cepellón de la planta. Se considera que, para las acciones de reforestación, colocando de manera correcta el sistema radicular y rellenar primero con el suelo superficial, complementando con suelo mineral. El distanciamiento entre plantas e hileras en el área de reforestación será de 4 por 3 metros en promedio y para las plantas que serán reubicadas será de 5 por 5.5 metros.

Tabla VII.3. Procedimiento para la plantación

Paso 1	Las terrazas individuales se deben alinear en curvas a nivel y separarse de acuerdo con la pendiente y densidad de plantas que requiere cada especie  Imagen VII.1. Sección transversal de terrazas individuales

Paso 2	Se marca el área de la terraza, debe tener como mínimo 1 metro de diámetro y al menos 10 cm de profundidad de corte. (Método opcional de trazado de la terraza: posicionar una estaca en el centro donde irá el ejemplar y con una cuerda de 50 cm de largo realizar un círculo alrededor de ésta (Imagen 3).  Imagen VII.2. Método de delimitación de la terraza individual
Paso 3	Se excava el suelo formando una terraza como se muestra en la imagen del paso 1, de tal manera que la terraza pueda almacenar un espejo de agua de 10 cm y el piso de esta quede a contracorriente.
Paso 4	La apertura de la cepa para plantar el ejemplar se realizará de acuerdo con el diámetro del cepellón, la profundidad deberá ser en función al tamaño de la raíz que tenga el ejemplar, de tal manera que éste quede justo a la altura de la superficie, esto con el objeto de garantizar el mejor desarrollo de la raíz. Se integrará en las cepas una porción de sustrato, para garantizar el crecimiento y sobrevivencia de la planta.  Imagen VII.3. Apertura de cepa para plantación

Se debe cuidar que durante la plantación y una vez que se remueve la bolsa que contiene la planta, a la raíz del ejemplar no le entre mucho oxígeno, para evitar que se muera y al igual, garantizar su sobrevivencia.

También es importante revisar que las raíces no estén enredadas; en caso de que así se encuentren, se deberá cortar el fondo de la bolsa con dos cortes laterales, en el sentido de la costura de la bolsa, ya sea con una navaja o con cúter. Se debe agregar el sustrato correspondiente (mezcla previa elaborada con insumos de abono, enraizante, insecticidas y sustrato) para garantizar aún más el crecimiento de la planta.

Paso 5

Con el producto de la excavación se construye un bordo aguas abajo, en forma de medialuna, para conducir los escurrimientos hacia las demás terrazas de las curvas de nivel aguas abajo (como se muestra en la Imagen 2 del paso 1). El bordo se compacta y suaviza para proporcionar estabilidad y facilitar la instalación de vegetación arriba del mismo.

Imagen VII.5. Ejemplo de Terraza Individual

Paso 6

La siguiente terraza se excava a la distancia prevista para la plantación (3 m), procurando que su arreglo sea en “tresbolillo” (Imagen 3).

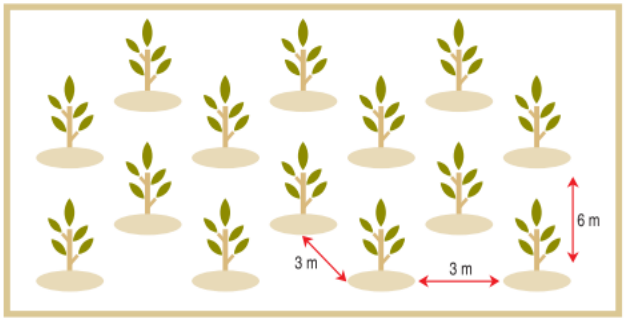


Imagen VII.6. Plantación con arreglo “tresbolillo”

A partir de que se realice la plantación, se comenzará la toma de evidencia fotográfica de las actividades que se efectúen, relacionadas con el presente estudio, se deberá llevar a cabo por un máximo de 5 años en lo que la planta toma la fuerza necesaria para poder subsistir de manera autónoma.

Se recomienda que se lleven a cabo **evaluaciones semestrales** de las condiciones de la planta, para la toma de evidencia fotográfica y de datos de la plantación, hasta que se considere que éstos se encuentran ya establecidos y en condiciones de prosperar por sus propios medios. Una vez que esto suceda se realizarán los recorridos de manera anual.

Las evaluaciones nos permitirán estimar el porcentaje de sobrevivencia, el crecimiento y el estado sanitario de la planta. La evaluación se hará mediante sitios de muestreo de 500 m², donde se contarán los individuos vivos y en función a los que fueron plantados, se estimara el porcentaje de sobrevivencia, empleando la siguiente expresión;

$$\%\,Sobrevivencia = \frac{\#\ de\ ejemplares\ vivos}{\#\ de\ ejemplares\ plantados} \cdot 100$$

Para comprobar que la aplicación de esta medida de compensación haya sido efectiva se espera una sobrevivencia mínima del 80%. Debido a que, posterior a este informe se realizará una Manifestación de Impacto Ambiental, dentro de los informes mensuales, se presentarán los avances de la plantación.

6. Brecha cortafuego

Sobre el cercado con alambre de púas, de las áreas trabajadas, para prevenir el ingreso de ganado y a su vez, se realizará la apertura de una brecha cortafuego con un ancho mínimo de 3 metros, como una medida de prevención de incendios.

7. Mantenimiento.

Se deberá dar un mantenimiento continuo durante 4 años, además se verificará las condiciones del individuo, que éste no tenga algún tipo de plaga o que hayan crecido algún tipo de planta invasora que impida su crecimiento, además se deberá remover los residuos sólidos urbanos que pudieran haberse acumulado.

8. Cronograma de actividades

El presente cronograma indica los tiempos y las actividades propuestas para la Reforestación como medida de compensación por los daños ocasionados por el proyecto.

Tabla VII.3. Cronograma de actividades en la plantación

	MES (AÑO)											
ETAPA/ACTIVIDAD	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Acondicionamiento del terreno	X											
Marcación		X										
Apertura de cepas			X									
Obtención de la planta				X	X							
Preparación del sustrato				X								
Plantación							X					
Realización de las terrazas, zanjas trinchera y acomodo de material vegetal							X					
Instalación de alambrado de púas											X	
Mantenimiento (limpieza, retiro de RSU, protección contra plagas, apertura de canales)											X	
Monitoreo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Informes			X			X			X			X

9. Recursos humanos

El trabajo será supervisado por un especialista en la materia de biología o forestal con experiencia en plantaciones y un grupo de trabajo de 4 personas.

VII.2.3. Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre por el CUSTF.

Mediante este programa se proyecta garantizar el cuidado y protección de la fauna silvestre que pudiera presentarse en el Proyecto durante el CUSTF. Se plantea que dicho programa inicie previo al CUSTF **con labores de ahuyentamiento de aves o mamíferos medianos**, y el **rescate de aquellos individuos de movimiento lento**, los cuales serán reubicados, el mismo día, en la **parcela 247AA** donde presenta condiciones del hábitat conservados. Se pondrá atención especial para individuos de Iguana verde, ya que fue una de las especies que más se registró sobre ramas del arbolado durante el estudio en el Proyecto. Se contempla una **superficie de 3.647 hectáreas** para que estas sean liberadas. Se prevé en el Programa que se forme una brigada conformada por 3 técnicos forestales o biólogos, con experiencias en el manejo de fauna silvestre, para el desarrollo de estas actividades, y se considera que mantenga operación antes y durante el CUSTF, para prevenir cualquier daño a especímenes que pudieran presentarse durante estas etapas.

VII.2.4. Programa de manejo de residuos sólidos urbanos y manejo especial.

Con la finalidad de prevenir la contaminación del suelo y agua en el Proyecto, se prevé la aplicación de un programa de manejo de residuos, para desarrollarlo durante las diversas etapas del Proyecto. Se destinará un sitio para el almacenamiento temporal de los residuos generados, colocándolos fuera de sitios con registro de escurrimientos pluviales, colocando contenedores para su disposición debidamente rotulados dentro del proyecto y área colindante (estos estarán adecuados para estar al aire libre, con tapa y bolsa de plástico de uso rudo. Se informará a los trabajadores la correcta disposición de los residuos. Se colocarán letreros alusivos a la limpieza en las áreas dentro del proyecto. Se destinará esta responsabilidad por parte a los contratistas de la obra y por otro, lado coordinado con la parte administrativa del Proyecto. Se llevará el control de generación de residuos y se contará con una bitácora para el registro de estos durante todo el desarrollo del Proyecto.

VII.2.5. Programa de contingencia ambiental.

Se desarrollará un protocolo de contingencias, derivado de la posible presencia de eventos extraordinarios dentro e inmediaciones del Proyecto. Esto con la finalidad de prevenir o atender situaciones que puedan generar afectaciones, por lo tanto, previo a los trabajos dentro del Proyecto, se capacitara de manera permanente al personal involucrado, para que reaccionen de manera pertinente a cualquier situación de riego. Los responsables de desarrollar los protocoles necesarios, serán los de vigilancia y jefes de la obra en el Proyecto, de tal manera que la respuesta a la atención de determinada situación o evento pueda ser resuelta o prevenida de la mejor manera.

VII.2.6. Programa de vigilancia ambiental.

Se conformará un equipo de personal capacitado, para el seguimiento oportuno de los programas señalados, de tal manera que se de cumplimiento acorde a lo establecido en cada uno de estos.

Por lo tanto, esta actividad será desarrollada durante todas las etapas del Proyecto. Con este seguimiento se logrará recabar información para la elaboración de bitácoras de seguimiento, informes y en su caso, la identificación oportuna de situaciones que no sean favorables en el avance de cada programa, esto para poder tomar decisiones que permitan corregir y dar cumplimiento a cada uno de los objetivos. Se destinará a personal con experiencia en el área ambiental, el cual se verá reflejado su participación con información clara sobre los avances en cada Programa proyectado.

Los programas mencionados son parte fundamente del Proyecto Marina Parck, y los cuales ayudaran, en la mitigación, prevención y/o compensación de impactos derivados por el CUSTF y el desarrollo del Proyecto. De la misma manera, con el cumplimiento firme de estas acciones, el desarrollo del Proyecto se enmarca dentro del cumplimiento de la normatividad ambiental.

VII.3. Seguimiento y control (Monitoreo).

Con la finalidad de garantizar la implementación, verificación y control de las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental planteadas por el Proyecto, el seguimiento de estas debe ser de manera permanentes y coordinadas con los involucrados, y de esta manera generar información que permita identificar de manera clara los avances en cada caso.

- ✓ **Impactos residuales.**

Se considera un impacto ambiental residual a todo impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación. Una vez realizado el análisis de los impactos generados por las actividades del presente proyecto, se pueden considerar como impactos residuales la construcción dentro del polígono, ya que este impacto perdurará durante la vida útil del proyecto.

Los demás impactos por generar se pueden mitigar de manera efectiva y con la aplicación de las medidas de prevención propuestas, en lo que corresponde a la zona terrestre es conveniente mencionar que el predio en mención se encuentra bastante perturbado por las diferentes actividades antropogénicas, es por eso que las medidas de mitigación, serán dirigidas a la zona alta de la Microcuenca, ay que es donde existen las condiciones para el desarrollo de las medidas sugeridas. A pesar que el Proyecto está contemplado como zona urbana, de acuerdo a la Ley general de desarrollo forestal sustentable existe arbolado disperso, sin embargo, bien desarrollado, que ha genera un microhábitat y conformad por especies características de **Vegetación de selva mediana subcaducifolia**, es por eso que el presente proyecto considera la importancia de aplicar medidas de prevención, para que sea un proyecto con visión sustentable, respecto a lo social, económico, ambiental y cultural.

Derivado de la identificación de impactos ambientales proyectados y descritos en el **Capítulo V**, para el desarrollo del Proyecto, es importante, que lo señalado en los Programas ambientales se apliquen correctamente en los tiempos correspondientes, para generar un impacto positivo en la prevención, mitigación y/o compensación de los impactos esperados por el Proyecto. De tal manera, que se genere información que, a corto plazo, nos permita justificar su aplicación y a su vez generar una expectativa, de que, con acciones específicas, se favorezca en el desarrollo de este tipo de Proyectos, derivado de la aportación que pueden generar mediante estas medidas.

Con la finalidad de mostrar el enfoque de estas acciones y su importancia dentro de las etapas del Proyecto, para atender algunos elementos que pudieran verse afectados, se presenta la siguiente Tabla donde se señala el posible impacto y la relación de acciones específicas para su mitigación y/o compensación.

Tabla VII.4. Medidas de mitigación consideras aplicables en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.

ETAPA:	PREPARACIÓN DEL SITIO	
ACTIVIDADES	DESMONTE	
COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDA DE MITIGACIÓN
AIRE	Emisión de polvo y gases de combustión	1. Los vehículos automotores utilizados deben mantener condiciones óptimas de operación y mantenimiento, que cumplan con las normas respectivas para su funcionamiento.
	Aumento de los niveles sonoros	1. Se utilizarán equipos con dispositivos amortiguadores de ruido, que generen niveles bajos de ruido.
AGUA	Perdida de infiltración y calidad del agua	1. La vegetación resultante se acomodará en forma de cordón sobre la superficie, en las inmediaciones del Proyecto. Esto para que ayude como una obra de conservación de suelo de acuerdo con las necesidades, como para retención del arrastre de suelo causada por la erosión laminar, las cuales además servirán para mejorar la infiltración y calidad del agua. 2. Se aplicará un **Programa de conservación de suelos** en una **superficie de 4.409 ha.** Se proyectan obras que ayuden a la captación e infiltración de agua en las áreas aledañas al proyecto, se proponen un total **de 100 metros de Zanjas Trincheras**, con las cuales se espera captar un volumen bruto aproximado de **335 m³/año.** De la misma manera se construirán **1,989 Terrazas individuales modificadas** en el área de reforestación y reubicación, con la capacidad de captar **1,128 m³/año,** logrando poder almacenar un **volumen neto de 731 m³/año (50%).** Por lo tanto, del total captado, se espera se llegue a **infiltrar aproximadamente 219 m³/año (con un 30% de efectividad).** Las siguientes coordenadas, corresponden al área destinada para obras de conservación de suelos y captación de agua (Programa de Reforestación, conservación y restauración de suelos); Tabla. Coordenadas de ubicación del área para actividades de conservación de suelos y reforestación

VERTICE	COORDENADAS UTM		DESCRIPCION	AREA	AREA
	X	Y		(m²)	(ha)
1	479333	2289167	Reforestación y compensación	44,090	4.409
2	479372	2289210	Reforestación y compensación		
3	479475	2289127	Reforestación y compensación		
4	479449	2289081	Reforestación y compensación		
1	478694	2289011	Reforestación y compensación		
2	478769	2289005	Reforestación y compensación		
Coordenadas en Programa de reubicación de flora.					
			TOTAL	**44,090**	**4.409**

Tabla VII.3. Medidas de mitigación consideras aplicables en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.

ETAPA:	**PREPARACIÓN DEL SITIO**	
ACTIVIDADES	**DESMONTE**	
COMPONENTE AMBIENTAL	**IMPACTO AMBIENTAL**	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**
AGUA	Perdida de infiltración y calidad del agua	3. Se aplicará de manera paralela un **Programa de Reforestación y reubicación en una superficie de 4.409 hectáreas** con especies nativas, con el desarrollo de esta se espera incrementar una cobertura vegetal, además por el desarrollo de especies arbustivas y herbáceas, esto ayudará en la captación de agua y su vez incrementar la infiltración y calidad del agua en la zona del proyecto.
SUELO	Generación de aguas residuales	1. Uso de un (1) sanitario portátil por cada 20 trabajadores, con mantenimiento continúo por parte de la empresa arrendadora, para así evitar la generación de aguas residuales en la zona.
	Consumo de agua	1. Optimización del uso.
		2. Se racionalizará el consumo de agua mediante garrafones o contenedores vigilando siempre evitar el desperdicio de esta.
	Remoción de la capa fértil	1. Reutilización del material resultante del desmonte, para posteriormente sea utilizado en la protección del suelo, incorporándolo a la capa superficial.
	Generación de residuos	1. Picar y reintegrar el material vegetativo (hoja, ramas y raíces) a la superficie del suelo, principalmente en las áreas a reforestar.
		2. Se evitará el uso de herbicidas o agroquímicos en las actividades de desmonte.

Tabla VII.3. Medidas de mitigación consideras aplicables en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.

<table>
<tr><th>ETAPA:</th><th colspan="2">PREPARACIÓN DEL SITIO</th></tr>
<tr><th>ACTIVIDADES</th><th colspan="2">DESMONTE</th></tr>
<tr><th>COMPONENTE AMBIENTAL</th><th>IMPACTO AMBIENTAL</th><th>MEDIDA DE MITIGACIÓN</th></tr>
<tr><td rowspan="4">SUELO</td><td rowspan="2">Generación de residuos</td><td>3. Se evitará y prohibirá tajantemente la quema de residuos, en especial aquel producto de desmontes y deshierbes.</td></tr>
<tr><td>4. La disposición de la madera se hará de acuerdo con lo autorizado por la SEMARNAT, y en caso de ser necesario esta será transportada con la utilización de las remisiones forestales emitidas por la misma dependencia.</td></tr>
<tr><td>Erosión</td><td>1. Se aplicará un Programa de Conservación de suelos distribuidas en una superficie de 4.409 hectáreas, entre las cuales se consideran; la construcción de 100 metros de Zanjas trincheras, actividades de reforestación, así como un total de 1,989 plantas con su Terraza individual modificada. Con esto se espera incrementar la infiltración de agua, disminuir la erosión por la acción del agua, ya que se reducirá la velocidad de arrastre del agua en la zona.</td></tr>
<tr><td>Erosión</td><td>En seguida Tabla muestra las coordenadas de ubicación para ejecutar los programas:
<table>
<tr><th rowspan="2">VERTICE</th><th colspan="2">COORDENADAS UTM</th><th rowspan="2">DESCRIPCION</th><th>AREA</th><th>AREA</th></tr>
<tr><th>X</th><th>Y</th><th>(m²)</th><th>(ha)</th></tr>
<tr><td>1</td><td>479333</td><td>2289167</td><td>Reforestación y compensación</td><td rowspan="6">44,090</td><td rowspan="6">4.409</td></tr>
<tr><td>2</td><td>479372</td><td>2289210</td><td>Reforestación y compensación</td></tr>
<tr><td>3</td><td>479475</td><td>2289127</td><td>Reforestación y compensación</td></tr>
<tr><td>4</td><td>479449</td><td>2289081</td><td>Reforestación y compensación</td></tr>
<tr><td>1</td><td>478694</td><td>2289011</td><td>Reforestación y compensación</td></tr>
<tr><td>2</td><td>478769</td><td>2289005</td><td>Reforestación y compensación</td></tr>
<tr><td colspan="5">Coordenadas en Programa de reubicación de flora.</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>TOTAL</td><td>44,090</td><td>4.409</td></tr>
</table>
Tabla. Coordenadas de ubicación del área para actividades de conservación de suelos

Para mitigar los efectos de la erosión por la acción del CUSTF, se contempla la construcción de 5 m³ de presas de piedra, se calcula retengan un volumen de sedimentos anuales aproximados de <u>25 ton/año.</u>
.</td></tr>
</table>

Tabla VII.3. Medidas de mitigación consideras aplicables en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.

ETAPA:	**PREPARACIÓN DEL SITIO**	
ACTIVIDADES	**DESMONTE**	
COMPONENTE AMBIENTAL	**IMPACTO AMBIENTAL**	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**
FLORA	Remoción de vegetación	1. Rescate de plantas juveniles de las especies detectadas en los estratos arbóreos principalmente para su reubicación en áreas aledañas al proyecto (Cap. IX). 2. Se realizará la **Reforestación y reubicación en una superficie de 4.409 ha** con especies nativas, principalmente con aquellas que se verán afectadas con el cambio de uso de suelo, para compensar dicha actividad.
		2. Se **construirán zanjas trincheras y terrazas individuales** previstas en el Programa de conservación de suelos en combinación con el programa de reforestación, en las cuales se colocarán las especies rescatadas de las áreas de CUSTF. Con esta actividad compensaremos la eliminación de vegetación existente creando áreas con nueva cobertura vegetal y propiciando la reproducción de las especies que se afectaran con el CUSTF.
FLORA	Retiro de árboles	1. Antes del inicio de la remoción del arbolado dentro de las áreas de CUSTF de delimitaran las áreas donde autorizadas para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. La remoción de la vegetación en el cambio de uso de suelo se realizará empleando técnicas y equipo que ayude a evitar daños a la vegetación residual aledaña al área de cambio de uso de suelo.
		2. Se realizará la **Reforestación en una superficie de 0.762 ha** con especies nativas principalmente con aquellas que se verán afectadas con el cambio de uso de suelo. También se contempla una superficie de **3.647 ha**, donde se **reubicarían** algunos individuos. Entre las especies propuestas son ***D. regia, E. cyclocarpum, L. lanceolata, P. dulce, S. humboldtiana y T. rosea***, para ambas zonas.
FAUNA	Perturbación de la fauna	1. Antes del inicio de las actividades de desmonte se favorecerá la migración de la fauna a áreas que no se verán afectadas del **proyecto mediante el ahuyentamiento** de las especies mediante la aplicación del programa de rescate de fauna. 2. Hacer recorridos para observar la presencia de individuos de la fauna. Se pondrán a capturar pequeños mamíferos y reptiles para el posterior traslado y liberación de individuos a zonas mejor conservadas en las zonas aledañas.

Tabla VII.3. Medidas de mitigación consideras aplicables en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.

ETAPA:	**PREPARACIÓN DEL SITIO**	
ACTIVIDADES	**DESMONTE**	
COMPONENTE AMBIENTAL	**IMPACTO AMBIENTAL**	**MEDIDA DE MITIGACIÓN**
FAUNA	Desplazamiento de fauna	1. Antes de iniciar con las actividades de preparación del sitio la brigada de rescate generará ruido para alertar a la fauna y esta se traslade a otros lugares aledaños. Se realizará el desmonte de manera gradual con el fin de dar tiempo a que la fauna presente, abandone el lugar.
		2. Se realizará el rescate y reubicación de las especies de lento desplazamiento de acuerdo con lo establecido en el **programa de Rescate y reubicación de fauna (3.647 ha).**
	Desplazamiento de fauna en estatus	1. Se contará con una brigada de rescate de fauna, con la finalidad de determinar la ubicación de posibles nidos de aves sobre algunos arbustos, así como de mamíferos y reptiles a ras de suelo aledaño al camino.
	Afectación del hábitat	1. Se aplicará un **Programa de Reforestación y reubicación de flora**, en una **superficie de 4.409 hectáreas**, lo cual ayudará a detener y evitar la erosión en la zona del proyecto. En la ejecución del Programa de reforestación conforme se vayan desarrollando las especies establecidas, así como se desarrolle el crecimiento de especies en el estrato arbustivo y herbáceo de las áreas evitara la erosión debido a la protección que se formara al suelo por los diferentes estratos vegetativos.
PAISAJE	Alteración de la calidad paisajística	1. Derribo direccional de ejemplares arbóreos, para evitar el daño de la vegetación residual. Se ejecutará un **Programa de Reforestación y reubicación**, en una superficie de **4.409 hectáreas**, lo cual ayudará a detener y evitar la erosión en la zona del proyecto. El Programa de reforestación conforme se vayan desarrollando las especies establecidas, así como se desarrolle el crecimiento de especies en el estrato arbustivo y herbáceo de las áreas éstas evitaran la erosión debido a la protección que se formara al suelo por los diferentes estratos vegetativos.

VII.4. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

Se consideran todos los posibles efectos de obras y actividades a desarrollarse, así como también la utilización de los recursos naturales, o en su caso, considerar aquellas medidas que el solicitante de manera voluntaria proponga y sean encaminadas a evitar o reducir el mínima los efectos negativos sobre el ambiente, del nuevo Reglamento de la (LGEEPA, 2000).

La estimación aproximada para la remedición y/o compensación, mediante el seguimiento de las **acciones de reforestación, rescate y reubicación de flora y fauna silvestre**, así como la ejecución del **Programa de restauración con obras de conservación de suelos**, se basó en costos unitarios estandarizados por la CONAFOR (2024), ubicación del área propuesta a restaurar y costos unitarios locales. En la Tabla VII.4, se presenta una estimación aproximada para una superficie de 4.409 ha (de las cuales 0.762 ha serán destinadas para reforestación y obras de conservación de suelos y 3.647 ha destinadas para la reubicación de planta y algunas obras de conservación de suelos), durante 5 años

VII.5. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo.

De acuerdo a las estimaciones sobre las acciones de Compensación y de rescate y reubicación de flora y fauna, en la Tabla VII.4, se presenta un desglose aproximado de acuerdo a costos de referencia para la compensación ambiental, destinando una superficie de 0.762 hectáreas (Reforestación y suelos) y de 3.647 ha (reubicación de flora y fauna).

Tabla VII.4. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo.

SUPERFICIE DEL PROYECTO DE COMPENSACION AMBIENTAL (HA)	0.762	REF	0.762		
ACTIVIDAD	COSTO	UNIDAD DE	CANTIDAD	META	TOTAL
REFORESTACION Y CONSERVACION DE SUELOS:	UNITARIO (MN)	MEDIDA	/HA/MES/AÑO/JORNAL		
PRODUCCION/COMPRA DE PLANTA PARA LA REFORESTACION AÑO 1					
Compra o produccion de planta de especies nativas	$25.0	Planta	833	**635**	$15,868.65
SUBTOTAL					**$15,868.7**
PROTECCION:					
Cercado con postes de fierro	$72,000.0	Km	0.4	0.4	$28,800.00
Brecha cortafuego	$11,000.0	Km	0.4	0.4	$4,400.0
SUBTOTAL					**$33,200.0**
OBRAS DE CONSERVACION DE SUELOS:					
Presas de piedra en carcavas	$1,800.0	m³	5	5	$9,000.0
Zanja trinchera	$75.0	m	450	200	$14,985.0
Acomodo de material vegetal muerto	$35.0	m	500	472	$16,520.00
SUBTOTAL					**$40,505.0**
ASESORIA TECNICA PARA EL SEGUIMIENTO					
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$14,500.0	Visita	4	4	$58,000.0
SUBTOTAL					**$58,000.0**
REFORESTACION (AÑO 1):					**$147,573.7**
Adquisición y flete de fertilizante organico mineral (Dosis abono organico 55 ml/planta).	$18.0	Planta	833	635	$11,425.43
Transporte de planta	$5.0	Planta	833	635	$3,173.73
Reforestacion con apertura de cepa comun	$8.0	Planta	833	635	$5,077.97
Terraza individual modificada	$12.0	Terraza	833	635	$7,616.95
Aplicación de fertilizante organico mineral (Dosis abono organico 55 ml/planta).	$4.0	Planta	833	635	$2,538.98
Deshierbe en círculo alrededor de la planta (100%)	$12.0	Planta	833	635	$7,616.95
SUBTOTAL					**$37,450.0**
PRODUCCION/COMPRA DE PLANTA PARA REPOSICION CONSIDERANDO UN 30% (AÑO 2):					
Compra de planta de especies nativas (30% de reposicion)	$25.0	Planta	833	**190**	$4,760.6
SUBTOTAL					**$4,760.6**
ASESORIA TECNICA PARA EL SEGUIMIENTO					
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$14,500.0	Visita	4	4	$58,000.0
SUBTOTAL					**$58,000.0**
MANTENIMIENTO PARA AÑO 2					
Mantenimiento de cercado con postes de fierro	$10,000.0	Km	0	0.00	$0.0
Mantenimiento de Brecha cortafuego	$11,000.0	Km	0.4	0.40	$4,400.0

Riego de auxlio manual (80% de la planta, dos veces al año; marzo-mayo)	$8.0	Planta	833	1016	$8,124.75
Transporte de planta para reposicion (30%I	$5.0	Planta	833	190	$952.12
Reforestacion con apertura de cepa comun (reposicion de planta en un 30%)	$8.0	Planta	833	190	$1,523.39
Deshierbe en círculo alrededor de la planta (100%)	$12.0	Planta	833	635	$7,616.95
SUBTOTAL					**$22,617.2**
PRODUCCION/COMPRA DE PLANTA PARA REPOSICION CONSIDERANDO UN 20% (AÑO 3 al 4					
Compra de planta de especies nativas (20% de reposicion)	$28.0	Planta	833	**254**	$7,109.16
SUBTOTAL					**$7,109.2**
ASESORIA TECNICA PARA EL SEGUIMIENTO					
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$14,500.0	Visita	4	4	$58,000.0
SUBTOTAL					**$58,000.0**
MANTENIMIENTO PARA AÑO 3 al 4					
Cercado con postes de fierro	$10,000.0	Km	0.00	0.00	$0.0
Brecha cortafuego	$11,000.0	Km	0.40	0.40	$4,400.0
Mantenimiento de obras de conservacion de suelos (Reacondicionamiento de Presas de piedra, Acomodo de material y desasolve zanja trinchera	$1,100.0	Jornal	4	32	$35,200.0
Riego de auxlio manual (80% de la planta, dos veces al año; marzo-mayo)	$9.0	Planta	833	1015.6	$9,140.34
Adquisición y flete de fertilizante organico mineral (Dosis abono organico 55 ml/planta/ Al 80% de la planta).	$20.0	Planta	833	1016	$20,311.87
Transporte de planta para reposicion (20%)	$5.0	Planta	833	381	1904.238
Reforestacion con apertura de cepa comun (reposicion de planta en un 20%)	$8.0	Planta	833	254	$2,031
Aplicación de fertilizante organico mineral (Dosis abono organico 55 ml/planta. Al 80% de la planta).	$4.0	Planta	833	1016	$4,062.37
Deshierbe en círculo alrededor de la planta (100%)	$12.0	Planta	833	1269	$15,233.90
SUBTOTAL					**$92,284**
ASESORIA TECNICA PARA EL SEGUIMIENTO					
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$14,500.0	Visita	4	8	$116,000.0
SUBTOTAL					**$116,000.0**
TOTAL DEL PROYECTO COMPENSACION Y REFORESTACION					**$543,794.5**
EJECUCION DE LOS PROGRAMAS DE RESCATE DE FAUNA Y REUBICACION DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE (3.647 ha)					
ACTIVIDAD	**COSTO UNITARIO (MN)**	**UNIDAD DE MEDIDA**	**CANTIDAD /DIA/HA**	**META**	**TOTAL**
RESCATE Y REUBICACION DE FLORA SILVESTRE AÑO 1:					
Rescate y reubicacion de flora silvestre (Dos brigadas conformadas por 2 personas cada una) Consiste en las labores de mano de obra para la esxtraccion, acondicionamiento y posteriormente reubicacion de individuos que se veran afectadas por CUSTF	$1,100	Jornal	4	100	$110,000.0
Adquisición y flete de fertilizante organico mineral (Dosis abono organico 50 ml/planta/ Al 100% de la planta)	$18	Planta	1354	1354	$24,372.00

Aplicación de fertilizante organico mineral (Dosis abono organico 55 ml/planta. Al 80% de la planta). Por dos años (año 1 y año 3 de manteniento)	$4	Planta	1354	1354	$5,416.0
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$14,500	Visitas	3	3	$43,500.00
SUBTOTAL					**$183,288.0**
RESCATE Y REUBICACION DE FLORA SILVESTRE MANTENIMIENTO AÑO 2					
Riego de auxlio manual (50% de la planta, dos veces al año; marzo-mayo)	$8	Planta	1354	1354	$10,832.00
Deshierbe en círculo alrededor de la planta (100%)	$12	Planta	1354	1354	$16,248.00
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$14,500	Visitas	3	3	$43,500.00
SUBTOTAL					**$70,580.0**
RESCATE Y REUBICACION DE FLORA SILVESTRE MANTENIMIENTO AÑO 3					
Riego de auxlio manual (50% de la planta, dos veces al año; marzo-mayo)	$9	Planta	1354	1354	$12,186.00
Deshierbe en círculo alrededor de la planta (100%)	$12	Planta	1354	1354	$16,248.00
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$14,500	Visitas	3	3	$43,500.00
SUBTOTAL					**$71,934.0**
RESCATE Y REUBICACION DE FLORA SILVESTRE MANTENIMIENTO AÑO 4					
Riego de auxlio manual (50% de la planta, dos veces al año; marzo-mayo)	$9	Planta	1354	1354	$12,186.00
Deshierbe en círculo alrededor de la planta (100%)	$12	Planta	1354	1354	$16,248.00
Asesoria tecnica (Seguimiento y presentacion de informes)	$14,500	Visitas	3	3	$43,500.00
SUBTOTAL					**$71,934.0**
TOTAL					**$397,736.0**
TOTAL CUMPLIMIENTO DE PROGRAMAS AMBIENTALES POR 5 AÑOS, EN UNA SUPERFICIE DE 4.409 HA					**$941,530.5**

CAPITULO VIII: PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

ÍNDICE

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 3
VIII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto 3
VIII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto 3
VIII.3. Descripción y análisis del escenario considerando medidas de mitigación 5
VIII.4. Pronostico ambiental 6
VIII.4.1. Programa de manejo ambiental 7
VIII.4.2. Seguimiento y control 8

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

VIII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto

El polígono donde se encontrará el proyecto, se encuentra dentro de una zona considerada para el desarrollo de habitacional de baja densidad, por lo tanto, la afectación ambiental no se considera significativa tanto en el consumo o utilización de los recursos como el agua como la posible contaminación de estos, considerando los volúmenes y la cantidad de personas presentes.

Por lo anterior, en caso de que no se realice la construcción del proyecto, ambientalmente no existirá cambio en el área, ni de manera positiva, ni negativa, porque se considera una zona afectada antropogénicamente, y eventualmente el crecimiento de la localidad llegaría alcanzando el sitio del proyecto. Las condiciones naturales ya han sido modificadas a través de dicha actividad que han tenido impactos negativos en las condiciones naturales de la zona, con esto y de acuerdo con el análisis realizado en los capítulos anteriores del presente estudio, se puede concluir que éste no mermará las condiciones naturales y ambientales de la zona, ni de la región.

El proyecto comprende la construcción, operación y mantenimiento de un complejo habitacional unifamiliar, con la cual la afectación ambiental no se considera significativa tanto en el consumo o utilización de los recursos y la posible contaminación de estos, considerando los volúmenes y la cantidad de personas que la ocuparan.

VIII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto

De la evaluación de los impactos ambientales referidos en el capítulo V, se determinó que las principales afectaciones negativas se limitarán al área del proyecto y al área directamente circundante, por tratarse de un terreno con topografía plana, ubicado en la parte baja de la microcuenca hidrográfica, dentro de la zona urbanizada.

En caso de que la operación y mantenimiento del proyecto no considerara el tratamiento de las aguas residuales, y que éstas fueran vertidas en una fosa séptica, ocasionaría grandes impactos al suelo y su filtración a los mantos freáticos, así como la contaminación de las aguas; la afectación sería a nivel regional para los habitantes de la zona, ya que no habría suficiente disponibilidad de éste.

Se tendrán impactos ambientales durante la construcción al realizar la pavimentación de superficies, al modificar patrones de escorrentía y absorción y reducir la superficie de vegetación; y durante la operación del proyecto, por el consumo de agua potable, iluminación nocturna, por tratarse de afectaciones cotidianas durante toda esta etapa del proyecto.

Estos **impactos serán principalmente puntuales**, aunque podrían extenderse a la zona colindante al proyecto; sin embargo, por tratarse de una zona perturbada, con un nivel medio de fragmentación y aislamiento, no provocarán grandes alteraciones en los ecosistemas terrestre y sus recursos naturales o en su salud, que obstaculicen la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Por otro lado, algunos impactos ambientales serán prevenidos o mitigados de manera implícita por el propio proyecto.

En el caso de que no se contemplara el correcto manejo de los residuos sólidos urbanos, la zona se llenaría de basura, afectando las condiciones paisajísticas, así como, afectando el hábitat de las especies de fauna y las condiciones de vegetación que actualmente existen, pero principalmente se contaminaría el suelo.

VIII.3. Descripción y análisis del escenario considerando medidas de mitigación

La **ejecución del proyecto con la aplicación de las medidas tanto de prevención, como de mitigación permitirá la operación sustentable del proyecto**, compensando las áreas de desplante con la **superficie del área definida en la parte alta de la Microcuenca** y la parte de jardinería del proyectadas. Además, como se ha venido mencionando no habrá afectación respecto a la contaminación de mantos freáticos, al suelo, o a la atmósfera por la inadecuada disposición de aguas residuales y residuos sólidos urbanos.

En seguimiento a lo anterior, se realizará **separación de los Residuos Sólidos Urbanos**, para ayudar en el reciclaje de éstos. De igual manera, las aguas residuales que se generen tienen como destino el Sistema de Tratamiento de aguas Residuales que se instalará dentro del polígono.

Durante la operación se reducirá su participación en la sinergia y acumulación de los múltiples impactos generados por los desarrollos y las localidades que representan un riesgo de impacto significativo a largo plazo para el ecosistema costero a causa del uso urbano del suelo y por la liberación gradual de diversas sustancias y partículas utilizadas en la operación de los proyectos de la zona costera, sobre todo por los agroquímicos utilizados indiscriminadamente, por el inadecuado manejo de los residuos sólidos y líquidos, y por la contaminación lumínica nocturna, provocando la degradación gradual de ambos ecosistemas sin que pueda atribuirse este conjunto de afectaciones al proyecto mismo.

Asimismo, las afectaciones negativas se limitarán básicamente a la zona que abarca el área del proyecto, como se describe en el Capítulo IV, minimizando al máximo o incluso eliminando aquellas que pudieran generarse en la zona circundante.

VIII.4. Pronostico ambiental

Considerando la información de los capítulos anteriores y lo presentado en éste, **se considera que la construcción, operación y mantenimiento del proyecto traerá mayores beneficios, no solo ambientales si no que brindará una dinámica al flujo económico en la región debido a que se hará consumo a los servicios locales.**

Asimismo, las afectaciones negativas se limitarán básicamente a la zona que abarca el proyecto, minimizando o incluso eliminando aquellas que pudieran generarse en la zona circundante. Se reducirá su participación en la sinergia y acumulación de los múltiples impactos generados por los desarrollos y las localidades de la franja costera que representan un riesgo de impacto significativo a largo plazo para el ecosistema marino a causa del uso urbano del suelo y por la liberación gradual de diversas sustancias y partículas utilizadas en la operación de los proyectos de la franja costera.

VIII.4.1. Programa de manejo ambiental

Se contemplan actividades que permitan desarrollar favorablemente el Proyecto que en conjunto de otras será necesario llevarse a cabo, al igual que conforme el avance de cada etapa.

Tabla VIII.1. Actividades por etapa en su ejecución

ACTIVIDAD/ETAPA	MES																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO																		
Desmonte																		
Despalme																		
Retiro de residuos																		
Abertura de caja																		
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN																		
Trazo de obras																		
Abertura de caja y cimentación																		
Introducción de sistema de captación de aguas																		
Introducción de servicios de gas																		
Introducción de servicios de luz y datos																		
Introducción de servicios de hidrosanitarios																		
Introducción de instalación hidráulica y pluvial																		
Construcción de Vivienda vertical																		

VIII.4.2. Seguimiento y control

En la tabla siguiente se presentan las actividades que deberán ser atendidas de acuerdo con el tipo de actividad.

Tabla VIII.2. Actividades de seguimiento y control.

ACTIVIDAD	DIARIO/SEMANAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL
Saneamiento de depósitos de basura				
Limpieza de áreas comunes e instalaciones en general				
Mantenimiento de lago artificial y sistema de captación de aguas				
Mantenimiento				
Manejo y disposición de los RSU				
Mantenimiento del sistema de saneamiento de aguas residuales				
Mantenimiento del sistema de agua potable				
Mantenimiento áreas verdes				
Monitoreo de la reforestación y reubicación de flora y fauna silvestre				

VIII.5 Evaluación de alternativas.

La realización de esta obra traerá beneficios a corto, mediano y largo plazo en el ámbito socioeconómico y ambiental, puesto que se favorecerán los servicios y el turismo en una comunidad que depende de la esta actividad como principal fuente de ingresos.

A continuación, se menciona el escenario resultante del desarrollo del proyecto. Este parte de la tendencia de los procesos que actualmente ocurren en la región, de manera independiente a la ejecución del proyecto, e incorpora además de los impactos potenciales asociados con la construcción del proyecto, las medidas de mitigación establecidas en este mismo estudio.

Los principales impactos ambientales que han sido identificados para el desarrollo del proyecto son los de una obra civil ordinaria; considerándose temporales los relacionados con la etapa de preparación del sitio y construcción.

Partiendo del ejercicio integrador que representa este estudio y con base a la información generada, analizada y valorada, se está en posibilidad de describir e identificar las modificaciones y eventuales afectaciones que se puedan imprimir al Sistema Ambiental (SAR) delimitado por la presencia del proyecto.

El sitio que acoge a este proyecto, más allá de la consideración espacial del predio, corresponde a un espacio en el que las actividades humanas se desarrollan transformando las características naturales principalmente por la actividad antropogénica. Esta situación, difícilmente reversible, implica que el espacio ha de tender, en el tiempo a incrementar los cambios antrópicos sobre la naturalidad del espacio.

No obstante, lo anterior, desde una visión paisajística, el SAR delimitado presenta áreas de vistas naturales tanto de vegetación de selva mediana, manglar y matorral costero que guardan un elevado valor intrínseco.

Desde esta perspectiva, la construcción de este proyecto inmobiliario, se han de considerar las relaciones ecosistémicos que pudieran verse afectadas por ello. El escenario propuesto considera las variables ambientales más importantes desde el punto de vista antropogénico y cuya afectación perdurará durante toda la etapa de operación del proyecto, éstas involucran urbanización de la zona, la modificación desplazamiento de especies de fauna, y la contaminación por la generación de desechos de todo tipo.

Disminución de la superficie de captación

La construcción de los elementos del proyecto generará una disminución de la superficie de infiltración de agua de lluvia hacia el acuífero. Este representa un impacto bajo considerando el desarrollo urbano y turístico presente en la Ciudad de Vallarta.

Afectación de la calidad del aire por la emisión de gases de combustión y partículas a la atmósfera

Las actividades de construcción relacionadas con el uso de maquinaria pesada y equipo, especialmente durante las actividades de nivelaciones y excavaciones, afectan la calidad del aire por el levantamiento de partículas hacia la atmósfera, así como por la emisión de gases contaminantes. Este es un impacto considerado acumulativo en el SAR, donde de manera independiente de la realización de este proyecto, existe la emisión de gases por la circulación de vehículos en la carretera existente y la dispersión de partículas a la atmósfera como resultado de las actividades humanas (urbanas y turísticas).

Modificación al confort sonoro

Durante las obras, los niveles de ruido en las zonas colindantes al predio de pretendida ubicación del proyecto serán mayores a los actualmente registrados, aunque serán puntuales y localizados conforme varíen los frentes de obra, pudiendo alcanzar, dependiendo de los equipos utilizados, hasta 100 dB(A) *in situ* y 40 dB(A) a 250 m del frente de obra. Esta modificación al confort sonoro representa un impacto de carácter residual en el SAR, el cual desaparecerá cuando terminen las actividades de construcción. Durante la operación, los niveles de ruido serán muy similares a los que se registran sin los trabajos de construcción del proyecto.

Afectación a la abundancia de individuos faunísticos

Con relación a la fauna, el proyecto afectará la abundancia principalmente de aves durante la etapa de Construcción. Derivado de la incipiente fauna observada, se considera que el grupo de los vertebrados no se verá afectado de manera importante. Asimismo, el ruido que generan las distintas actividades de obra puede ocasionar una reducción en la abundancia de aves y vertebrados alrededor de los sitios de intervención de pretendida ubicación del proyecto por ahuyentamiento. Este impacto se considera acumulativo, y una vez terminada la etapa constructiva del proyecto, puede haber un restablecimiento de las poblaciones de aves y vertebrados por recolonización natural, aunque podría ser que algunas especies sensibles a la perturbación no vuelvan a establecerse.

Contaminación del suelo por residuos provenientes de los usuarios y de las actividades de mantenimiento

En México es común que, durante la ocupación de los desarrollos habitacionales y turísticos, en ocasiones, se observen dispersos residuos de tipo doméstico que son arrojados por los habitantes o usuarios de los mismos. Asimismo, las actividades de mantenimiento y de uso común del proyecto, generarán sus propios residuos que potencialmente podrían afectar la calidad del suelo si no son manejados de manera adecuada.

Afectación de la movilidad y dispersión de algunas especies de fauna

Uno de los principales efectos que causa la construcción de infraestructura es el crecimiento de las superficies impactadas hacia la periferia del Desarrollo, por las actividades antropogénicas que se lleven a cabo los usuarios y habitantes del desarrollo. Esto puede provocar el ahuyentamiento de especies de aves y vertebrados.

ATRIBUTO	ESCENARIO ACTUAL	ESCENARIO CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ESCENARIO CON PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Erosión, hídrica y eólica.	El SAR a pesar de ser un uso ampliamente urbano, contiene mosaicos de vegetación, en el que predomina la vegetación de selva mediana en distintos estados de conservación, intercalada con tierras destinadas a actividades turísticas y urbanas.	La construcción de este proyecto inmobiliario conllevará a la ocupación de una superficie de desplante de 7,576.14 metros cuadrados, en una zona delimitada como AH, de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación serie vi del INEGI	El proyecto coadyuvará a la conservación de una superficie de 7,576.14 metros cuadrados, adicional a las actividades de reforestación establecidas en el programa correspondiente. Esta aportación implica la recuperación y conservación tanto de vegetación de espacios aptos para la fauna silvestre derivado de la prestación de servicios ambientales.
Calidad del aire	Aun cuando no existe una red de monitoreo ambiental en la zona en la que se ubica el SAR, se presume que la calidad del aire es aceptable por la acción de los vientos y la prácticamente inexistente actividad industrial. Sin embargo, existen partículas suspendidas resultantes de diversas actividades antropogénicas (derivadas de la construcción de nuevos desarrollos en el área).	Durante la etapa de construcción, las actividades de desmonte, despalme y movimiento de tierras principalmente generarán el levantamiento de partículas hacia la atmósfera. Asimismo, la operación de maquinaria y vehículos automotores serán una fuente de emisión de contaminantes a la atmósfera.	Con la aplicación de las medidas de mitigación previstas podrá disminuirse la emisión de polvos y gases contaminantes a la atmósfera durante la etapa de preparación del sitio y construcción Durante operación del proyecto, la generación de partículas por el uso del desarrollo Inmobiliario será muy similar a la situación actual.
Abundancia, movilidad y dispersión de Fauna	En el SAR, se presenta diversidad de vertebrados terrestres y aves.	Este desarrollo inmobiliario podría representar un obstáculo adicional que podría ahuyentar a la fauna que pudiere habitar las áreas contiguas al predio del proyecto.	La aplicación del Programa de reforestación implica la formación futura de hábitat para la fauna silvestre en las superficies reforestadas y la conservación de las condiciones del hábitat en una superficie de 5,700 Metros cuadrados. Esta superficie traerá consigo un posible incremento en la diversidad de especies en aquellas áreas reforestadas.

Cobertura vegetal	El SAR a pesar de ser un uso ampliamente urbano, contiene mosaicos de vegetación, en el que predomina la vegetación de selva mediana en distintos estados de conservación, intercalada con tierras destinadas a actividades turísticas y urbanas.	La construcción de este proyecto inmobiliario conllevará a la ocupación de una superficie de desplante de 7,576.14 metros cuadrados, en una zona delimitada como AH, de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación serie vi del INEGI	El proyecto coadyuvará a la conservación de una superficie de 5,700 metros cuadrados, adicional a las actividades de reforestación establecidas en el programa correspondiente. Esta aportación implica la recuperación y conservación tanto de vegetación de espacios aptos para la fauna silvestre derivado de la prestación de servicios ambientales.

CAPITULO IX: IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO.

ÍNDICE

IX. DENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES. 3
IX.1. Presentación de la información. 3
IX.1.1. Cartografía. 3
IX.1.2. Fotografías. 3
IX.1.3. Videos. 3
IX.1.4. Otros anexos. 3
IX.1.4.1. Memorias. 3

IX. DENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.

IX.1. Presentación de la información.

Se presentan dos documentos impresos y 4 contenida en memoria USB (Carpeta denominada "1._dtu_mp_26"

IX.1.1. Cartografía.

Se anexa en USB (Carpeta denominada "2._cartografia_mp_26").

IX.1.2. Fotografías.

Se anexa en USB (Carpeta denominada "3._fotografica_mp_26").

IX.1.3. Videos.

No se presentan videos

IX.1.4. Otros anexos.

IX.1.4.1. Memorias.

Se anexa en USB (Carpeta denominada "4._1_estimaciones_flora_fauna_dtu_mp_26_").

Se anexa en USB (Carpeta denominada "5._1_Inf_procesos_dtu_mp_26_").

Se anexa en USB (Carpeta denominada "6._ proceso_erosion_mp_26").

Se anexa en USB (Carpeta denominada "7._ mde_26_").

Se anexa en USB (Carpeta denominada "8._ shp_dtu_mp_26").

Se anexa en USB (Carpeta denominada "9._ shp_dtu_microcuenca (SAR)_mp_26").

Se anexa en USB (Carpeta denominada "10._ doc_legal_26").

CAPITULO X: FIRMA DEL PROMOVENTE Y RESPONSABLE DE LA ELABORACION DEL DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO Y EL DE LA EJECUCION DEL PROYECTO.

ÍNDICE

IX. FIRMA DEL PROMOVENTE Y RESPONSABLE DE LA ELABORACION DEL DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO Y EL DE LA EJECUCION DEL PROYECTO. 3

X. FIRMA DEL PROMOVENTE Y RESPONSABLE DE LA ELABORACION DEL DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO Y EL DE LA EJECUCION DEL PROYECTO.

Se declarará bajo protesta de decir verdad, que los resultados, fueron obtenidos 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 son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales. De la misma manera, para determinar los análisis físicos y biológicos correspondientes

[redacted]

Representante legal

[redacted]

Responsable elaboración Impacto ambiental
Ced. Prof.

[redacted]

Responsable elaboración Forestal
Ced. Prof [redacted]

CAPITULO XI: LITERATURA CITADA.

X. LITERATURA CITADA

Alberruche-Del Campo M.E., J.C. Arranz-González, V. RODRIGUEZ-Gómez, F.J. Fernández-Naranjo, R. Rodriguez-Pachecho y L. Vadillo-Fernández. 2014. Metodología para la evaluación del impacto paisajístico residual de una mina de carbón a cielo abierto en el Valle de Laciana (España). DYNA, 82 (190). 60-69. <http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v82n190.42809>.

Aguirre M.N. 2007. Manual para el manejo sustentable de Cuencas hidrográficas. Universidad Nacional de Loja, área agropecuaria y de recursos naturales renovables. 117 p.

Aguirre M.Z. 2013. Guía de métodos para medir la biodiversidad. Universidad Nacional de Loja. Área agropecuaria y de recursos renovables. Loja, Ecuador. 82 P.

Aparicio M.F.J. 1992. Fundamentos de hidrología de superficie. ED. Limusa, S.A. de .C.V. 152 p. Disponible [http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/adamoreno/HIDRO/Fundamentos_de_hidrologia_de_superficie_-_Aparicio.pdf].

Aquino R., T. Pacheco y M. Vasquez. 2007. Evaluación y valorización económica de la fauna silvestre en el río Algodón, Amazonía peruana. Rev. Peru. Biol. 14(2). 187-192.

Álvarez-Castañeda, S. T., C. A. Salinas-Zavala y F. de La chica. 1995. Análisis biogeográfico del noroeste de México con énfasis en la variación climática y mastozoológica. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie) 66: 59-86.

Alcérreca A., C. J. J. Consejo D., O. Flores V., D. Gutiérrez C., E. Henstchel A., M. Herzing Z., R. Pérez Gil S., J. M. Reyes G. y V. Sánchez C. 1988. Fauna silvestre y áreas naturales protegidas. Ed. Universo Veintiuno. México, D.F. 193 p.

Armsworth, P. R., Chan, K. M. A., Daily, G. C., Ehrlich, P. R., Kremen, C., Ricketts, T. H., Sanjayan, M. A. 2007. Ecosystem-Service science and the way forward for conservation. Conservation Biology, 21: 1383-1384.

Arzate J.A., R. Alvarez, V. Yutsis, J. Pacheco y H. López-Loera. 2006. Geophysical modeling of Valle de Banderas graben and its structural relation to Bahía de Banderas, Mexico. Revista mexicana de ciencias geológicas. V. 23, Num. 2. 184-198.

Aranda, S. M. J. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F. 255 p.

Arriaga, L., Aguilar C., Espinosa D. y Jiménez R. 1997. Regionalización ecológica y biogeográfica de México. Taller de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Arroyo C.E., A. Riechers P., E.J. Naranjo y G. Rivera-Velázquez. 2013. Riqueza, abundancia y diversidad de mamíferos silvestres entre hábitats en el Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas, México. THERYA Vol. 4(3). 647-676.

Solari A.A. y L. Cazorla. 2009. Valoración de la calidad y fragilidad visual del paisaje. Centro de estudios en diseño y comunicación, cuaderno 30. 213-226

Avendaño-Leadem D.F., B.C. Cedeño-Montoya y M. Arroyo-Zeledon. 2020. Integrando el concepto de servicios ecosistemicos en el ordenamiento territorial. Revista geográfica de America central, Vol. 2, Num. 65. Universidad Nacional de Costa Rica. 17 p.

Alvis G.J.F. 2009. Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del Municipio de Popayan. Facultad de ciencias agropecuarias, Vol. 7, No. 1. 115-122.

Ayuntamiento de Puerto Vallarta. 2020. Plan parcial de desarrollo urbano distrito urbano 5. Gaceta municipal de Puerto Vallarta, Jalisco, México. 216 p.

Baev, P. V. y Penev, L. D. 1995. Biodiv: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Versión 5.1. Pensoft, Sofia Moscow, 57 pp.

Barbier, E. B. 2007. Valuing ecosystem services as productive inputs. Economic Policy, 49: 178-229.

Begon, M., Townsend, C. R., Harper, J. L. 2006. Ecology, From Individuals to Ecosystems. 4 th ed. Australia 633 pp.

Benites T.E., J. Cortes B, E. Mejía S, A. Exebio G, A.L. Santos H, M.E. Delgadillo P. 2003. Evaluación de la degradación de los suelos en la cuenca "El Josefino", Jesús María, Jalisco. Terra Latinoamericana Vol. 21, Num. 1. Pp. 117-126.

Beltrán-Rodríguez L., J.I. Valdez-Hernández, M. Luna-Cavazos, A. Romero-Manzanarez, E. Pinedo-Herrera, B. Maldonado-Almanza, M.A. Borja-de la Rosa y J. Blancas-Vázquez. 2018. Estructura y diversidad arbórea de bosques tropicales caducifolios secundarios en la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, Morelos. Revista mexicana de biodiversidad 89. 108-122. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v89n1/2007-8706-rmbiodiv-89-01-108.pdf].

Blake J.G. y B.A. Loiselle. 1990. Variation in resource abundance affects capture rates of birds in three lowland habitats in Costa Rica. The Auk, Vol. 108. 114-130.

Bojorges B.A.C. y L. Lopez-Mata. 2005. Riqueza y diversidad de especies de aves en una selva mediana subperennifolia en el centro de Veracruz, México. Acta zoológica mexicana (n.s), 21(1). 1-20.

Bueno-Hurtado, P., Velásquez-Valle, M. A., López-Santos, A., Sánchez-Cohen, I., & González-Barrios, J. L. (2016). Implementation of a model to estimate water erosion with distributed parameters applied to watersheds. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas, 15(1), 47-54. doi: 10.5154/r.rchsza.2015.08.012

BirdLife International. 2017. BirdLife sonline WorldBird Database: the site for bird conservation.Versión 2.0. BirdLife International. http://www.birdlife.org. Consultado en septiembre del 2020.

Breña P.A.F. y M.A. Jacobo V. 2006. Principios y fundamentos de la hidrología superficial. Universidad Autónoma Metropolitana. 289 p. Disponible en: [https://uamenlinea.uam.mx/materiales/licenciatura/hidrologia/principios_fundamentos/libro-PFHS-05.pdf].

Bullock, S. H. y Solís-Magallanes, J. A. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. Biotropica 22(1): 22-35.

Burt, W. H. y Grossenheider R. P. 1980. Mammals. Houghton Mifflin, Boston, Massachusetts, EUA.

Cantú, J. C.; Gómez de Silva, H. y M. E. Sánchez. 2011. El Dinero Vuela: El Valor Económico del Ecoturismo de Observación de Aves. Defenders of Wildlife. Washington. 56 pp.

Cailiez F. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción de rendimiento, con referencia especial a los trópicos; Vol. 1 estimación del volumen. FAO. Centre Technique Forestier Tropical, Franca. Roma, Italia. 100 p.

Campos A.D.F. 1998. Procesos del ciclo hidrológico: Capítulo 2. Geomorfología de la Cuenca. Ed. Universitaria Potosina. Universidad autónoma de San Luis Potosi. San Luis Potosi, S.L.P., México. 1-29. Disponible en: [https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/handle/i/3331].

Canter, L. W. 1998. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental, técnicas para la evaluación de estudios de impacto. Mc Graw Hill. Madrid, España. 841 pp.

Cantú, J. C.; Gómez de Silva, H. y M. E. Sánchez. 2011. El Dinero Vuela: El Valor Económico del Ecoturismo de Observación de Aves. Defenders of Wildlife. Washington. 56 pp.

Casas-Andreu G., G. Valenzuela-Lopez y A. Ramirez-Bautista. 1991. Como hacer una colección de anfibios y reptiles. Universidad Nacional Autonoma de México, Mexico, DF. 63 P. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/267212780_Como_hacer_una_coleccion_de_anfibios_y_reptiles].

Castañares M.E.J. 2009. Sistemas complejos y gestión ambiental: el caso del corredor biológico Mesoamericano, México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). México, D.F.

Castro Quintero, A. F., Lince Salazar, L. A., & Riaño Melo, O. (2017). Determinación del riesgo a la erosión potencial hídrica en la zona cafetera del Quindío, Colombia. *Revista De Investigación Agraria Y Ambiental*, *8*(1), 17 - 26. [https://doi.org/10.22490/21456453.1828].

Ceballos, G. y García, A. 1997. La selva baja: biodiversidad única en peligro. Revista Ocelote, 5:4–9.

Ceballos, G. y Oliva G. 2005. Los Mamíferos Silvestres de México. Fondo de Cultura Económica y CONABIO.

Cailiez F. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción de rendimiento, con referencia especial a los trópicos; Vol. 1 estimación del volumen. FAO. Centre Technique Forestier Tropical, Franca. Roma, Italia. 100 p.

Ceballos, G. y Arroyo-Cabrales, J. 2012. Lista actualizada de los mamíferos de México 2012. Revista Mexicana de Mastozoología, 2(1): 27-80.

Ceballos, G. y Oliva G. 2005. Los Mamíferos Silvestres de México. Fondo de Cultura Económica y CONABIO.

Challenger, A., y J. Soberón. 2008. Los ecosistemas terrestres, en *Capital natural de México*, vol. I: *Conocimiento actual de la biodiversidad.* Conabio, México, pp. 87-108.

Chamula y Veinte Casas, Reserva de la Biosfera Selva El Ocote. Vulnerabilidad social y biológica ante el cambio climático en la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote. 355-393. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/322924264_Riqueza_y_diversidad_de_anfibios_y_reptiles_en_Nuevo_San_Juan_Chamula_y_Veinte_Casas_Reserva_de_la_Biosfera_Selva_El_Ocote].

Chávez-Avila, S. M., Casas-Andreu, Gustavo, García Aguayo, A. Cifuentes Lemus J.L., Cupul Magaña, F, G. 2015. Anfibios y reptiles del estado de Jalisco: Análisis espacial, distribución y conservación. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa. Puerto Vallarta, Jalisco. 103 pp.

Chee, Y. E. 2004. An ecological perspective on the valuation of ecosystem services. Biological Conservation, 120: 549-565.

Cristeche E. y J.A. Penna. 2008. Métodos de valoración económica de los servicios ambientales. Instituto de economía y Sociología (IES). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). 58 p.

Conant, R. y Collins, J. T. 1998. Reptiles and Amphibians: Eastern and Central North America. Tercera edición. Peterson Field Guides. 640pp.

CONABIO. 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Cap. 7. Valoración económica de los recursos biológicos del país. Edmundo de Alba y María Eugenia Reyes. 211-234. < https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/pais/files/divBiolMexEstPais98.pdf>.

CONABIO. 2006. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Capital natural y bienestar social, México D.F.

CONABIO. 1998. Subcuencas hidrológicas, escala 1:1000000. CONABIO. México, D.F. Descarga gratuita en: [http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/].

CONABIO. 2001. Regiones terrestres prioritarias, escala 1:1000000. CONABIO. México, D.F. Disponible en: [http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/].

CONABIO. 1998. Regiones hidrológicas prioritarias, escala 1:1000000. CONABIO. México, D.F. Disponible en: [http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/].

CONABIO. 1998. Regiones marítimas prioritarias de México, escala 1:1000000. CONABIO. México, D.F. Disponible en: [http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/].

CONABIO. 2015. Áreas Naturales Protegidas Estatales, Municipales, Ejidales y Privadas de México. Edición: 1. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Distrito Federal Tlalpan, Descarga gratuita en: [http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis_root/región/anpst15gw].

CONABIO, CONANP, TNC, PRONATURA. 2007. Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad, escala 1;1,000,000. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad, Comision nacional de áreas naturales protegidas, The nature conservancy-Programa México, Pronatura. México, DF.

CONAFOR. 2020. Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2015-2020. Anexo 7, ecuaciones utilizadas para el cálculo de volúmenes. Zapopan, Jalisco, México. 5 p.

CONAFOR. 2023. Protección, restauración y conservación de los suelos forestales; Manual de obras y prácticas. Tercera reimpresión. Comisión Nacional Forestal, Zapopan, Jal. Méx. 285 p.

CONAFOR. 2010. Prácticas de reforestación: Manual básico. Zapopan, Jalisco, México. 66 p.

CONAFOR. 2010. Estudio regional forestal unidad de manejo Sierra de San Juan-Vallejo, UMAFOR 1803.

CONAFOR. 2024. Sistema de precios de productos forestales maderables; Reporte del primer semestre de 2024. Coordinación general de producción y productividad, Gerencia de abasto, transformación y mercados. Zapopan, Jalisco, México. 9 p. < https://www.gob.mx/conafor/documentos/reportes-semestrales-2022-sistemas-de-precios-forestales-maderables>.

CONAFOR-SEMARNAT. 2004. Fichas técnicas sobre características tecnológicas y usos de maderas comercializadas en México; Tomo I. Zapopan, Jalisco, México. 62 p.

CONAFOR-SEMARNAT. 2006. Fichas técnicas sobre características tecnológicas y usos de maderas comercializadas en México; Tomo II. Zapopan, Jalisco, México. 62 p.

CONAGUA. 2024. Información estadística climatológica; Estación climatológica 14116, Puerto Vallarta, datos climatológicos 1926-1988.

CONAGUA. 2025. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Puerto Vallarta (1417), estado de Jalisco.

CONAFOR. 2021. Información vectorial del Continuo de Uso de suelo y vegetación de Jalisco, escala 1:50,000. Inventario Nacional y de suelos 2015-2020. Zapopan, Jalisco, México. < ttp://idegeo.centrogeo.org.mx/layers/geonode%3Anayarit_usyv_geo_1>.

CONABIO. 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Cap. 7. Valoración económica de los recursos biológicos del país. Edmundo de Alba y María Eugenia Reyes. 224-247.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2013. La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Gobierno del Estado de Chiapas. México.

Costanza, R. 2008. Ecosystem services: multiple classification systems are needed. Biological Conservation, 141: 350-352.

Constanza R. R. de Groot, L. Braat, I. Kubiszewski, L. Fioramonti, P. Surtton, S. Farber y M. Grasso. 2017. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? Ecosystem services 28. 1-16.

Cortes-Becerrea J y L. Torres-Cedillo. 2012. Evaluación cartográfica de la erosion hídrica en la República mexicana, escala 1:250,000. SMCS A.C. Zacatecas, Zac. México. 11 pp.

Cortés Torres, H. G. (1991). Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.

Curtis J.T. y R.P. McIntosh. 1951. An Upland Forest Continuum in the Prairie-Forest Border Region of Wisconsin. Ecology, Vol. 32, No. 3, (Jul., 1951), pp. 476-496

Cruz V.P.L. 2013. Estado de conservación de un relicto de selva mediana subperennifolia de la comunidad el Ojite, en el municipio de Venustiano Carranza, Puebla. Trabajo recepcional para obtener el título de maestría en ciencias del ambiente. Universidad Veracruzana. Facultad de ciencias biológicas y agropecuarias. 52 P.

Del Río M., F. Montes, I. Cañellas y G. Montero. 2003. Revisión: índices de diversidad estructural en masas forestales. Investigación Agraria: Sistemas de Recursos Forestales 12(1): 73-84.

Del Castillo, A. 2007. Intereses turisticos reducen reserva en Sierra de Vallejo. Verdebandera periodismo ambiental. Disponible en: [https://verdebandera.mx/intereses-turisticos-reducen-reserva-en-sierra-de-vallejo/].

Devezé M.D. 2016. Valoración de un relicto de selva: ¿Conservar o no conservar? Tesis para obtener el titulo de maestra en ciencias del ambiente. Universidad Veracruzana, Facultad de ciencias biológicas y agropecuarias. Tuxpan, Veracruz, México.113 p.

Dunn L. J. y Alderfer, J. 2005. National Geographic Field Guide to the Birds of North America. 6ta ed. Estados Unidos. 532 p.

Duaber E. 1995. Guía práctica y teórica para el diseño de un inventario forestal de reconocimiento. Proyecto BOLFOR-USAID, Santa Cruz, Bolivia. 24 p.

Elbroch, M. 2003. Mammal Tracks and Sign, A Guide to North American Species. Stackpole Books, Mechanicsburg, Pennsylvania. 779 pp.

Escalante-Espinosa, T. 2003. Determinación de prioridades en las áreas de conservación para los mamíferos terrestres de México, empleando criterios biogeográficos. Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología. 74(2): 211-238.

ESRI. 2025. ArcGIS Pro 3.4, Desktop, license type advanced. Redlands, CA, Estados Unidos.

ESA-Copernicus. 2025.Copernicus Open Access Hub. Agencia Espacial Europea. Disponible en: [https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home].

Espinosa, D.; Ocegueda, S.; et al. 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. En: Sarukhán, J. (ed.), Capital natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, D.F., pp. 33-65.

FAO. 2005. New_LocClim, Local climate estimator. Italia, Roma.

Fischer, Joern & Lindenmayer, David. (2000). Fischer J, Lindenmayer DB. An assessment of the published results of animal relocations. Biol Conserv 96: 1-11. Biological Conservation. 96. 1-11. 10.1016/S0006-3207(00)00048-3. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/223526285_Fischer_J_Lindenmayer_DB_An_assessment_of_the_published_results_of_animal_relocations_Biol_Conserv_96_1-11].

Flores-Villela, O. y García-Vázquez, U. O. 2014. Biodiversidad de Reptiles en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 85: 467-475.

Franquis R.F., y A.M Infante. 2003. Los bosques y su importancia para el suministro de servicios ambientales. Rev. For. Lat. 34. 17-30.

Flores L.H.E., M. Martínez M., J.L. Oropeza M., E. Mejía S. y R. Carrillo G. 2003. Integración de la EUPS a un SIG para estimar la erosión hídrica del suelo en una cuenca hidrográfica de Tepatitlan, Jalisco, México. Terra Latinoamericana Vol. 21, Num. 2. 233-244.

Florez C.E. 2020. Implementación de un modelo de uso libre para la aplicación y apoyo en la interpretación del índice de calidad ecológica. Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de Magister en ingeniería ambiental. Universidad de Antioquia, Facultad de ingeniería. Medellin, Colombia. 68 p.

Fondo mexicano para la conservación de la Naturaleza (FMCN). 2018. Plan estratégico 2018-2023. Ciudad de México. México. 17 p. Disponible en: [https://www.fmcn.org/uploads/nosotros/file/pdf/QM3RQYFgwD6dMmxt8MjmH7KgeNwq3E7LExj2DCQF.pdf].

FMCN, CONAFOR, USAID y USFS (2018), "Manual para trazar la Unidad de Muestreo en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas", BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios, Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México.

Gallina, S. y López-González C. 2011. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Universidad Autónoma de Querétaro, Instituto de Ecología A.C. México, Querétaro. 377 p. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/310425829_Manual_de_Tecnicas_para_el_estudio_de_la_Fauna_silvestre].

Galicia, Leopoldo & García-Romero, Arturo & Gómez-Mendoza, Leticia & Ramírez, M. (2007). Cambio de uso del suelo y degradación ambiental. Ciencia. 58. 50-59. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/283353151_Cambio_de_uso_del_suelo_y_degradacion_ambiental].

García A. y Ceballos, G. 1994. Guía de campo de los reptiles y anfibios de la costa de Jalisco, México. Fundación Ecológica de Cuixmala, A.C. Instituto de Bilogía, U.N.A.M. México, D.F.

Gaspari F.J., G.E. Senisterra, M.I. Delgado, A.M. Rddroguez V. y B.I. Besteiro. 2010. Manual de manejo integral de cuencas hidrograficas. 1ra ED. La Plata, Buenos Aires, Argentina. 321 P.

Gentry, A. H. 1982. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America. Ann. Missouri. Bot. Gard. 69: 557-593.

Groombridge, B. y Jenkins, D. M. 2002. World Atlas of Biodiversity, Earth´s Living Resources in the 21st Century. University of California Press, Berkeley Los Angeles London.

Gates, Ch. E. 1979. Line transect and related issues. *In*: Sampling biological populations. A. A. M. Cormac´s, G. P. Patt, D. S. Robertson (eds.). International Cooperative Publishing. House–Fairland, Maryland. pp. 71-154.

García, E. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1998. Climas. CONABIO. México D.F. Descarga gratuita en: [http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/].

Gayoso J. y D. Alarcon. 1999. Guía de conservación de suelos forestales. Universidad Austral de Chile, facultad de Ciencias forestales. Valdivia, Chile. 96 p. Descarga gratuita en: [http://www.uach.cl/proforma/guias/gcsuelo.pdf]. Fecha de consulta: 18 de junio de 2021.

Granados-Victorino R.L, A. Sánchez-González, D. Martínez-Cabrera y P. Octavio-Aguilar. 2017. Estructura y composición arbórea de tres estadios sucesionales de selva mediana subperennifolia del municipio de Huautla, Hidalgo, México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Volumen 88. 122-135. Disponible en: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1870345317300246].

Geronimo-Torres J.C., M.R. Barragan-Vazquez y L. Rios-Rodas. 2022. Incorporando la distintividad taxonómica en estudios de diversidad: Anfibios del Parque Estatal de la Sierra de Tabasco, México. Ecosistemas 31(2). 1-8.

Gobierno del DF. 2000. Manual técnico para la poda, derribo y transporte de árboles y arbustos de la Ciudad de México. Secretaria de Medio Ambiente. México, DF. 166 p.

Herbert T., R. Vonada, M. Jenkins, R. Bayon y J.M. Frsusto L. 2010. FUMBIO y z|FMCN A.C. Fondos ambientales y pago por servicios ambientales, Proyecto de capacitación de RedLAC para fondos ambientales. Goron and Betty More Foundation. 109 p.

Halffter, G. 1987. Biogeography of the montane entomofauna of Mexico and Central America. Annual Review of Entomology 32: 95-114.

Halffter, G., C. E. Moreno y E. O. Pineda. 2001. Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 2. Zaragoza, 80 pp.

Halffter, G. 1994. Conservación de la biodiversidad y áreas protegidas en los países tropicales. CIENCIAS No. 36. pp. 4-13.

Hernández E., D.M. Agudelo, E. Florez, R. Sepulveda, A.M. Zabala, L. Vargas, M. Parra, G. Ramírez, N. Aguirre y F. Vélez. 2020. Indice de calidad ecológica y gestión hídrica en tres ecosistemas de Colombia. Rev. Biol. Trop (Int. J. Trop. Biol.) Vol. 68 (4); 1337-1345.

Howell, S. N. G. y Webb, S. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. New York. 850 p.

Herbert T., R. Vonada, M. Jenkins y R. Bayon. 2010. Fondos ambientales y pagos por servicios ambientales: Proyuecto de capacitación de RedLac para fondos ambientales. Gordon and Betty Moore foundation. 109 p.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software package fo education and data anaysis. Palaeontologia Electrónica 4(1): 9 pp. Disponible para su descarga en: [https://folk.uio.no/ohammer/past/].

Herbert T., R. Vonada, M. Jenkins y R. Bayon. 2010. Fondos ambientales y pagos por servicios ambientales. Fondo mexicano para conservación de la naturaleza AC. Gordon and Betty Moore Foundation. 102 p.

INECC y SEMARNAT. 2015. Conceptualización de las metodologías de valoración económica y de la evaluación de los apoyos otorgados por servicios ambientales en materia de bosques y selvas; Primer reporte. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Coyoacan, México, DF. 77 p.

INEGI. 2003. Continuo de Elevaciones Mexicano, escala 1:50,000, f13c69. Disponible en: [http://mapserver.inegi.org.mx/DescargaMDEWeb/?s=geo&c=977].

INEGI. 2023. Carta topográfica escala 1:50,000 f13c69. Disponible en: (https://www.inegi.org.mx/temas/topografia/default.html#Descargas). Aguascalientes, Mex.

INEGI. 1974. Carta edafológica escala 1:50,000 f13c69. Disponible en: (https://www.inegi.org.mx/temas/edafologia/default.html#Descargas).

INEGI. 1974. Carta geología escala 1:50,000 f13c69. Disponible en: (https://www.inegi.org.mx/temas/edafologia/default.html#Descargas).

INEGI. 2010. Información vectorial de hidrológica superficial escala 1:50,000. Disponible en: (https://www.inegi.org.mx/temas/hidrologia/default.html#Descargas).

INEGI. 2005. Guía para la interpretación cartográfica; edafología. Aguascalientes, Méx. 28 p.

INEGI. 2005. Guía para la interpretación cartográfica; geología. Aguascalientes, Méx. 26 p.

INEGI. 2005. Guía para la interpretación cartográfica; climatologica. Aguascalientes, Méx. 48 p.

INEGI. 2017. Datos vectoriales del uso de suelo y vegetación escala 1:250000, Serie VI. Aguascalientes, Méx. Disponible en; [https://www.inegi.org.mx/temas/mapas/usosuelo/].

INEGI. 1981. Carta de hidrología subterránea f13-II, Puerto Vallarta. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. México, DF. Publicado por: INEGI (2018). Aguascalientes. México.

IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma.

IPCC, 2007. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación de Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R. K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 p.

Jiménez-Valverde, A. y Hortal, J. 2000. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Aracnología. 8, 151-161.

Juárez-Agis, Alejandro & Castro, Natividad & Pérez, José & Umaña, Maximino. (2016). Diversidad y estructura de la selva mediana subperennifolia de Acapulco, Gro., México / Diversity and structure of the semi-evergreen tropical forest of Acapulco, Gro., México. CIBA Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias. 5. 50. 10.23913/ciba. v5i10.58.

Kaufman, K. 2000. Guía de Campo a las Aves de Norteamérica. Boston.

Keddy, A. P. y Drummond, G. C. 1996. Ecological Properties for the Evaluation, Management and Restoration of Temperate Deciduous Forest Ecosystems. Ecological Applications, 6(3): 748-762.

Krebs C.J. 1999. Ecological methodology. 2da ed. Addison-Wesley Educational Publishers, Inc. 744 P. Disponible en: [https://www.zoology.ubc.ca/~krebs/books.html].

Lande, R. 1996. Statistics and partitioning of species diversity, and similarity among multiple communities. Oikos, 76: 5-13.

Lemos-Espinal, J. A. y Smith H. M. 2007. Anfibios y reptiles del estado de Jalisco, México. Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Universidad Nacional Autónoma de México.

Leopold L.B., F.E. Clarke, B.B. Hanshaw y J.R. Balsley. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. U.S. Geological Survey, Washington, D.C. 20242. 19 p.

Leopold A.S. 2000. Fauna silvestre de México. 2da edición. Ed. Pax-México. México, D.F. 608 p.

Lamprecht, Hans. 1990. Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Eschborn: Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.

Luna-Reyes R., C. Cundapi-Perez, P.E. Perez-Lopez, A. Lopez-Villafuerte, M.A. Rodríguez-Reyes y J.A. Luna-Sánchez. 2017. Riqueza y diversidad de anfibios y reptiles en Nuevo San Juan

Lopez L. D. 2006. Desarrollo e implementación de un modelo para la clasificación automática de unidades de relieve a partir de modelos digitales de elevación, tesis para obtener el grado de maestro en geomática. Centro de investigación en geografía y geomatica ing. Jorge L. Tamayo AC.

Maldonado-Sánchez E.A., y F. Maldonado-Mares. 2010. Estructura y diversidad arbórea de una selva alta perennifolia en Tacotalpa, Tabasco, México. Universidad y Ciencia Tropico húmedo, 26 (3). 235-245.

Magurran A.E. 2004. Measuring Biologocal Diversity. Ed. Blacl<wellScience Ltd, a Blackwell Publishing company. ISBN 0-632-05633-9 (pbk.:alk.paper). USA. 132 p.

Malkum R., A. Vanderhorst A., J.J. Espinal, J. Reyes Q., D. García y C. de Marchena. 2015. Guía de técnicas, métodos y procedimientos de reproducción asexual o vegetativa de las plantas. Santo Domingo, República Dominicana. 94 p. Fecha de consulta: 8 de diciembre de 2020. Disponible en: [https://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/05/Gu%C3%ADa-de-t%C3%A9cnicas-m%C3%A9todos-y-procedimientos-de-reproducci%C3%B3n-asexual-o-vegetativa-de-las-plantas.pdf].

Martin R.M. 2014. Estudio sobre métodos de evaluación del paisaje y su potencial en la integración de las autopistas en el paisaje, nueva propuesta metodológica basada en sistemas de información geográfica y aplicación a autopistas en operación. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid. 294 p.

Merriam G. y D.A. Saunders. 1993. Corridors in restoration of fragmened landscapes. In Nature conservation. 71-87 p.

Mittermeier, R. y Goettsch, C. 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. En: Sarukhán, J. y Dirzo, R. (comps.). México ante los retos de la biodiversidad. CONABIO. México.

Mittermeier, R. A., Goettsch-Mittermeier, C. y Robles, P. G. 1997. Megadiversidad: los países biológicamente más ricos del mundo. Cemex-Agrupación Sierra Madre, México.

Miranda F. y E. Hernández. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la sociedad Botánica de México 28. [https://www.botanicalsciences.com.mx/index.php/botanicalSciences/article/view/108]

Montaner S.M.E y E. Sánchez-Almohalla S. 1988. Aproximación, por el método de Thornthwaite, al cálculo de infiltración de lluvia útil. Papeles de Geografía No. 14. 223-235.

Montes-Leon M.A.L., E.M. Uribe-Alcantara y E. Garcia-Celis. 2011. Mapa nacional de erosión potencial. Tecnologia y ciencia del agua, antes Ingeniereia hidráulica en México. Vol. II, num. 1. 5-17.

Morrone, J. J. 2005. Hacia una síntesis biogeográfica de México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 76 (2): 207-252.

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.

Moreno C., E. 2001a. Métodos para medir la diversidad. M y T- Manuales y Tesis SEA, Vol. 1 Zaragosa, España. 84 p.

Navarro-Siguenza, A. G., Rebón-Gallardo, M. F., Gordillo-Martínez, A., Peterson, A. T., Berlanga-García, H. y Sánchez-González, L. A. 2014. Biodiversidad de Aves en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 85: 476-495.

Navarro L.J.O. E. Nava S., E. Troyo D., J.L. Cadena Z. 2012. Tasas de erosión e índices geomorfológicos en tres cuencas costeras al sur de la Península de Baja California, México. Boletin de la Sociedad Geologica Mexicana Vol. 64, Num. 2. 229-241.

Navar-Chaidez J., F.J. Rodríguez-Flores y P.A. Dominguez-Calleros. 2013. Ecuaciones alometricas para arboles tropicales: Aplicación al inventario forestal de Sinaloa, México. Agronomia Mesoamericana 24(2): 347-356.

Ojeda O. W. 2011. Factor de forma preliminar para seis familias de especies forestales tropicales. Revista forestal del Peru. Vol. 11 (1-2). 1-6.

Ojea E., J. Martin-Ortega y A. Chiabai. 2011. Economic Valuation of Ecosystem Services: Conflicts in Classification. The Basque Centre for Climate Change. 10 p.

Ojea, E., J. Martin-Ortega and A. Chiabai. 2010. Classifying Ecosystem Services for Economic Valuation: The case of forest water services. BC3 Working Paper Series 2010 – 12. Basque Centre for Climate Change (BC3). Bilbao, Spain.

Ordoñez D.J.A.B, A. Galicia N, N.J. Venegas M., T. Hernandez T., M.J. Ordoñez D, y R. Davalos-Sotelo. 2015. Densidad de las maderas mexicanas por tipo de vegetación con base en la clasificación deJ. Rzedowski: compilación. Madera y bosques, Vol. 21, No. Especial. 77-126.

Ortiz, Carlos & Segura-Castruita, Miguel & Sánchez-Guzmán, P & Moreno-Caliz, E & Echevarria-Hernández, J & de L. lira-Quintero, Ma & López-Ramírez, Gabriela & Cruz-Cárdenas, Gustavo & Islas-López, A & Ramos-Méndez, C & Segura-Castruita, I & Gutiérrez-Castorena, Ma. Del Carmen & Hernández-Ramírez, Patricia. 2002. SEMARNAT-CP. 2003. Memoria Nacional 2001-2002. Evaluación de la Degradación del Suelo causada por el Hombre en la República Mexicana, escala 1:250,000. Memoria Nacional. 77 p.

Ortiz-Medina J.A., A. Peña-Peniche y J. Chable-Santos. 2022. Diversidad de anfibios y reptiles en cuatro tipos de vegetación de la reserva de la biosfera ría lagartos, México. Revista latinoamericana de herpetología Vol. 5, No. 5. 16-32.

Palacios-Wassenaar, O. M., G. CastilloCampos, S. M. Vázquez-Torres y M. E. Medina-Abreo. 2018. Estructura y diversidad de plantas leñosas de la selva mediana subcaducifolia en el centro de Veracruz, México. Acta Botánica mexicana 124: 85-104. DOI: 10.21829/ abm124.2018.1279

Parra-Olea, G., Flores-Villela, O. y Mendoza-Almeralla, C. 2014. Biodiversidad de Anfibios en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 85: 460-466.

Peet, R. K. 1974. The measurement of species diversity. Annual Review of Ecology and Systematics, 5: 285-307

Peterson, R. T. y Chaliff, L. E. 1989. Guía de Aves de México. Diana. México, D. F. 473 p.

Pedraza V.A. 2015. Estimación de la erosión hídrica mediante dos métodos de la ecuación universal de perdida de suelo (EUPS) en la cuenca del Río Chapingo, Texcoco. Tesis para obtener el título de licenciada en ciencias ambientales. Universidad Autónoma del estado de México. 121 p.

Pennington T. D. y J. Sarukhán. 2005. Árboles tropicales de México, manual para la identificación de las principales especies, 3ra edición. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 523 p.

Pérez G. 2020. Aproximación del valor económico del tráfico ilegal de vida silvestre en México. El semestre de las especialidades 1-2. 101-195.

Razola, I., Benayas, R. M. J., de la Montaña, E. y Cayuela, L. 2006. Selección de áreas relevantes para la conservación de la biodiversidad. Ecosistemas, 15(2): 34-41.

Requena Lara, G. N., Morales Pacheco, J. F., Cámara Artigas, R., & Zamora Tovar, C. (2020). Levels of conservation and habitat degradation in the ecosystems of a high biodiversity basin in northeastern Mexico. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 84, 2768, 1–36. Disponible en: [https://doi.org/10.21138/bage.2768].

Rendón, A., F. Dorantes, S. Mejía y L. Alamilla. 2021. Características macroscópicas, propiedades y usos de la madera de especies nativas y exóticas en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Reyes Palacios, Alejandra Cecilia, José Luis Torres Acosta, Liz Farleidy Villarraga Flórez, y María Constanza Meza Elizalde. 2017. "Valoración del paisaje y evaluación del potencial interpretativo como herramienta para el turismo sostenible en el Ecoparque Las Monjas (La Mesa, Cundinamarca)." Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía 26 (2): 177-194. doi: 10.15445/rcdg.v26n2.61088.

Rivera-Pabón J.A. y S. Dayse-Cristina. 2017. Análisis de unidades de paisaje y evaluación de impacto ambiental como herramientas para la gestión ambiental municipal. Caso de aplicación: Municipio de Tona, España. Luna Azul, No. 45. 171-200.

Romahn de la V. C.F. y H. Ramirez M. 2010. Dendrometría. Universidad Autónoma Chapingo, División de Ciencias Forestales. Texcoco, México. 312 p.

Romero –Alamaraz M.L., C. Sanchez-Hernandez, C. Garcia-Estrada y R. D-Owen. 2007. Mamíferos pequeños, manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio. Ed. Universidad Nacional Autonoma de Mexico. 204 P. Disponible en: [http://www.libros.unam.mx/digital/V9/31.pdf].

Rodríguez, P. 2009. La diversidad beta de México: avances e implicaciones en la conservación de la biodiversidad. CONABIO. Biodiversitas 84: 6-10.

Rodríguez, P. y Vázquez-Domínguez, E. 2003. Escala y diversidad de especies. Una perspectiva Latinoamericana de la biogeografía (ed. by J.J. Morrone and J. Llorente-Bousquets), pp. 109–114. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Ruiz P.M., G. Fernández C. y A. Sayer J. 2007. Los Servicios Ambientales de los Bosques. Ecosistemas 16(3): 81-90.

Rzedowski, J .1998. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. En: Diversidad Biológica de México: Orígenes y Distribución, Ramamoorthy, T. P., Bye R., Lot A. y J. Fa (Comps). Instituto de Biología, UNAM. 1a Ed.

Rzedowski, L., 2006. Vegetación de México. 1ra edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 504 pp. Disponible en; [https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf]. Fecha de Consulta: 10 de junio de 2024.

Sallaberry-Pincheira, N.; Vera, C. 2018. Manual básico operacional para rescate y rehabilitación de fauna silvestre en situaciones de desastres y consideraciones para incorporar el componente fauna en proyectos de restauración ecológica. Santiago, Chile. 260 pp. Disponible en: [http://bibliotecadigital.fia.cl/handle/20.500.11944/146236].

Sánchez o. E. Peter, R. Marquez-Huitzil, E. Vega, G. Portales, M. Valdez y D. Azuara. 2005. Temas sobre restauración ecológica. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Instituo Nacional de Ecologia, US, Fish&Wildlife Service y Unidos por la conservación A.C. México, D.F. p. 257.

Sanchez-Moyano J.E., E.M. Garcia-Adiego, I. Garcia-Asencio y J.C. Garcia-Gomez. 2003. Influencia del gradiente ambiental sobre la distribución de las comunidades macrobentónicas del estuario del río Guadiana. Bol. Inst. Esp. Oceonogr. 19 (1-4). 123-133.

Sanciales G.J.M. 1998. El análisis morfológico de las cuencas fluviales aplicado al estudio hidrográfico. Norba. Revista de geografía, ISSN 0213-3709, No. 10. 155-184. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/28296533_El_analisis_morfologico_de_las_cuencas_fluviales_aplicado_al_estudio_hidrografico].

Saavedra S.D.T. 2021. Análisis de diversidad de mamíferos medianos y grandes en la reserva de Yum Balam y su área de influencia en Quintana Roo, México. Tesis como requisite para obtener el titulo de biologo. Universida Michoacana de San Nicolas de Hidalgo. 44 p.

Savage, J. M. 1982. The enigma of the Central American herpetofauna: Dispersal or vicariance Annals of the Missouri Botanical Garden 69: 464-547.

Scheaffer R.L., W. Mendenhall y L. Ott. 1987. Elementos de muestreo. Ed. Iberoamerica, México, DF. 332 P.

Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves CIPAMEX Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO. 2001. Áreas de importancia para la conservación de aves, escala 1:250,000. CONABIO, Méx. DF. Descarga gratuita en: [http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/].

SEMARNAT. 2018. Ley general de desarrollo forestal sustentable. Ciudad de México, México. 69 p.

SEMARNAT. 2020. Reglamento de la ley general de desarrollo forestal sustentable. Ciudad de México, México. 660p.

SEMARNAT. 2000. Reglamento de la Ley general de equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de impacto ambiental. México, DF. 19 p.

SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexica 059-ECOL- protección ambiental- especies nativas de México de Flora y Fauna Silvestre- categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio de lista de especies en riesgo.

SEMARNAT, Dirección de Geomática, (2004). Degradación del suelo en la República Mexicana, escala 1:250 000.', escala: 1:250000. México, Distrito Federal. Fecha de consulta [15 de junio de 2021]. Disponible en: [file:///E:/Inf_geodesica/CONABIO_/degra250kgw_c/degra250kcw.html].

Secretarial of the convention on biological diversity (SCBD). 2007. An exploration of tool and methodologies for valuation of biodiversity and biodiversity resourseces and functions. Technical Series No. 28, Montreal, Canada. Pp. 7,7,8,10,11 y 12.

Sibley D. A. 2001. The sibley guide to bird life and behavior. National Audbon Society. Chanticleer Press Edition. New York, USA. 588: 35-36.

Soler E.P., J.L. Berrotéran y R.A. Acosta. 2012. Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela. Agronomia trop. Vol. 62, no. 1-4. pp. 025-038. ISSN 0002-192X.

Sotomayor C.J.R., M.A. Herrera F. y J. Cruz de L. 2003. Clasificación mecánica de la madera de 100 especies mexicanas. XI congreso forestal mundial, Quebec, Canada. 8 p.

Tellería, Jose. (2013). Pérdida de biodiversidad. Causas y consecuencias de la desaparición de las especies Loss of biodiversity: causes and consequences of the species loss. Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Memorias R. Soc. Esp. Hist. Nat. 13-25. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/257238754_Perdida_de_biodiversidad_Causas_y_consecuencias_de_la_desaparicion_de_las_especies_Loss_of_biodiversity_causes_and_consequences_of_the_species_loss].

Toledo, V. M. 1999. Diversidad biológica de México. En: La evolución biológica. Núñez-Farfán, J y Eguiarte, L. E (comps). UNAM, CONABIO. 1a Ed.

Toledo, V. M. y Ordóñez, M. 1993. The biodiversity scenario of Mexico: a review of terrestrial habitats. En: Ramamoorthy, T.P., Bye, R., Lot, A. y Fa, J. (eds.). Biological diversity of Mexico. Origins and distribution. Oxford University Press, Nueva York.

Torres B.E., J. Cortes B., E. Mejia Saenz, A. Exebio G., A.L. Santos H., y M.E. Delgadillo Piñon. 2003. Evaluación de la degradación de los suelos en la Cuenca “El Josefino” Jesús, María, Jalisco. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C. Terra Latinoamericana Vol. 21, Num. 1. 117-126.

Torres-Mura, Juan & Riveros-Riffo, Edvin & Escobar-Gimpel, Victor. (2014). GUÍA TÉCNICA PARA IMPLEMENTAR MEDIDAS DE RESCATE/ RELOCALIZACIÓN Y PERTURBACIÓN CONTROLADA. FAUNA SILVESTRE.. 10.13140/RG.2.2.30072.44808. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/311208911_GUIA_TECNICA_PARA_IMPLEMENTAR_MEDIDAS_DE_RESCATE_RELOCALIZACION_Y_PERTURBACION_CONTROLADA_FAUNA_SILVESTRE].

Thornthwaite C.W. and J.R. Mather. 1957. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. Drexel Institute of technology laboratory of climatology. Publications in climatology. Vol. X, Num. 3. New Jersey, EUA. 132 p.

Vallina R.A. 2019. Análisis de la calidad visual del paisaje del Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama mediante procedimientos indirectos: EMC y SIG. An. geogr.Univ. Complut. 40 (1). 183-215. <http://dx.doi.org/10.5209/AGUC.69338>.

Vargas-Larreta, B., Aguirre-Calderón, O.A., Aguirre-Calderón, C.G., Zamudio-Sánchez, F.J., López-Martínez, J.O., Corral-Rivas, J.J., Treviño-Garza, E.J., De los Santos-Posadas, H.M., Martínez-Salvador, M. (2018). Manual del Sistema Biométrico Forestal (SiBiFor): Herramientas para el manejo de los bosques templados y tropicales de México.

Vázquez N.C.J., E.E. Mata Z., D.J. Palma L., G. Márquez C., A. López C. 2011. Valoración económica de los bienes y servicios ambientales en zonas con influencia petrolera en Tabasco. Secretaria de recursos naturales y protección ambiental. Villahermosa, Tabasco, México. 100 p.

Van Andel J., Ab P. Grootjans y J. Aronson. 2012. Restoration Ecology: The new frontier, second edition. Blackwell Publishing Ltd. Disponible en; (https://www.researchgate.net/publication/278321008_Restoration_Ecology_The_New_Frontier_Second_edition). Fecha de consulta; (6 de mayo de 2024).

Vega E. 2005. Conceptos generales sobre el Disturbio y sus Efectos en los Ecosistemas. Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. pp 137-150.

Villalobos R. I. 2006. Ecología y medio ambiente. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 74 p.

Wischmeir W.H., y Smith D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses-a guide to conservation planning. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 537. USDA, Washington, D.C., E.U.A. 67 p.

Woolrich-Piña, G. A., Smith, G. R., Lemos-Espinal, J. A. y Ramírez-Silva, J. P. 2015. Do gravid female Anolis nebulosus thermoregulate differently than males and non-gravid females? Journal of Termal Biology 52, 84-89.

Word bank Institute. 2000. Economic Development and environmental sustainability; policies and principles for a durable equilibrium. ED. José I. dos R. Furtado and Tamara Belt. Washington D.C. USA. 130 p.

Wunder S. S. Wertz-Kanounnikoff y R. Moreno-Sanchez. 2007. Pago por servicios ambientales: Una nueva forma de conservar la biodiversidad. Instituto Nacional de Ecologica. Gaceta ecológica número especial. 84-85: 39-52.

Zamora-Crescencio, P., Barrientos-Medina, R. C., PlasenciaVázquez, A. H., Villegas, P., Domínguez-Carrasco, M.R., Gutiérrez-Báez, C., Aguirre-Crespo. F. J., Vargas-Contreras, J. A., Uc-Ruvalcava. S., & Poot S., I. G. (2020). Estructura y composición florística de la selva mediana subcaducifolia en Hobomó, Campeche, Campeche, México. Madera y Bosques, 26(1), e2611899. doi: 10.21829/myb.2020.2611899.

PÁGINAS ELECTRÓNICAS CONSULTADAS:

1. http://www.tropicos.org/NameSearch.aspx.

2. http://www.theplantlist.org/

3. http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/

4. http://www.ssn.unam.mx/sismicidad/mapas-de-sismicidad-anual/

5. https://folk.uio.no/ohammer/past/

6. http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/

7. https://www.inegi.org.mx/datos/?t=0150

8.https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica.

9. https://www.naturalista.mx/

10. http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=cicloHidrologico&n=nacional

Anexo fotográfico 1. Microcuenca (SAR).

Imagen 1. Observación de aves.

Imagen 2. Registro de rastros (huellas, excretas).

Imagen 3. Tirano Pirirí (Tyrannus melancholicus).

Imagen 4. Coa citrina (Trogon citreolus).

Imagen 5. Perlita Azulgris (Polioptila caerulea).

Imagen 6. Cuclillo Canelo (Piaya cayana).

Imagen 7. Tortolita Cola Larga (Columbina inca).

Imagen 8. Tortolita Canela (Columbina talpacoti).

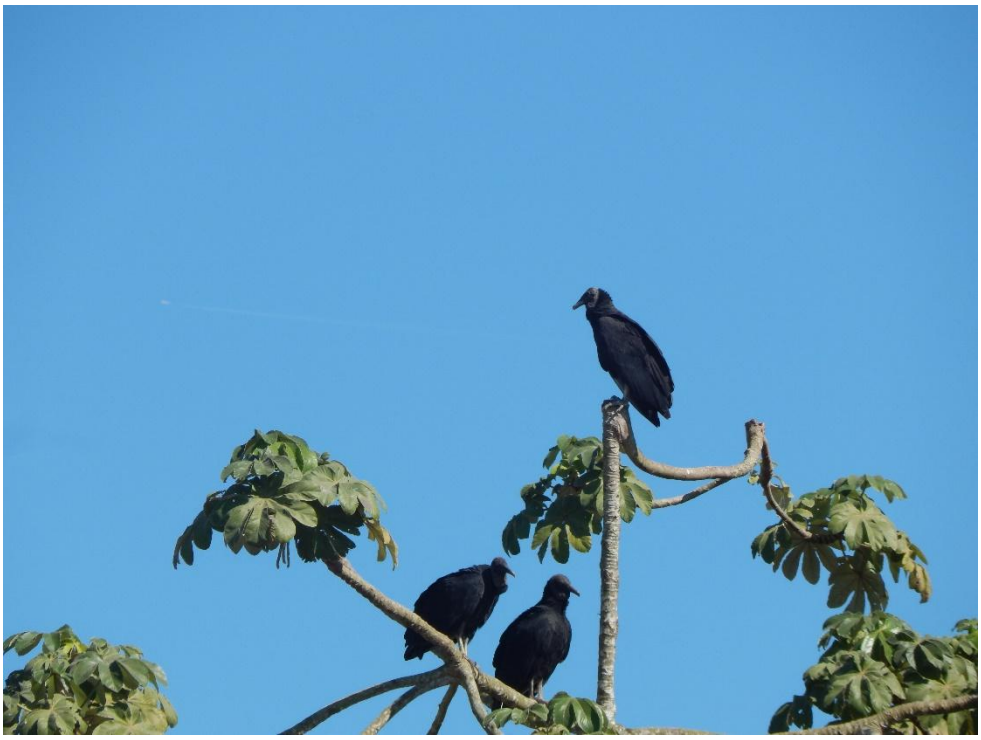


Imagen 9. Zopilote Común (Coragyps atratus).

Imagen 10. Perico Frente Naranja (Eupsittula canicularis).

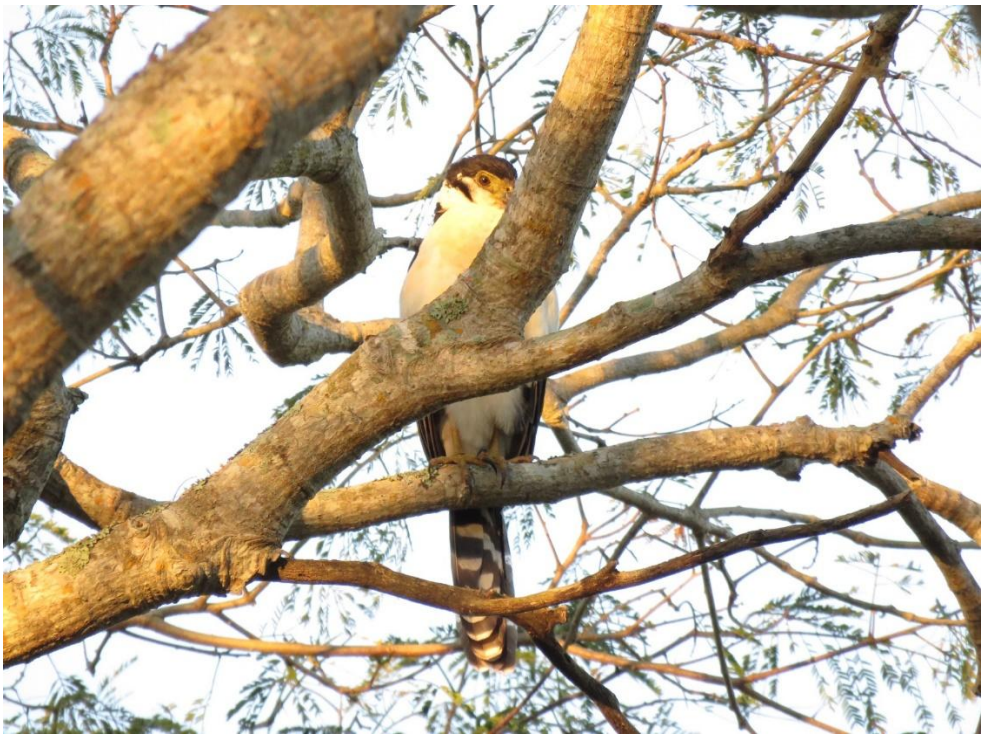


Imagen 11. Halcón Selvático de Collar (Micrastur semitorquatus).

Imagen 12. Chachalaca Vientre Castaño (Ortalis wagleri).

Imagen 13. Carpintero Enmascarado (Melanerpes chrysogenys).

Imagen 14. Tecolote Bajeño (Glaucidium brasilianum).

Imagen 15. Colibrí Canelo (Amazilia rutila).

Imagen 16. Esmeralda Occidental (Cynanthus auriceps).

Imagen 17. Colibri Corona Violeta (Ramosomyia violiceps).

Imagen 18. Mosquero Atila (Attila spadiceus).

Imagen 19. Excreta de Coati (Nasua narica).

Imagen 20. Huellas de Mapache (Procyon lotor).

Imagen 21. Excreta de Coati (Nasua narica).

Imagen 22. Ardilla Gris del Pacífico (Sciurus colliaei).

Imagen 23. Huico de Líneas de Jalisco (Aspidoscelis lineattissimus).

Imagen 24. Iguana Verde (Iguana iguana).

Anexo fotográfico 2. Proyecto.

Imagen 1. Chipe Amarillo (Setophaga petechia).

Imagen 2. Calandria Dorso Rayado (Icterus pustulatus).

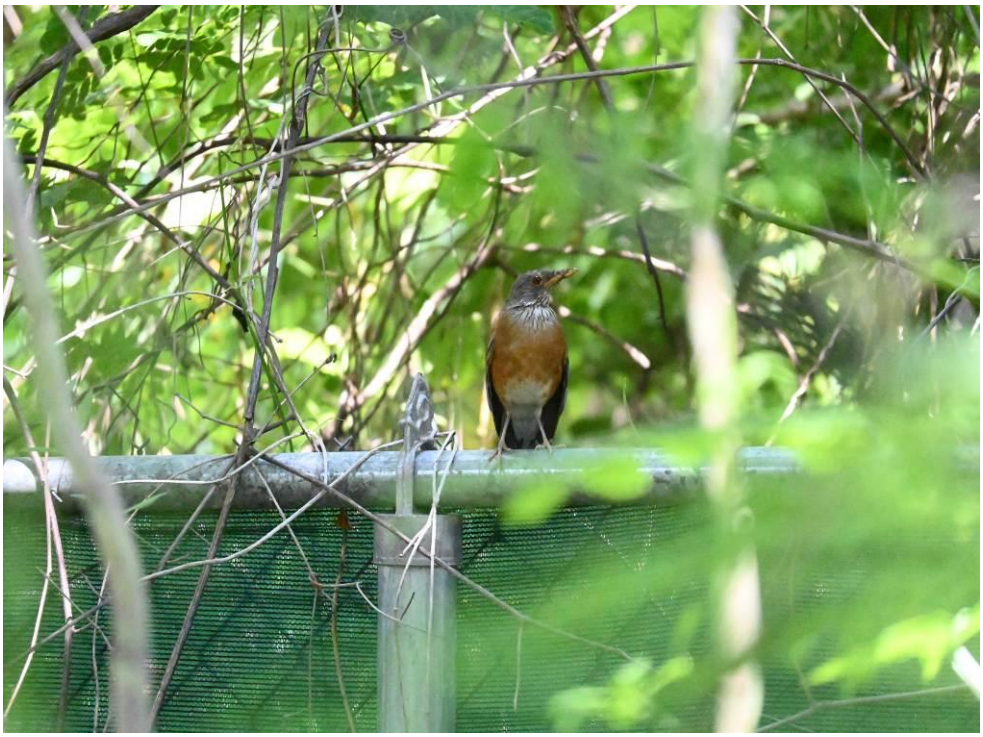


Imagen 3. Mirlo dorso canela (*Turdus rufopalliatu*).

Imagen 4. Luis bien teveo (*Pitangus sulphuratu*).

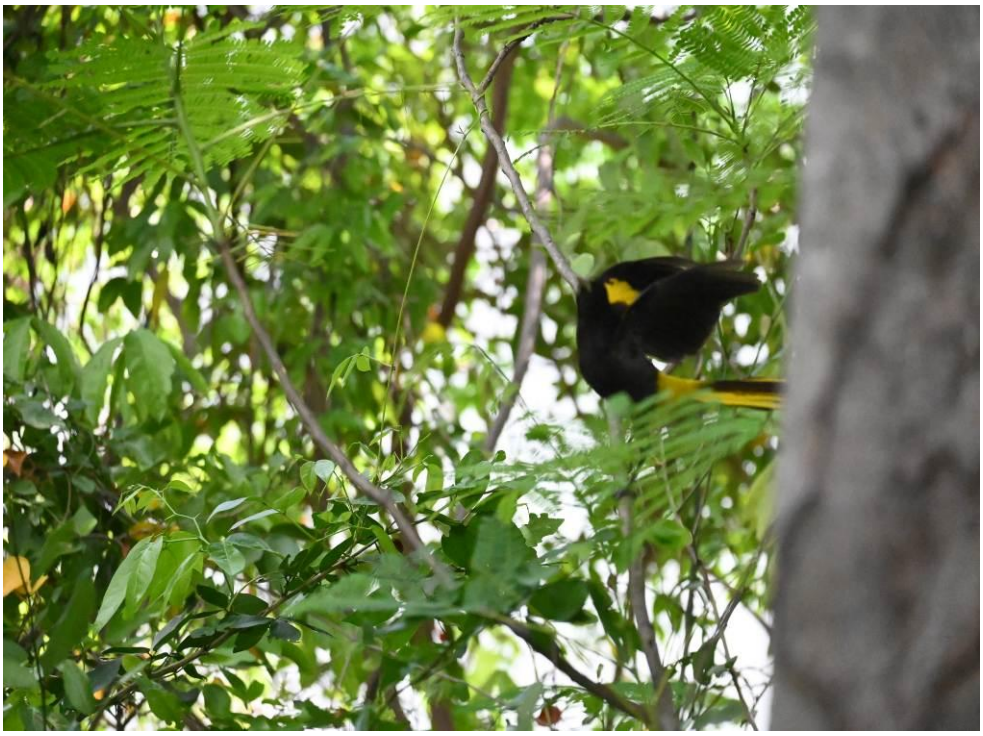


Imagen 5. Cacique mexicano (*Cassiculus melanicterus*).

Imagen 6. Calandria dorso rayado (*Icterus pustulatu*).

Imagen 7. Iguana verde (*Iguana iguana*).

Imagen 8. Abaniquillo Pañuelo del Pacífico (Anolis nebulosus).

Imagen 9. Ranita verduzca (*Agalychnis dacnicolor*).

INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 500 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Vertice Predio.
- Poligonal CUSTF.
- Distrito urbano 5A Marina-Vallarta.
- Poligonal Predio.

MAPA 10a. UBICACION DEL PROYECTO EN EL PREDIO Y LOCALIDADES CERCANAS

Escala grafica:

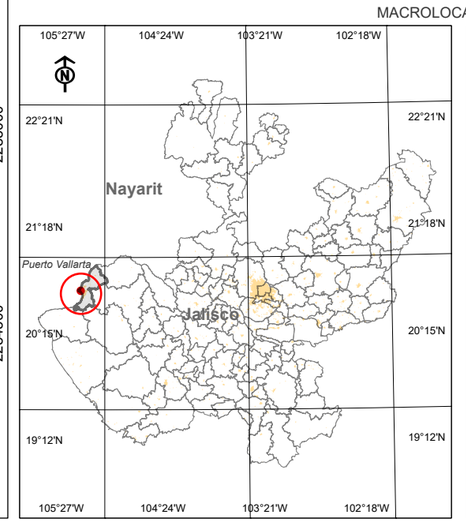
200 100 0 200 400 600 m.

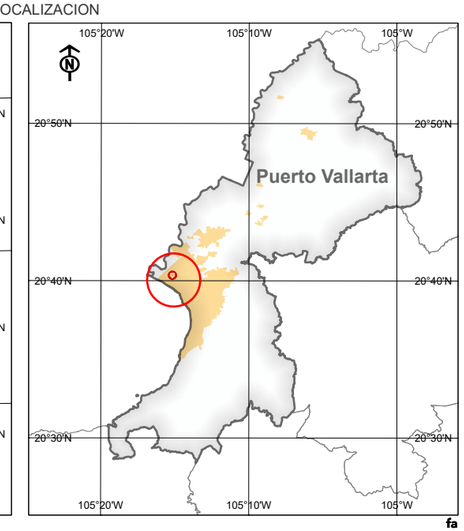
1:15,000

Fecha de elaboracion: octubre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2016. Carta topografica f13c69a, 1:20,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a2-a4, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguscalientes, Mex.
Puerto Vallarta. 2012. Plan de desarrollo urbano-Zonificacion. Puerto Vallrta, Jalisco.

MACROLOCALIZACION





INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 100 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Vertice Predio.
- Poligonal CUSTF.
- Distrito urbano 5A Marina-Vallarta.
- Poligonal Predio.

Distribucion del Proyecto en el Predio:

- Areas comunes (Ac).
- Estacionamiento (Es).
- Ingreso peatonal (Ip)
- Jardin (J).
- Local comercial (Lc).
- Recepcion (R).
- Servicios (S).
- TA-U001-003.
- TB-U001-016.
- Vialidad (V).

MAPA 10b. DISTRIBUCION DEL PROYECTO EN EL PREDIO Y EL AREA SOLICITADA PARA EL CUSTF.

Escala grafica:

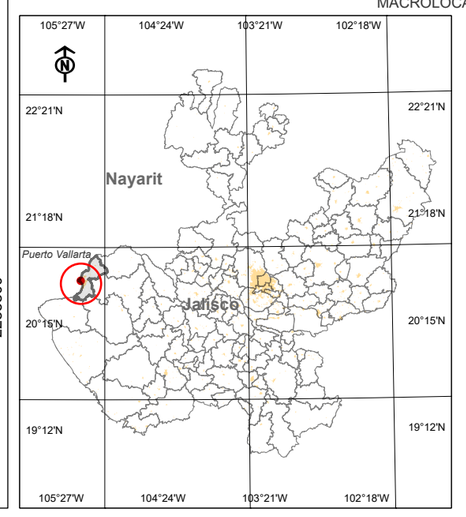
20 10 0 20 40 60 m.

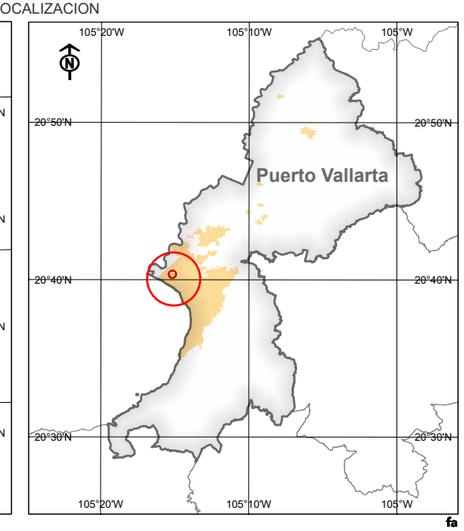
1:1,500

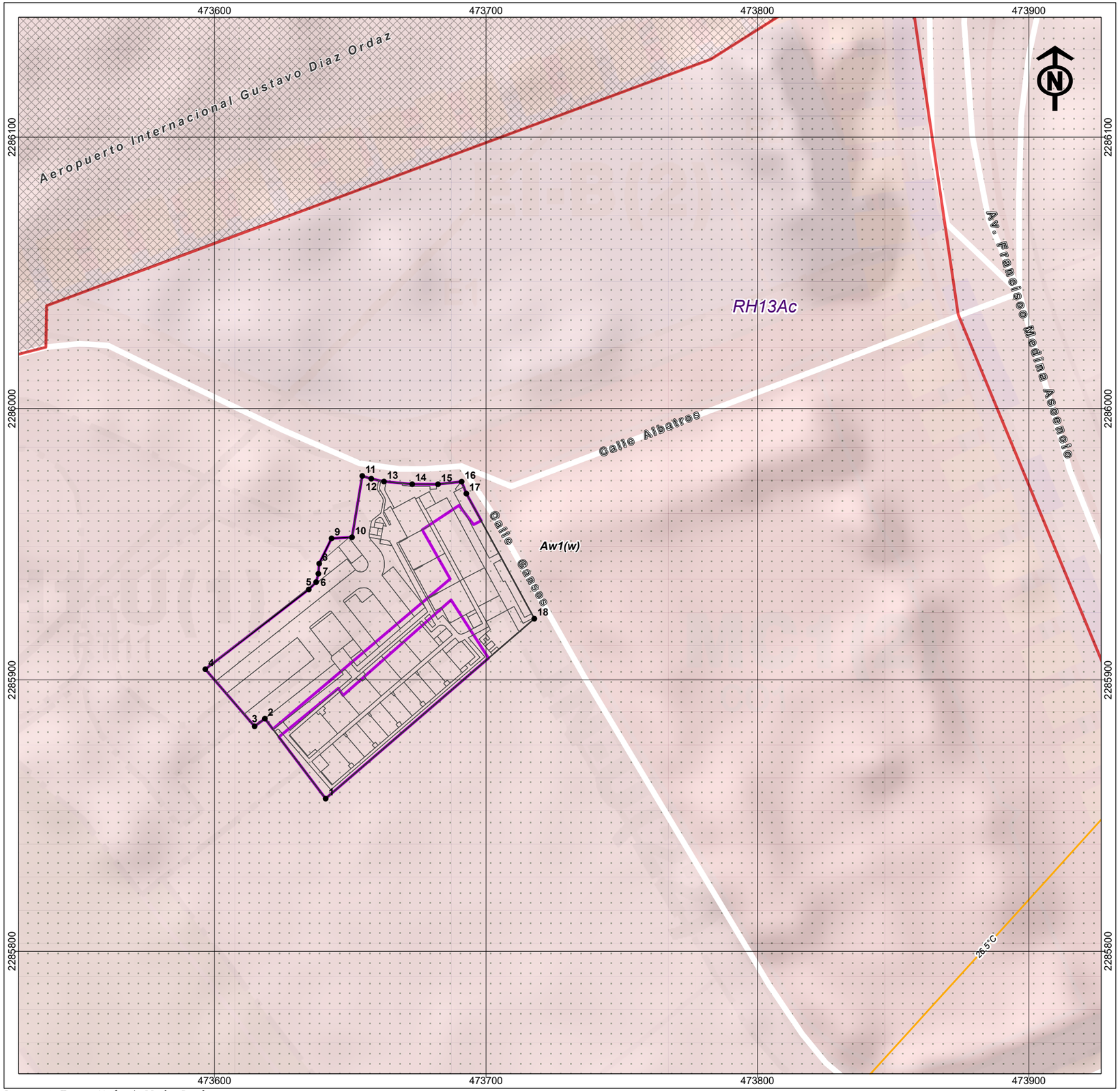
Fecha de elaboracion: octubre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2016. Carta topografica f13c69a, 1:20,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a2-a4, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguscalientes, Mex.
Puerto Vallarta. 2012. Plan de desarrollo urbano-Zonificacion. Puerto Vallrta, Jalisco.

MACROLOCALIZACION







INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 100 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Vertice Predio.
- Poligonal CUSTF.
- Distrito urbano 5A Marina-Vallarta.
- Poligonal Predio.

Clima en el Proyecto:

- Isoyeta.
- Isoterma.
- Calido subhumedo.

MAPA 11. CONDICION CLIMATICA EN EL PROYECTO

Escala grafica:

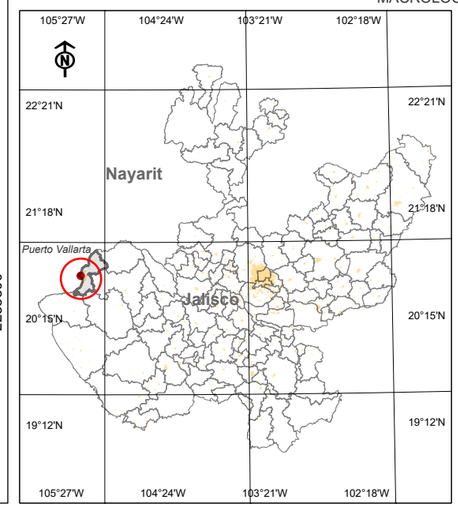
20 10 0 20 40 60 m.

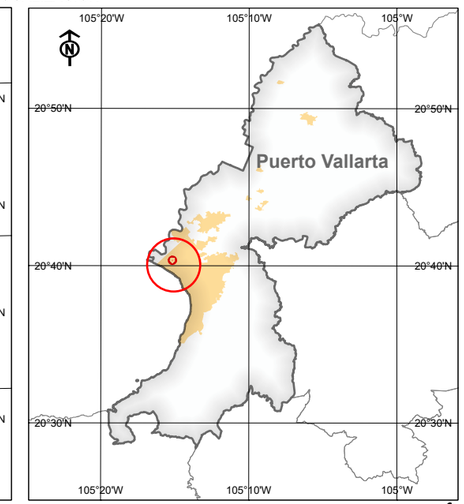
1:1,500

Fecha de elaboracion: octubre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

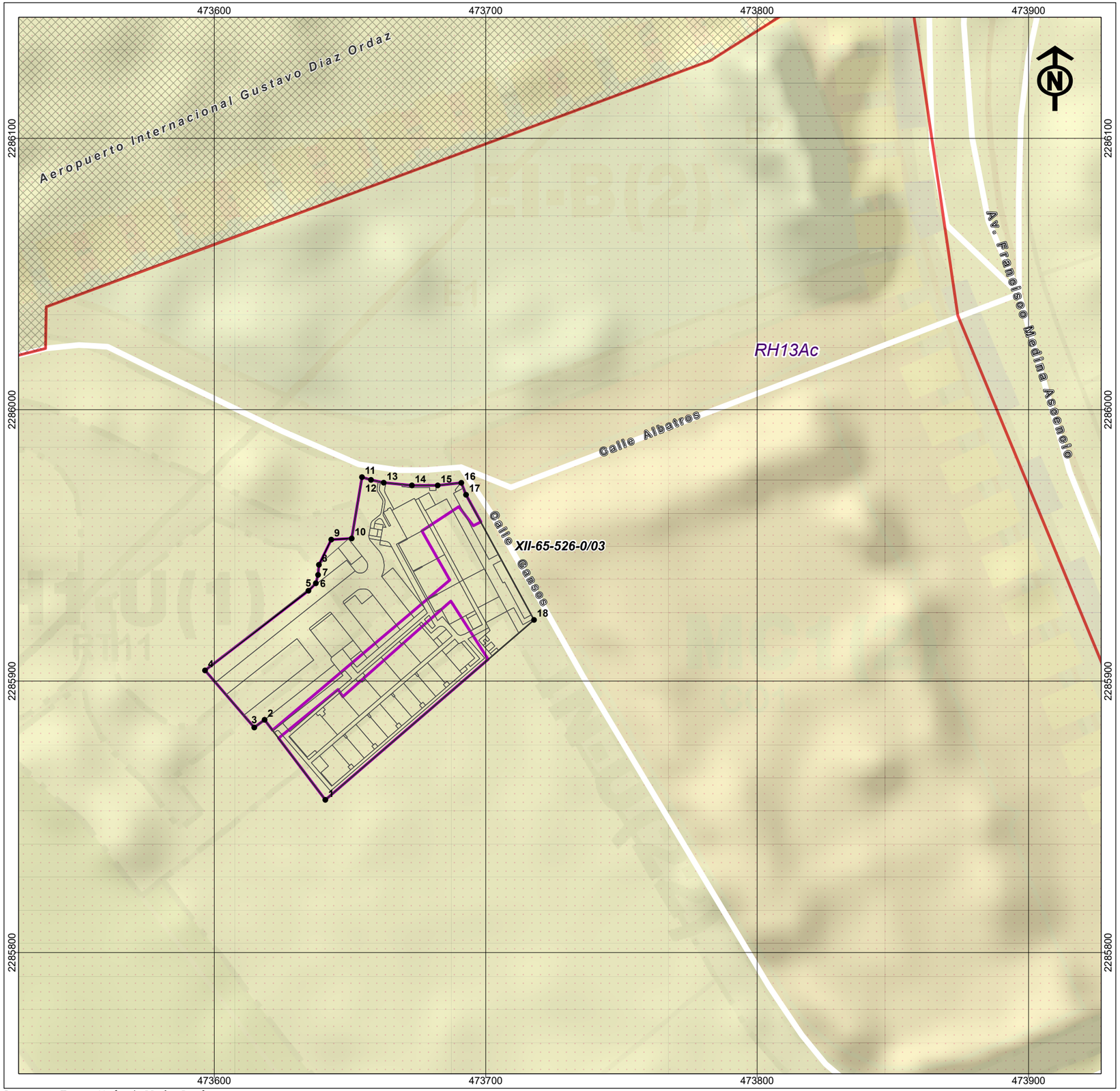
Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2023. Carta topografica f13c69, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a4-b3, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguscalientes, Mex.
Inegi. sf. Unidades climaticas para Mexico, 1:1,000,000. Aguascalientes, Mex.

MACROLOCALIZACION





fa



INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 100 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Vertice Predio.
- Poligonal CUSTF.
- Distrito urbano 5A Marina-Vallarta.
- Poligonal Predio.

Fisiografia caracteristicas en el Proyecto:

- Llanura costera con delta (526-0/03).

MAPA 12. FISIOGRAFIA CARACTERISTICA

EN EL PROYECTO

Escala grafica:

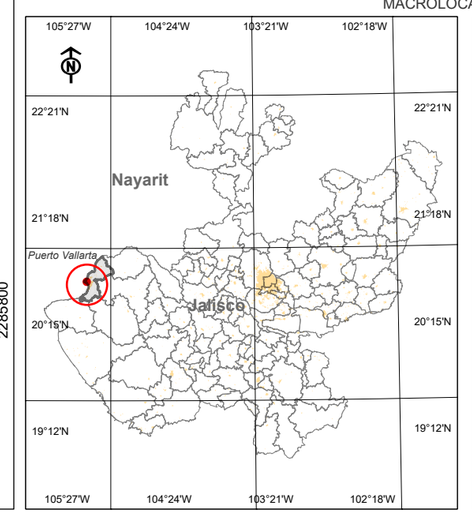
20 10 0 20 40 60 m.

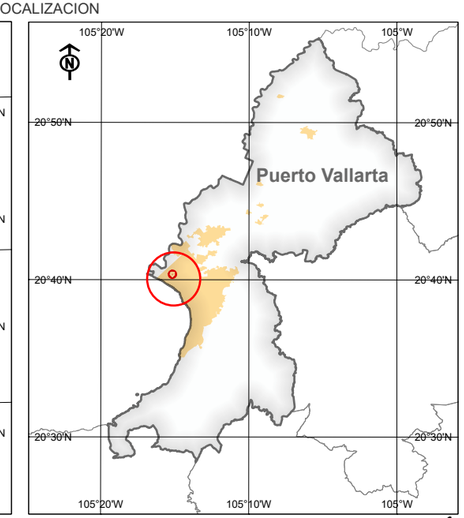
1:1,500

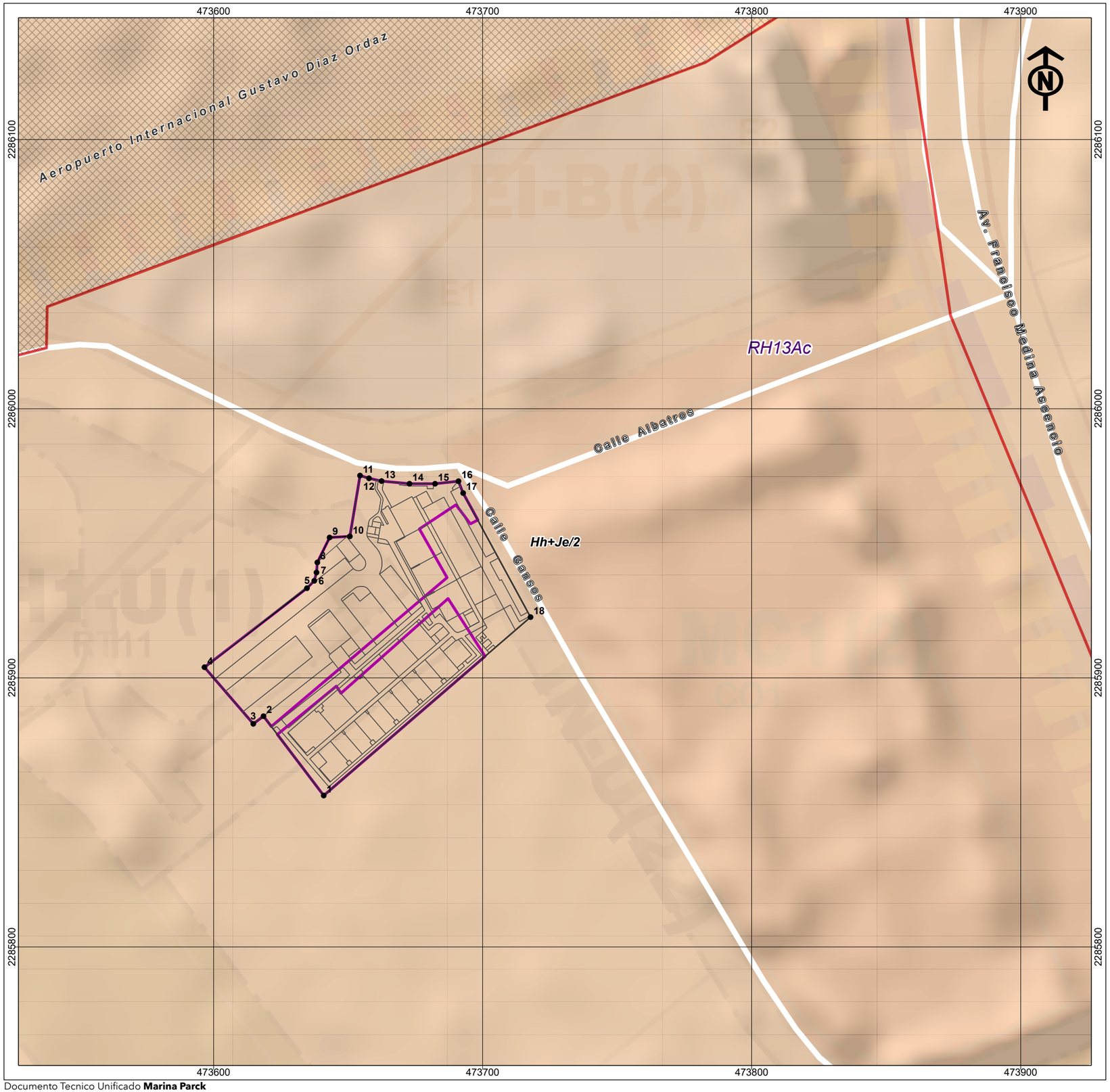
Fecha de elaboracion: octubre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2023. Carta topografica f13c69, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a4-b3, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguscalientes, Mex.
Inegi. 2000. Unidades fisiograficas para Mexico, 1:1,000,000. Aguascalientes, Mex.

MACROLOCALIZACION







INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 100 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Vertice Predio.
- Poligonal CUSTF.
- Distrito urbano 5A Marina-Vallarta.
- Poligonal Predio.

Fisiografia caracteristicas en el Proyecto:

- Feozem haplico.

MAPA 13a. CONDICION EDAFOLOGIA EN EL PROYECTO.

Escala grafica:

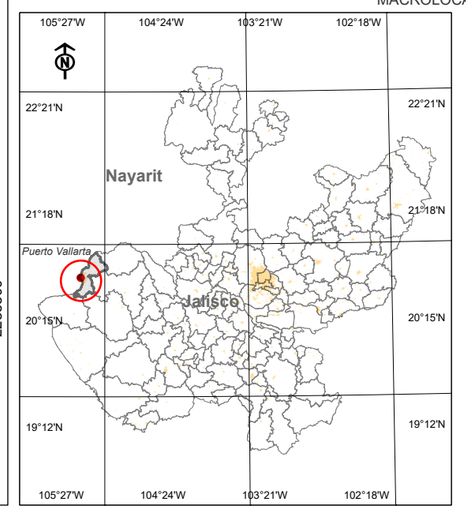
20 10 0 20 40 60 m.

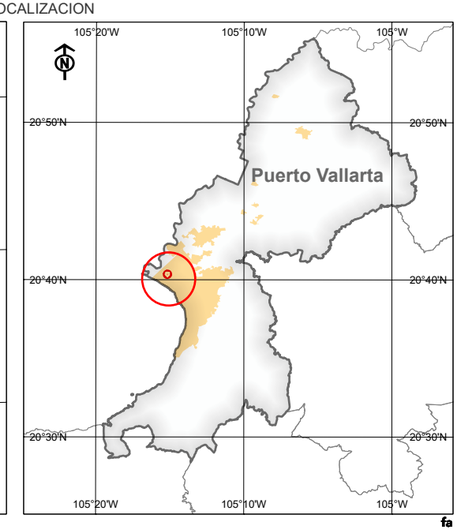
1:1,500

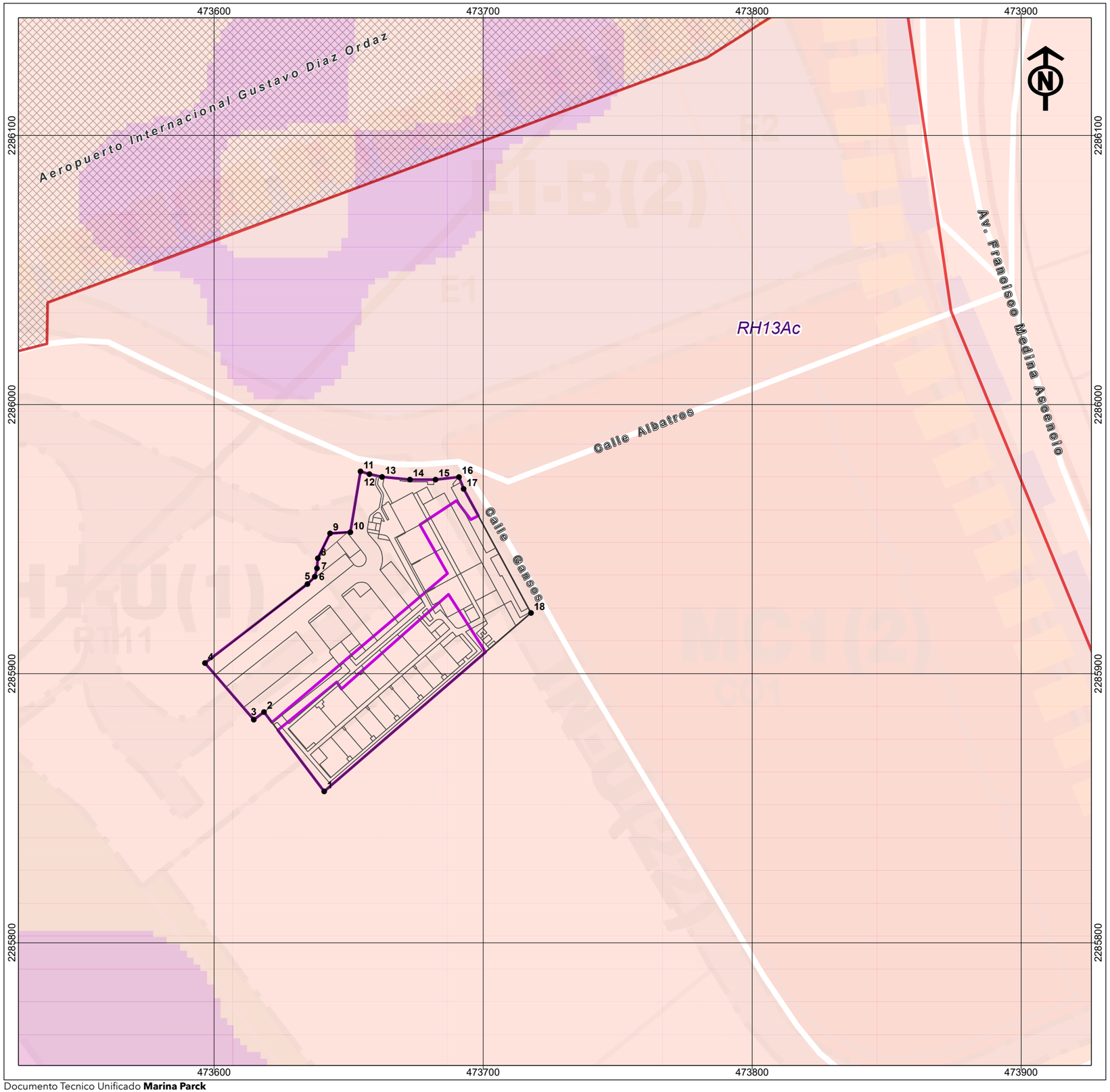
Fecha de elaboracion: octubre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2023. Carta topografica f13c69, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a4-b3, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguscalientes, Mex.
Inegi. 1974. Carta edafologica f13c69, 1:500,000. Aguascalientes, Mex.

MACROLOCALIZACION







INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 100 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Vertice Predio.
- Poligonal CUSTF.
- Distrito urbano 5A Marina-Vallarta.
- Poligonal Predio.

Grado de erosion del suelo en el Predio:

- Nula (0 a 2 ton/ha/año).

MAPA 13b. DEGRADACION POTENCIAL DEL SUELO EN EL PROYECTO.

Escala grafica:

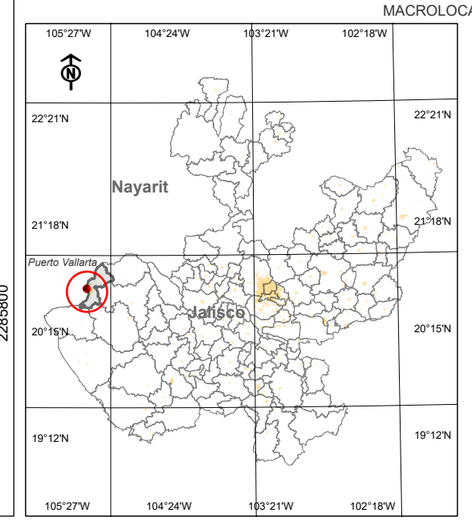
20 10 0 20 40 60 m.

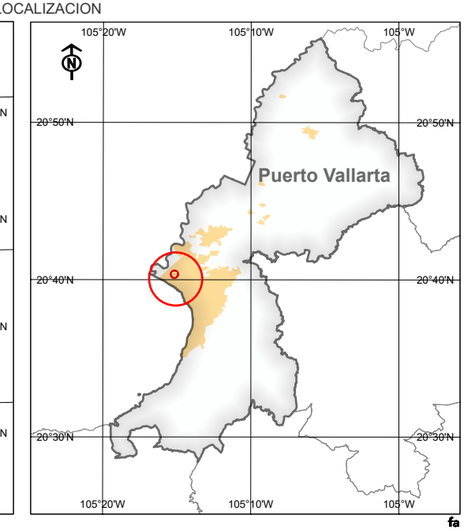
1:15,000

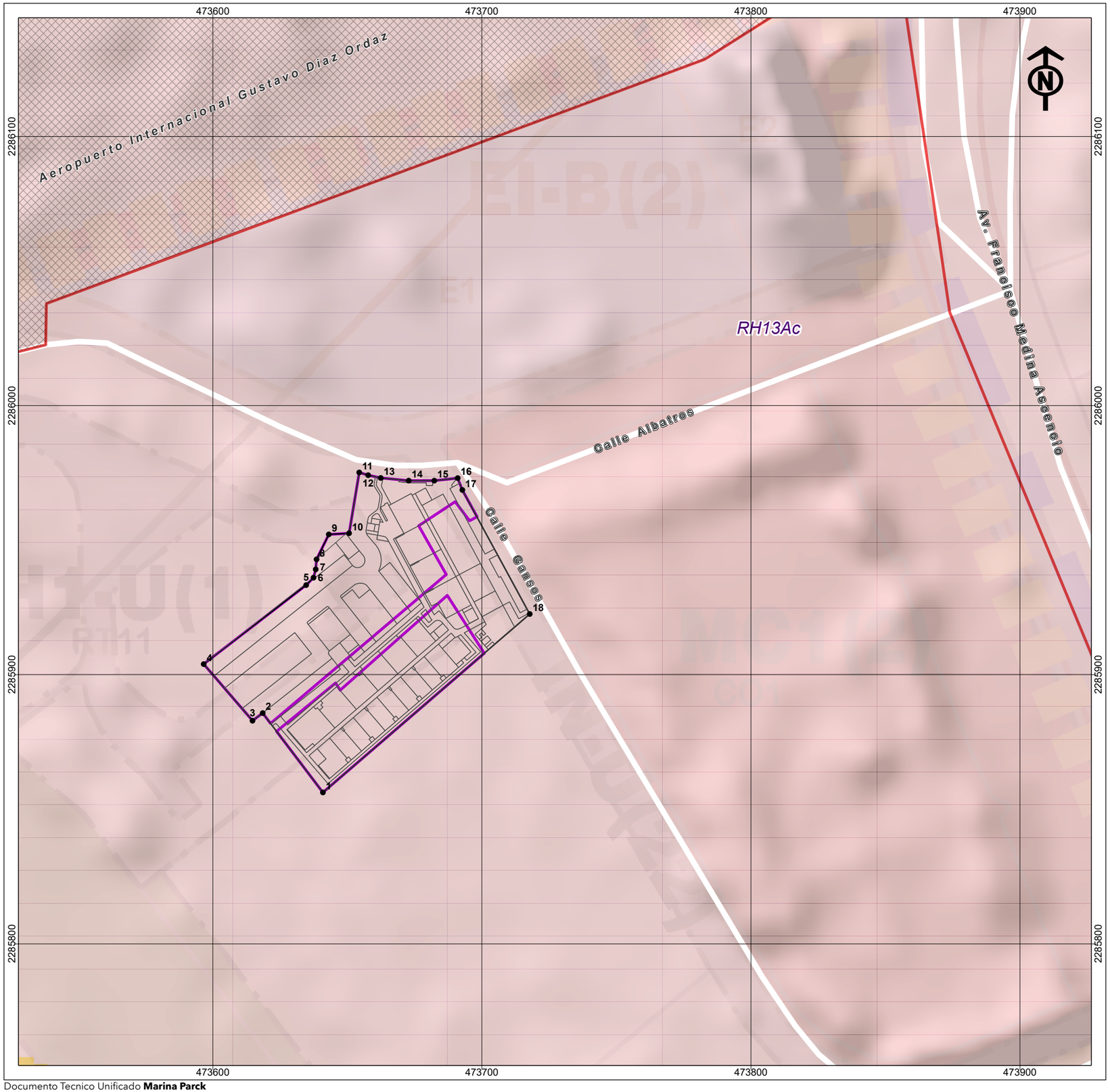
Fecha de elaboracion: octubre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2016. Carta topografica f13c69a, 1:20,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a2-a4, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguscalientes, Mex.
Puerto Vallarta. 2012. Plan de desarrollo urbano-Zonificacion. Puerto Vallrta, Jalisco.

MACROLOCALIZACION







INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 100 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Vertice Predio.
- Poligonal CUSTF.
- Distrito urbano 5A Marina-Vallarta.
- Poligonal Predio.

Grado de erosion actual del suelo en el Predio:

- Nula (0 a 2 toneladas/ha/año).

MAPA 13c. DEGRADACION ACTUAL DEL SUELO EN EL PROYECTO.

Escala grafica:

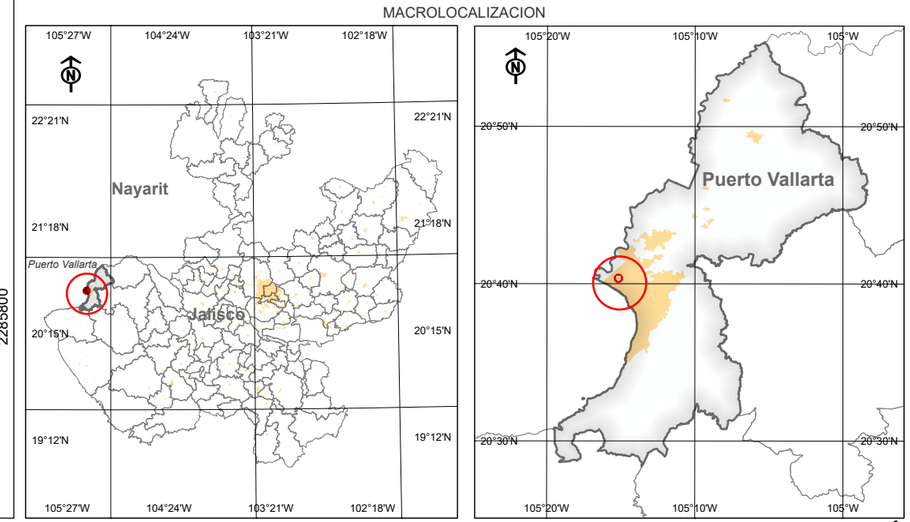
20 10 0 20 40 60 m.

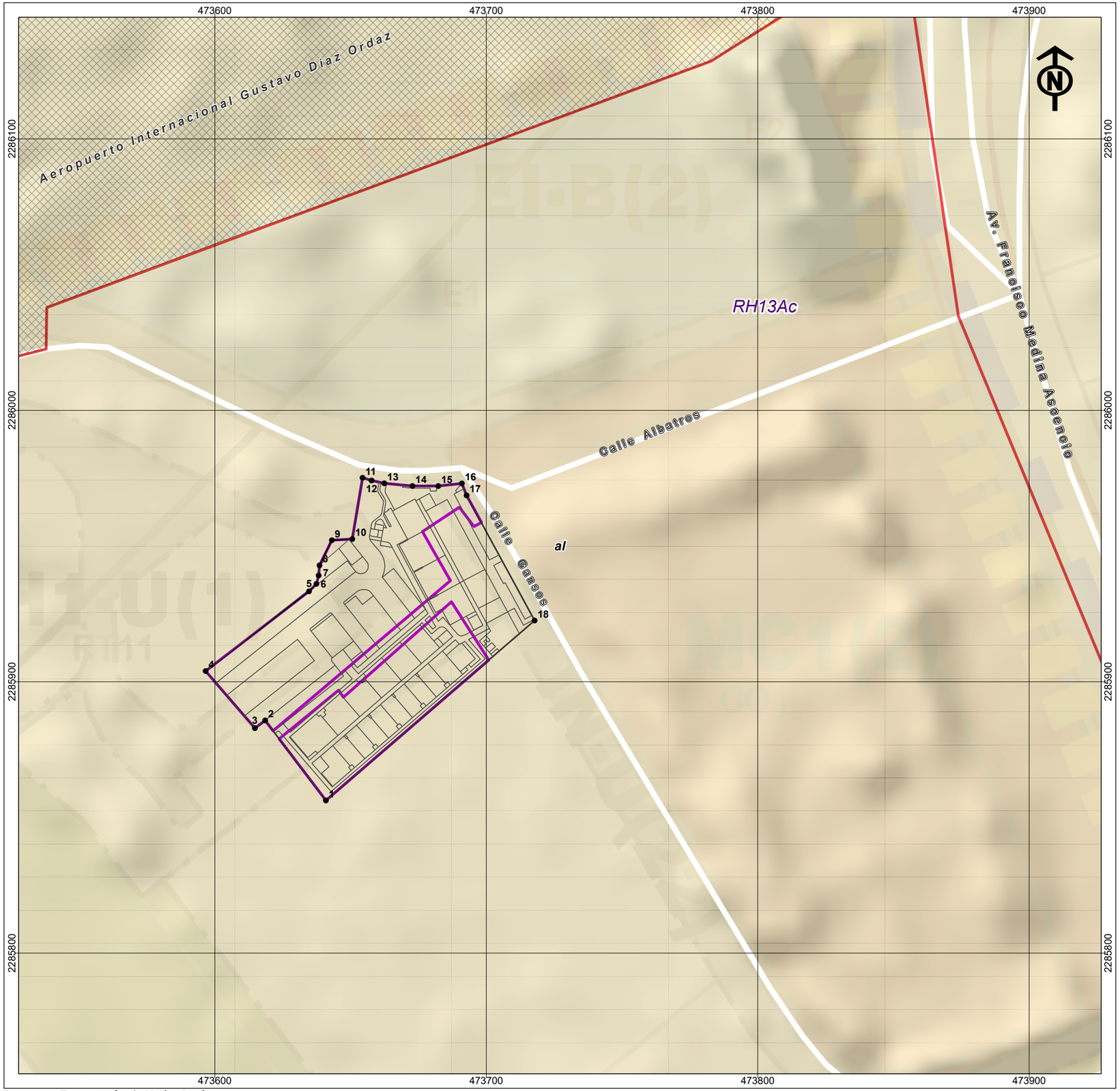
1:15,000

Fecha de elaboracion: octubre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2016. Carta topografica f13c69a, 1:20,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a2-a4, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguscalientes, Mex.
Puerto Vallarta. 2012. Plan de desarrollo urbano-Zonificacion. Puerto Vallrta, Jalisco.

MACROLOCALIZACION





INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 100 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Vertice Predio.
- Poligonal CUSTF.
- Distrito urbano 5A Marina-Vallarta.
- Poligonal Predio.

Geologia caracteristicas en el Proyecto:

- Suelo aluvial.

MAPA 14. GEOLOGIA CARACTERISTICA DEL PROYECTO.

Escala grafica:

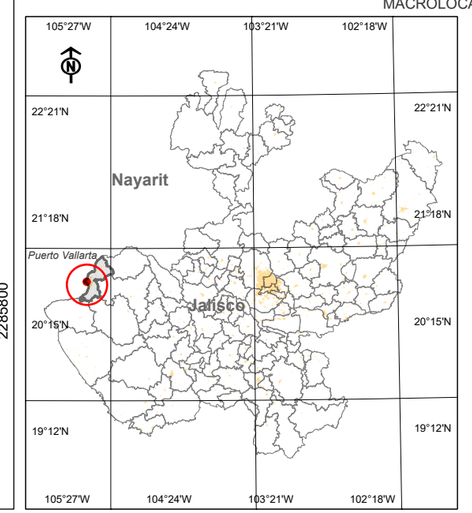
20 10 0 20 40 60 m.

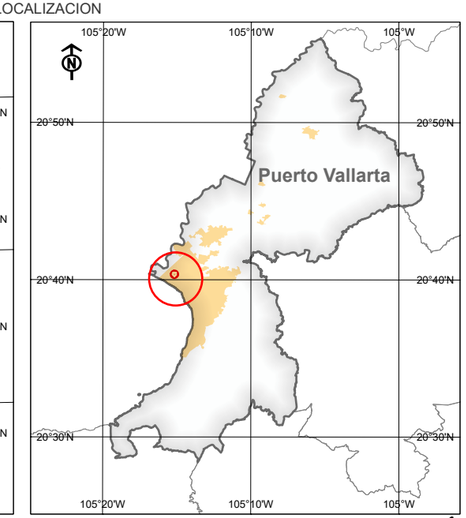
1:1,500

Fecha de elaboracion: octubre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2023. Carta topografica f13c69, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a4-b3, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguscalientes, Mex.
Inegi. 1974. Carta de geologia f13c69, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.

MACROLOCALIZACION





INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 100 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Vertice Predio.
- Poligonal CUSTF.
- Distrito urbano 5A Marina-Vallarta.
- Poligonal Predio.

Hidrologia caracteristica en el Proyecto:

-Region hidrologica Huicila (RH13).
- -Cuenca Rio Pitillal (A); Subcuenca Rio Pitillal (c).
- -Acuifero Puerto Vallarta (1427).

- Corriente principal perenne.
- Corriente secundaria intermitente.
- Mat. no consolidado posibilidades altas.

MAPA 15. HIDROLOGIA SUPERFICIAL Y SUBTERRANEA CARACTERISTICA DEL PROYECTO.

Escala grafica:

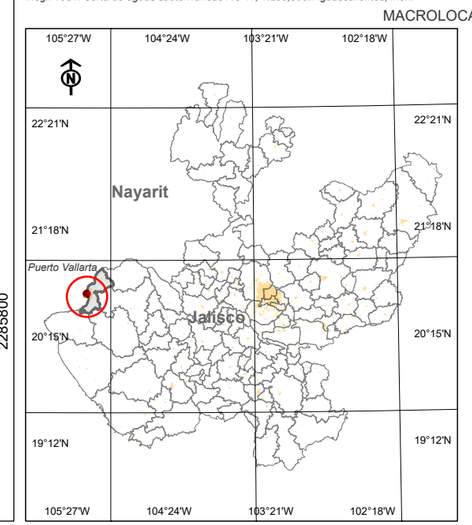
20 10 0 20 40 60 m.

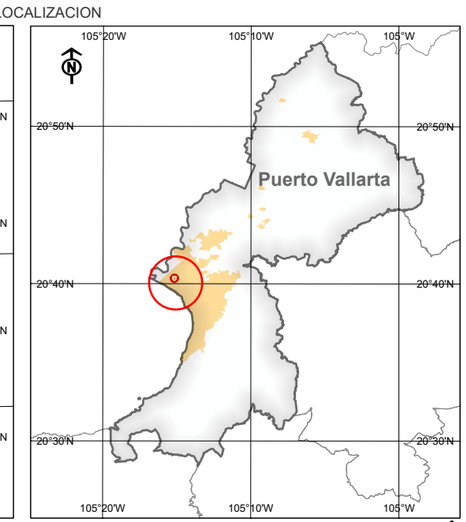
1:1,500

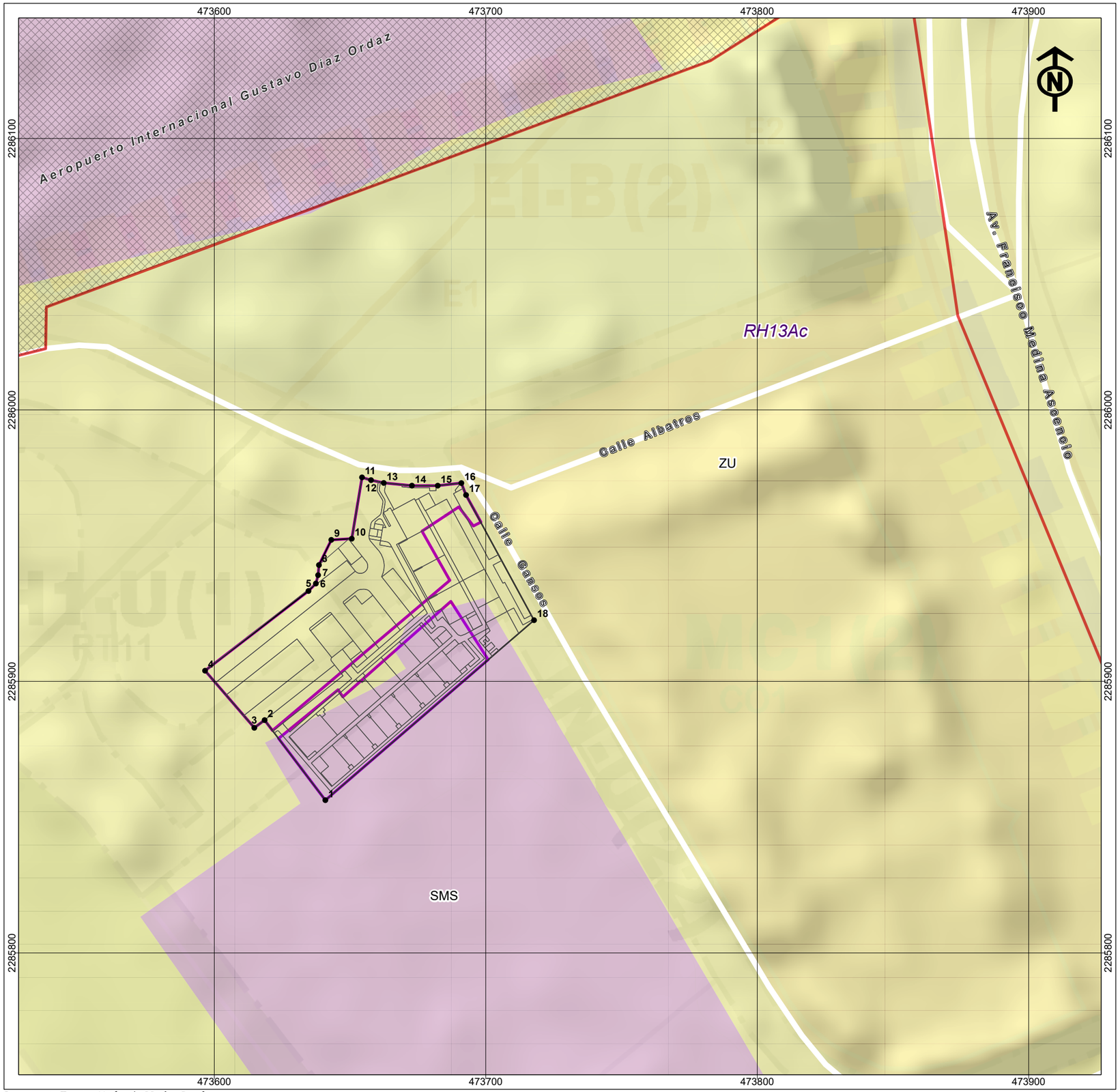
Fecha de elaboracion: octubre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2023. Carta topografica f13c69, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a4-b3, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 1981. Carta de aguas subterrraneas f13-11, 1:250,000. Aguascalientes, Mex.

MACROLOCALIZACION







INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 100 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Vertice Predio.
- Poligonal CUSTF.
- Distrito urbano 5A Marina-Vallarta.
- Poligonal Predio.

Condicion de vegetacion en el Proyecto:

- Veg. secundaria de Selva mediana Subc.

MAPA 16a. USO DE SUELO Y VEGETACION

CARACTERISTICA DEL PROYECTO.

Escala grafica:

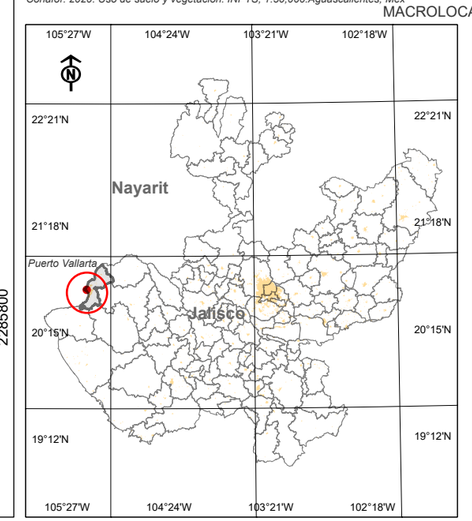
20 10 0 20 40 60 m.

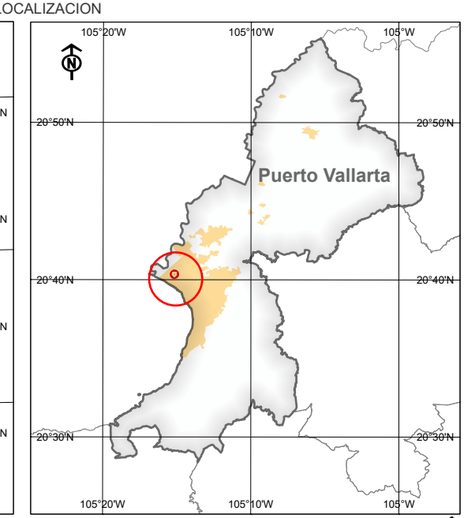
1:1,500

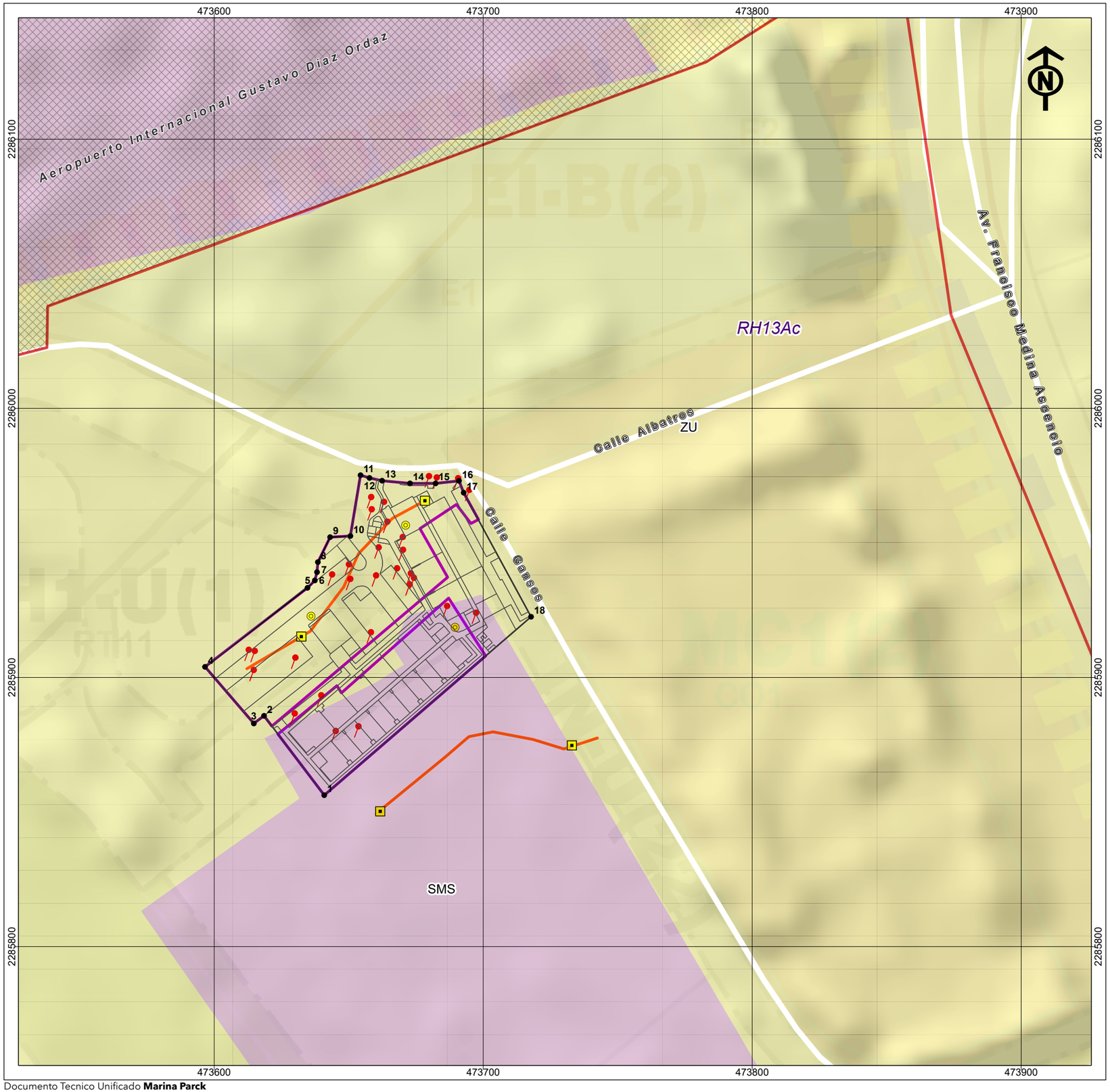
Fecha de elaboracion: octubre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2023. Carta topografica f13c69, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a4-b3, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguscalientes, Mex.
Inegi. 2017. Uso de suelo y vegetacion, 1:250,000. Aguascalientes, Mex.
Conafor. 2020. Uso de suelo y vegetacion. INFYS, 1:50,000.Aguascalientes, Mex

MACROLOCALIZACION







INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 100 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Vertice Predio.
- Poligonal CUSTF.
- Distrito urbano 5A Marina-Vallarta.
- Poligonal Predio.

Sistema de muestreo flora y fauna en el Proyecto:

- **Censo** arbolado.
- Sitio de muestreo flora (**herbaceo**).
- Punto de conteo aves.
- Transecto fauna.

MAPA 16b. SISTEMA DE MUESTREO DE VEGETACION Y FLORA SILVESTRE DEL PROYECTO.

Escala grafica:

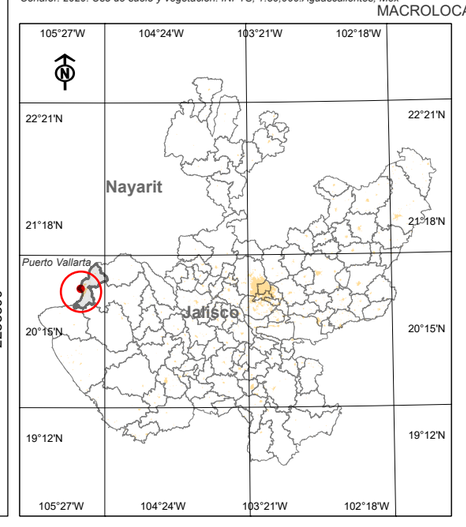
20 10 0 20 40 60 m.

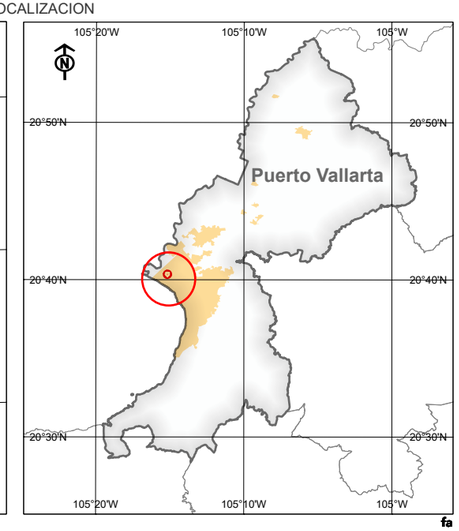
1:1,500

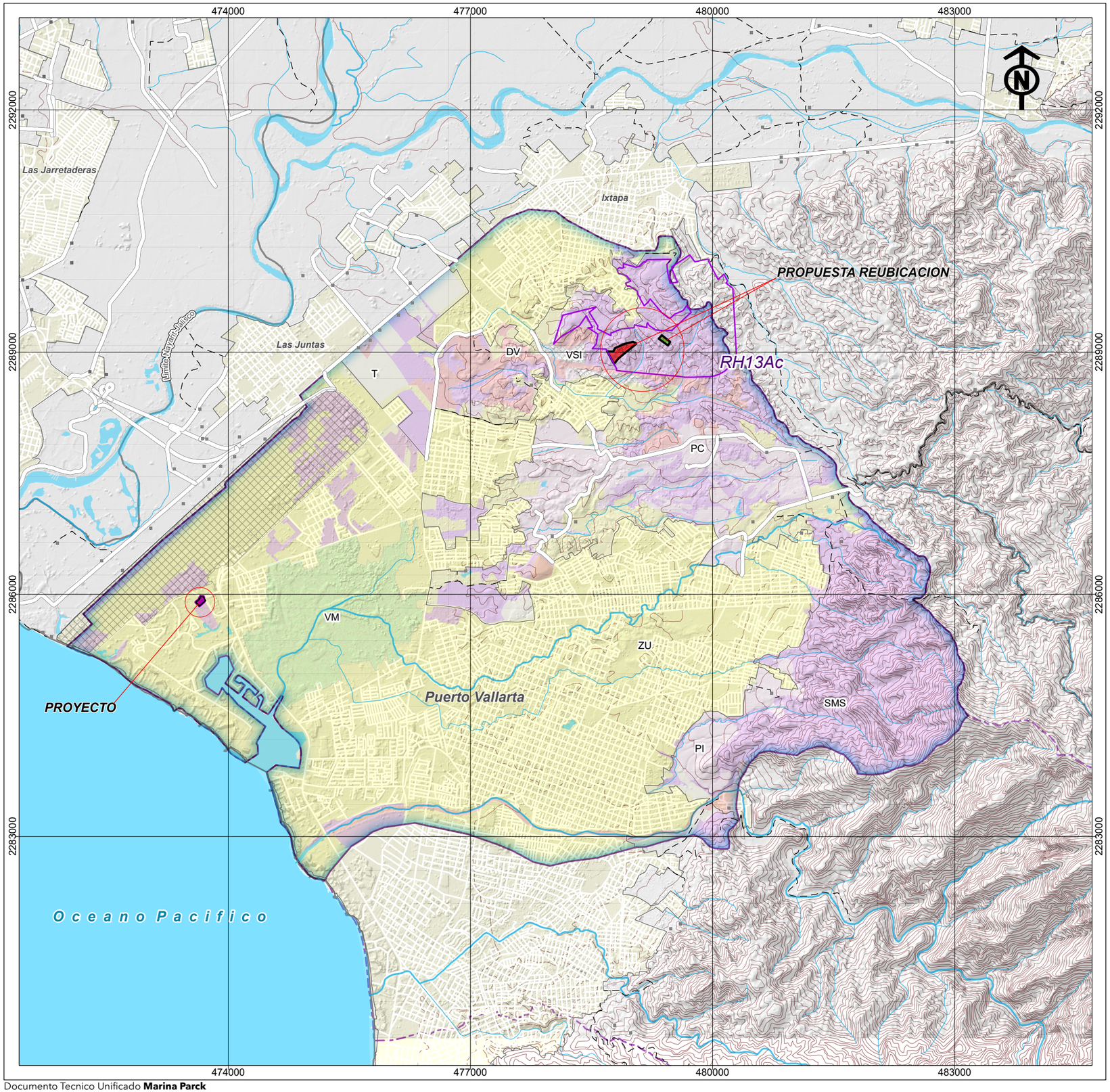
Fecha de elaboracion: octubre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2023. Carta topografica f13c69, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a4-b3, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguscalientes, Mex.
Inegi. 2017. Uso de suelo y vegetacion, 1:250,000. Aguascalientes, Mex.
Conafor. 2020. Uso de suelo y vegetacion. INFYS, 1:50,000.Aguascalientes, Mex

MACROLOCALIZACION







INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 3,000 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Poligonal CUSTF.
- Poligonal Predio.

Ref., conservacion y reubicacion de flora y fauna:

- Predio propuesto.
- Reubicacion flora y fauna/Conservacion.
- Reforestacion y obras de suelo.

MAPA 17a. UBICACION EN LA MICROCUENCA DE LA PROPUESTA DE REFORESTACION, CONSERVACION Y REUBICACION DE FLORA Y FAUNA DEL PROYECTO.

Escala grafica:

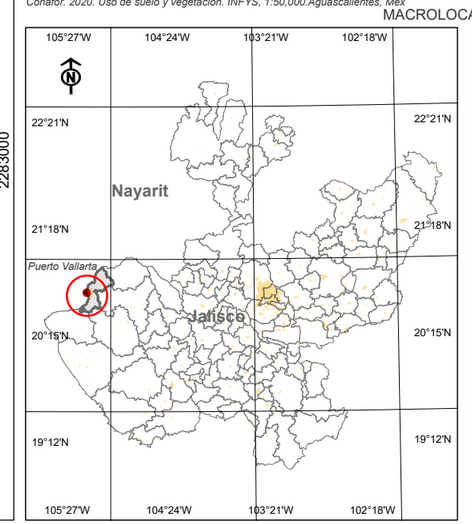
500 250 0 500 1,000 1,500 2,000 m.

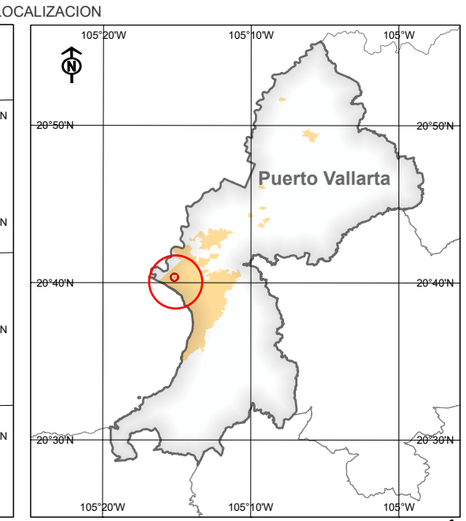
1:50,000

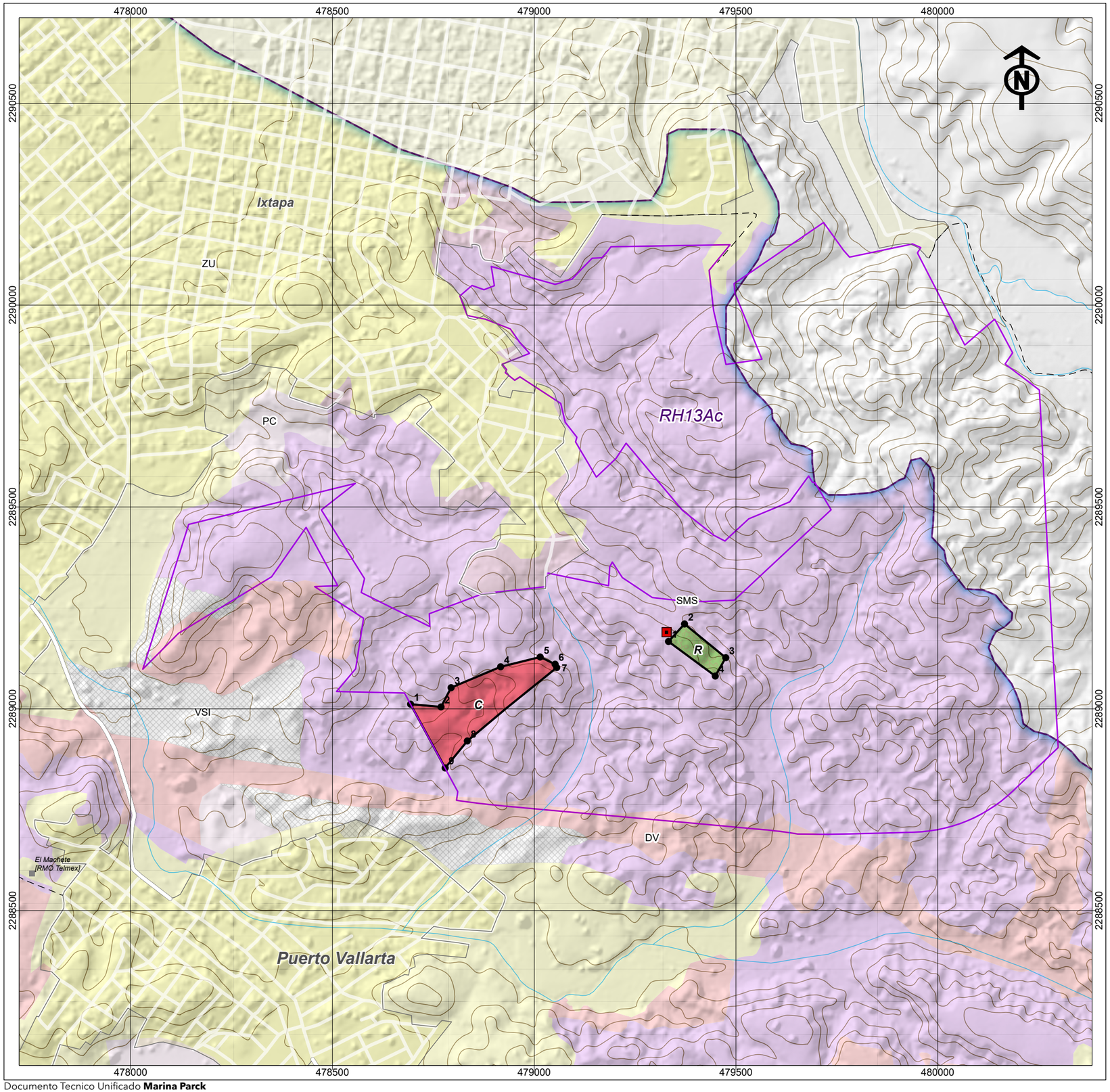
Fecha de elaboracion: octubre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2023. Carta topografica f13c69, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a4-b3, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguscalientes, Mex.
Inegi. 2017. Uso de suelo y vegetacion, 1:250,000. Aguascalientes, Mex.
Conafor. 2020. Uso de suelo y vegetacion. INFYS, 1:50,000.Aguascalientes, Mex

MACROLOCALIZACION







INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 500 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Vertice Predio.
- Poligonal CUSTF.
- Distrito urbano 5A Marina-Vallarta.
- Poligonal Predio.

Ref., conservacion y reubicacion de flora y fauna:

- Vertice Conservacion, reubicacion y ref.
- Propuesta ubicacion Vivero rustico.
- Conservacion y reubicacion.
- Reforestacion y suelos.
- Predio propuesto.

MAPA 17b. UBICACION DE LA PROPUESTA DE REFORESTACION, CONSERVACION Y REUBICACION DE FLORA Y FAUNA DEL PROYECTO.

Escala grafica:

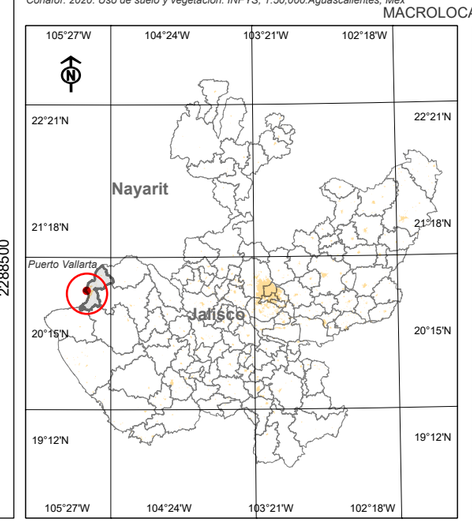
100 50 0 100 200 300 m.

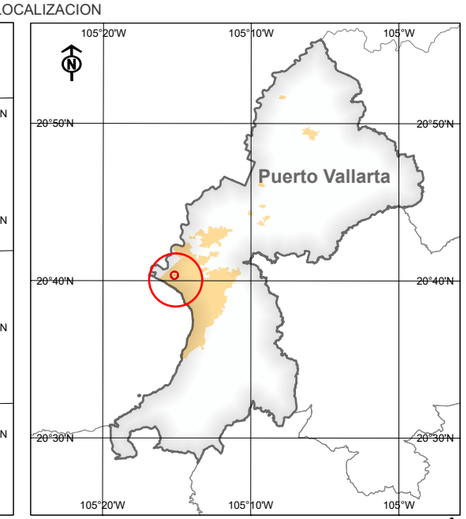
1:10,000

Fecha de elaboracion: octubre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

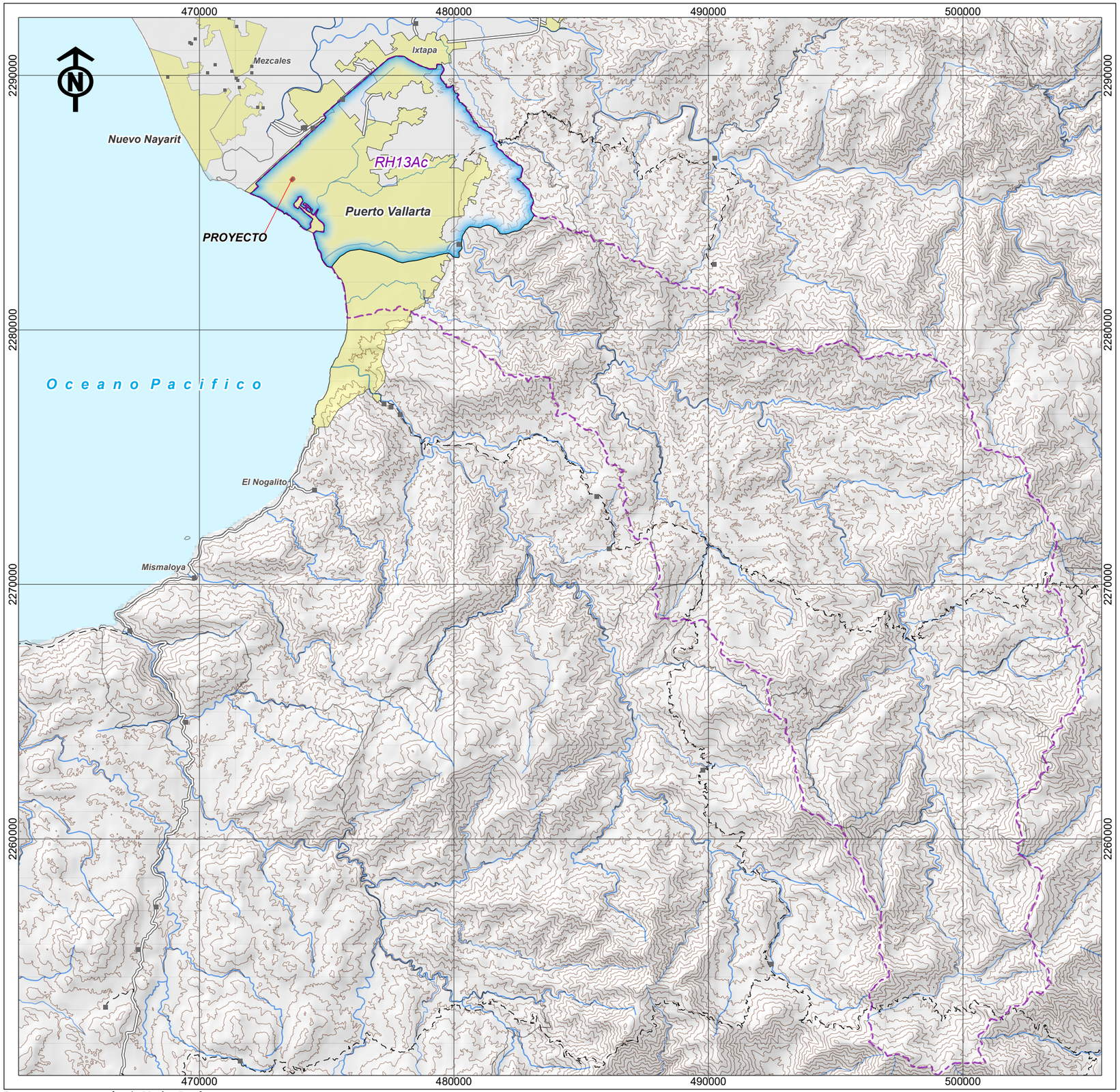
Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2023. Carta topografica f13c69, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a4-b3, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguscalientes, Mex.
Inegi. 2017. Uso de suelo y vegetacion, 1:250,000. Aguascalientes, Mex.
Conafor. 2020. Uso de suelo y vegetacion. INFYS, 1:50,000.Aguascalientes, Mex

MACROLOCALIZACION





fa



INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 10,000 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Poligonal CUSTF.

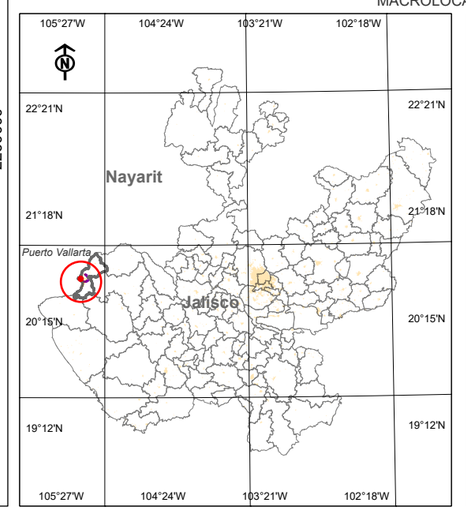
MAPA 1. UBICACION DE LA MICROCUENCA Y EL PROYECTO, EN LA CUENCA Y SUBCUENCA

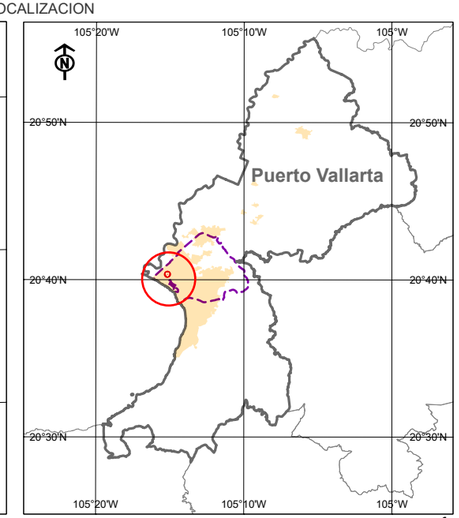
Escala grafica: 2 1 0 2 4 6 km

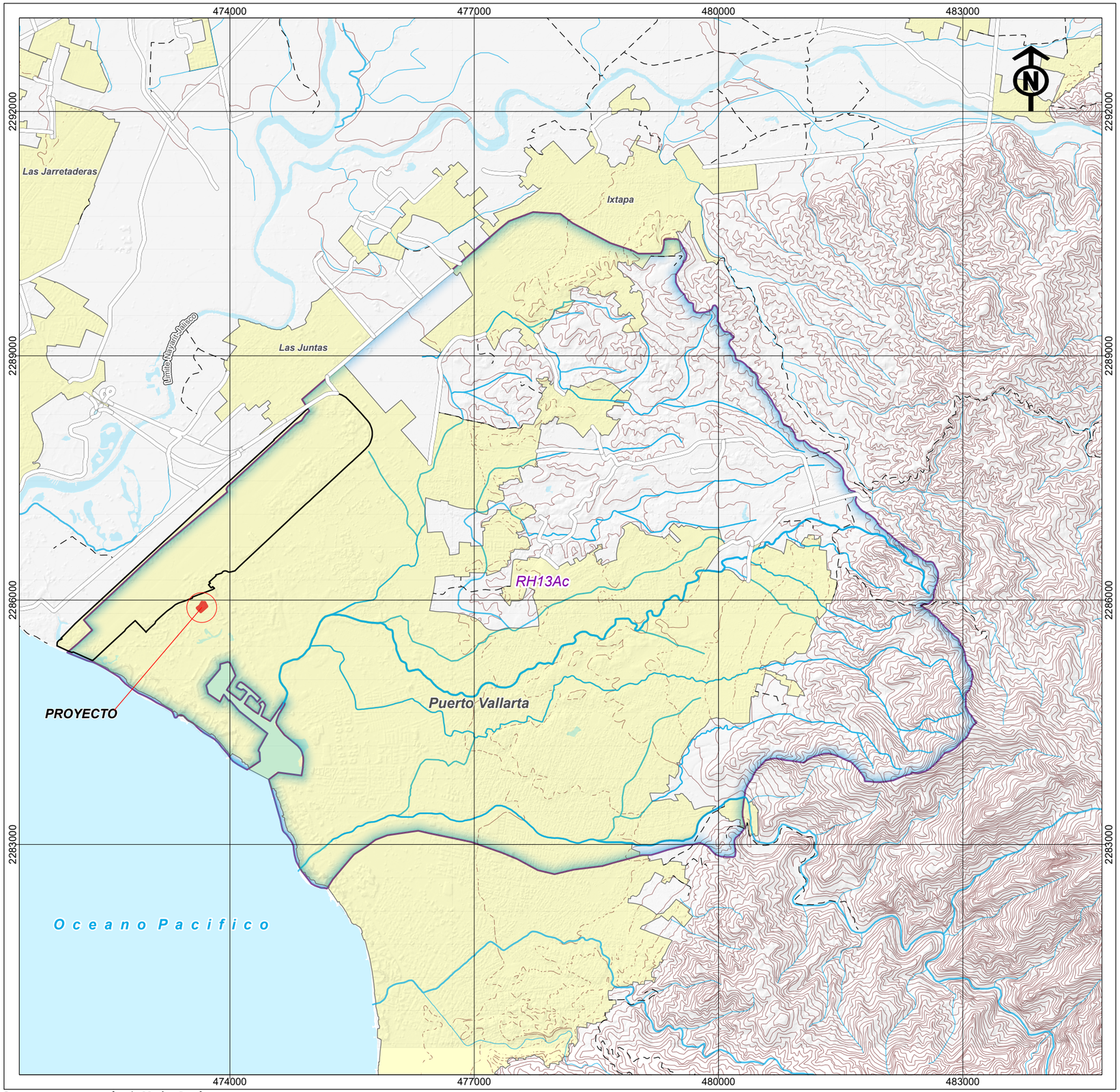
Fecha de elaboracion: agosto de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2017. Carta topografica f13-11, 1:250,000. Jalisco. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2000. Modelo digital de elevacion f13-11, 1:250,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguscalientes, Mex.

MACROLOCALIZACION







INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 3,000 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Poligonal CUSTF.

MAPA 2. UBICACION DEL PROYECTO EN LA MICROCUENCA.

Escala grafica:

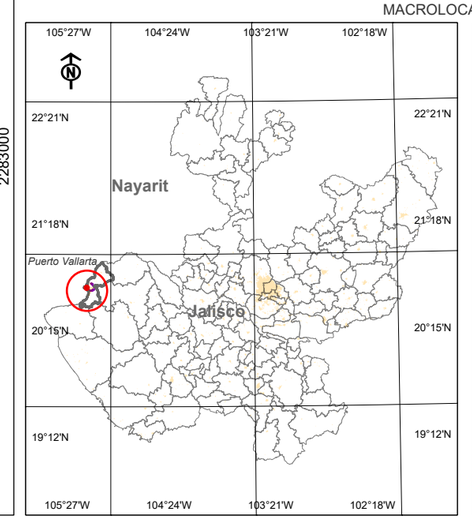
500 250 0 500 1,000 1,500 2,000 m.

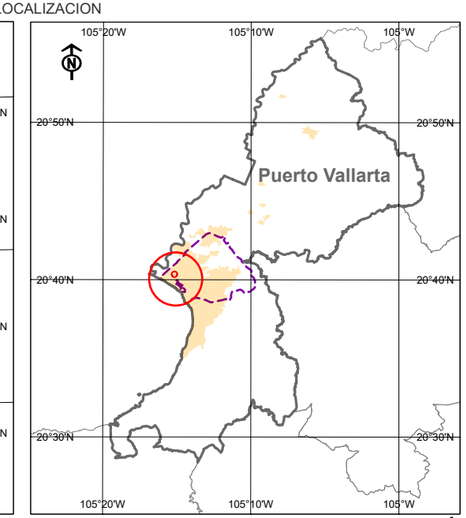
1:50,000

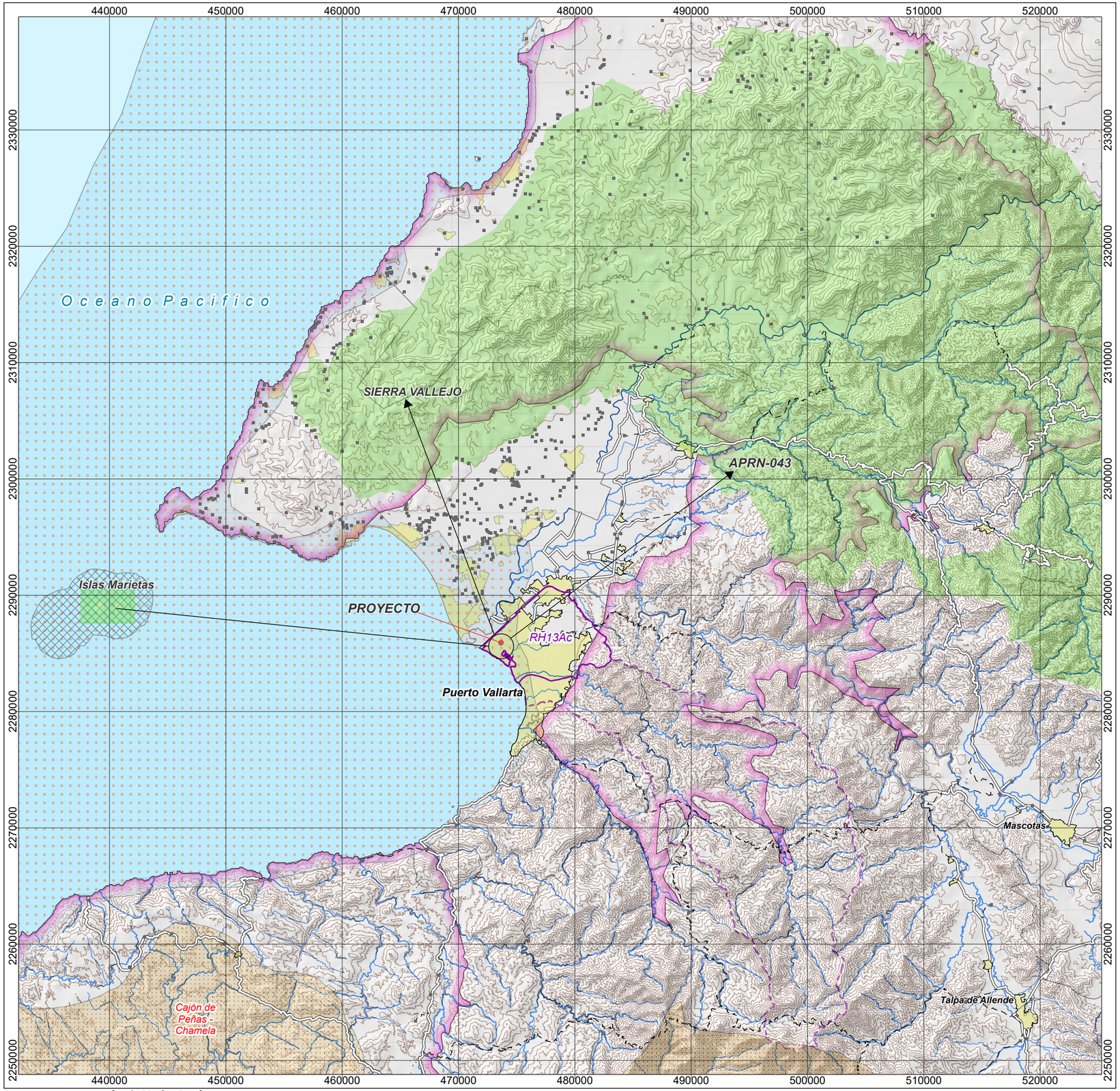
Fecha de elaboracion: agosto de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2023. Carta topografica f13c69, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a4-b3, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguscalientes, Mex.

MACROLOCALIZACION







INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 10,000 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Poligonal CUSTF.

Areas bajo proteccion o de interes ecologica:

- ANP federal.
- Region Terrestre Prioritaria (RTP).
- Area Importancia Conservacion Aves (AICA).
- Region Hidrologica Prioritaria (RHP).
- Region Maritima Prioritaria (RMP).

MAPA 3. UBICACION DE ANP, RHP, RTP, RMP

Y AICAS CERCANAS AL PROYECTO.

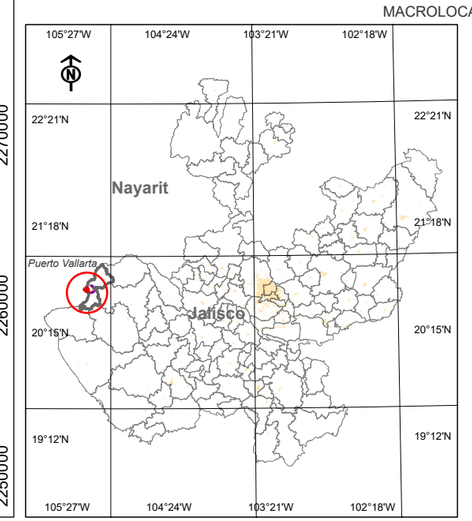
Escala grafica:

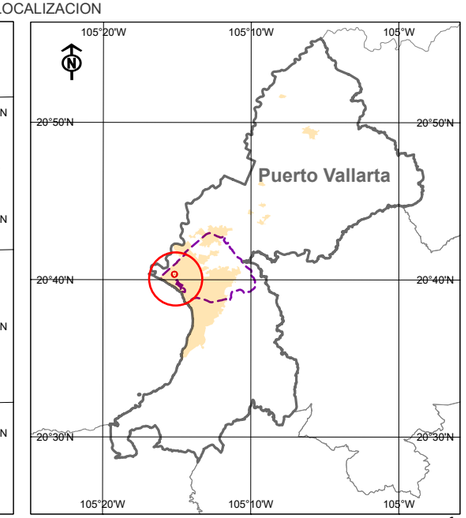
4 2 0 4 8 12 km

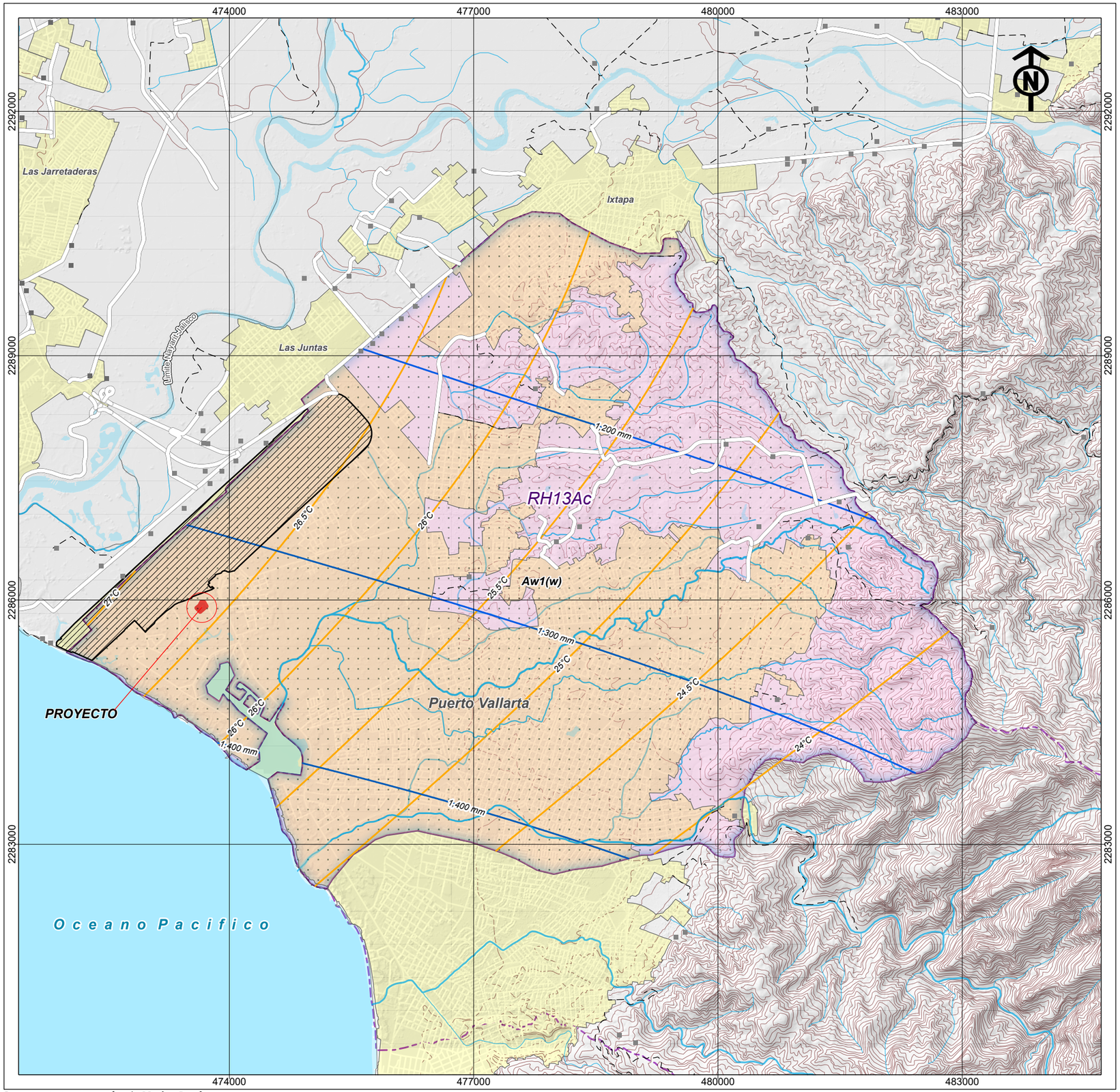
Fecha de elaboracion: agosto de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Conanp. 2024. Areas naturales de la Republica Mexicana, 1:1,000,000. Mex.
Conabio. 1999.AICAs, 1:250,000. Mex.
Conabio. 2002. RHP, 1:4,000,000. Mex.
Conabio. 2004. RTP, 1:1,000,000. Mex.

MACROLOCALIZACION







INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 3,000 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Poligonal CUSTF.

Condicion climatica Microcuenca:

- Isoterma (°C).
- Isoyeta (p/mm).
- Calido subhumedo ((Aw1(w)).

MAPA 4. CLIMA CARACTERISTICO EN LA MICROCUENCA.

Escala grafica:

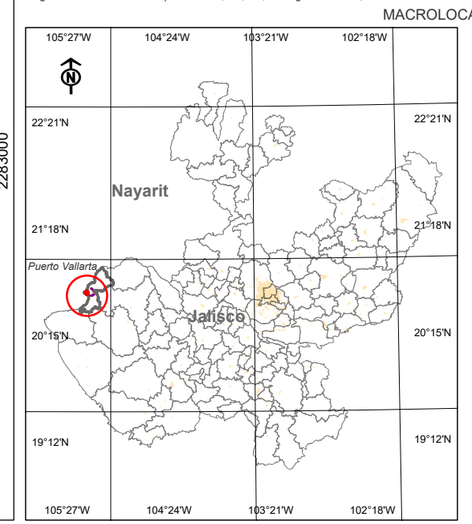
500 250 0 500 1,000 1,500 2,000 m.

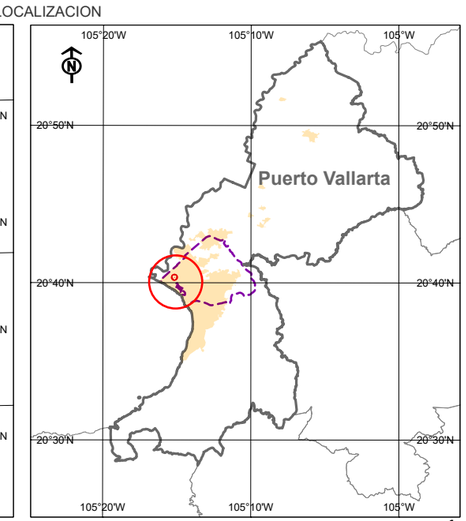
1:50,000

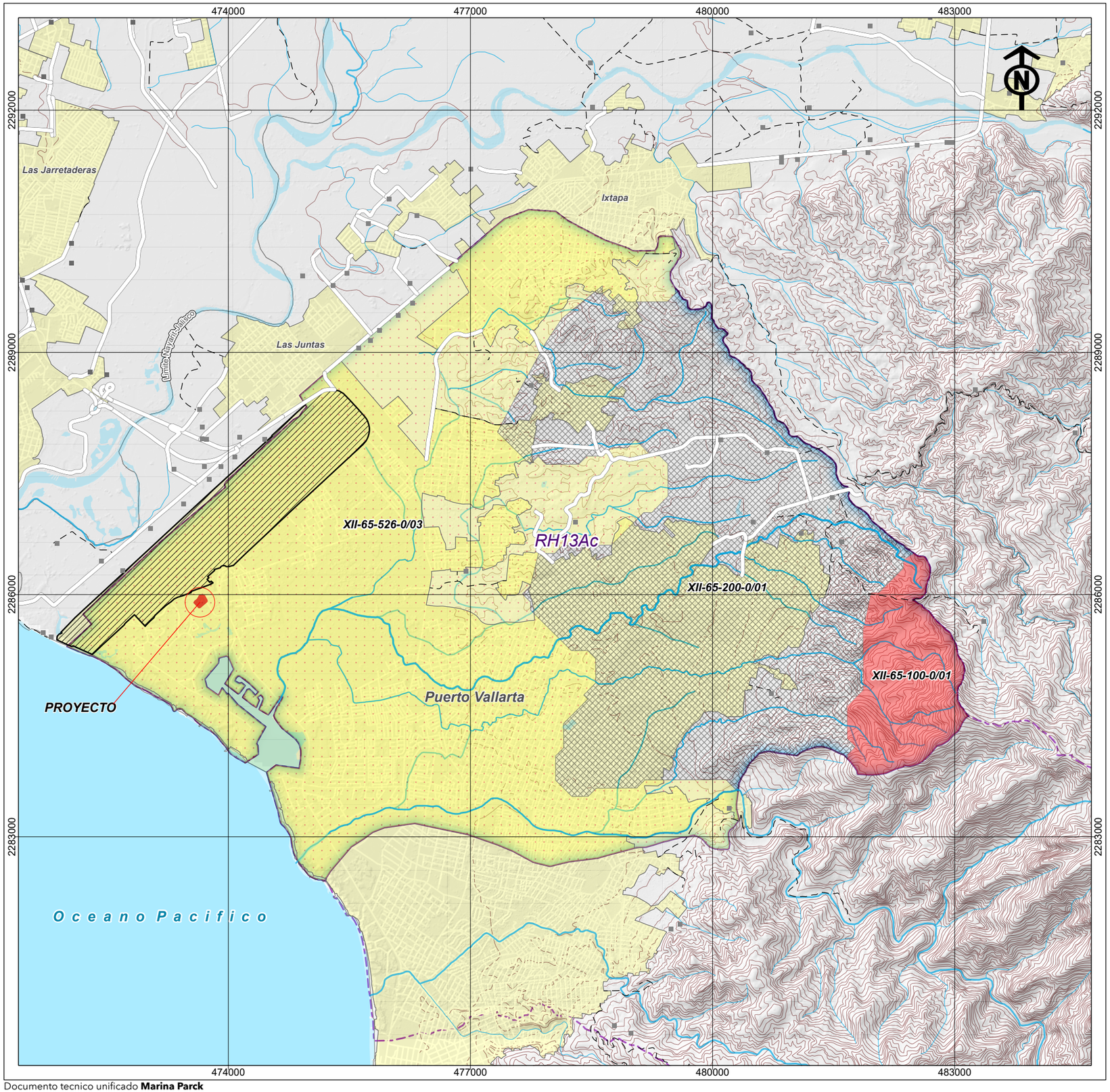
Fecha de elaboracion: septiembre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2023. Carta topografica f13c69, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a4-b3, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguscalientes, Mex.
Inegi. sf. Unidades climaticas para Mexico, 1:1,000,000. Aguascalientes, Mex.

MACROLOCALIZACION







INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 3,000 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Poligonal CUSTF.

Condicion fisiografica Microcuenca:

-Provincia Sierra Madre del Sur (XII).

-Subprovincia Sierras de la Costa de Jalisco y Colima (65).

- Llanura costera con delta (526-0/03).
- Lomerio (200-0/01).
- Sierra (100-0/01).

MAPA 5a. FISIOGRAFIA CARACTERISTICA EN LA MICROCUENCA.

Escala grafica:

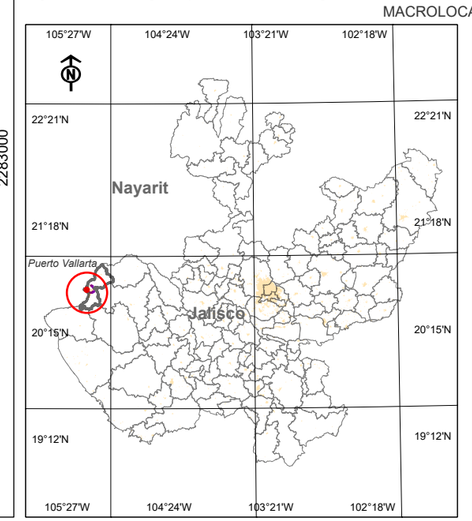
500 250 0 500 1,000 1,500 2,000 m.

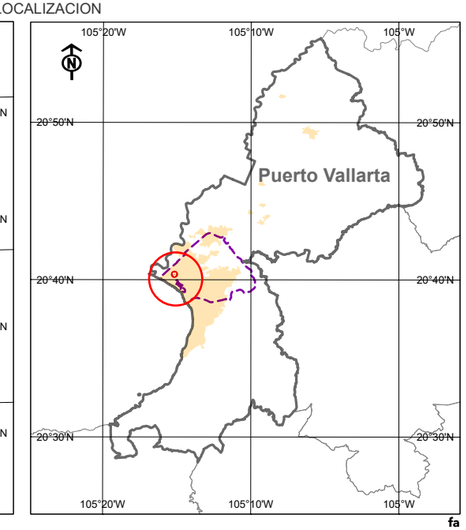
1:50,000

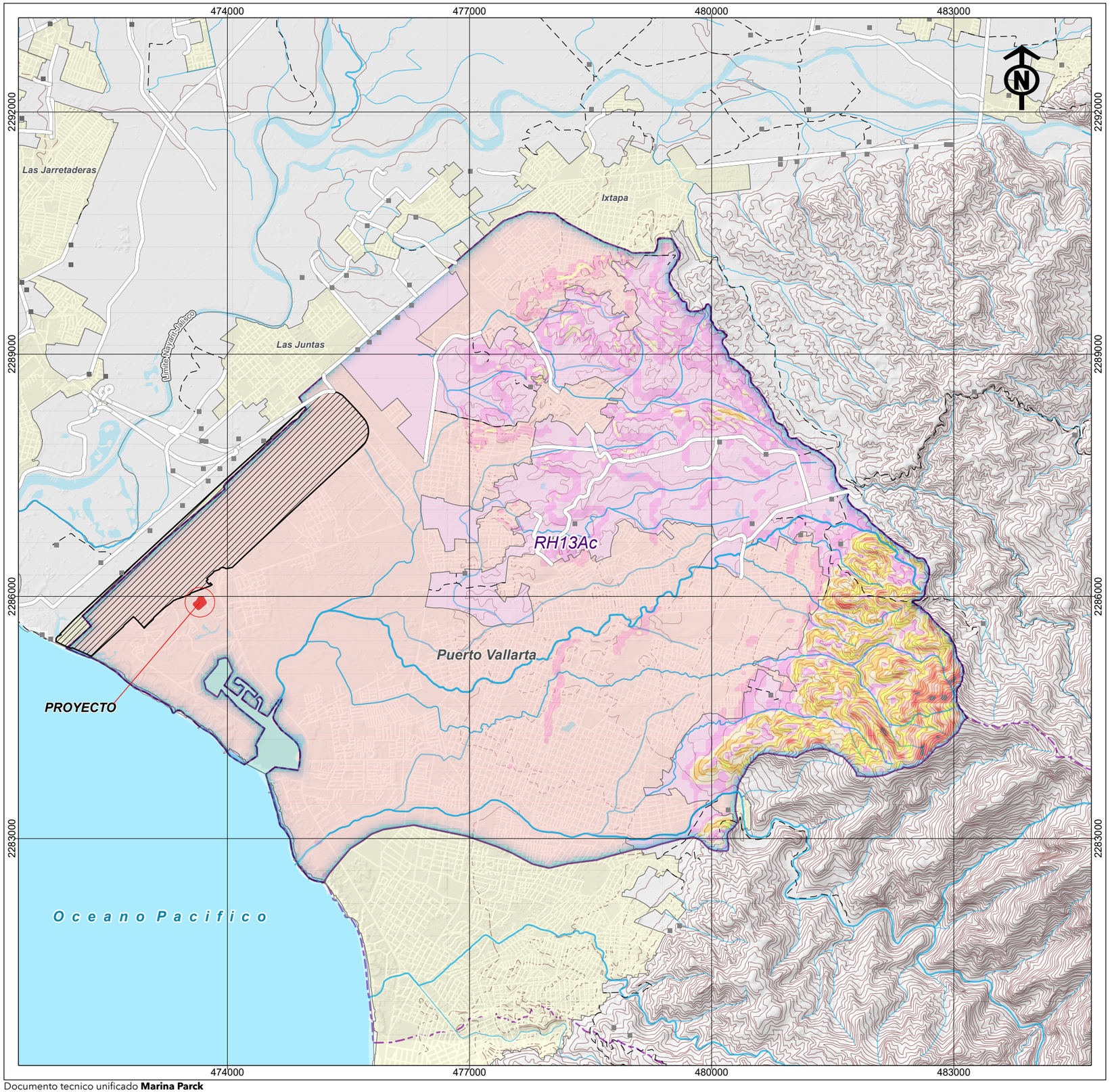
Fecha de elaboracion: septiembre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2023. Carta topografica f13c69, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a4-b3, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguscalientes, Mex.
Inegi. 2000. Unidades fisiograficas para Mexico, 1:1,000,000. Aguascalientes, Mex.

MACROLOCALIZACION







INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 3,000 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Poligonal CUSTF.

Grado de pendiente en la Microcuenca:

- Plano suavemente inclinado (0 a 10%).
- Inclinado (10 a 20%).
- Moderadamente escapado (20 a 30%).
- Escarpado (30 a 40%).
- Escarpado (40 a 50%).
- Escarpado (50 a 60%).
- Escarpado (60 a 70%).
- Muy escarpado (70 a 80%).
- Muy escarpado (80 a 90%).

MAPA 5b. GRADO DE INCLINACION DISTRIBUIDO EN LA MICROCUENCA.

Escala grafica:

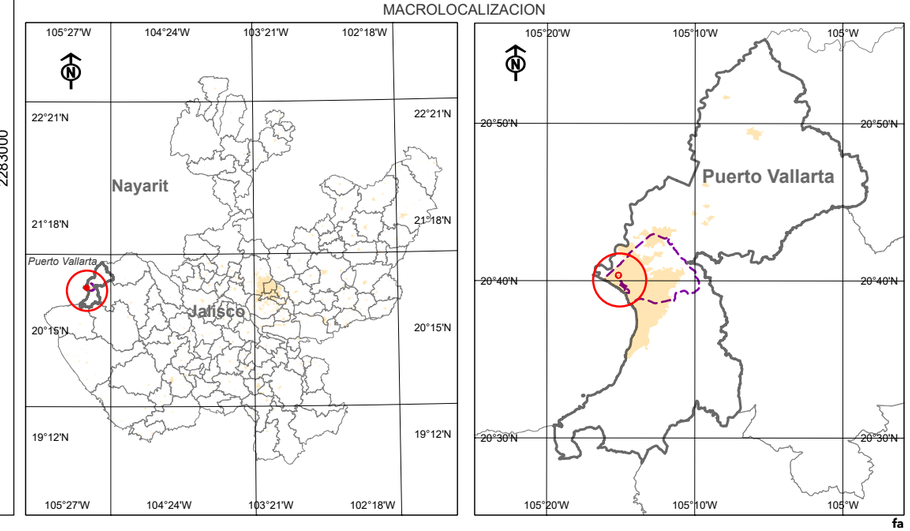
500 250 0 500 1,000 1,500 2,000 m.

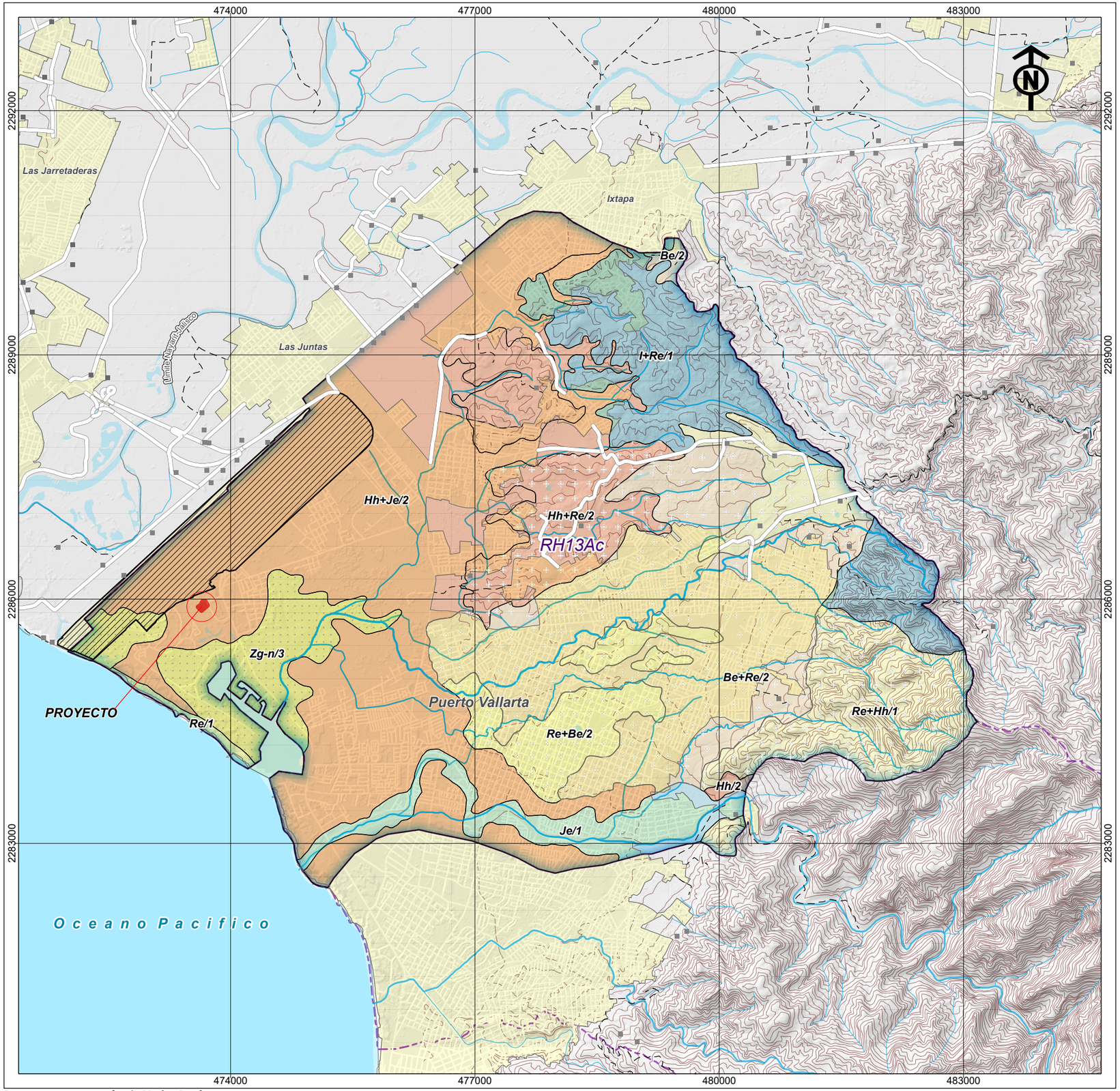
1:50,000

Fecha de elaboracion: septiembre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2023. Carta topografica f13c69, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a4-b3, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguscalientes, Mex.

MACROLOCALIZACION





INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 3,000 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Poligonal CUSTF.

Condicion edafologica Microcuenca:

- Cambisol eutrico.
- Feozem haplico.
- Fluvisol eutrico.
- Litosol.
- Regosol eutrico.
- Solonchack gleyico.
- Fase litica.
- Fase litica profunda.

MAPA 6a. EDAFOLOGIA CARACTERISTICA EN LA MICROCUENCA.

Escala grafica:

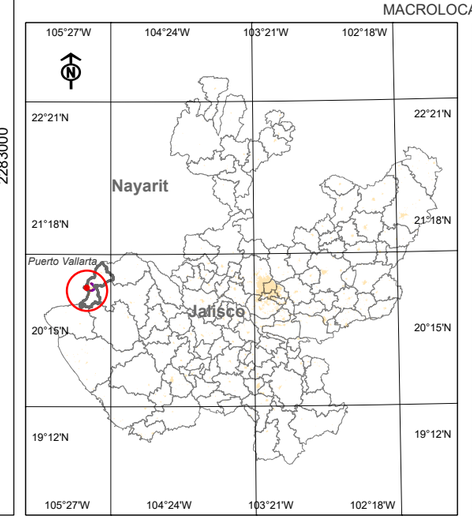
500 250 0 500 1,000 1,500 2,000 m.

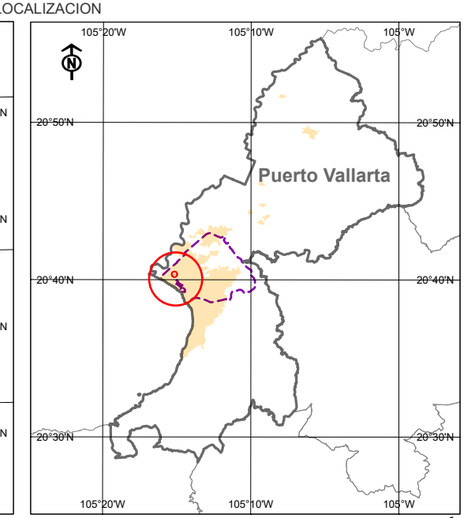
1:50,000

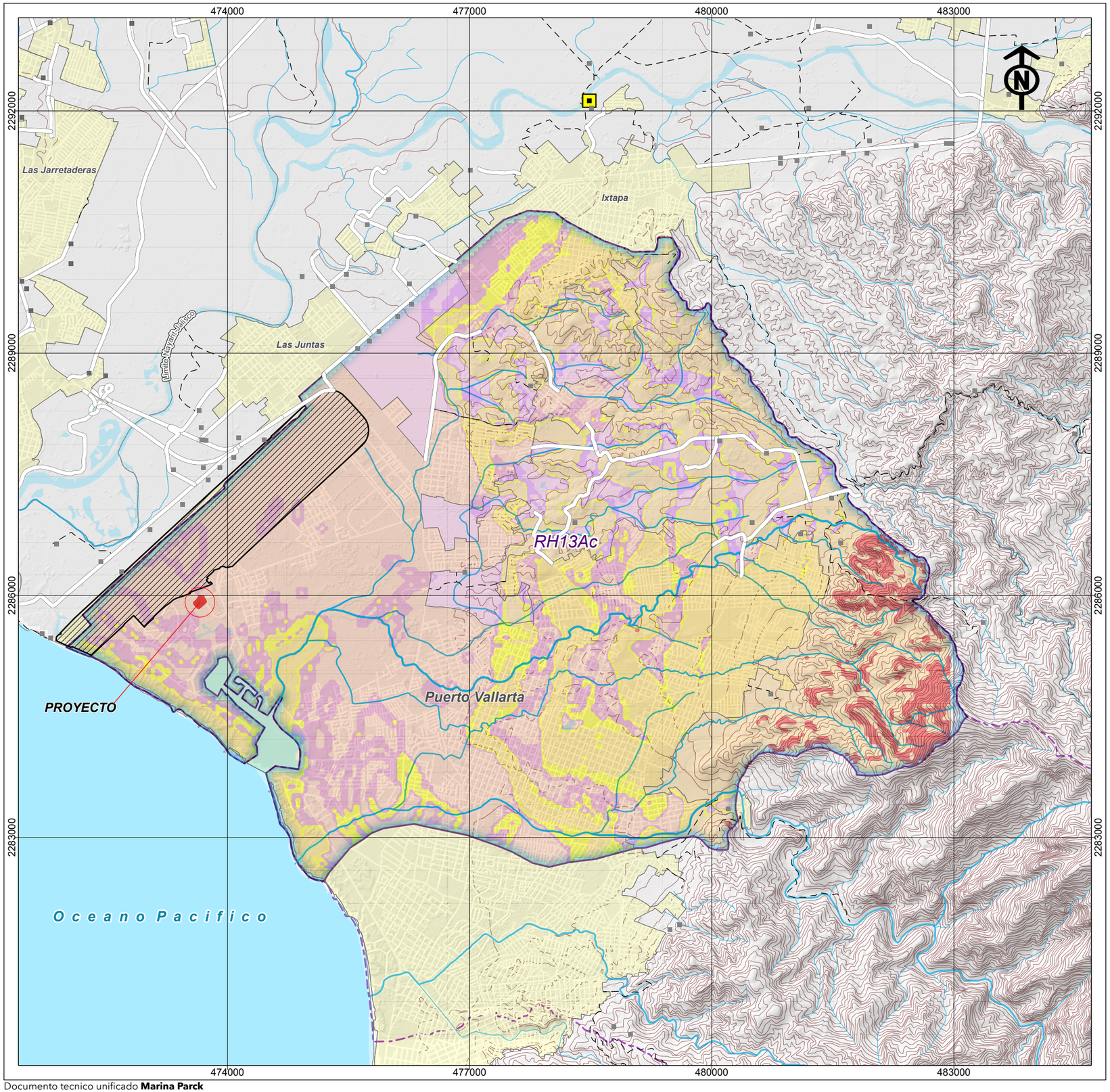
Fecha de elaboracion: septiembre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2023. Carta topografica f13c69, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a4-b3, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguscalientes, Mex.
Inegi. 1974. Carta edafologica f13c69, 1:500,000. Aguascalientes, Mex.

MACROLOCALIZACION







INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 3,000 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Poligonal CUSTF.

Grado de erosion del suelo Microcuenca:

- Nula (0 a 2 ton/ha/año).
- Ligera (2 a 10 ton/ha/año).
- Moderada (10 a 50 ton/ha/año).
- Alta (50 a 200 ton/ha/año).
- Muy alto (> a 200 ton/ha/año).

MAPA 6b. GRADO DE EROSION POTENCIAL DEL SUELO ESTIMADA PARA LA MICROCUENCA.

Escala grafica:

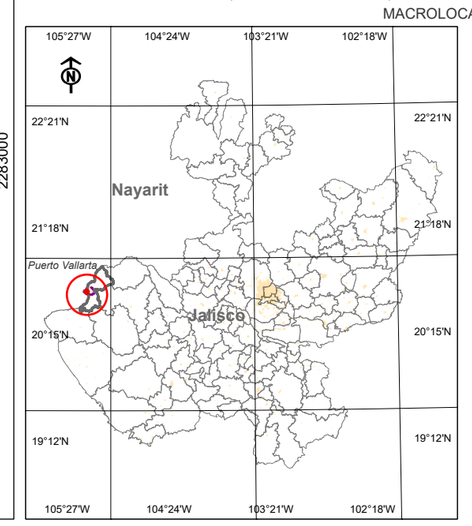
500 250 0 500 1,000 1,500 2,000 m.

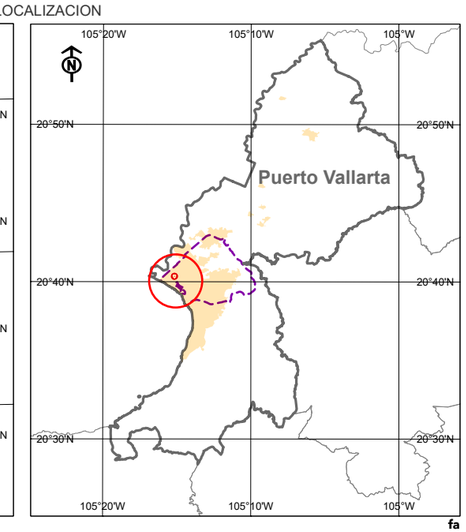
1:50,000

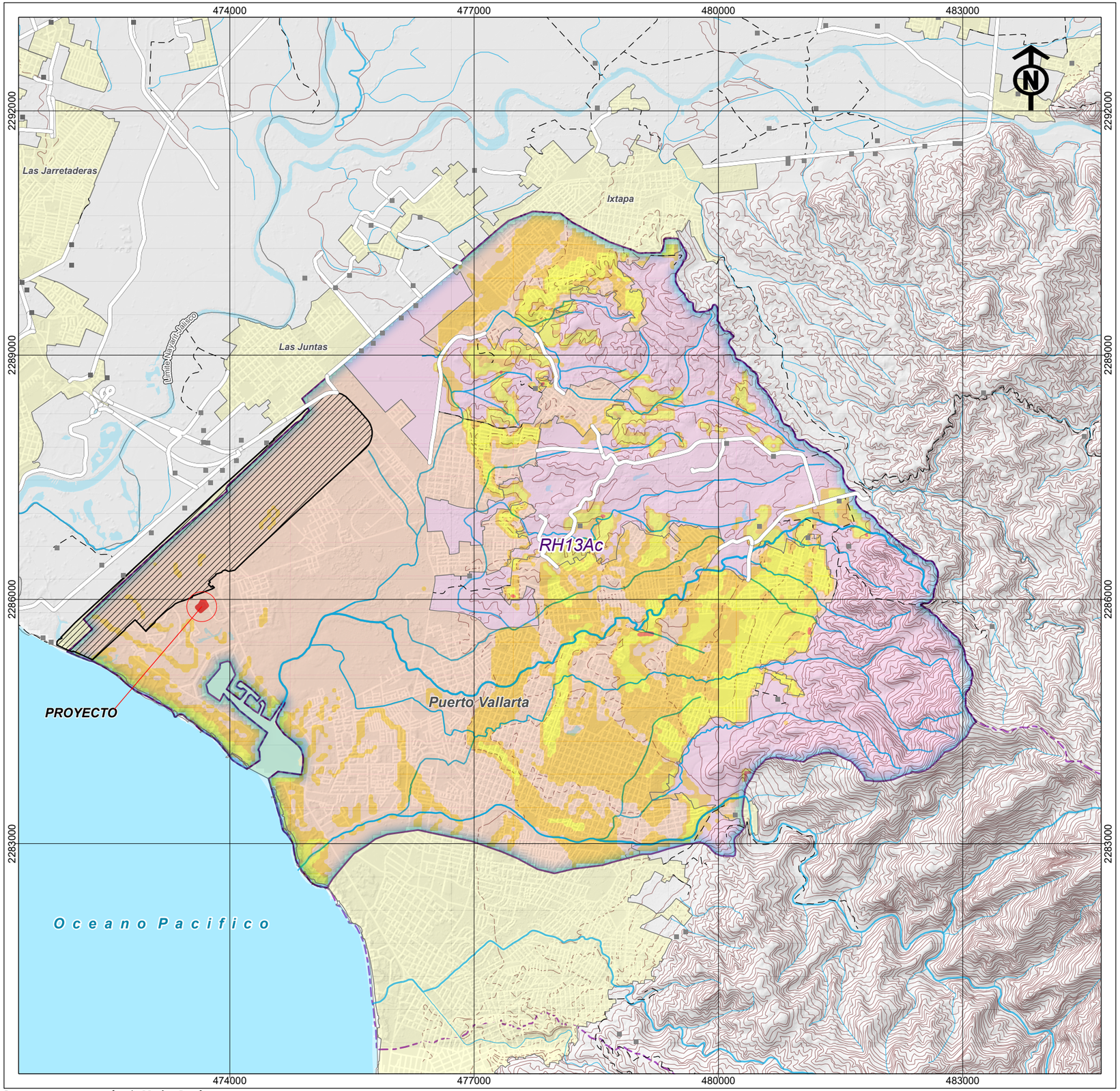
Fecha de elaboracion: septiembre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2023. Carta topografica f13c69, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a4-b3, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguscalientes, Mex.
Analisis de informacion en ArcGis Pro 3.4, aplicando la ecuacion universal de perdida de suelo

MACROLOCALIZACION







INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 3,000 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Poligonal CUSTF.

Grado de erosion del suelo Microcuenca:

- Nula (0 a 2 ton/ha/año).
- Ligera (2 a 10 ton/ha/año).
- Moderada (10 a 50 ton/ha/año).
- Alta (50 a 200 ton/ha/año).

MAPA 6c. GRADO DE EROSION ACTUAL

DEL SUELO ESTIMADA PARA LA MICROCUENCA.

Escala grafica:

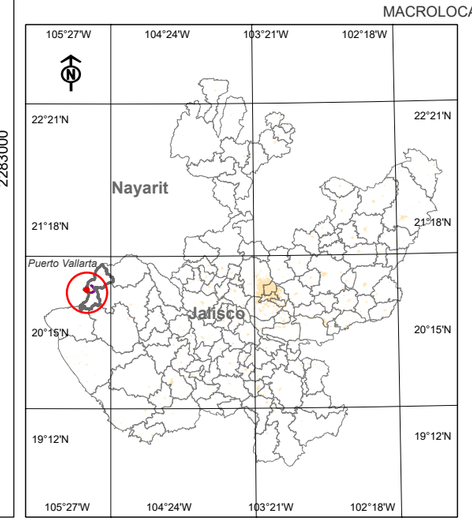
500 250 0 500 1,000 1,500 2,000 m.

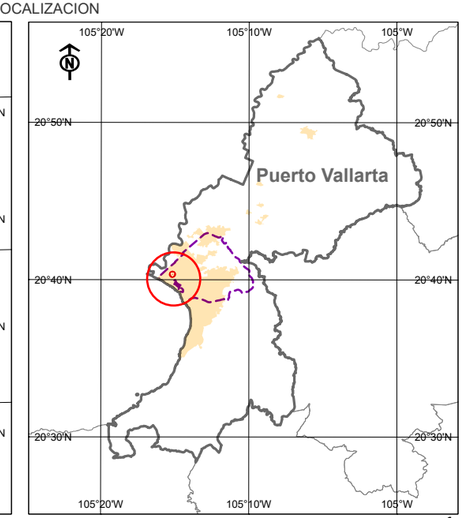
1:50,000

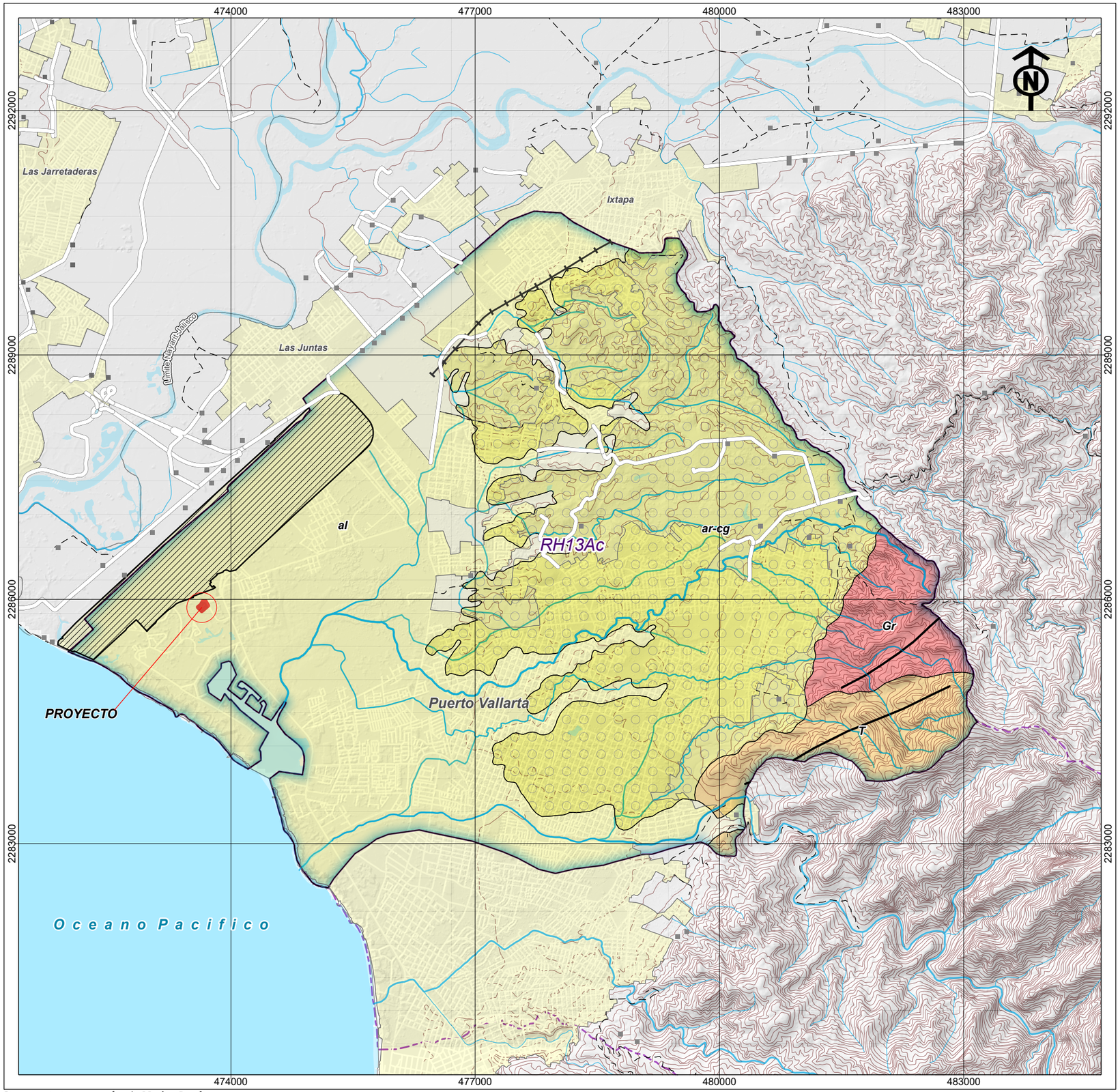
Fecha de elaboracion: septiembre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2023. Carta topografica f13c69, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a4-b3, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguscalientes, Mex.
Analisis de informacion en ArcGis Pro 3.4, aplicando la ecuacion universal de perdida de suelo

MACROLOCALIZACION







INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 3,000 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Poligonal CUSTF.

Condicion geologica Microcuenca:

- Falla
- Fractura.
- Arenisca-conglomerado
- Arenisca-conglomerado
- Suelo aluvial.
- Toba.

MAPA 7. GEOLOGIA CARACTERISTICA EN LA MICROCUENCA.

Escala grafica:

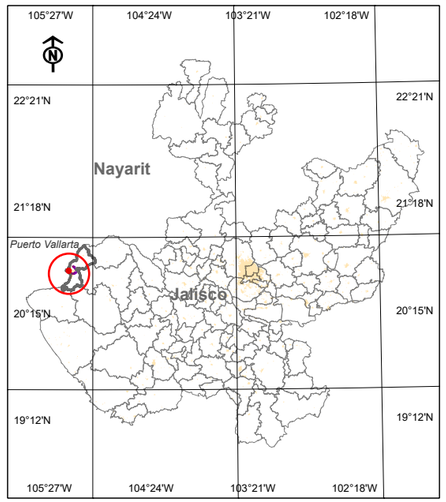
500 250 0 500 1,000 1,500 2,000 m.

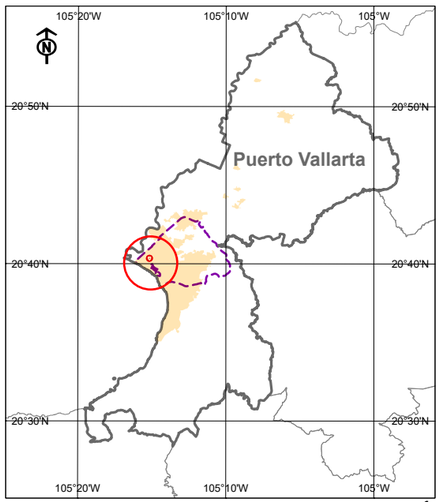
1:50,000

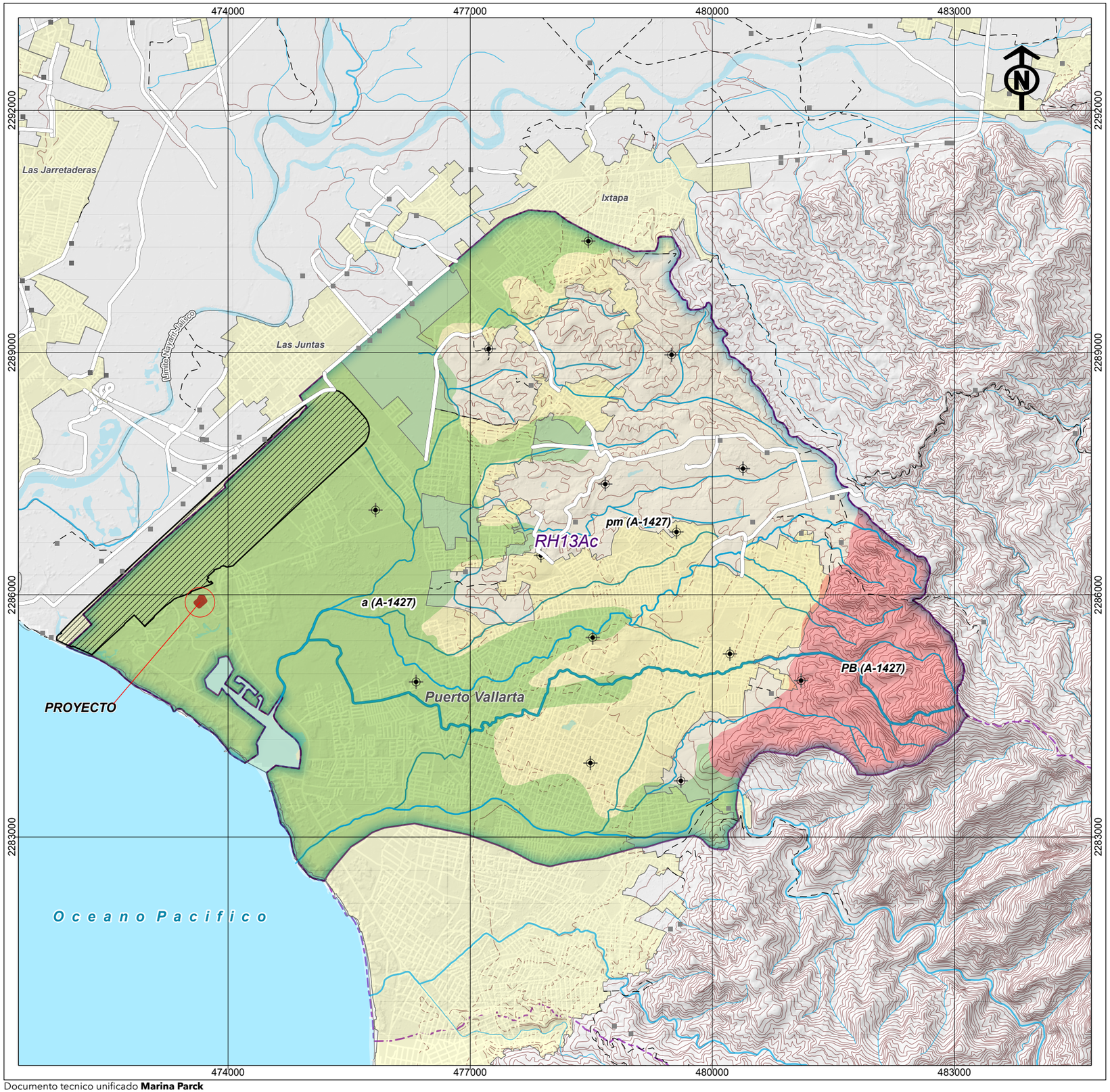
Fecha de elaboracion: septiembre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2023. Carta topografica f13c69, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a4-b3, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguscalientes, Mex.
Inegi. 1974. Carta de geologia f13c69, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.

MACROLOCALIZACION







INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 3,000 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Poligonal CUSTF.

Hidrologia de la Microcuenca:

-Region hidrologica Huicila (RH13).
-Cuenca Rio Pitillal (A); Subcuenca Rio Pitillal (c).
-Acuifero Puerto Vallarta (1427).

- Pozo.
- Corriente principal perenne.
- Corriente secundaria intermitente.
- Mat. consolidado posibilidades bajas.
- Mat. no consolidado posibilidades altas.
- Mat. no consolidado posibilidades medias.

MAPA 8. HIDROLOGIA SUPERFICIAL

Y SUBTERRANEA DE LA MICROCUENCA.

Escala grafica:

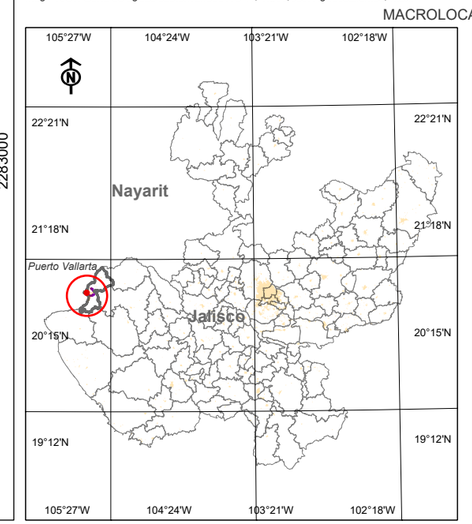
500 250 0 500 1,000 1,500 2,000 m.

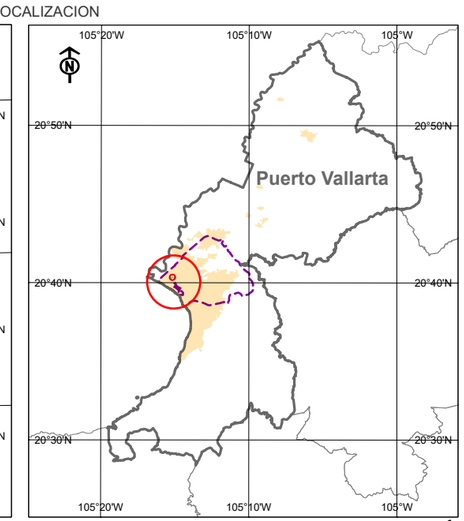
1:50,000

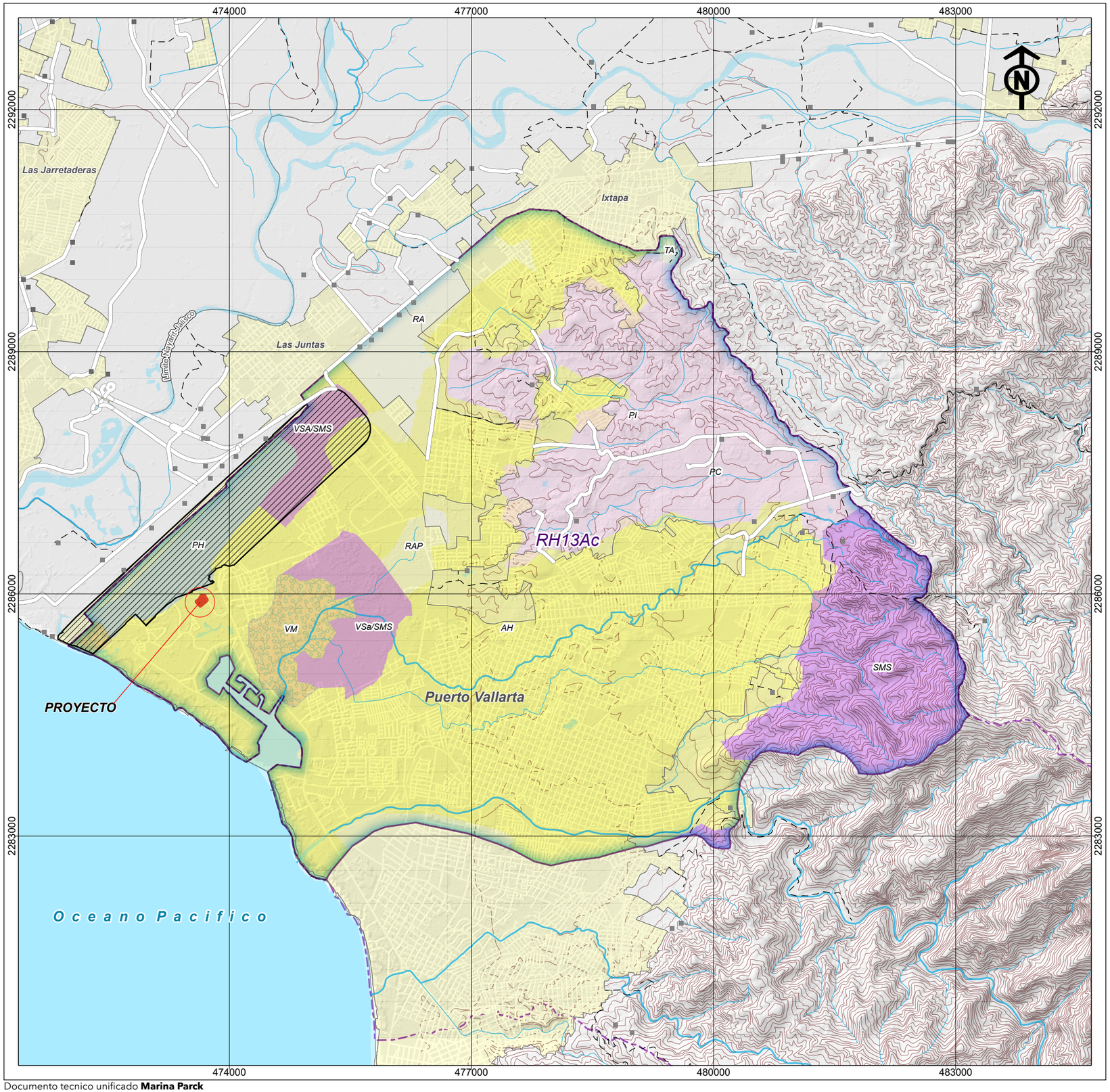
Fecha de elaboracion: septiembre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2023. Carta topografica f13c69, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a4-b3, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguscalientes, Mex.
Inegi. 1981. Carta de aguas subterrraneas f13-11, 1:250,000. Aguascalientes, Mex.

MACROLOCALIZACION







INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 3,000 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Poligonal CUSTF.

Uso suelo y vegetacion (INEGI, 2014) Microcuenca:

- Agricultura de temporal.
- Zona urbana.
- Pastizal.
- Pastizal halofilo.
- Vegetacion de manglar.
- Selva mediana subcaducifolia.

MAPA 9a. USO DE SUELO Y VEGETACION DE LA MICROCUENCA (INEGI,2014).

Escala grafica:

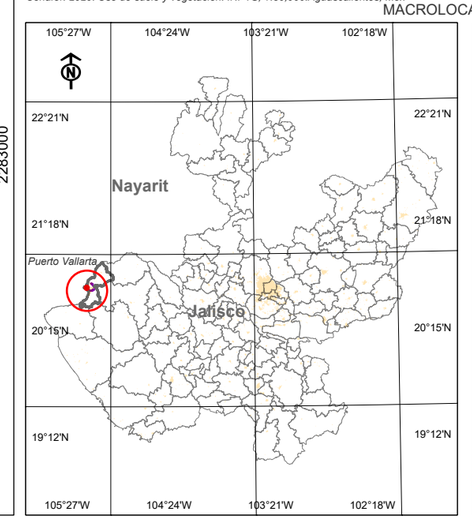
500 250 0 500 1,000 1,500 2,000 m.

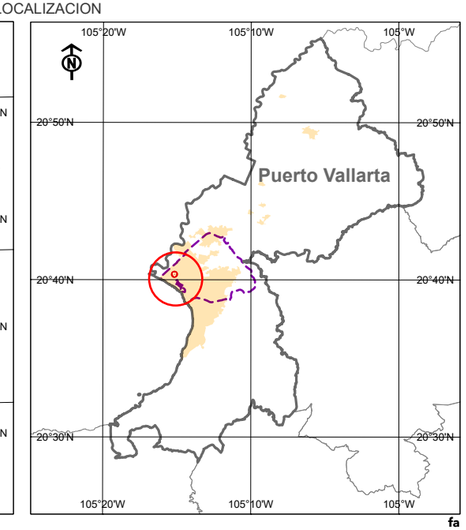
1:50,000

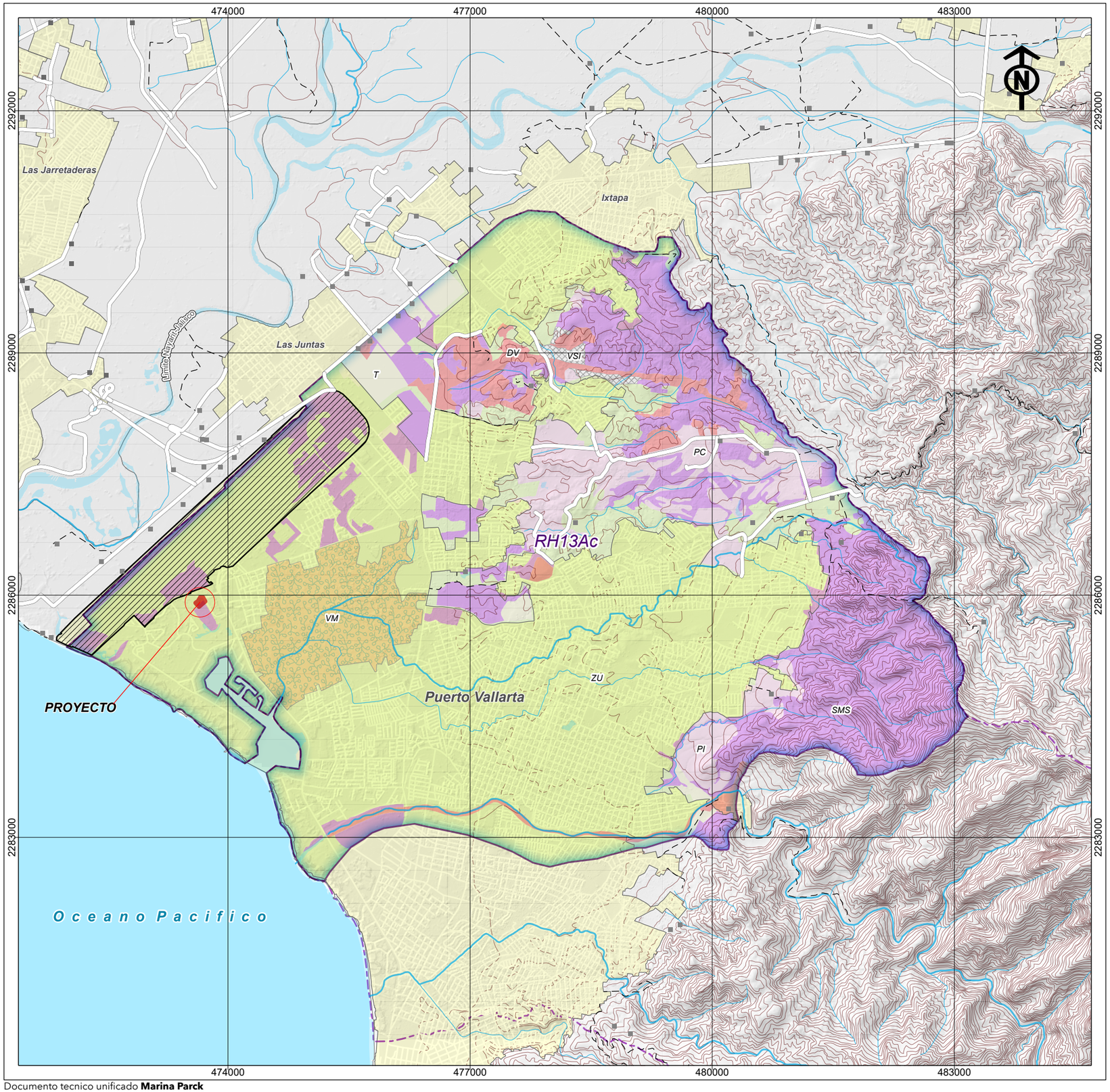
Fecha de elaboracion: septiembre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2023. Carta topografica f13c69, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a4-b3, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Uso de suelo y vegetacion, 1:250,000. Aguascalientes, Mex.
Conafor. 2020. Uso de suelo y vegetacion. INFYS, 1:50,000.Aguascalientes, Mex

MACROLOCALIZACION







INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 3,000 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Poligonal CUSTF.

Uso suelo y vegetacion (Sentinel II/25) Microcuenca:

- Agricultura de temporal.
- Zona urbana.
- Pastizal.
- Sabanoide.
- Vegetacion de manglar.
- Selva mediana subcaducifolia.
- Sin vegetacion aparente.

MAPA 9b. USO DE SUELO Y VEGETACION

DE LA MICROCUENCA

(Analisis imagen Sentinel II, 2025).

Escala grafica:

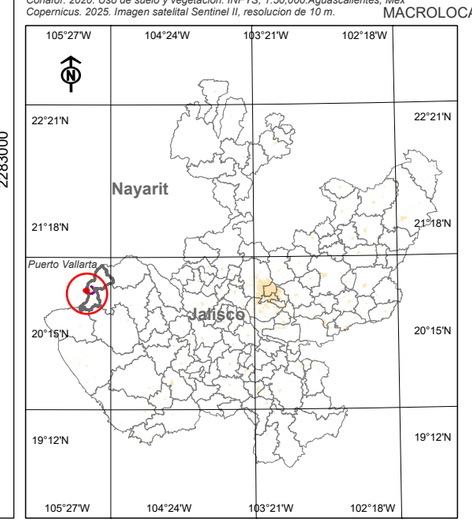
500 250 0 500 1,000 1,500 2,000 m.

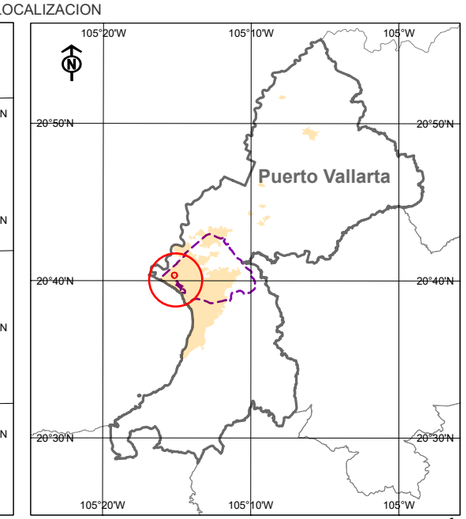
1:50,000

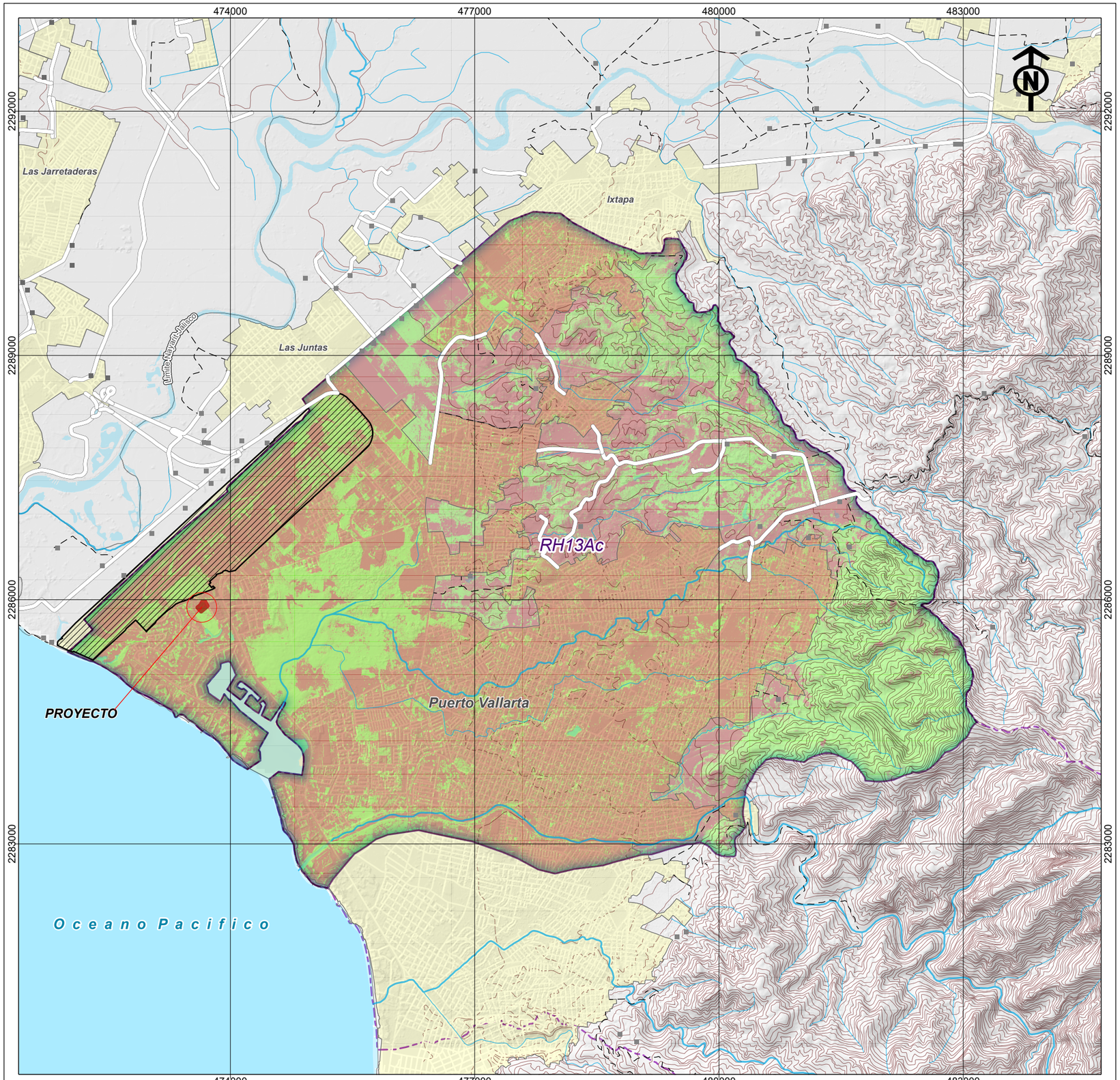
Fecha de elaboracion: septiembre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2023. Carta topografica f13c69, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a4-b3, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguscalientes, Mex.
Inegi. 2014. Uso de suelo y vegetacion, 1:250,000. Aguascalientes, Mex.
Conafor. 2020. Uso de suelo y vegetacion. INFYS, 1:50,000.Aguascalientes, Mex
Copernicus. 2025. Imagen satelital Sentinel II, resolucion de 10 m.

MACROLOCALIZACION







INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 3,000 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Poligonal CUSTF.

Cobertura vegetacion (Sentinel II, 25) Microcuenca:

- Cobertura vegetal arborea y arbustiva.
- Sin cobertura vegetal.

MAPA 9c. COBERTURA VEGETAL ARBOREA Y ARBUSTIVA DE LA MICROCUENCA.

Analisis supervisada Imagen Sentinel II, 2025

Escala grafica:

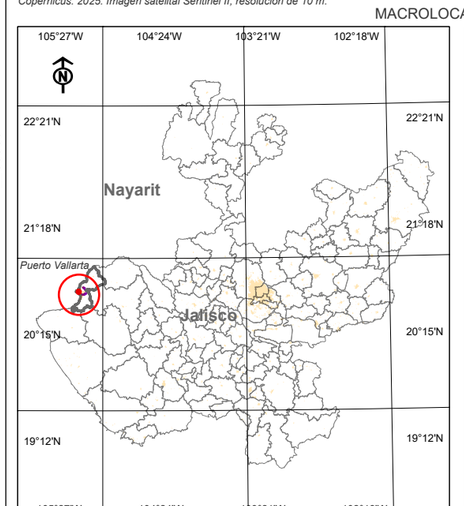
500 250 0 500 1,000 1,500 2,000 m.

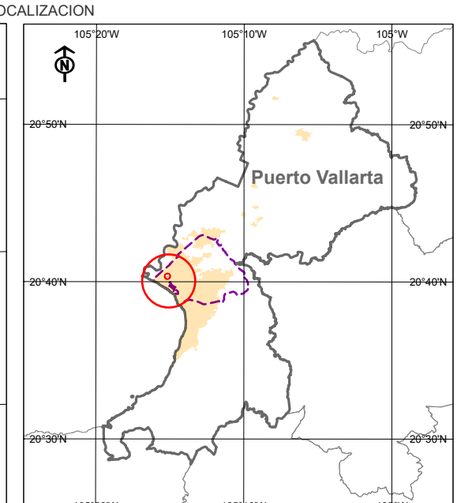
1:50,000

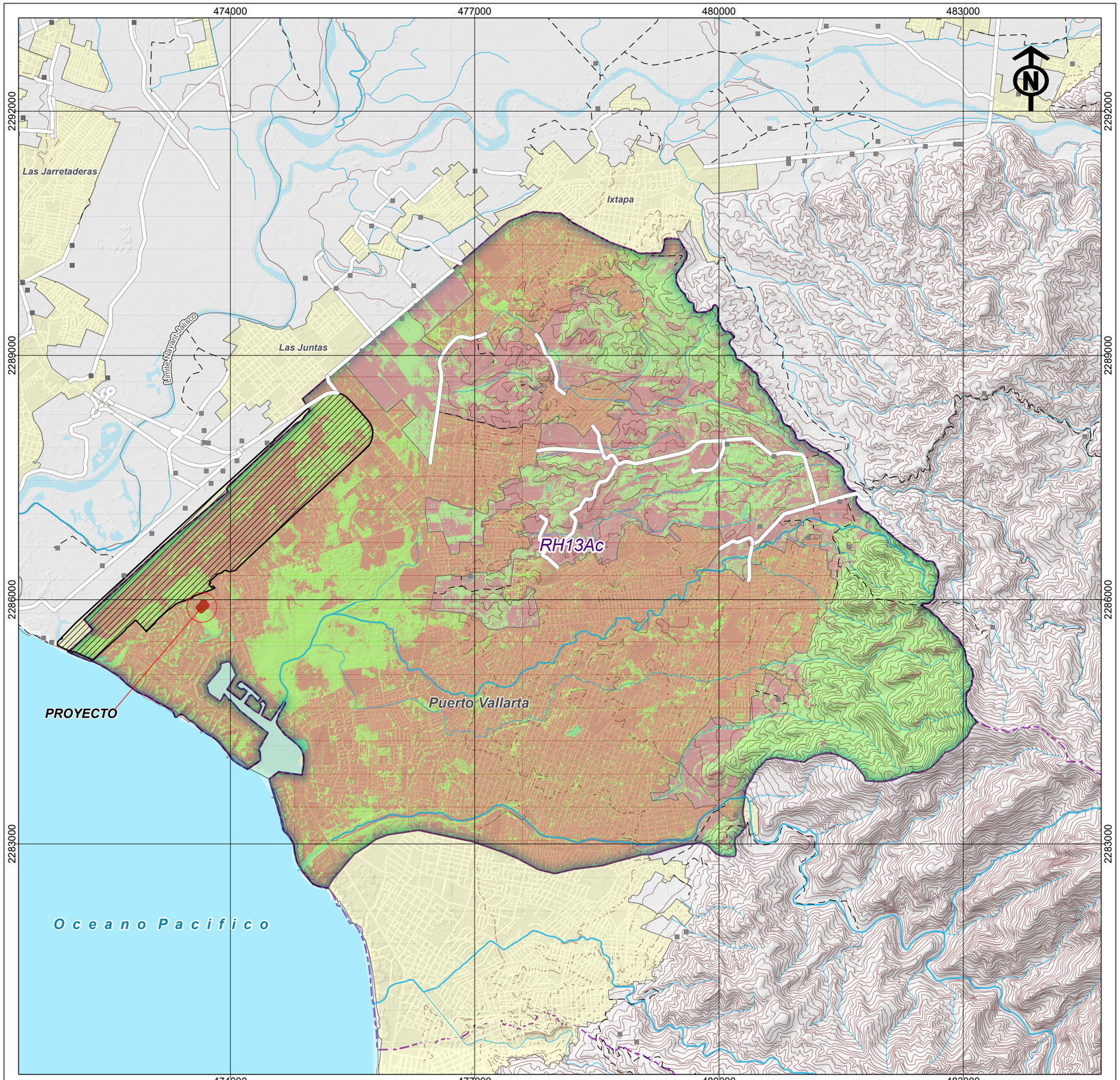
Fecha de elaboracion: septiembre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2023. Carta topografica f13c69, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a4-b3, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguscalientes, Mex.
Inegi. 2014. Uso de suelo y vegetacion, 1:250,000. Aguascalientes, Mex.
Copernicus. 2025. Imagen satelital Sentinel II, resolucion de 10 m.

MACROLOCALIZACION







INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 3,000 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Poligonal CUSTF.

Cobertura vegetacion (Sentinel II, 25) Microcuenca:

- Cobertura vegetal arborea y arbustiva.
- Sin cobertura vegetal.

MAPA 9c. COBERTURA VEGETAL ARBOREA Y ARBUSTIVA DE LA MICROCUENCA.

Analisis supervisada Imagen Sentinel II, 2025

Escala grafica:

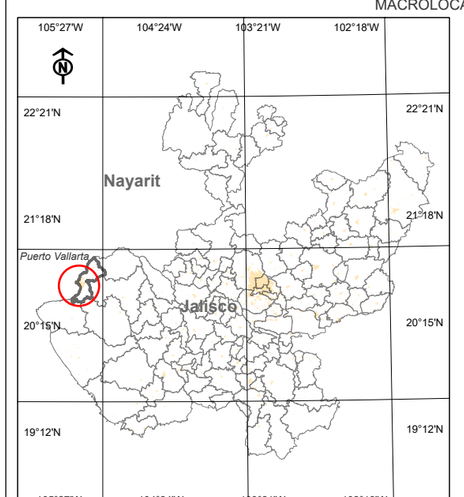
500 250 0 500 1,000 1,500 2,000 m.

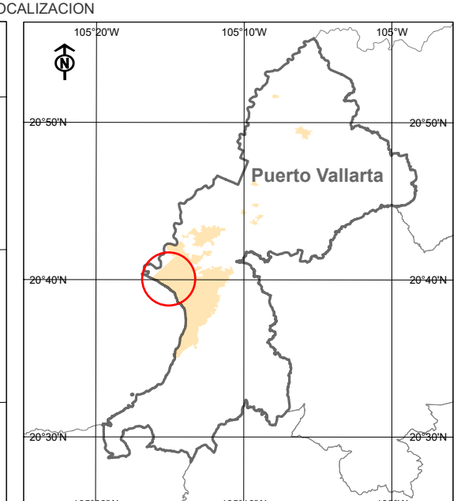
1:50,000

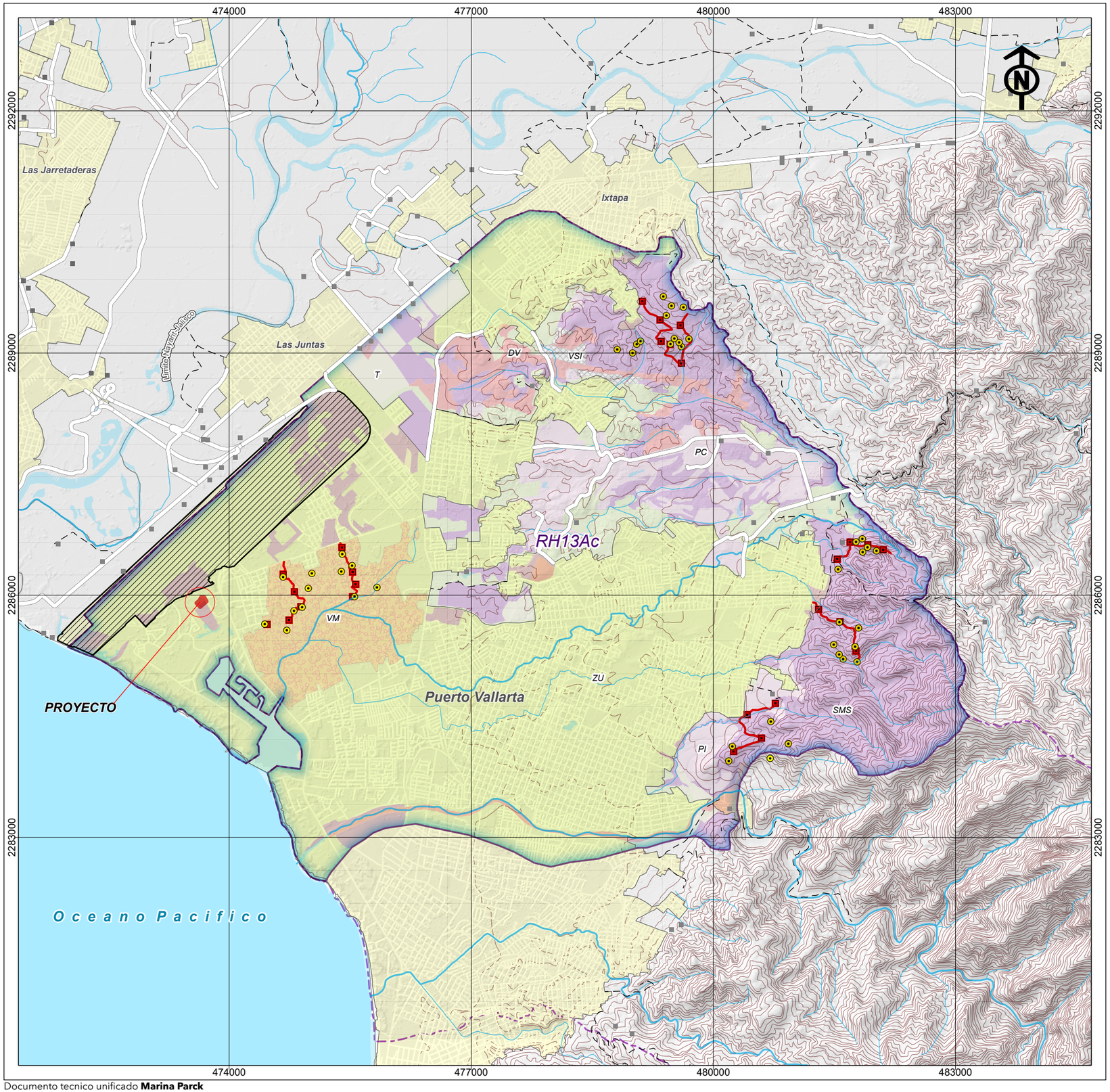
Fecha de elaboracion: septiembre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2023. Carta topografica f13c69, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a4-b3, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguscalientes, Mex.
Inegi. 2014. Uso de suelo y vegetacion, 1:250,000. Aguascalientes, Mex.
Copernicus. 2025. Imagen satelital Sentinel II, resolucion de 10 m.

MACROLOCALIZACION







INFORMACION GENERAL:

PROMOVENTE: **GIG DESARROLLOS INMOBILIARIOS.**

REPRESENTANTE: **JOSE H. DE JESUS COELLO RUVALCABA**

PROYECTO: **MARINA PARCK.**

SUPERFICIE DEL PREDIO: **0.727 HA.**

SUPERFICIE CUSTF: **0.570 HA.**

LOCALIDAD CERCANA: **PUERTO VALLARTA.**

MUNICIPÍO: **PUERTO VALLARTA.**

ESTADO: **JALISCO.**

Informacion geodesica:

Proyección:	UTM.
Falso Este:	500000.0
Falso Norte:	0.0.
Meridiano central:	-105.0.
Factor de escala:	0.9996.
Latitude de origen:	0.0.
Unidad linear:	Metros.
Cuadricula:	A cada 3,000 m.

SIMBOLOGIA:

- Localidad rural.
- Localidad urbana.
- Brecha de terraceria
- Camino pavimentado
- Curva a nivel
- Cuenca y Subcuenca
- Microcuenca
- Cuerpo de agua
- Poligonal CUSTF.

Sistema de muestreo flora y fauna Microcuenca:

- Sitio de muestreo evaluacion de flora.
- Punto de conteo aves (fauna).
- Transecto fauna.

MAPA 9d. UNIDADES DE MUESTREO VEGETACIÓN Y FAUNA SILVESTRE EN LA MICROCUENCA.

Escala grafica:

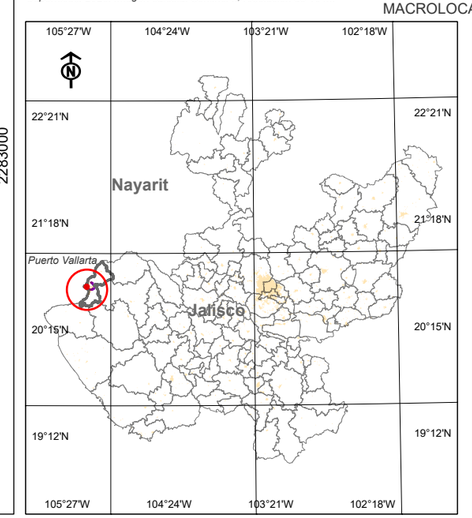
500 250 0 500 1,000 1,500 2,000 m.

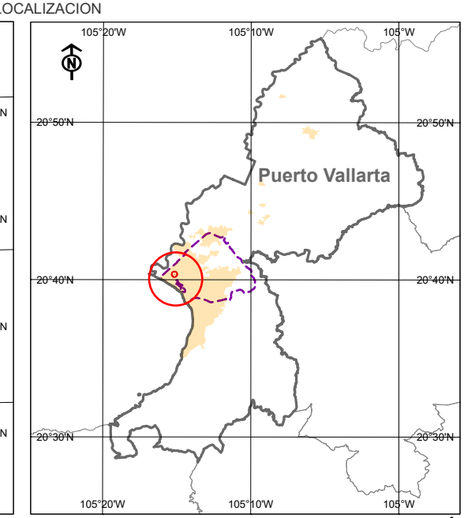
1:50,000

Fecha de elaboracion: septiembre de 2025
Elaborado por: Forestales Consultores

Fuente datos cartograficos base:
Inegi. 2023. Carta topografica f13c69, 1:50,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2014. Modelo digital de elevacion f13c69a4-b3, 1:10,000. Aguascalientes, Mex.
Inegi. 2010. Red hidrologica nacional, 1:50,000. Aguscalientes, Mex.
Inegi. 2014. Uso de suelo y vegetacion, 1:250,000. Aguascalientes, Mex.
Copernicus. 2025. Imagen satelital Sentinel II, resolucion de 10 m.

MACROLOCALIZACION





[redacted]
[redacted]

MSA
S FIRMES
TUMSA

TUMSA
CONEXIONES FIRMES

[redacted]
[redacted]

[redacted]

TUMISA
CONEXIONES FIRMES

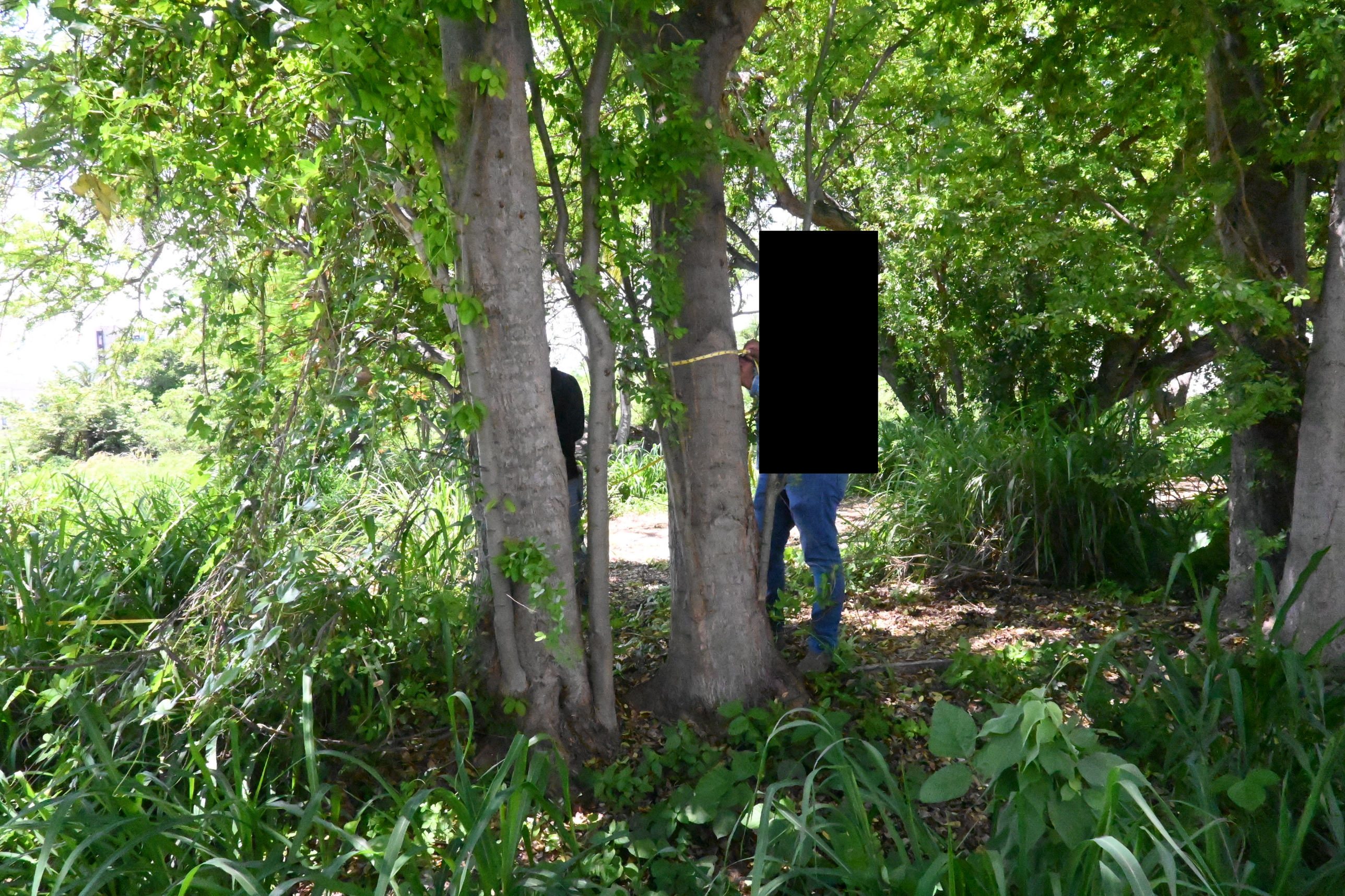
TUMSA
CONEXIONES FIRMES

CONEXI

TUMSA

CONEXIONE

CONEXIONE



12

1.5

123

SEMANA
O
MES
ONE HOUR

DRY CLEANING
DRY CLEANING

[redacted]

FORESTALES

[redacted]

6