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

Contenido

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 2
I.1. Datos generales del proyecto 2
I.1.1. Nombre del proyecto 2
I.1.2. Ubicación del proyecto 2
I.1.3. Duración del proyecto 3
II. Datos generales del promovente y responsable ambiental del Estudio 4
II.1. Nombre o razón social 4
II.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente 4
II.3. Nombre y cargo del representante legal 4
II.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones: 4
III. Nombre del responsable técnico del estudio 4

Índice de Tablas

Tabla 1. Tabla de Coordenadas del Área del Proyecto 2

Índice de Figuras

Figura 1. Localización General del Proyecto 3

VERSION PUBLICA

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

I.1. Datos generales del proyecto

I.1.1. Nombre del proyecto

"Estación de Vigilancia, Poblado Higuerillas, municipio de Matamoros, estado de Tamaulipas"

I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica en el municipio de Matamoros, estado de Tamaulipas, dentro del Área Natural Protegida denominada "Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo". La ubicación georreferenciada de la Estación de Vigilancia es la siguiente detallada en el cuadro de coordenadas UTM WGS84 Z14:

Tabla 1. Tabla de Coordenadas del Área del Proyecto

Vértice	X	Y
1	653468.803	2822633.26
2	653508.222	2822602.51
3	653477.464	2822563.09
4	653438.044	2822593.84
5	653468.803	2822633.26
Superficie total requerida: 2,500 m²		

Las medidas y colindancias correspondientes del predio requerido para la ejecución del proyecto son:

- Al noreste: En 50.00 metros con carretera H. Matamoros a Higuerillas.
- Al sureste: En 50.00 metros con finca 79886.
- Al suroeste: En 50.00 metros con finca 79886.
- Al noroeste: En 50.00 metros con finca 79886

Lo anterior conforme los datos registrados en la finca N°79886, con la clave catastral 22-33-0349, ubicado en el Municipio de H. Matamoros, Tamaulipas.

VERSIÓN PÚBLICA



Figura 1. Localización General del Proyecto

VERSION PUBLICA

I.1.3. Duración del proyecto

El proyecto contempla un horizonte de desarrollo de 25 años, distribuido de la siguiente manera:

- Preparación del sitio y construcción: 2 años
- Operación y mantenimiento: 23 años

1.II. Datos generales del promovente y responsable ambiental del Estudio

1. II.1. Nombre o razón social
Luis Enrique Rosas Rodríguez

1. II.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

1. II.3. Nombre y cargo del representante legal

1. II.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones:

1. III. Nombre del responsable técnico del estudio

VERSION PUBLICA

Contenido

II.1 Información general del proyecto 2
II.1.1 Objetivos y Justificación 2
II.1.2. Justificación 2
II.1.3 Objetivos 3
II.1.4. Ubicación física, superficies y dimensiones del proyecto 3
II.1.5. Inversión requerida 5
II.1.6. Generación de empleos 5
II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 5
II.2. Características particulares del proyecto 6
II.2.1. Programa de trabajo 6
II.2.2. Representación gráfica regional 8
II.2.4. Descripción de las obras y actividades 10
II.2.4.1. Etapa - Preparación del sitio 10
II.2.4.2. Etapa – Construcción 11
II.2.4.3 Etapa – Operación y Mantenimiento 20
II.3. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 22
II.3.1. Residuos 22
II.3.2. Aguas residuales 23
II.3.3. Emisiones a la atmósfera 23

Índice de Tablas

Tabla 1. Cuadro de coordenadas del proyecto 4
Tabla 2. Síntesis descriptiva de materiales y procesos constructivos diversos 17
Tabla 3. Residuos aproximados a generar 22
Tabla 4. Unidades de transporte que serán utilizadas en el desarrollo del proyecto. 23

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación del proyecto dentro del ANP APFFLMDRB 4
Figura 2. Representación gráfica regional del proyecto 8
Figura 3. Representación gráfica local del proyecto 9
Figura 4. Planta Arquitectónica Planta Baja 12
Figura 5. Planta Arquitectónica Nivel 2 13
Figura 6. Planta Arquitectónica Nivel 3 14
Figura 7. Planta Arquitectónica de la Azotea 15

VERSIÓN PÚBLICA

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

El proyecto “Estación de Vigilancia, Poblado Higuerillas, municipio de Matamoros, estado de Tamaulipas”, como obra civil, se clasifica según el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México SCIAN 2023, dentro del Sector 23 Construcción, Subsector 237 Construcción de obras de Ingeniería Civil, Categoría 2379 Otras construcciones de ingeniería civil, Unidad 237999 Otras construcciones de ingeniería civil.

II.1.1 Objetivos y Justificación

II.1.2. Justificación

El proyecto “Estación de Vigilancia, Poblado Higuerillas, municipio de Matamoros, estado de Tamaulipas”, corresponde a una necesidad actual de establecer infraestructura estratégica para la prevención, vigilancia, control y protección ciudadana, garantizando un entorno seguro para los habitantes y transeúntes de la franja fronteriza del Estado de Tamaulipas.

La realización de esta Estación de Vigilancia se sustenta en la necesidad pública de infraestructura que permita ampliar la atención de áreas de servicios, para beneficio colectivo y de apoyo a la seguridad carretera; asimismo, son un punto clave para contrarrestar la incidencia delictiva de alto impacto registrada en el norte del estado, específicamente para Matamoros.

La Estación de Vigilancia, operará como un punto táctico de vinculación y despliegue operativo, que fortalezca la seguridad de la población.

En cuanto a su ubicación, el predio seleccionado cuenta con una ubicación estratégica sobre los ejes carreteros principales, lo que permite una visibilidad panorámica óptima (cobertura de $360°$) para la supervisión y disuasión vial.

Asimismo, su emplazamiento ha sido evaluado para mantener una distancia adecuada respecto a zonas altamente densas o de riesgo directo, asegurando una reacción inmediata de los cuerpos de seguridad sin poner en vulnerabilidad a la población civil.

En cuanto a su funcionalidad, la Estación de Vigilancia contempla un diseño arquitectónico e ingenieril de tres niveles con los espacios funcionales necesarios:

- **Planta Baja:** Área de atención ciudadana, sala de espera, cocina-comedor, cochera, dormitorio privado para el mando operativo y **oficina de monitoreo** equipada con sistemas tecnológicos para la gestión de videovigilancia y coordinación de operativos.
- **Planta Alta:** Alojamiento y dormitorios diferenciados para el personal operativo (capacidad estimada para elementos de seguridad), área de acondicionamiento físico (gimnasio), armería, lavandería y cuarto de telecomunicaciones para asegurar la conectividad permanente con otras estaciones y centros de mando.
- **Azotea:** Diseñada como plataforma de vigilancia con visibilidad total y elementos de fortificación o protección perimetral (troneras) para salvaguardar la integridad de los elementos ante cualquier eventualidad o amenaza.
- **Accesos y Vialidades:** Incorporación de vialidades perimetrales adecuadas para permitir el flujo ágil, seguro y sin obstrucciones de unidades oficiales y vehículos de emergencia.

VERSIÓN PÚBLICA

La **Estación de Servicio** responde a la necesidad urgente de mitigar los índices acumulados de criminalidad e incidencia delictiva (tales como delitos contra la vida, la libertad y el patrimonio vehicular) que han afectado históricamente a los municipios fronterizos. Asimismo, su ejecución brindará condiciones tangibles de seguridad en las vías de comunicación, se incentiva de manera directa el flujo de transporte de carga, el tránsito de pasajeros, el turismo regional e internacional y la confianza para la atracción de inversiones, detonando la derrama económica en beneficio de los habitantes de la región, fortaleciendo

II.1.3 Objetivos

El proyecto "Estación de Vigilancia, Poblado Higuerillas, municipio de Matamoros, estado de Tamaulipas" tiene por objetivos lo siguiente:

a) **Fortalecer la seguridad carretera:** Garantizar traslados más confiables y seguros para los automovilistas, familias y transportistas que circulan por las principales vías de comunicación del estado.
b) **Presencia institucional permanente:** Mantener puntos de vigilancia continua de la Guardia Estatal y cuerpos de auxilio distribuidos estratégicamente de manera aproximada **cada 25 kilómetros** a lo largo de los corredores carreteros prioritarios.
c) **Brindar asistencia integral:** Ofrecer infraestructura equipada para proporcionar refugio, auxilio vial, atención inmediata a usuarios y un monitoreo permanente ante cualquier emergencia.
d) **Impulsar la movilidad y el turismo:** Respaldar la actividad turística y económica del estado al ofrecer mayor certidumbre a los visitantes que transitan por carretera, disminuyendo la percepción de inseguridad.

En cuanto a los beneficios sociales, la Estación de Vigilancia, proveerá los siguientes:

1. Incrementar la seguridad en el tramo carretero en el municipio de H. Matamoros.
2. Incentivar el fortalecimiento del comercio en el municipio de H. Matamoros y la zona fronteriza del Estado en beneficio de los pobladores.
3. Generar mayor afluencia de visitantes, nacionales y extranjeros propiciando con ello una mayor derrama económica en beneficio de los pobladores de la comunidad.
4. Crecimiento del transporte particular, de pasajeros y de carga en los tramos carreteros de la frontera norte del Estado.
5. Además de los beneficios señalados se encuentra el bienestar de la seguridad pública de la población local, turistas, así como para el transporte particular, de pasajeros y de carga, que permitan el apoyo en situaciones de riesgo de las corporaciones policiacas, unidades de apoyo de servicios médicos, de protección civil o apoyo vial, disminuyendo los índices delictivos en la zona fronteriza.

II.1.4. Ubicación física, superficies y dimensiones del proyecto

El proyecto se localiza en una superficie de superficie de 2,500.00 metros cuadrados, contenida en un inmueble de superficie mayor, consistente en la finca N°79886, con la clave catastral 22-33-0349, ubicado en el Municipio de Matamoros, Tamaulipas, sobre la Carretera Estatal 57 Matamoros – Puerto Matamoros.

- Las colindancias del predio, son las siguientes:
- Al noreste: En 50.00 metros con carretera H. Matamoros a Higuerillas.

VERSIÓN PÚBLICA

- Al sureste: En 50.00 metros con finca 79886.
- Al suroeste: En 50.00 metros con finca 79886.
- Al noroeste: En 50.00 metros con finca 79886.

Ubicación georreferenciada

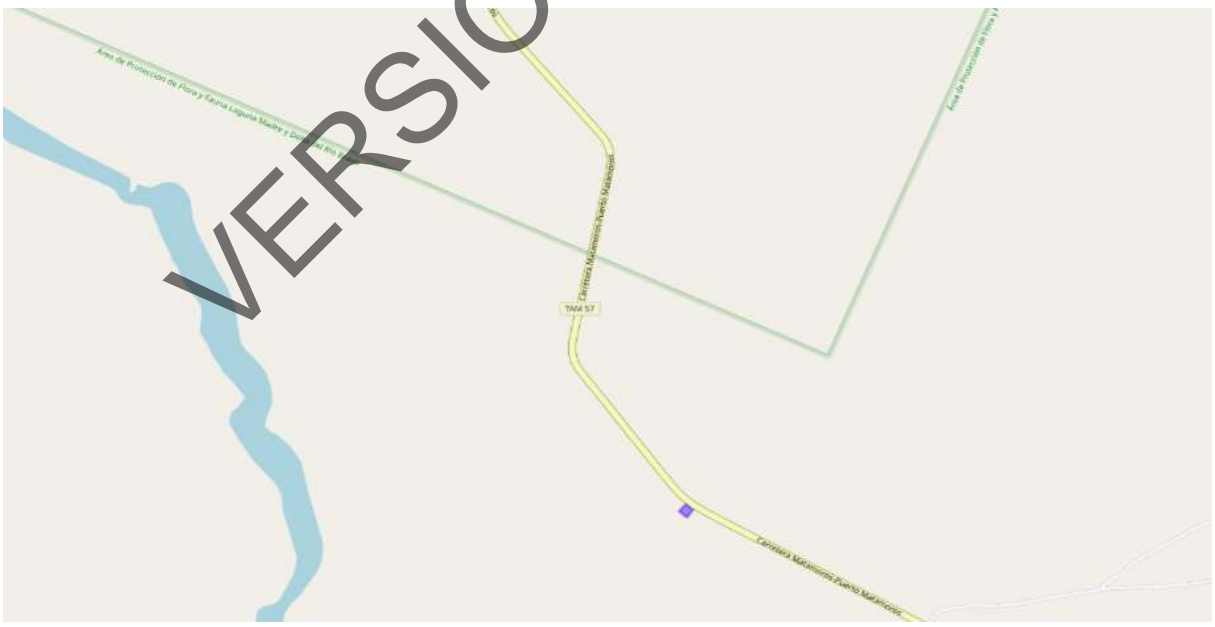
Las coordenadas UTM, WGS84 Zona 14 del proyecto son siguientes:

Tabla 1. Cuadro de coordenadas del proyecto

Vértice	X	Y
1	653468.803	2822633.26
2	653508.222	2822602.51
3	653477.464	2822563.09
4	653438.044	2822593.84
5	653468.803	2822633.26
Superficie total requerida: 2,500 m²		

Es importante precisar que el proyecto se localiza dentro del Área Natural Protegida de carácter Federal denominada “Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo”, como se establece en la imagen siguiente, lo que hace obligatorio la gestión de su autorización en materia de impacto ambiental ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Figura 1. Ubicación del proyecto dentro del ANP APFFLMDRB



VERSIÓN PÚBLICA

II.1.5. Inversión requerida

La inversión total estimada del proyecto asciende a $50,000,000.00 (cincuenta millones de pesos 00/100 M.N.). La inversión destinada a las medidas ambientales representa aproximadamente el 1% del costo total del proyecto, lo cual es congruente con la ubicación del proyecto dentro del ANP, garantizando la implementación de acciones orientadas a la prevención, mitigación y, en su caso, compensación de los impactos ambientales identificados.

II.1.6. Generación de empleos

Para la presente etapa del proyecto, se estima una generación de más de 20 empleos.

II.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El área donde se desarrollará el proyecto se localiza en el municipio de Matamoros, Tamaulipas, en un área colindante con la Carretera Estatal No. 57 denominada “Matamoros - Puerto Matamoros”, la cual es una vialidad pavimentada de jurisdicción estatal que permite la conectividad de Puerto Matamoros o Puerto Norte con el municipio de Matamoros y el sector industrial, portuario y de desarrollo logístico, así como la frontera con Estados Unidos. No se requiere la introducción de servicios para la ejecución de la obra civil de la Estación de Vigilancia, dado que la zona cuenta con servicios básicos que se trasladan hacia Puerto Matamoros.

La zona del proyecto no requiere cambio de uso de suelo en terrenos federales.

No se identifican asentamientos humanos dentro del área del proyecto; sin embargo, en las inmediaciones se localizan áreas en proceso de desarrollo asociadas al proyecto logístico de Puerto Matamoros, así como poblaciones suburbanas, como son Higuerillas, Mezquital y Ciudad Matamoros.

El acceso actual al sitio del proyecto se realiza a través de la carretera federal Carretera Estatal No. 57, por lo que no será necesaria la apertura de nuevos caminos de acceso.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, el agua requerida será suministrada mediante transporte en pipas desde fuentes autorizadas. El suministro será responsabilidad del contratista de obra, quien deberá garantizar el cumplimiento de la normatividad aplicable.

El sitio del proyecto cuenta actualmente con infraestructura de distribución eléctrica dentro del derecho de vía de la Carretera Estatal No. 57, sin embargo, será necesario la instalación de una subestación eléctrica que dote de energía la Estación de Vigilancia.

Durante la etapa de ejecución de la Estación de Vigilancia, el manejo de aguas residuales sanitarias se realizará mediante sanitarios portátiles, los residuos serán recolectados por empresas autorizadas.

VERSIÓN PÚBLICA

II.2. Características particulares del proyecto

II.2.1. Programa de trabajo

Respecto al Programa de Trabajo propuesto para el presente proyecto, considerando una vigencia de 25 años, distribuido de la siguiente manera:

- Preparación del sitio y construcción: hasta 2 años
- Operación y mantenimiento: 23 años

El cronograma de actividades, conforme las etapas y obras previstas (áreas) es la siguiente:

Etapa	Obras y/o actividades	Años								
		1	2	3	4	5	10	15	20	25
Preparación del sitio y Construcción	Estudios preliminares									
	Levantamiento topográfico y estudios de laboratorio									
	Proyecto Arquitectónico									
	Gestión de Autorizaciones Ambientales									
	Delimitación y señalización									
	Acciones de rescate y reubicación de especies florísticas[1]									
	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de especies faunísticas									
	Despalme y acondicionamiento									
	Buenas prácticas de conservación de suelos y horizontes orgánicos									
	Cortes y Terracerías									
	Edificación arquitectónica									
	Albañilería, Acabados, Cancelería y Herrería									
	Pintura									
	Equipamiento y mobiliario									

[1] En caso de identificarse algún espécimen dentro del área de ejecución de la obra civil para la construcción de la Estación de Vigilancia.

VERSIÓN PÚBLICA

	Señalización									
	Limpieza (retiro de todo tipo de residuos)									
Operación y mantenimiento	Operación de la Estación de Vigilancia									
	Mantenimiento de instalaciones									
	Limpieza de áreas									

VERSION PUBLICA

II.2.2. Representación gráfica regional

El proyecto se ubica en la región centro del estado de Tamaulipas, dentro del municipio de Matamoros, la cual constituye una zona estratégica para el desarrollo de infraestructura logística y de transporte en el norte de México.

Esta región se caracteriza por su conectividad con la frontera con Estados Unidos, así como el Puerto Norte o Puerto Matamoros. Desde el punto de vista físico-geográfico, la región presenta una topografía predominantemente plana, perteneciente a las llanuras costeras, lo cual facilita el desarrollo de infraestructura de servicios como lo es la Estación de Vigilancia.

La Figura permite identificar la inserción del proyecto dentro del contexto regional, así como su relación con la infraestructura existente y los elementos físicos relevantes del entorno, siendo congruente con la ubicación física descrita en el apartado correspondiente.

Figura 2. Representación gráfica regional del proyecto



VERSION PUBLICA

II.2.3. Representación gráfica local

A nivel local, se distinguen los principales elementos geomorfológicos y ambientales del área, entre los que destacan:

- La presencia de cuerpos de agua superficiales, relevantes para la evaluación de posibles interacciones hidrológicas.
- Las curvas de nivel, que permiten identificar un relieve predominantemente plano.
- Áreas con cobertura de uso urbano, agropecuario, portuario y de vegetación forestal.
- La ubicación del proyecto dentro del Área Natural Protegida denominada “Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo”.

Asimismo, se identifican elementos de infraestructura relevantes en el entorno inmediato, tales como:

- Vialidades federales y estatales, que estructuran la conectividad regional
- Caminos rurales, utilizados para el acceso local
- Infraestructura portuaria, que refuerza el carácter logístico y de seguridad del proyecto
- Puentes y cruces existentes, asociados a la red de drenaje y vialidad

En la figura siguiente se visualiza de manera clara la relación del proyecto con su entorno inmediato.

Figura 3. Representación gráfica local del proyecto



VERSIÓN PÚBLICA

II.2.4. Descripción de las obras y actividades

La descripción de cada una de las etapas, así como de las actividades que comprenden conforme el programa de trabajo antes señalado, son las siguientes:

II.2.4.1. Etapa - Preparación del sitio

Corresponde a las actividades básicas necesarias para la correcta ejecución del presente proyecto; dentro de las actividades que considera, conlleva la ejecución de estudios preliminares, levantamientos topográficos, delimitación y señalización de frentes y áreas de trabajo, despalme, acondicionamiento, entre las que destaca de manera previa, el ahuyentamiento, rescate y reubicación de especies faunísticas, así como el rescate y reubicación de flora, en caso de identificarse algún espécimen susceptible.

También considera lo que son la ejecución de obra arquitectónica, albañilería, acabados, cancelería y herrería, pintura, equipamiento y mobiliario y señalización.

La descripción particular de cada actividad es la siguiente:

a) *Estudios preliminares:* Corresponden a la base para el diseño de la Estación de Vigilancia, de acuerdo con las condiciones del relieve geográfico, las propiedades, resistencia y capacidades de carga del terreno, las variables hidrológicas y topográficas. Asimismo, considera la realización de estudios y/o gestión de permisos ambientales necesarios para la ejecución de la obra civil.

b) *Levantamiento topográfico y estudios de laboratorio*: Corresponde al estudio técnico y descriptivo del terreno donde se llevará a cabo la obra civil, mediante el cual se mide, recopila y cuantifican datos específicos como son relieve, pendientes, elementos naturales/artificiales, que permitirán un conocimiento detallado de la forma, dimensión y posición del terreno, y del cual derivará en la producción de mapas modelos digitales del terreno, perfiles topográficos y de nivelación entre otros uso. En cuanto a los estudios de laboratorio, destacan la Mecánica de Suelos y Geotecnia, cálculo de volumetría, entre otros.

c) *Delimitación y señalización*: Corresponde la delimitación de espacios y frentes de trabajo, conforme la topografía y estudios de laboratorio, asimismo conlleva la señalización física de las áreas, a través de estacado u otros medios visuales.

d) *Rescate y reubicación de especies florísticas*: Corresponde a la implementación de acciones que aseguren la supervivencia de las especies de flora silvestre de mayor importancia biológica que se encuentren dentro del proyecto o en entorno de éste, dado que se ubica dentro de un ANP; estas acciones tienen por objetivo el rescatar, mantener, reubicar, reforestar y asegurar la supervivencia de las especies de flora que se pudieran identificar. Los rescates, en caso de ser necesarios, se podrán realizar mediante extracción de semillas, esquejes, individuos o cualquier otro método viable de las especies de flora con especial énfasis las que se encuentren en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, asimismo, considera áreas para el acopio temporal de especies rescatadas.

VERSIÓN PÚBLICA

e) *Ahuyentamiento, rescate y reubicación de especies faunísticas*: Corresponde a la ejecución de las actividades establecidas en el programa correspondiente a las medidas de prevención propuestas para la disminución del efecto adverso en la fauna a causa de la implementación del proyecto, considerando que la Estación de Vigilancia se ubica dentro del ANP; esto con la finalidad de minimizar o disminuir el o los efectos adversos significativos que pudieran generarse sobre la fauna, considerando su captura, traslado y reubicación de individuos afectados desde su lugar de origen hacia el sitio de reubicación (hábitat receptor). La implementación de estas acciones propiciará la conservación de las especies silvestres del ANP, con el fin de mantener la calidad y cantidad de los recursos naturales, ya que pretende minimizar los impactos negativos ocasionados durante las etapas de preparación del sitio y construcción, con ello reubicar o ahuyentar a la fauna, manteniendo la diversidad biológica.

f) *Despalme*: Corresponde a la remoción de la capa superficial del terreno natural conforme lo establecido por el proyecto; el despalme se realizará dentro de la superficie de obra civil de la Estación de Vigilancia, por lo que incluye la superficie que ocuparán las obras, terraplenes, terracerías y cortes de la estación. Los materiales producto del despalme se clasificarán y separarán con la finalidad de utilizar los materiales pétreos adecuados para la conformación de los terraplenes y rellenos, la tierra se utilizará para el recubrimiento de áreas o nivelaciones, mientras que el material vegetal como troncos, raíces y residuos vegetales se deberán trasladar a un sitio acopio, donde se derivaran para las buenas prácticas de conservación de suelos como son trituración y reincorporación de suelo, como cordones de material vegetal inerte, con lo cual se favorecerá el desarrollo de vegetación nativa, la infiltración de agua, así como la disminución de la erosión.

II.2.4.2. Etapa – Construcción

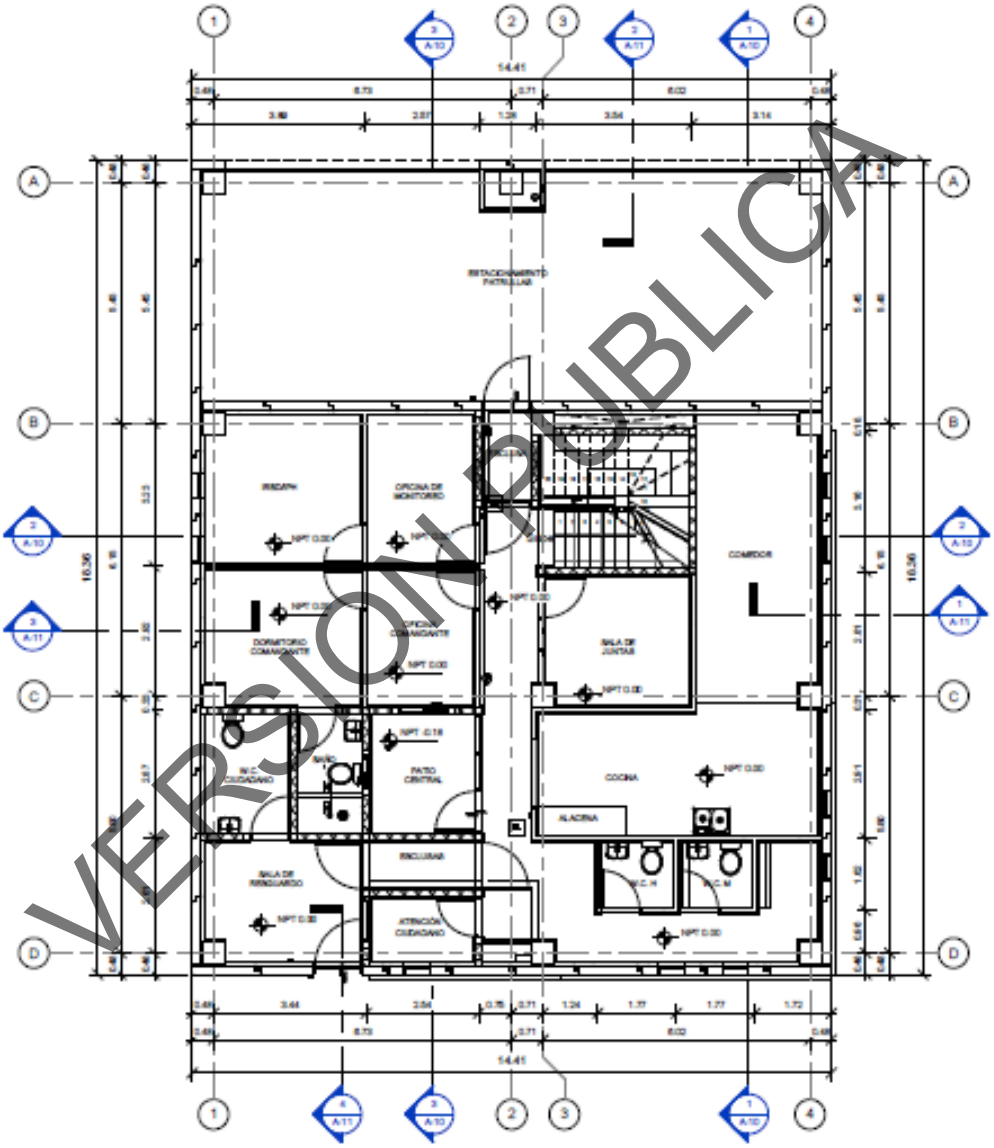
La presente etapa de ejecución de la obra civil, se detalla se manera específica el proceso constructivo, distribución espacial y especificaciones de materiales, considerando la información técnica anexa para los proyectos:

- Arquitectura
- Estructura
- Control de Accesos
- Instalación del Aire Acondicionado
- Instalación Eléctrica
- Instalación Hidráulica
- Instalación Mecánicas
- Instalación Pluvial
- Instalación Sanitaria
- Señalamiento de Protección Civil
- Sistema contra incendios
- Voz y Datos
- CCTV

El proyecto corresponde a un edificio que consta de tres niveles principales y una planta de azotea.

VERSIÓN PÚBLICA

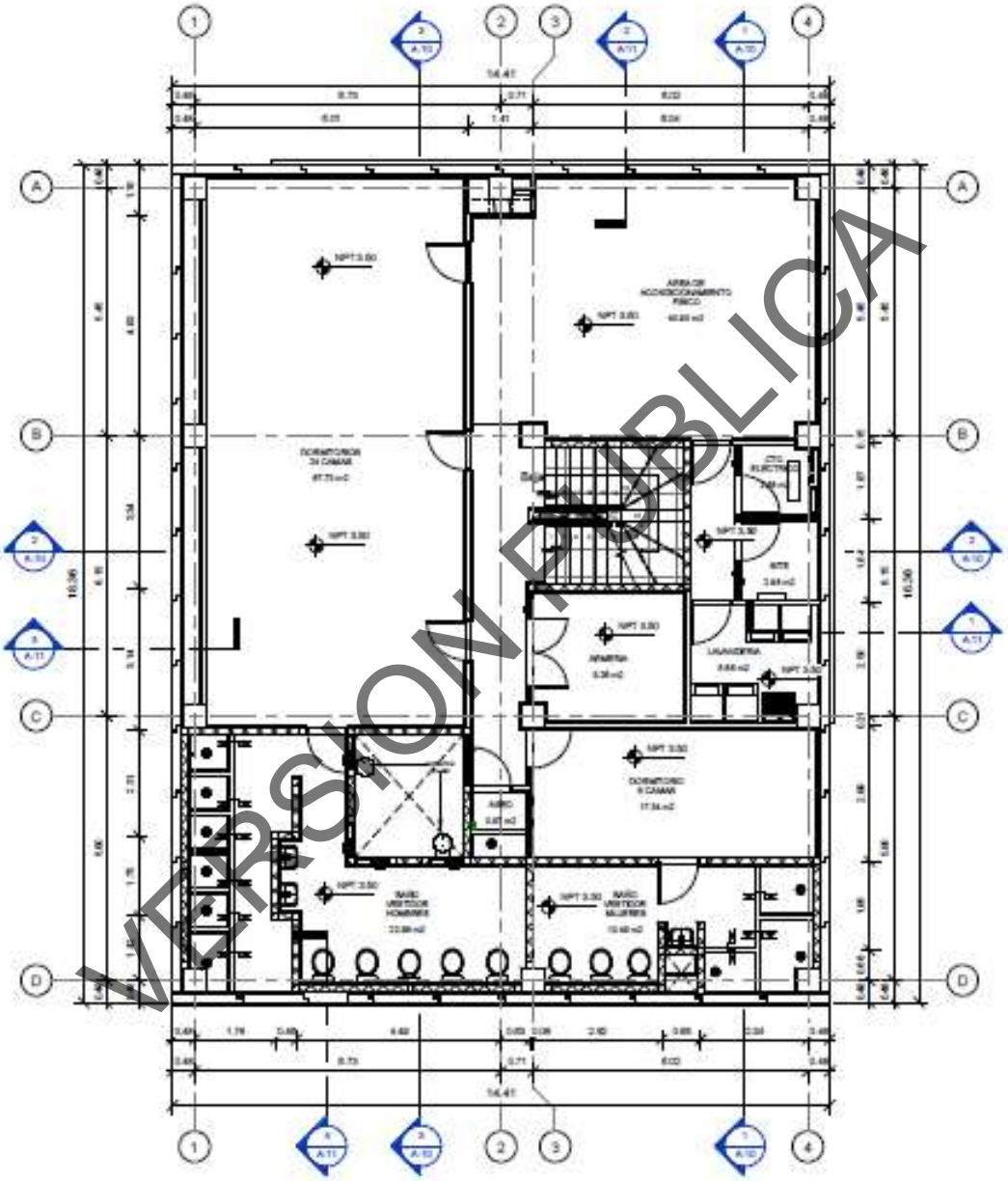
Figura 4. Planta Arquitectónica Planta Baja



1 Planta Arquitectónica Baja
1 : 75

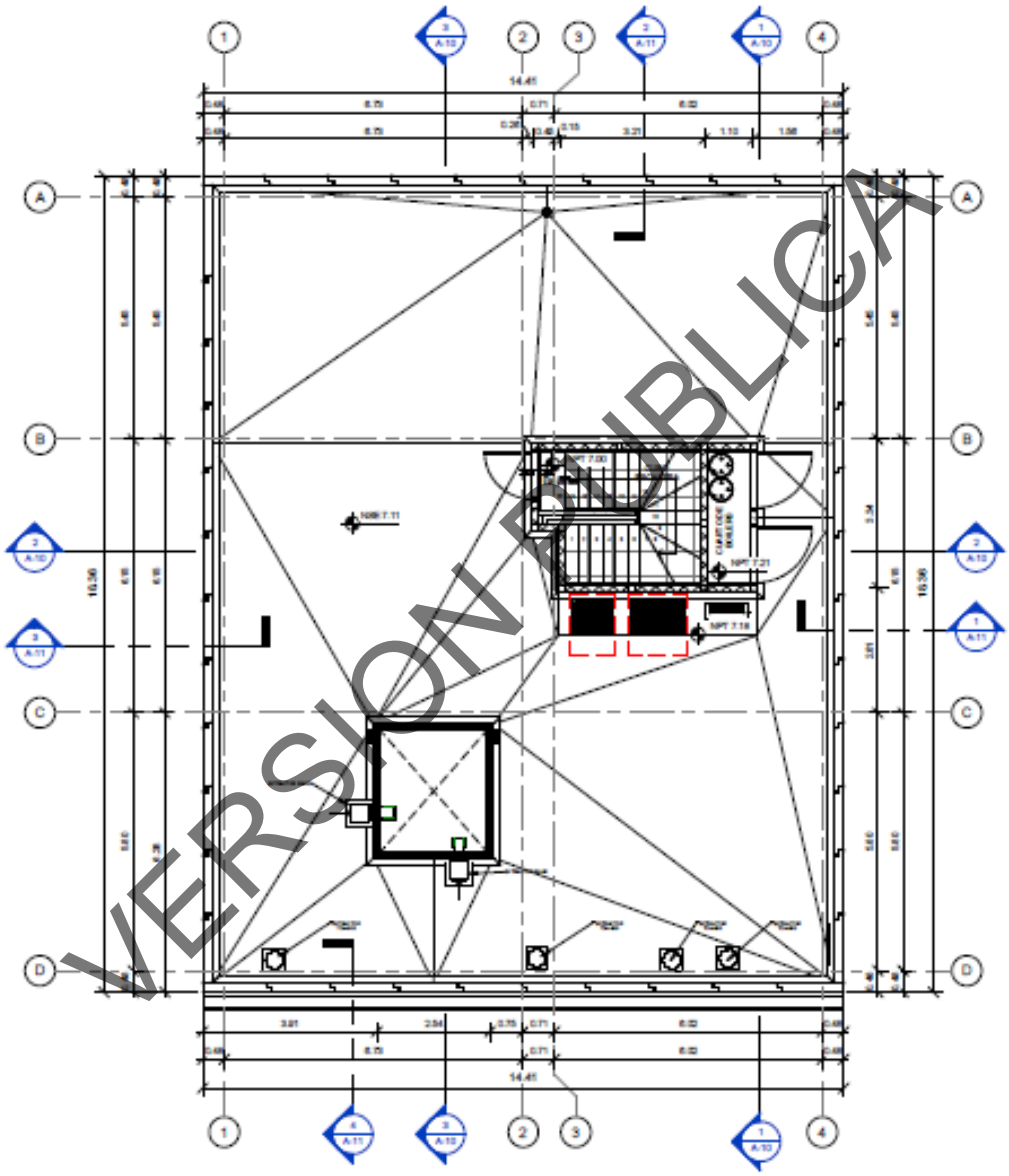
VERSIÓN PÚBLICA

Figura 5. Planta Arquitectónica Nivel 2



VERSIÓN PÚBLICA

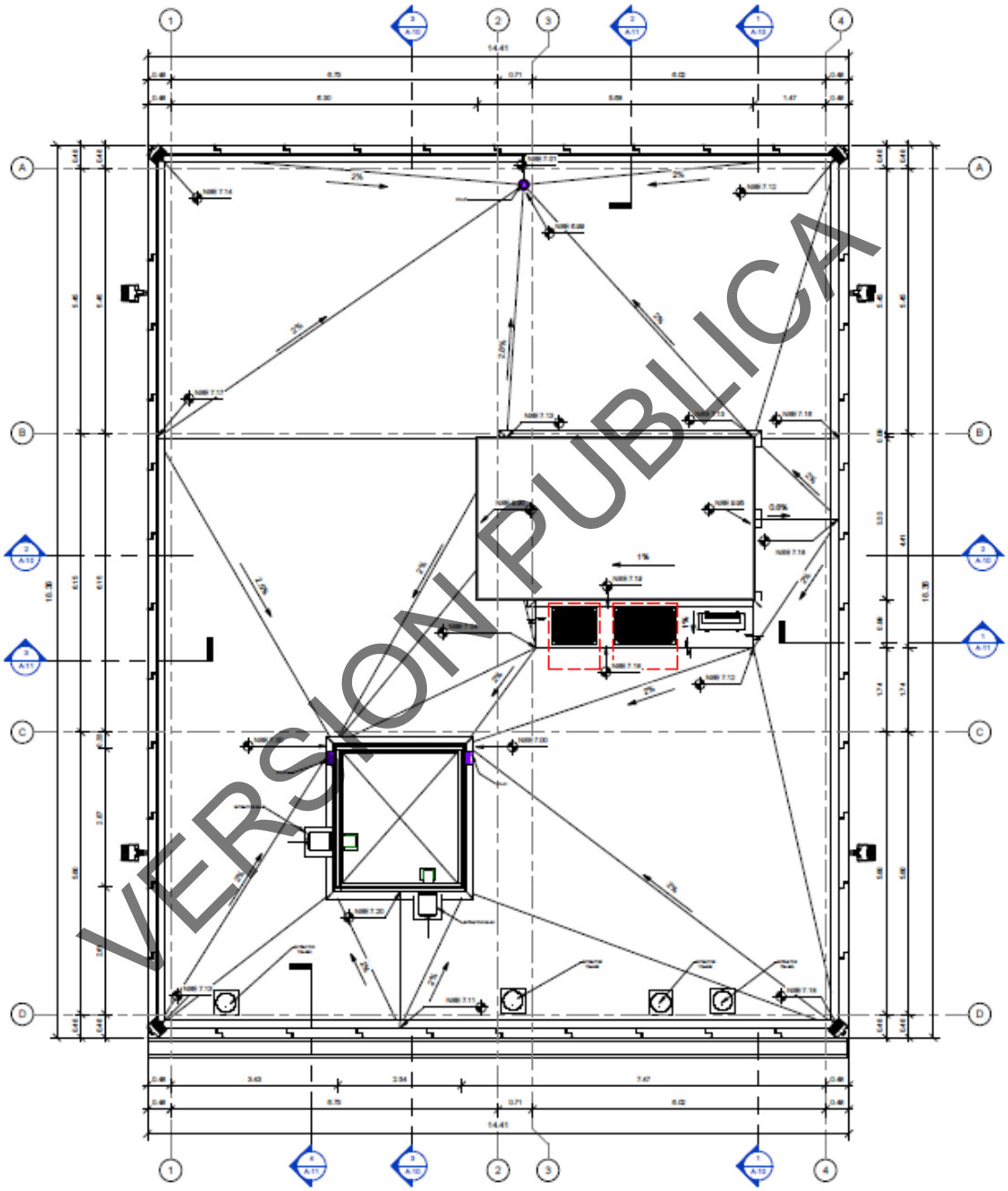
Figura 6. Planta Arquitectónica Nivel 3



1 Planta Arquitectónica Nivel 3
1 : 75

VERSIÓN PÚBLICA

Figura 7. Planta Arquitectónica de la Azotea



1 Planta Arquitectónica Azotea
1 : 50

VERSION PUBLICA

En cuanto a las dimensiones, la Estación de Vigilancia, corresponde a:

a. Dimensiones Principales

- Cuadrícula Estructural: La planta arquitectónica se desplanta sobre ejes principales que abarcan dimensiones de 14.41 metros de frente (Ejes 1 al 4) por 18.36 metros de fondo (Ejes A al D).
- Niveles de Piso Terminado (N.P.T.): Planta Baja a 0.00m, Nivel 2 a +3.50m, Nivel 3 a +7.00m, Nivel 4 (Azotea) a +9.00m, y el nivel de pretil a +9.10m.
- Altura de Entrepiso: Cada nivel principal tiene una altura libre aproximada basada en la separación de 3.50 metros entre niveles terminados.

El edificio de la Estación de Vigilancia está diseñado para fungir como un centro operativo que brinde seguridad y prevención de delitos, en beneficio de la población, además de ser un área de descanso para el personal, segmentado por los siguientes niveles:

b. Datos Geométricos y Niveles de Desplante

- Retícula Estructural: El edificio se rige por ejes longitudinales (A, B, C, D) con una longitud total de 18.36 m, y ejes transversales (1, 2, 3, 4) con una longitud de 14.41 m.
- Planos de Nivel (N.P.T.): Planta Baja (+0.00 m), Nivel 2 (+3.50 m), Nivel 3 (+7.00
- m), Nivel 4 / Azotea (+9.00 m) y Nivel de Pretil (+9.10 m).
- Alturas Libres: La altura de entrepiso teórica es de 3.50 m, con variaciones internas dictadas por los plafones suspendidos que ocultan las redes de instalaciones.

c. Desglose Arquitectónico y Funcional Detallado

La zonificación del edificio obedece a una separación estricta entre las actividades públicas/ operativas y las áreas de descanso y privacidad del personal

Planta Baja (N.P.T. 0.00)

Destinada a las áreas operativas, administrativas y de servicio. Este nivel concentra el flujo de personal y equipamiento vehicular.

- Exterior y Acceso: Estacionamiento techado con capacidad para 4 vehículos en la parte frontal.
- Áreas Operativas y Comunes: Recepción/Acceso, sala de juntas (equipada para 8 personas), áreas de trabajo/escritorios, y una cocina integral con comedor.
- Servicios: Sanitarios públicos/operativos, cuarto de máquinas, bodega, núcleo de escaleras y cubo de elevador.
- Descanso: Área de dormitorios/descanso en la parte posterior.
- Estacionamiento: Bahía frontal para 4 vehículos, delimitada por las columnas estructurales principales.
- Área Administrativa: Integrada por una recepción principal, estaciones de trabajo modulares y una sala de juntas cerrada con capacidad para 8 usuarios.
- Zona de Convivencia: Cocina integral equipada con tarja, estufa, refrigerador y una barra, conectada visualmente al comedor.
- Núcleos Húmedos y Técnicos: Batería de sanitarios en planta baja, bodega

VERSIÓN PÚBLICA

general, cuarto de máquinas y el cubo del ascensor con su escalera adyacente.

Nivel 2 (N.P.T. +3.50)
Nivel de uso privativo destinado principalmente al descanso y acondicionamiento físico del personal. Asimismo, está diseñado exclusivamente para el personal interno, maximizando la capacidad de pernocta e higiene.

- Dormitorios: Área amplia de dormitorios equipada con camas individuales/literas, alojando aproximadamente a más de 12 elementos. Esta Nave principal equipada con más de 12 camas individuales/literas, distribuidas en el perímetro del nivel para aprovechar la ventilación y luz.
- Acondicionamiento Físico: Gimnasio equipado con caminadoras y aparatos de pesas.
- Servicios Sanitarios: Batería extensa de baños que incluye múltiples cubículos de inodoros, área de mingitorios, zona de lavabos y una sección dedicada de regaderas.
- Zona de Higiene y Vestidores: Un módulo masivo que incorpora lavabos múltiples, mingitorios, cubículos de inodoros individuales, área extensa de regaderas y una fila continua de casilleros (lockers).
- Vestidores: Área con lockers para el resguardo de equipo personal.
- Gimnasio: Espacio destinado al acondicionamiento físico, equipado con bancos de pesas y máquinas de cardio (caminadoras).

Nivel 3 y Azotea (N.P.T. +7.00 y +9.00)
Espacios destinados a la transición vertical y equipos electromecánicos.

- Vestíbulo de Azotea (Nivel 3): Desembarque del cubo de escaleras y elevador. Cuenta con extintores de seguridad estratégicamente posicionados.
- Azotea Técnica: Plataforma para la ubicación de equipos pesados, específicamente las unidades condensadoras del sistema HVAC y extractores. La azotea alberga los equipos de aire acondicionado (condensadoras) y cuenta con un sistema de pendientes para el desalojo pluvial.

VERSIÓN PÚBLICA

d. Sistemas Constructivos y Materiales

Con base en los cortes y detalles estructurales de los planos, la obra civil de la Estación de Vigilancia se conforma por sistemas de alto rendimiento y rápida ejecución, respaldados por especificaciones técnicas; conforme los proyectos de ingeniería se tienen los siguientes elementos:

Tabla 2. Síntesis descriptiva de materiales y procesos constructivos diversos

Elementos constructivos	Descripción y Materiales	Referencia anexas
Entrepisos y Cubiertas	Sistema de Losa Alveolar prefabricada (ver proyecto estructural). Se complementa con una capa de compresión de concreto f'c=250 kg/cm², armada con malla electrosoldada.	Plano A-03, Cortes A-10
Muros Exteriores	Muros prefabricados de concreto ensamblados en sitio. Las juntas de construcción están selladas con mortero cemento-arena para garantizar hermeticidad.	Plano A-03
Impermeabilización	En azotea, se coloca un firme de concreto para dar pendiente, rematado con chaflanes de 10x10 cm de mortero cemento-arena en las	Plano A-03

	uniones con los pretiles, seguido de la capa impermeabilizante.	
Fachadas	Elementos de recubrimiento tipo celosía o parasoles metálicos/arquitectónicos que cubren grandes superficies (hasta 170 m² en laterales y 128 m² en la principal).	Planos A-07
Acabados Interiores	Plafones suspendidos para ocultar instalaciones, divisiones interiores con cancelería y cristal en zonas de oficinas y juntas.	Planos A-09, A-10

En cuanto al proceso constructivo de la Estación de Vigilancia, ésta se concentra los siguientes procesos y fases:

Cimentación y Subestructura
Posterior a los trabajos preliminares de despalme y trazo, se ejecutan las excavaciones para la cimentación. Se procede al colado de las zapatas o losa de cimentación (dependiendo del estudio de mecánica de suelos). El nivel de planta baja se conforma con un firme de concreto debidamente compactado hasta alcanzar el N.P.T. de +0.00 m.

Fase 1: Trabajos Preliminares y Subestructura
- Inicia con el trazo y nivelación del terreno de aproximadamente 264 m² de huella.
- Posteriormente se ejecutan las excavaciones y el colado de la cimentación (zapatas o losa de cimentación, según dictamine el cálculo estructural) y la conformación del firme de la planta baja, respetando el nivel N.P.T. 0.00.

Superestructura y Elementos Prefabricados
a. El sistema estructural destaca por la velocidad de montaje mediante elementos industrializados.
b. Muros Prefabricados: Se izan e instalan los muros prefabricados de concreto que conforman la envolvente del edificio. Las juntas entre paneles se rellenan meticulosamente a base de mortero para consolidar la estructura y evitar filtraciones.
c. Entrepisos de Losa Alveolar: Para los niveles +3.50, +7.00 y azotea, se utiliza un sistema de losa alveolar prefabricada. Sobre estos alveolos, se coloca una malla electrosoldada y se vierte una capa de compresión de concreto con resistencia f'c=250 kg/cm^2. El recubrimiento de esta losa es fundamental para el comportamiento sísmico del diafragma.

Fase 2: Superestructura y Obra Negra
- Se realiza el izaje y colocación de la estructura portante principal. El proceso destaca por el uso de elementos prefabricados, como los muros de concreto.
- Para los entrepisos (Nivel 2, Nivel 3 y Azotea), se instalan las losas alveolares prefabricadas, sobre las cuales se vierte la capa de compresión de concreto f'c=250 kg/c m² reforzada con malla.
- Simultáneamente se construyen los núcleos rígidos de escaleras y elevador.

Albañilería, Firmes e Impermeabilización
Una vez montada la estructura, se procede a las tareas de confinamiento y manejo de aguas:
a. Muros Interiores: Construcción de muros divisorios de mampostería o tablaroca en áreas húmedas y administrativas.
b. Pendientes en Azotea: Se realiza un relleno para generar el firme de concreto con pendiente direccional hacia las bajadas de agua pluvial.
c. Tratamiento de Pretiles y Juntas: En la intersección de la losa de azotea y los muros de pretil, se forja un chaflán de mortero cemento-arena de 10 x 10 cm.
d. Adicionalmente, se construyen goterones en los volados para evitar el escurrimiento de agua sobre las fachadas.

VERSIÓN PÚBLICA

e. Impermeabilización: Aplicación del sistema impermeabilizante sobre el firme nivelado, abarcando los chaflanes y subiendo por el pretil hasta el nivel de remate.

Fase 3: Albañilería y Obra Gris

- Se confinan los muros interiores, se ejecutan repellados y se preparan las pendientes en azotea.
- Es crítico el tratamiento de juntas en los muros prefabricados utilizando mortero. En la azotea, se cuelan los chaflanes perimetrales de 10x10 cm y se detallan los goterones para el control del agua pluvial.

Fachadas Arquitectónicas (Herrería y Envolventes)

El proyecto posee una identidad visual fuerte dictada por parasoles y celosías exteriores, los cuales requieren una subestructura metálica anclada a las losas de entrepiso

Elevación	Área de Recubrimiento / Celosía	Niveles Abarcados
Fachada Principal (Alzado 1)	128 m²	Desde Planta Baja (pórtico) hasta Nivel Pretil
Fachadas Laterales (Alzados 2 y 4)	170 m² (por cada fachada)	Desde N.P.T. +3.50 hasta Nivel Pretil
Fachada Posterior (Alzado 3)	100 m² (sección superior) y 45 m² (sección inferior)	Desde N.P.T. 0.00 hasta Nivel Pretil

Fase 4: Instalaciones (MEP)

El tendido de instalaciones incluye:

- Hidrosanitarias: Concentración de tuberías en la planta baja y nivel 2 para dar servicio a la amplia batería de sanitarios, regaderas y cocina.
- HVAC: Instalación de ductería sobre plafones y colocación de las unidades condensadoras pesadas en las bases preparadas en la azotea.
- Especiales: Montaje de equipos electromecánicos en el cuarto de máquinas y ensamblaje del elevador.

Instalaciones (MEP) y Equipamiento

El edificio requiere instalaciones robustas debido a su naturaleza operativa y alta densidad de usuarios en dormitorios:

a. Sistema HVAC (Climatización): Instalación de la red de ductos de inyección y retorno ocultos sobre los plafones suspendidos en todos los niveles habitables. En la azotea, se anclan las manejadoras/condensadoras de gran capacidad y los extractores.
b. Red Hidrosanitaria: Tendido de tuberías de alimentación y descargas, fuertemente concentradas en los plenos del Nivel 2 para abastecer la extensa batería de sanitarios, regaderas y mingitorios.
c. Seguridad y Ascensores: Instalación de la cabina y rieles del elevador central, así como la colocación de extintores de incendios en zonas de evacuación, como se observa en el desembarque del Nivel 3.

Fase 5: Acabados (Obra Blanca) y Fachadas

- Se procede con la instalación de pisos (cerámicos o porcelanatos según nomenclatura) y recubrimientos en muros de zonas húmedas. Se instalan los plafones y la cancelería interior.
- En el exterior, se fijan las estructuras secundarias para montar los paneles de fachadas o celosías que abarcan áreas de 128 m², 100 m² y 170 m².
- Finalmente, se aplican sistemas de impermeabilización en cubiertas.

VERSIÓN PÚBLICA

Acabados Finales y Cancelería
La fase final de embellecimiento e interiorismo comprende:

a. Plafones y Cielos: Instalación de la perfilería y tableros para los plafones continuos, dejando registros para mantenimiento de las instalaciones MEP.
b. Cancelería y Divisiones: Montaje de canceles de cristal en oficinas y salas de juntas para permitir permeabilidad visual, además de marcos y puertas en los cuartos de descanso.
c. Recubrimientos: Instalación de pisos cerámicos/porcelánicos según la "Nomenclatura de Acabados en Pisos" y revestimientos en muros ("Acabados en Muros") de las zonas húmeda. Colocación de zóclos perimetrales.
d. Carpintería y Mobiliario Fijo: Armado e instalación de las literas, lockers en los vestidores del Nivel 2, y el equipamiento completo de la cocina en Planta Baja.

Fase 6: Equipamiento y Mobiliario

- La etapa final involucra la instalación de mobiliario fijo y móvil según los planos A-04 y A-05.
- Esto incluye la colocación de camas en dormitorios, equipos de fuerza y cardio en el gimnasio, casilleros (lockers), mesas de juntas, estaciones de trabajo, y los módulos de cocina.
- Se realiza la colocación de extintores en puntos estratégicos, como se marca en el Nivel 3.

II.2.4.3 Etapa – Operación y Mantenimiento

La descripción correspondiente a la operación y mantenimiento de esta obra civil, estructurada bajo un enfoque integral de gestión de infraestructura táctica, considerando que la operación y mantenimiento del módulo táctico de la Estación de Vigilancia está concebida para garantizar una disponibilidad continua, segura y funcional las 24 horas del día, los 365 días del año.

Asimismo, la Estación de Vigilancia, albergar funciones operativas de vigilancia y áreas intensivas de pernocta, la gestión de la infraestructura demanda un programa preventivo estricto que evite interrupciones en las labores de seguridad y resguardo regional.

1. Protocolo de Operación Cotidiana
La dinámica diaria del edificio exige un control centralizado de sus flujos espaciales:

a. Planta Baja (Área Operativa): Se gestiona el acceso vehicular de la bahía frontal para unidades tácticas, el flujo en la recepción y el uso programado de la sala de juntas y el comedor por turnos rotativos del personal.

b. Nivel 2 (Habitabilidad y Descanso): Se implementa una rotación estricta de dormitorios y literas para asegurar la higiene posterior a cada turno de vigilancia. El uso de los vestidores, regaderas y el gimnasio se sujeta a normativas de orden interno y limpieza intensiva para mitigar la humedad acumulada en los núcleos húmedos.

c. Zonas de Circulación y Seguridad: Monitoreo constante para mantener las rutas de evacuación libres de obstrucciones, supervisión de los tableros eléctricos y verificación periódica del estatus de los extintores ubicados en los descansos (como el Nivel 3)

VERSIÓN PÚBLICA

2. Plan de Mantenimiento de Obra Civil y Envolventes
La preservación de la estructura prefabricada y sus acabados previene el deterioro prematuro ante las condiciones ambientales:

a. Inspección de Azoteas y Drenes Pluviales (Trimestral): Limpieza obligatoria de coladeras, revisión de pendientes direccionales y verificación de la capa impermeabilizante. Se comprueba la integridad de los chaflanes en los pretiles para evitar filtraciones hacia las losas alveolar.

b. Revisión de Fachadas y Celosías (Semestral): Evaluación de los anclajes de la subestructura metálica de parasoles y paneles arquitectónicos. Se requiere el lavado de superficies acristaladas y metálicas para evitar la corrosión prematura por agentes externos.

c. Juntas y Muros (Anual): Resanes en juntas de paneles prefabricados de concreto y revisión de muros divisorios interiores para la detección temprana de fisuras provocadas por asentamientos o vibraciones operativas.

3. Operación y Mantenimiento de Sistemas Electromecánicos (MEP)

Los sistemas de soporte vital y confort son críticos para la habitabilidad del inmueble:

a. HVAC (Climatización): Limpieza mensual de filtros, desinfección de los ductos ocultos sobre plafones y revisión trimestral de presiones en manejadoras y condensadoras ubicadas en la azotea técnica.

b. Red Hidrosanitaria: Sondeo periódico de las tuberías de descarga en el Nivel 2, limpieza quincenal de trampas de grasa en la cocina de Planta Baja y mantenimiento preventivo de equipos hidroneumáticos.

c. Elevador y Verticales: Certificación mensual del estado de cables, poleas, sensores de puertas y sistemas de frenado de emergencia en el cubo central del elevador.

Los anexos de Ingeniería, así como el objetivo del proyecto, al ser una Estación de Vigilancia, atendiendo lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se solicita se mantengan en reserva toda vez, que de hacerse pública, se afectaría la confidencialidad de los datos provistos, así como la seguridad propia de la Estación de Vigilancia, por lo que dicha información queda bajo responsabilidad y custodia de la Secretaría, en los términos de la Ley y de las demás disposiciones legales aplicables.

VERSIÓN PÚBLICA

II.3. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

II.3.1. Residuos

Dentro de las actividades que se pretende desarrollar en el presente estudio se prevé que se generarán se generarán residuos por el despalme y acondicionamiento como es vegetación herbácea, capa orgánica del suelo; sólidos urbanos (restos de alimentos, papel y cartón, plásticos como bolsas, envases, empaques; así como vidrio y latas); materiales de excavación y residuos peligrosos (aceites usados, Grasas, filtros; estopas impregnadas, envases de pinturas y solventes).

En la tabla siguiente se indica la cantidad estimada por tipo de residuo que se prevé se generarán en las etapas del proyecto.

Tabla 3. Residuos aproximados a generar.

Nombre del Residuo	Cantidad	Acciones de manejo	Disposición final
Tocones, ramas, troncos, vegetación herbácea, capa orgánica	Variable según superficie intervenida	Almacenamiento temporal en contenedores de 6 m^3	Sitio autorizado (solo excedentes)
Restos de comida, papel, cartón, plásticos, vidrio, latas	27 kg/día	Separación, almacenamiento en contenedores de 200 L, recolección periódica	Servicio de limpia municipal / sitio autorizado
Cartón, papel, PET, metales, otros RSU y/o RMe		Separación y acopio	Empresas recicladoras autorizadas
Grasas, trapos impregnados de aceite, otros RP		Separación y acopio	Empresas autorizadas

Los residuos vegetales, derivados del despalme y acondicionamiento, serán triturados y/o troceados en sitio, para su aprovechamiento en actividades y buenas prácticas de conservación de suelos.

En cuanto a los residuos sólidos urbanos serán:

- Depositados en contenedores de 200 litros con tapa, debidamente identificados;
- Segregados en orgánicos e inorgánicos;
- Almacenados temporalmente con bolsas interiores para facilitar su manejo;
- Recolectados de manera periódica;
- Entregados al servicio de limpia municipal o dispuestos en sitios autorizados por la autoridad competente.

Se promoverá el reciclaje de materiales como cartón, papel, PET y metales. Queda estrictamente prohibida la quema de residuos dentro del área del proyecto.

El mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos, camiones, maquinaria y equipo se realizará en talleres autorizados fuera del área del proyecto.

En caso de que, por causas operativas, se requiera realizar actividades menores en el sitio, los residuos generados, tales como aceite usado, estopas impregnadas y envases contaminados, serán manejados conforme a la normatividad aplicable, mediante su recolección, almacenamiento temporal en

VERSIÓN PÚBLICA

contenedores adecuados y entrega a una empresa autorizada por la SEMARNAT para su transporte y disposición final.

Se prohíbe estrictamente realizar reparaciones mayores de maquinaria en el frente de obra o fuera de talleres autorizados, con el fin de prevenir derrames de hidrocarburos o sustancias peligrosas que pudieran contaminar el suelo.

II.3.2. Aguas residuales

Se considera colocar 1 sanitario portátil por cada 20 trabajadores, el consumo es de 25 litros al día de cada sanitario. Las aguas residuales sanitarias generadas en las áreas de trabajo por el uso de sanitarios portátiles, serán recolectadas y dispuestas en sitios autorizados, por empresas que cuenten con sus autorizaciones en materia ambiental vigentes.

El personal requerido para las diversas etapas del proyecto será contratado, principalmente de los poblados aledaños o de la misma ciudad de Victoria, en caso de conocer las actividades a desarrollar, con el propósito de no crear nuevos asentamientos humanos en la zona.

II.3.3. Emisiones a la atmósfera

Durante las actividades de ejecución de la obra civil de la Estación de Vigilancia, así como el resto de las obras y actividades previstas del proyecto, se estima que se generarán emisiones a la atmósfera derivadas principalmente del uso de maquinaria pesada, equipo de construcción y vehículos de transporte.

Estas emisiones estarán asociadas al consumo de combustibles fósiles (diésel y gasolina), generando contaminantes como:

- Bióxido de Carbono (CO_2)
- Monóxido de Carbono (CO)
- Óxidos de Nitrógeno (NO_x)
- Partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$)

Adicionalmente, durante las actividades de obra se generará material particulado (polvo), principalmente partículas con diámetro aerodinámico menor o igual a 10 micrómetros (PM_{10}) y 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$), derivado de:

- Tránsito de maquinaria y vehículos sobre superficies no pavimentadas;
- Actividades de desmonte y despalme;
- Movimiento, carga y descarga de materiales;

La generación de emisiones está directamente relacionada con el uso de maquinaria y equipo requerido para el desarrollo del proyecto, como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 4. Unidades de transporte que serán utilizadas en el desarrollo del proyecto.

Equipo	Cantidad	Consumo de combustible (L)	Tipo de Combustible
Motoconformadoras	2	10,800	Diesel
Vibrocompactadores rodillo liso	2	7,200	Diesel
Excavadora 320	1	6,000	Diesel
Retroexcavadora	2	6,000	Diesel

VERSIÓN PÚBLICA

Equipo	Cantidad	Consumo de combustible (L)	Tipo de Combustible
Pipa de agua	2	9,000	Diesel
Cargador frontal	2	10,800	Diesel
Camión abastecedor de combustible	1	3,600	Diesel
Compactadores manuales	2	3,000	Diesel
Tractor D8	2	15,000	Diesel
Tractor D7	1	6,600	Diesel
Camión volteo $7m^3$	10	45,000	Diesel
Camiones con ollas revolvedoras	1	3,600	Diesel
Bomba para concreto	1	3,000	Diesel
Vehículos	18	21,600	Gasolina

Con base en el inventario de maquinaria y el consumo estimado de combustibles, se establece que:

- La mayor contribución de emisiones proviene de camiones de volteo, grúas y maquinaria pesada.
- El diésel representa la principal fuente de emisiones de CO_2, NO_x y PM.
- Las emisiones de partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) provienen tanto de la combustión como de la resuspensión de polvo.

VERSION PUBLICA

Contenido

III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo 3
III.1 Programa De Ordenamiento Ecológico General Del Territorio (POEGT) 3
III.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe ... 8
III. 3 Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos del Estado de Tamaulipas 16
III.4 Áreas Naturales Protegidas 20
III.5 Otros instrumentos existentes 23
III.5.1. Areas de Interés para la Conservación de las Aves (AICA) 23
III.5.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias 24
III.5.3. Regiones Terrestres Prioritarias 24
III.5.4. Región Marina Prioritaria 25
III.6. Normas Oficiales Mexicanas 27
III.7. Leyes y Reglamentos 30
III.7.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 30
III.7.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental 31
III.7.3. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. 34
III.7.4. Ley General de Vida Silvestre 35
III.8. Planes y Programas de Desarrollo 36
III.8.1. Programa Nacional de Desarrollo 2025 -2030 36
III.8.2. Programa Estatal de Desarrollo 2023 -2028 38
III.8.3. Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Matamoros, Tamaulipas 39

Índice de Tablas

Tabla 1.Características de la UGA 37 Llanura Costera Tamaulipeca. 5
Tabla 2. Vinculación del proyecto con las estrategias aplicables del POEGT. 5
Tabla 3. Vinculación del proyecto con las acciones específicas del programa de ordenamiento ecológico marino y regional del golfo de México y mar caribe. 11
Tabla 4. Vinculación del Proyecto con el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos del Estado de Tamaulipas 17
Tabla 5. Lineamientos ecológicos, objetivos y criterios de regulación ecológica aplicables a la UGA ANP del programa de ordenamiento ecológico de la región cuenca de burgos. 18
Tabla 6.Vinculación del proyecto con los criterios de regulación ecológica del programa de ordenamiento ecológico de la región cuenca de burgos 18
Tabla 7.Ubicación del Proyecto respecto al APFF LMDRB 20
Tabla 8. Vinculación del Proyecto con el Decreto del APFF LMDRB 20
Tabla 9. Vinculación del Proyecto con el Programa de Manejo del APFF LMDRB 22
Tabla 10. Vinculación del Proyecto con AICA 23
Tabla 11. Vinculación del proyecto con la RMP 44 – Laguna Madre 25
Tabla 12. Vinculación del proyecto con las NOM en materia de emisiones a la atmósfera de fuentes fijas y móviles. 27
Tabla 13. Vinculación del proyecto con NOM en materia de ruido. 28
Tabla 14. Vinculación del proyecto con NOM en materia de aguas residuales. 28
Tabla 15. Vinculación del proyecto con NOM en materia de suelo. 28
Tabla 16. Vinculación del proyecto con NOMS en materia de residuos. 29
Tabla 17. Vinculación del proyecto con NOM en materia de protección ambiental. 29

VERSION PUBLICA

Índice de Figuras

Figura 1. Área sujeta al programa de ordenamiento ecológico marino y regional del golfo de México y mar caribe 8
Figura 2. Ubicación de la unidad de gestión ambiental (UGA) 2, área de protección de flora y fauna laguna madre y delta del río bravo. 11
Figura 3. Ubicación del programa de ordenamiento ecológico de la región cuenca de burgos, conforme el SIORE 17
Figura 4. Ubicación del proyecto dentro del AICA 67 Laguna Madre 24
Figura 5. Ubicación del proyecto dentro de la RTP-83 Laguna Madre 25
Figura 6. Ubicación del proyecto dentro de la RMP-44 Laguna Madre 26
Figura 7. Resultados del SIGEIA respecto al proyecto 31
Figura 8. Ubicación del proyecto dentro del Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Matamoros, Tamaulipas 39

VERSION PUBLICA

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO

III.1 Programa De Ordenamiento Ecológico General Del Territorio (POEGT)

En el ámbito nacional, el instrumento vigente es el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), cuyo proyecto final fue aprobado el 18 de noviembre del 2011 y publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 7 de septiembre de 2012.

El objeto del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF.

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 locales o regionales vigentes. Asimismo, cabe aclarar que la ejecución de este Programa es independiente del cumplimiento de la normatividad aplicable a otros instrumentos de política ambiental, como las Áreas Naturales Protegidas y las Normas Oficiales Mexicanas.

La metodología general para formular el POEGT se realizó conforme a lo establecido en el Capítulo Tercero del Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Se realizó en cuatro etapas metodológicas: caracterización, diagnóstico, pronóstico y propuesta.

Con base en las etapas anteriores, se propuso un modelo de ordenación del territorio nacional, el cual está sustentado en una regionalización ecológica (definida por características físico-bióticas) en la que se identificaron áreas de atención prioritaria y se asignaron propuestas de corresponsabilidad sectorial para el desarrollo productivo y de asentamientos humanos en el país. Cada región está acompañada de lineamientos, estrategias ecológicas y acciones.

La propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

La base para la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de

VERSIÓN PÚBLICA

cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, así como para construir la propuesta del POEGT.

Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

Los 10 lineamientos ecológicos que se formularon para el POEGT, mismos que reflejan el estado deseable de una región ecológica o unidad biofísica ambiental, se instrumentan a través de las directrices generales que, en lo ambiental, social y económico, se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional.

Por su parte, las estrategias ecológicas, definidas como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional, fueron construidas a partir de los diagnósticos, objetivos y metas comprendidos en los programas sectoriales.

En este sentido, se definieron tres grandes grupos de estrategias: las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

Los lineamientos ecológicos por cumplir son los siguientes:

- Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.
- Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.
- Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.
- Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.
- Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.
- Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.
- Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.
- Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.
- Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.
- Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

VERSIÓN PÚBLICA

El predio donde se desarrollará el proyecto Estación de Vigilancia se encuentra ubicado en la **Región Ecológica 18.32**, correspondiente a la **Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 37**, denominada **Llanura Costera Tamaulipeca**, con una política ambiental con clave **18 para Restauración y Aprovechamiento Sustentable** y una prioridad de atención Muy Alta para los coadyuvantes de desarrollo de Ganadería - Industria - PEMEX – Turismo y Asociados de **Desarrollo Social**, lo cual es coherente con el proyecto.

Tabla 1.Características de la UGA 37 Llanura Costera Tamaulipeca.

Región Ecológica	Unidad Biofísica Ambiental (UAB)	Nombre de la UAB	Clave de la política
18.32	37	Llanura Costera Tamaulipeca	18
Política ambiental	**Nivel de atención prioritaria**	**Coadyuvantes del desarrollo**	**Asociados del desarrollo**
Restauración y Aprovechamiento Sustentable	Muy Alta	Ganadería - Industria - PEMEX - Turismo	Agricultura - Desarrollo Social

Las estrategias sectoriales de la Unidad Ambiental Biofísica 37 (Llanura Costera Tamaulipeca), son aplicables al Proyecto de la Estación de Vigilancia, a través de líneas de acción que están diseñadas para su cumplimiento por parte de los tres órdenes de gobierno, y para ser incluidas en todos los instrumentos de planeación que sean generados.

En la tabla siguiente se establece la vinculación del proyecto con las estrategias aplicables ajusta a cada una de las líneas de acción de las estrategias aplicables a la UAB-37.

Tabla 2. Vinculación del proyecto con las estrategias aplicables del POEGT.

Grupo	Estrategias / Líneas de acción	Vinculación
I.- Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
A) Preservación	1. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	La Estación de Vigilancia forma parte de las acciones de fortalecimiento del Programa Maestro de Desarrollo Portuario del Puerto de Matamoros, el cual fue aprobado en materia de Impacto Ambiental mediante el Oficio SGPA/DGIRA/DG/06048, fechado 03 de septiembre de 2015. Por su ubicación en, la Estación de Vigilancia no genera carga en el ecosistema, el ANP, ni aprovechará recursos forestales.
	2. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	
	3. Valoración de los servicios ambientales.	
B) Aprovechamiento Sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El Proyecto de la Estación de Vigilancia no implica aprovechamiento de recursos naturales ni realizará actividades agrícolas, por lo que estas estrategias no son aplicables.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	
	8. Valoración de los servicios ambientales.	
C) Protección de los Recursos Naturales	12. Protección de los ecosistemas.	No se utilizará ningún tipo de agroquímicos en las diferentes etapas de ejecución del Proyecto.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El Proyecto no implica aprovechamiento de recursos naturales ni se realizarán actividades agrícolas, por lo que esta estrategia no es

VERSIÓN PÚBLICA

Grupo	Estrategias / Líneas de acción	Vinculación
		aplicable dado que no habrá restauración de ecosistemas forestales o suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	El objetivo del Proyecto de la Estación de Vigilancia es atender y brindar un espacio de vigilancia, seguridad y atención al bienestar social, por lo que el Proyecto es plenamente compatible con las líneas de acción y en consecuencia con las políticas de sustentabilidad de la UAB-37, en específico con el Desarrollo Social previsto.
	15 BIS. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	
	16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.	
	17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).	
	18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos.	
	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	
	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).	
II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	El diseño e implementación de políticas que impulsen el crecimiento ordenado de las zonas urbanas en las inmediaciones del Proyecto de la Estación de Vigilancia, para evitar la expansión desordenada, corresponde a las autoridades municipales a través de la regulación del uso de suelo.
	32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	
E) Desarrollo social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	Estos criterios no son aplicables al desarrollo del Proyecto de la Estación de Vigilancia.
	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando	

VERSIÓN PÚBLICA

Grupo	Estrategias / Líneas de acción	Vinculación
	prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	
III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El Proyecto de la Estación de Vigilancia, como parte del Programa Maestro de Desarrollo Portuario del Puerto de Matamoros, ya autorizado en materia ambiental, forma parte de la planeación del Ordenamiento Territorial Estatal y Municipal, particularmente para brindar un espacio de seguridad social.
B) Planeación del ordenamiento territorial	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	

Por las especificaciones de las obras y actividades del Proyecto de la Estación de Vigilancia, así como las medidas consideradas en el mismo, se puede establecer que su ejecución es compatible con las estrategias y líneas de acción señaladas en la UAB-37 del POEGT.

VERSION PUBLICA

III.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, es el instrumento de política ambiental que permite regular e inducir los usos del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de estos.

Este Programa, como elemento integrador de políticas públicas, permite además dar un marco coherente a las acciones que se ha comprometido México en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación en los mares, protección de los recursos marinos, combate a la marginación y orientación del desarrollo hacia la sustentabilidad como signatario de gran cantidad de acuerdos internacionales.

El Área Sujeta a Ordenamiento considerada en este Programa, está integrada por dos regiones: una costero-terrestre con 142 municipios con influencia costera en los Estados de Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas; y una región marina que comprende el Mar Patrimonial Mexicano del Golfo de México y Mar Caribe.

Figura 1. Área sujeta al programa de ordenamiento ecológico marino y regional del golfo de México y mar caribe



VERSION PUBLICA

Durante la etapa de Diagnóstico se elaboraron los análisis de aptitud sectorial, considerando los actores socioeconómicos centrales en el área. Así se obtuvieron los diagnósticos parciales y la información espacial que se deriva de dichos análisis.

Sector Conservación

El objetivo del Sector Conservación comprende el fomento a la protección, la restauración y conservación de los ecosistemas, recursos naturales, bienes y servicios ambientales, tendientes a propiciar su aprovechamiento garantizando el desarrollo sustentable. En este sentido, el extenso número de ecosistemas costeros y marinos a lo largo de la zona litoral del Golfo de México y Mar Caribe que albergan una gran biodiversidad que incluye especies bajo estatus y especies endémicas, determinan la vocación de múltiples áreas de la vasta región incluida en el ordenamiento por su bien definida aptitud para ser conservada.

En particular para el sector Conservación se tomaron como atributos centrales y con la misma prioridad, Regiones Terrestres Prioritarias, Regiones Marinas Prioritarias, Humedales, Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAS), Humedales Potenciales y Análisis GAP (Vacíos y Omisiones para la conservación en ambiente marino).

Sector Energía

El sector de Energía se conforma por dos grandes subsectores principalmente, Petróleos Mexicanos (PEMEX) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Estos organismos generan diferentes tipos de productos, hidrocarburos y gas por parte de PEMEX y electricidad por parte de CFE. Por la diferencia de sus productos, sus actividades requieren de diferentes insumos, por ello el análisis de aptitud del sector energético se realizó estudiando a ambos subsectores por separado y después fusionando sus zonas de aptitud en común.

Subsector Eléctrico

De acuerdo con la CFE, al mes de agosto de 2010 la participación de tecnologías en el total de la capacidad efectiva de generación a nivel nacional (51,571 MW) se distribuyó de la siguiente manera: el 45.5% corresponde a generación termoeléctrica a base de hidrocarburos, 23.1% a productores independientes que utilizan tecnología de ciclo combinado a base de gas natural, 21.7 % a hidroeléctricas, 5% a carboeléctricas, 2.6% a la nucleoeléctrica, 1.9% a las geotérmicas y 0.2% a las Eolo eléctricas. En este contexto y ante la necesidad de reducir las emisiones contaminantes, el cuidado de los recursos naturales y la planeación a futuro de manera sustentable, la CFE ha asumido el compromiso de impulsar cada vez más la utilización de tecnologías que permitan disminuir el impacto al medio ambiente y los programas para el uso eficiente de la energía.

Hasta agosto de 2010, dentro del área la capacidad efectiva instalada de generación eléctrica fue de 11,089 MW (21.5% del total nacional), de la cual el 87.4% corresponde a termoeléctricas a base de hidrocarburos, el 12.3% a la nucleoeléctrica y el 0.3% a hidroeléctricas. Dicha capacidad se distribuye en 28 centrales generadoras de CFE, dos hidroeléctricas en el estado de Veracruz; seis termoeléctricas en Campeche, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán; una de ciclo combinado en Campeche; nueve de turbo gas en Campeche, Quintana Roo, Veracruz y Yucatán; una nucleoeléctrica en Veracruz y una planta diésel en Quintana Roo. Asimismo, existen ocho centrales de productores independientes en los estados de Tamaulipas, Campeche, Yucatán y Veracruz, las cuales generan electricidad usando gas natural.

Sector Puertos y Marina Mercante

En los talleres Sectoriales, se otorgaron valores genéricos a los atributos ambientales Naturales y Socioeconómicos, considerando que los puertos constituyen lugares puntuales de la costa, con

VERSIÓN PÚBLICA

adaptaciones a la geografía natural original, construidos para permitir la permanencia y operación de buques, conforme intereses socioeconómicos de diversos sectores productivos de su región.

Cada atributo considerado tiene un conjunto de subatributos en función de los diversos tipos de terminales especializadas desarrolladas en cada puerto. Los atributos portuarios son producto de la adecuación geográfica en el tiempo, y se construyen donde los factores socioeconómicos lo demandan o sea que cada puerto tiene su propia aptitud, clasificándose en primera instancia conforme a tres actividades generales: Comerciales, Turísticos y Pesqueros.

Por lo anterior, los atributos señalados en los talleres se representan por la situación geográfica que corresponde a 58 puertos registrados. A este análisis sectorial se agregaron los procesos identificables de escala regional o los particularmente intensos o nocivos de escala local como son la relación existente entre la producción y transporte registrados de contaminantes en las cuencas y los sitios donde dichas aguas desembocan.

Con ello se identificaron como elementos de presión centrales en el sistema no tanto las actividades que se realizan en las aguas costeras y oceánicas como aquellas que se llevan a cabo en la porción terrestre. Excepción de lo anterior son las actividades de explotación de recursos netamente marinos como son las actividades pesqueras y la explotación de hidrocarburos.

El Programa de Ordenamiento Ecológico considera un modelo con lineamientos ecológicos y unidades de gestión ambiental y una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones, criterios ecológicos y responsables.

El Modelo de Ordenamiento Ecológico considera:

- Lineamientos Ecológicos que incluyen 27 metas o enunciados generales que reflejan el estado deseable de las UGA, orientados a la atención de las tendencias de deterioro ambiental identificados en la Agenda Ambiental, durante la etapa de diagnóstico, pronóstico y en el ejercicio de visión prospectiva.

Unidades de Gestión Ambiental (UGA), que incluyen 203 unidades clasificadas en Marinas y Regionales:

- Área Marina, que comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe. También incluye 26 Áreas Naturales Protegidas, de competencia Federal con parte de su extensión en la zona marina. Cabe señalar, que en dichas áreas aplica el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente, así como las acciones generales y específicas que establece este Programa, de acuerdo con su ubicación.

El Área Regional abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). En esta área se incluyen 3 ANP de competencia federal que no tienen contacto directo con el mar, en las cuales aplica solamente el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente. Asimismo, se incluyen 14 ANP Estatales.

Cada UGA incluye una ficha que contiene su toponimia, ubicación y características, como presencia de puertos y áreas de exclusión entre otros datos. Además, las fichas contienen una tabla con las acciones específicas aplicables a la UGA correspondiente. En las fichas se utiliza la abreviatura NA para indicar que una acción no es aplicable en la UGA correspondiente.

La delimitación geográfica de las UGA´s se realizó con una combinación de las variables de límites geoestadísticos municipales y cuencas hidrológicas, por lo que cabe señalar que, en el caso de los

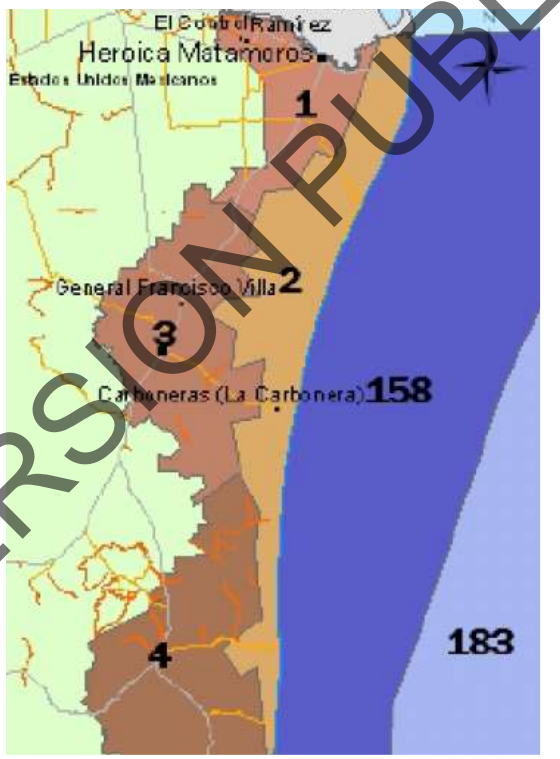
VERSIÓN PÚBLICA

límites geoestadísticos, éstos no sustituyen ni demeritan los límites “políticos-administrativos” actuales ni los que están en proceso de delimitación, ya que su finalidad es referir información estadística.

El límite geoestadístico es la “línea divisoria convencional, exclusiva del Marco Geoestadístico Nacional, que delimita al territorio en áreas geoestadísticas, la cual se apega en la medida de lo posible, a los límites político-administrativos. Este se traza sobre rasgos naturales (ríos, arroyos, barrancas, cerros o litorales) y/o culturales permanentes e identificables en el terreno (calles, vías de comunicación terrestre, líneas de conducción, cercas, ductos, límites de viviendas o linderos)”.

El predio donde se ubica el Proyecto de la Estación de Vigilancia se encuentra ubicado en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 2, denominada Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo.

Figura 2. Ubicación de la unidad de gestión ambiental (UGA) 2, área de protección de flora y fauna laguna madre y delta del río bravo.



VERSIÓN PÚBLICA

Las acciones generales aplicables a esta UGA, así como su vinculación con el Proyecto de la Estación de Vigilancia, se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 3. Vinculación del proyecto con las acciones específicas del programa de ordenamiento ecológico marino y regional del golfo de México y mar caribe.

Acciones específicas del Programa	Vinculación con el Proyecto
A001. Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	No se utilizará ningún tipo de agroquímicos en las diferentes etapas de ejecución del Proyecto.
A002. Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	

Acciones específicas del Programa	Vinculación con el Proyecto
A003. Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	El Proyecto no implica aprovechamiento de recursos naturales ni se realizarán actividades agrícolas.
A004. Promover acciones para el mantenimiento del flujo hidrológico a nivel de cuencas y microcuencas, para evitar el azolve y las inundaciones en las partes bajas.	Estas acciones no son aplicables al desarrollo del Proyecto de la Estación de Vigilancia.
A005. Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	
A006. Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	El Proyecto por su naturaleza, considera el aprovechamiento sustentable del recurso hídrico.
A007. Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	Estas acciones no son aplicables al desarrollo del Proyecto de la Estación de Vigilancia.
A008. Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	
A009. Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	
A010. Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	
A011. Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	
A012. Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	
A013. Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	El Proyecto considera la aplicación de un Programa de Capacitación y Educación Ambiental al personal.
A014. Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	Estas acciones no son aplicables al desarrollo del Proyecto de la Estación de Vigilancia.
A015. Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del área.	
A016. Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del área.	
A017. Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	
A018. Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	El Proyecto considera la aplicación de un Programa de Capacitación y Educación Ambiental al personal.
A019. Los programas de remediación que se implementen deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	Estas acciones son aplicables al Proyecto solamente en caso de un incidente o de un derrame accidental en suelo de alguna sustancia, material o residuo considerado peligroso. En tal caso, se deberán realizar las acciones necesarias para la remediación del suelo contaminado, conforme a la legislación aplicable vigente.
A020. Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	Esta acción no es aplicable al desarrollo del Proyecto de la Estación de Vigilancia.
A021. Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del área.	Esta acción no es aplicable al desarrollo del Proyecto de la Estación de Vigilancia.
A022. Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	
A023. Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	

VERSIÓN PÚBLICA

Acciones específicas del Programa	Vinculación con el Proyecto
A024. Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	Esta acción no es aplicable al desarrollo del Proyecto de la Estación de Vigilancia.
A025. Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	El Proyecto incluye un área de almacenamiento temporal de residuos peligrosos.
A026 Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	Estas acciones no son aplicables al desarrollo del Proyecto de la Estación de Vigilancia.
A027. Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	
A028. Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	
A029. Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	
A030. Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	Esta acción no es aplicable al desarrollo del Proyecto de la Estación de Vigilancia.
A031. Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	
A032. Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	
A033. Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	Estas acciones no son aplicables al desarrollo del Proyecto de la Estación de Vigilancia.
A035. Promover la generación energética por medio de tecnologías minihidráulicas.	
A037. Promover la generación energética por medio de energía solar.	
A038. Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	
A039. Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	
A040. Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	
A041. Fortalecer los mecanismos de seguimiento y control de las pesquerías comerciales para evitar su sobreexplotación.	
A042. Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia de las actividades extractivas de especies marinas de captura comercial, especialmente aquellas que se encuentran en las categorías en deterioro o en su límite máximo de explotación.	
A043. Fomentar la creación, impulso y consolidación de una flota pesquera de altura para el manejo de los recursos pesqueros oceánicos.	
A044. Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	
A045. Desarrollar e impulsar el uso de la fauna de acompañamiento, salvo las especies que se encuentran en algún régimen de protección, para la producción comercial de harinas y complementos nutricionales.	

VERSIÓN PÚBLICA

Acciones específicas del Programa	Vinculación con el Proyecto
A046. Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	El Proyecto incluye un área de almacenamiento temporal de residuos peligrosos.
A047. Monitorear las comunidades planctónicas y áreas de mayor productividad marina para ligar los programas de manejo de pesquerías de manera predictiva con estos elementos.	Estas acciones no son aplicables al desarrollo del Proyecto de la Estación de Vigilancia.
A048. Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.	
A049. Contribuir a la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura portuaria de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.	
A050. Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	
A051. Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	
A052. Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	Estas acciones no son aplicables al desarrollo del Proyecto de la Estación de Vigilancia.
A053. Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	
A054. Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	
A055. Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	
A056. Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	
A057. Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	El diseño e implementación de políticas de crecimiento y restricciones corresponden a las autoridades municipales a través de la regulación del uso de suelo; la Estación de Vigilancia contribuye a la dotación de infraestructura de vigilancia para el bienestar social.
A058. Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	
A059. Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	
A060. Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	
A061. Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	
A062. Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	El Proyecto incluye un área de almacenamiento temporal de residuos peligrosos. El manejo integral de los mismos se realizará conforme las disposiciones legales aplicables vigentes.
A063. Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	Esta acción no es aplicable al desarrollo del Proyecto de la Estación de Vigilancia.
A064. Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	Estas acciones no son aplicables al desarrollo del Proyecto de la Estación de Vigilancia.
A065. Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	
A066. Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.	Estas acciones no son aplicables al desarrollo del Proyecto de la Estación de Vigilancia.
A067. Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	
A068. Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	El Proyecto incluye un área de almacenamiento temporal de residuos peligrosos. El manejo integral de los residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos

VERSIÓN PÚBLICA

Acciones específicas del Programa	Vinculación con el Proyecto
A069. Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	urbanos se realizará conforme las disposiciones legales aplicables vigentes.
A070. Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	
A071. Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	Estas acciones no son aplicables al desarrollo del Proyecto de la Estación de Vigilancia.
A072. Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	
A073. Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora), con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	
A074. Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora); con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	Esta acción no es aplicable al desarrollo del Proyecto de la Estación de Vigilancia.
A075. La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura carretera deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos: flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.	Para el acceso al área del Proyecto de la Estación de Vigilancia, se aprovecharán las vías de comunicación existentes, siendo en este caso, la Carretera Estatal 5 – Matamoros – Puerto Matamoros.

Por las especificaciones de las obras y actividades del Proyecto de la Estación de Vigilancia, así como las medidas consideradas en el mismo, se puede establecer que su ejecución es compatible con las acciones específicas señaladas en la UGA-2 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

VERSIÓN PÚBLICA

III. 3 Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos del Estado de Tamaulipas

La Cuenca de Burgos se encuentra al Noreste del país y es la reserva de gas natural -no asociada directamente al petróleo- más importante de todo el país. En principio, está ubicada básicamente en el Estado de Tamaulipas, y se extiende también hacia las zonas norteñas de Nuevo León y Coahuila. La relevancia económica de esta región radica en que de los 652 pozos perforados por Petróleos Mexicanos (PEMEX) para la producción de este tipo de gas en el 2003, 402 se encuentran en esta cuenca. Desde el 2003 a la fecha, la producción diaria de gas en esta región ha ido en aumento lo que, en el ámbito regional, se traduce en la generación de polos de desarrollo dentro de las poblaciones donde se realizan las actividades, al igual que las oportunidades de trabajo.

Por lo anterior, se procedió a presentar el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos, el cual es de carácter regional, el cual se redefinió tomando como punto de partida el criterio de cuenca e identificando las principales cuencas con influencia en la Cuenca Gasífera de Burgos. De esta manera, el área que abarca este ordenamiento ecológico involucra a las 7 cuencas más importantes, de acuerdo con la regionalización hidrológica de la Comisión Nacional del Agua. Estas son: Presa Falcón-Río Salado, Río Bravo-Matamoros-Reynosa, Río Bravo-Nuevo Laredo, Río Bravo-San Juan, Río Bravo-Sosa, Río San Fernando y Laguna Madre.

Administrativamente, esta área involucra en su totalidad la superficie de 31 municipios del Estado de Coahuila, 48 de Nuevo León y 19 de Tamaulipas, lo que da como resultado una superficie total de 208,805 km².

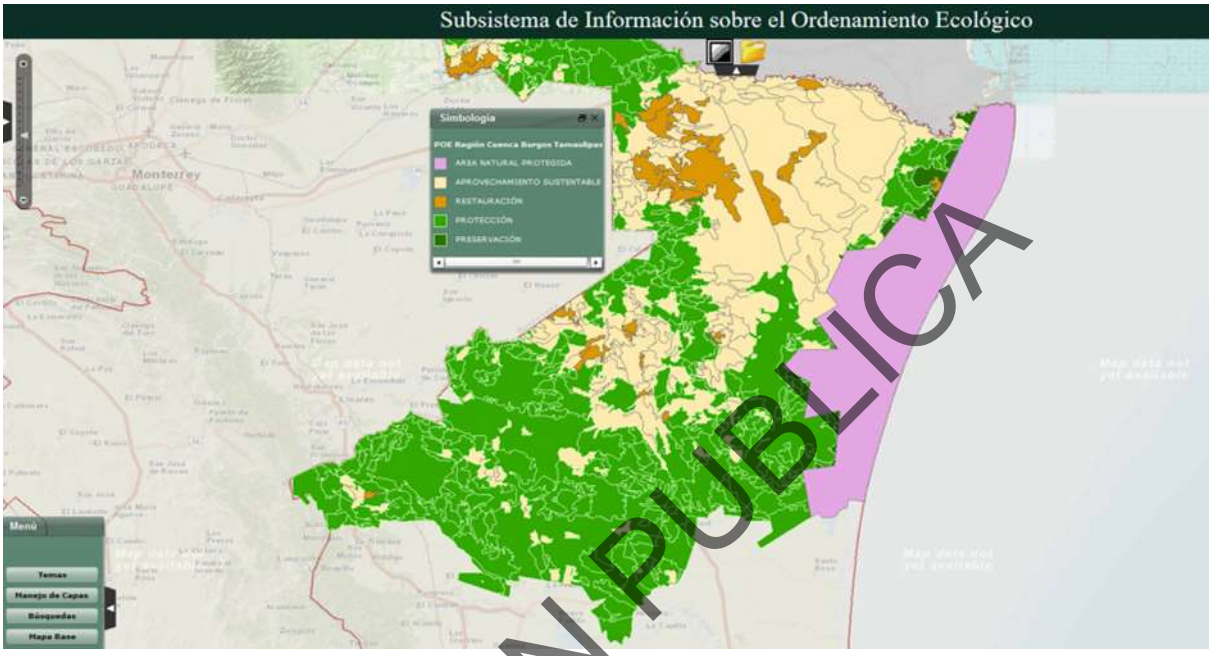
La Región Cuenca de Burgos es poseedora de enormes recursos naturales no renovables y renovables, como es el caso de las reservas de gas natural, una rica y variada vida silvestre y recursos pesqueros. Dentro de la región se ubica la Laguna Madre, considerada como una zona de gran valor, por ser hábitat natural y de reproducción de varias especies de aves residentes y migratorias, así como de algunas especies marinas. De igual importancia están las poblaciones de fauna cinegética localizadas dentro del matorral espinoso tamaulipeco. Los tipos de vegetación más representativos en la Región Cuenca de Burgos son el matorral espinoso tamaulipeco, el mezquital, el pastizal y la vegetación halófila, que resultan ser más abundantes en la Planicie Costera del Golfo, región fisiográfica donde se localiza esta región.

El Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos es un instrumento de política ambiental que promueve el aprovechamiento de los recursos naturales, sin hacer a un lado, la protección del medio ambiente y la preservación de los recursos naturales en la planeación del desarrollo. Su objetivo es inducir el desarrollo de las actividades productivas en la región, siempre considerando la conservación y protección de los recursos naturales. De esta manera, este ordenamiento ecológico pretende ser el instrumento que le permita al Gobierno Federal, Estatal y Municipal hacer una mayor y mejor gestión de los recursos naturales en beneficio de la sociedad y del medio ambiente.

Las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) son áreas del territorio relativamente homogéneas a las que se les asignan los lineamientos y las estrategias ecológicas. El estado deseable de cada UGA se refleja en la asignación de la política ambiental y el lineamiento ecológico que le corresponde. Debido a su extensión y complejidad territorial, el modelo de ordenamiento ecológico para la Región Cuenca de Burgos contiene 636 tipos diferentes de UGA.

VERSIÓN PÚBLICA

Figura 3. Ubicación del programa de ordenamiento ecológico de la región cuenca de burgos, conforme el SIORE



El Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos promueve el desarrollo de las actividades productivas en aquellas áreas donde se presenten las condiciones ambientales, sociales y económicas más aptas para ello.

Para inducir las actividades, este ordenamiento ecológico define estrategias, lineamientos, objetivos específicos y criterios de regulación ecológica, encaminados a hacer que el desarrollo de la Cuenca de Burgos sea consistente con los principios y líneas de la política ambiental federal y de los estados participantes, particularmente en lo relativo a la explotación, uso y aprovechamiento del suelo a partir de su vocación y aptitud, en el ámbito de sus facultades.

El área donde se ubica el Proyecto de la Estación de Vigilancia se ubica en la UGA denominada Área Natural Protegida (ANP) Federal, correspondiente a la Laguna Madre y Delta del Río Bravo.

En la Tabla siguiente se incluyen los lineamientos ecológicos, objetivos y criterios de regulación ecológica aplicables a esta UGA, mientras que en la tabla subsecuente se incluyen los criterios de regulación ecológica y su vinculación con el Proyecto.

Tabla 4. Vinculación del Proyecto con el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos del Estado de Tamaulipas

Tipo	Unidad de Gestión Ambiental (UGA)	Política Ambiental	Uso Predominante
Regional	ANP FED	Área Natural Protegida	

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla 5. Lineamientos ecológicos, objetivos y criterios de regulación ecológica aplicables a la UGA ANP del programa de ordenamiento ecológico de la región cuenca de burgos.

Lineamiento	Objetivo	Criterio de Regulación Ecológica
L1. Promover la integridad de los ecosistemas que circundan los polígonos de las Áreas Naturales Protegidas de competencia federal.	01. Asegurar que los planes de desarrollo urbano e industrial sean consistentes con las declaratorias y programas de las áreas naturales protegidas.	33, 42, 51, 64, 75, 88
	02. Promover la conectividad de los ecosistemas entre las áreas naturales protegidas competencia de los diferentes órdenes de gobierno, en sus ámbitos de competencia.	33, 34, 35, 37, 38, 42, 43, 45, 50, 56, 69, 78, 80, 83, 89
L2. Restablecer las condiciones naturales en la Laguna Madre para asegurar su permanencia	01. Disminuir los niveles de arrastre de sedimentos.	9, 16, 17, 18, 20, 21, 38, 70, 89
	02. Recuperar los volúmenes y niveles de calidad del agua en la Laguna Madre.	6, 7, 8, 12, 13,15, 47, 57, 62, 70, 89

Tabla 6.Vinculación del proyecto con los criterios de regulación ecológica del programa de ordenamiento ecológico de la región cuenca de burgos.

Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el Proyecto
Agua	
6. Promover el mantenimiento del caudal ambiental en los principales ríos de la region.	Estos criterios no son aplicables al desarrollo del Proyecto de la Estación de Vigilancia.
7. Promover la modernización y tecnificación de los Distritos de Riego regionales y los sistemas de distribución del agua.	
8. Promover la utilización de técnicas para el drenaje parcelario (surcos en contorno, represas filtrantes, diques u ollas parcelarias).	
9. Promover acciones para el mejoramiento de la cobertura vegetal y para la conservación de los suelos, con el objeto de evitar la sedimentación en los principales cuerpos de agua (Laguna Madre y grandes presas).	
12. Promover la reutilización de las aguas tratadas.	Estos criterios no son aplicables al desarrollo del Proyecto de la Estación de Vigilancia.
13. Evitar los procesos de contaminación del agua superficial y subterránea, producto de las actividades productivas.	
15. Promover el saneamiento de las aguas contaminadas y su reutilización.	
Suelos	
16. Promover la recuperación física, química y biológica de suelos afectados por algún tipo de degradación.	Este criterio no es aplicable al desarrollo del Proyecto.
17. Mitigar los procesos de contaminación de los suelos, producto de las actividades productivas.	Este criterio es aplicable al Proyecto solamente en caso de un incidente o de un derrame accidental en suelo de alguna sustancia, material o residuo considerado peligroso.
18. Promover el manejo sustentable del suelo agrícola con prácticas de conservación agronómicas, tales como la labranza mínima o de conservación, incorporación de abonos verdes y rastrojos, rotación de cultivos, entre otros.	Estos criterios no son aplicables al desarrollo del Proyecto de la Estación de Vigilancia.
20. Prevenir la erosión eólica a través de la estabilización de los suelos con cobertura vegetal y el establecimiento de cortinas rompe vientos.	
21. Promover acciones de remediación en sitios contaminados (minas, jales, canteras, entre otros).	Estos criterios no son aplicables al desarrollo del Proyecto de la Estación de Vigilancia.
Cobertura vegetal	
33. En aquellas zonas colindantes a las áreas naturales protegidas de competencia federal, o que se determinen como zonas de influencia de las mismas en los programas de manejo respectivos, privilegiar actividades compatibles con la zonificación y subzonificación de dichas Áreas Naturales Protegidas.	Estos criterios no son aplicables al desarrollo del Proyecto de la Estación de Vigilancia.
34. Fomentar la conservación del matorral espinoso tamaulipeco, de los mezquitales y el matorral submontano.	
35. Promover la conectividad entre parches de vegetación para establecer corredores biológicos que faciliten la movilización y dispersión de la vida silvestre.	
37. Promover la reforestación con especies nativas y con obras de conservación de suelos.	Estos criterios no son aplicables al desarrollo del Proyecto de la Estación de Vigilancia.
38. Promover la reforestación con especies adecuadas para la recuperación de las zonas riparias.	

VERSIÓN PÚBLICA

Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el Proyecto
42. Privilegiar acciones de restauración en las zonas circundantes a las Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal.	
Fauna	
43. Recuperar las poblaciones de fauna acuática nativa mediante la restauración de las condiciones de los ecosistemas acuáticos.	Este criterio no es aplicable al desarrollo del Proyecto.
Monitoreo, inspección y vigilancia	
45. Generar sistemas de información que permitan la prevención de riesgos meteorológicos, geológicos y antropogénicos.	Estos criterios no son aplicables al desarrollo del Proyecto de la Estación de Vigilancia.
47. Fortalecer el Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (SINAICA).	
Alternativas económicas y productivas	
50. Fomentar la integración de las actividades productivas en cadenas sistema-producto a nivel municipal y regional. Las actividades que pretendan realizarse dentro de las áreas naturales protegidas de competencia federal se regirán por lo dispuesto en la declaratoria respectiva y en el Programa de Manejo de cada área.	Estos criterios no son aplicables al desarrollo del Proyecto de la Estación de Vigilancia.
51. Impulsar la creación de sistemas silvo-pastoriles con el uso de leguminosas forrajeras, de preferencia nativas de la región.	
56. Promover la creación de Unidades para el Manejo, Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la vida silvestre (UMA).	
57. Promover la creación de granjas ecoturísticas y rutas agropecuarias.	
62. Minimizar el impacto de las actividades productivas sobre los ecosistemas frágiles de la región (MET, etc.).	
64. Promover el manejo adecuado de residuos sólidos mediante la construcción de rellenos sanitarios y otras tecnologías idóneas.	Este criterio no es aplicable al desarrollo del Proyecto.
Capacitación y educación ambiental	
69. Promover la capacitación de los productores locales para el establecimiento de plantaciones forestales.	Estos criterios no son aplicables al desarrollo del Proyecto de la Estación de Vigilancia.
70. Implementar programas de capacitación y comercialización de los productos del sector.	
Desarrollo técnico e investigación	
75. Identificar los cultivos básicos genéticamente modificados y realizar control y monitoreo de su siembra y producción.	Estos criterios no son aplicables al desarrollo del Proyecto de la Estación de Vigilancia.
78. Identificación de los servicios ambientales que ofrecen los distintos ecosistemas y su valoración económica para impulsar programas de pago locales y regionales.	
80. Realización de estudios que planteen interconexiones entre las ANP.	
83. Elaborar escenarios y sus impactos de cambio climático en la región.	
Financiamiento	
88. Impulsar programas de apoyo a proyectos de restauración de ecosistemas.	Estos criterios no son aplicables al desarrollo del Proyecto de la Estación de Vigilancia.
89. Promover el pago de servicios ambientales a los propietarios de terrenos con ecosistemas forestales.	

Por las especificaciones de las obras y actividades del Proyecto de la Estación de Vigilancia, así como las medidas consideradas en el mismo, se puede establecer que su ejecución es compatible con las acciones específicas señaladas en la UGA-ANP del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca de Burgos.

VERSIÓN PÚBLICA

III.4 Áreas Naturales Protegidas

El Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo (**APFFLMDRB**) se estableció mediante Decreto Presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 14 de abril de 2005 y 10 años después en julio de 2015 se publica en el Diario Oficial de la Federación el resumen del programa de manejo del APFFLMDRB. Este programa de manejo contempla 10 subzonas clasificadas de acuerdo con los usos identificados:

- Subzona de Preservación con una superficie de 61,001.075488 hectáreas, constituida por nueve polígonos.
- Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales A, con una superficie de 287,192.145086 hectáreas, constituida por catorce polígonos.
- Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales B, con una superficie de 20,515.416967 hectáreas, constituida por tres polígonos.
- Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas A, con una superficie de 125,511.130629 hectáreas, constituida por ocho polígonos.
- Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Ecosistemas B, con una superficie de 56,218.708485 hectáreas, constituida por cinco polígonos.
- Subzona de Aprovechamiento Especial A, con una superficie de 17,495.308368 hectáreas, constituida por dieciséis polígonos.
- Subzona de Aprovechamiento Especial B, con una superficie de 436.658699 hectáreas, constituida por dos polígonos.
- Subzona de Uso Público A, con una superficie de 2,519.704826 hectáreas, constituida por tres polígonos.
- Subzona de Uso Público B, con una superficie de 541.993082 hectáreas, constituida por cuatro polígonos.
- Subzona de Asentamientos Humanos, con una superficie de 1,376.467792 hectáreas, constituida por veintinueve polígonos.

Con base en la clasificación anterior y a su ubicación, el Proyecto de la Estación de Vigilancia se ubica en la Zona de Amortiguamiento, Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales A, ASRN-A Higuerillas-Media Luna.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla 7.Ubicación del Proyecto respecto al APFF LMDRB

Zonificación	Zona de Amortiguamiento
Subzonificación	Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales A
Sub	ASRN-A
Nombre	Higuerillas-Media Luna

Tabla 8. Vinculación del Proyecto con el Decreto del APFF LMDRB

Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales A	
Descripción del Subzona y Polígono	**Vinculación**
Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales A Cuenta con una superficie de 287 mil 192.145086 hectáreas, constituida por 14 polígonos.	El proyecto es compatible con los usos indicados, ya que con la ejecución de la Estación de Vigilancia se podrá desarrollar infraestructura que atenderá las necesidades de desarrollo y operación del Puerto de Matamoros y principalmente a la población del entorno. Para ello, se acatarán las disposiciones jurídicas correspondientes en materia.
Actividades Permitidas	**Vinculación**
1. Acuacultura con especies permitidas	El proyecto no contempla las actividades de Acuacultura.
2. Actividades agrícolas, siempre y cuando no se aumente la frontera agrícola	El proyecto no contempla actividades agrícolas.

3. Colecta científica de ejemplares de la vida silvestre	El proyecto no contempla las actividades de Colecta Científica de ejemplares de la vida silvestre
4. Colecta científica de recursos biológicos forestales	El proyecto no contempla las actividades de Colecta Científica de recursos biológicos forestales
5. Dragado, exclusivamente para obras de rehabilitación de cuerpos de agua, así como para la construcción de vías de comunicación para embarcaciones	El proyecto no contempla las actividades de Dragado o rehabilitación de cuerpos de agua.
6. Educación ambiental	Al encontrarse dentro de una ANP, el proyecto considera actividades de educación ambiental que la Autoridad establezca como condicionantes ambientales.
7. Establecimiento de UMA	El proyecto no contempla establecimiento de una UMA.
8. Explotación de sal	El proyecto no contempla la explotación de sal.
9. Filmaciones, actividades de fotografía, captura de imágenes o sonidos	El proyecto no considera filmaciones, fotografías o imágenes y sonidos de ninguna naturaleza.
10. Ganadería	El proyecto no contempla ganadería.
11. Instalación y construcción de infraestructura, en los términos previstos en las Reglas 52 y 53	El proyecto, corresponde a la construcción y operación de una Estación de Vigilancia, por lo cual se sujetará a lo dispuesto en las reglas administrativas del ANP.
12. Investigación científica y monitoreo del ambiente	El proyecto no contempla investigación científica o monitoreo del ambiente.
13. Pesca	El proyecto no contempla actividades de pesca.
14. Turismo de bajo impacto ambiental	El proyecto no considera actividades turismo de ninguna naturaleza.
15. Venta de alimentos y artesanías	El proyecto no considera venta de alimentos o artesanías.
Actividades No Permitidas	**Vinculación**
1. Alimentar o hacer ruidos intensos que alteren el comportamiento natural de los ejemplares de la vida silvestre, fuera de las UMA	El proyecto no generará ruidos intensos.
2. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres	El proyecto no alterará o destruirá sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres
3. Aprovechamiento de bancos de material	El proyecto no realizará aprovechamiento de bancos de material.
4. Aprovechamiento forestal, salvo para colecta científica	El proyecto no realizará aprovechamiento forestal ni colecta científica.
5. Arrojar, verter o descargar cualquier tipo de desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante tales como insecticidas, fungicidas y pesticidas entre otros, al suelo y a cuerpos de agua	El proyecto no verterá, arrojará o descargará desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante tales como insecticidas, fungicidas, y pesticidas entre otros, al suelo y a cuerpos de agua.
6. Construir confinamientos de residuos y sustancias peligrosas	El proyecto no construirá confinamientos de residuos y sustancias peligrosas.
7. Dañar, cortar y marcar árboles	El proyecto no dañará, cortará y marcará arbolado.
8. Encender fogatas, y hornillas de cualquier tipo, salvo para cocinar alimentos	El proyecto no requiere ni realizará encendido de fogatas, hornillas de cualquier tipo, salvo los previstos para cocinar alimentos.
9. Interrumpir, desviar, rellenar o desecar flujos hidráulicos o cuerpos naturales de agua, salvo para rehabilitación de cuerpos de agua	El proyecto no interrumpirá, desviará, rellenará o desecará flujos hidráulicos o cuerpos de agua.
10. Modificar las condiciones naturales de los acuíferos, cuencas hidrológicas, cauces naturales de corrientes, manantiales, riberas y vasos existentes, salvo para rehabilitación de cuerpos de agua	El proyecto no modificará acuíferos, cuencas hidrológicas, cauces naturales de corrientes, manantiales, riberas y vasos existentes.
11. Realizar, sin autorización, actividades de dragado o de cualquier naturaleza que generen la suspensión de sedimentos o provoquen áreas fangosas o limosas dentro del área protegida o zonas aledañas	El proyecto no realizará dragados u otra actividad de esta naturaleza.
12. Turismo	El proyecto no considera ni realizará actividades de turismo.
13. Utilizar lámparas o cualquier fuente de luz para aprovechamiento u observación de ejemplares de la vida silvestre, salvo para investigación científica	El proyecto no realizará aprovechamiento u observación de ejemplares de la vida silvestre, salvo para investigación científica, por lo que no requiere lámparas o fuentes de luz destinadas para este fin.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla 9. Vinculación del Proyecto con el Programa de Manejo del APFF LMDRB

Programa de manejo APFF LMDRB	
Reglas administrativas aplicables	**Vinculación**
Regla 1. Las presentes Reglas Administrativas son de observancia general y obligatoria para todas las personas físicas o morales que realicen actividades dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo, ubicada en los municipios de Matamoros, San Fernando y Soto La Marina, en el estado de Tamaulipas, con una superficie de 572 mil 808-60-94.22 hectáreas.	El proyecto se sujetará a las reglas administrativas correspondientes.
Regla 2. La aplicación de las presentes Reglas Administrativas corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias del Ejecutivo Federal de conformidad con el Decreto de creación del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo, su Programa de Manejo y demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables.	El proyecto se sujetará a las reglas administrativas correspondientes.
Regla 47. En los polígonos 9 y 10 de la Subzona de Aprovechamiento Especial A se podrá realizar la construcción de obra pública o privada exclusivamente para la construcción de muelles de apoyo a las actividades turísticas. La instalación y operación de dichas obras se sujetarán a lo previsto en la Regla 53 del presente Programa de Manejo.	El proyecto es una obra civil de beneficio social, por lo cual acata la disposición de esta regla administrativa y se supedita a lo indicado por el Programa de Manejo correspondiente.
Regla 53. La construcción de infraestructura para obra pública o privada podrá incluir vías de comunicación, ductos, accesos o puentes, siempre que: La instalación y operación de la infraestructura a que se refiere la presente Regla o el desarrollo de las actividades que se realicen en la misma no propicien el establecimiento dentro del Área Natural Protegida de nuevos asentamientos humanos ni la fundación de nuevos centros de población, ni la urbanización de las tierras ejidales que no estén consideras en los planes o programas municipales de desarrollo urbano vigentes en el momento de la entrada en vigor de la declaratoria, incluidas las zonas de preservación ecológica de los centros de población, conforme a lo previsto en dicha declaratoria; Las vías de comunicación y demás infraestructura deberán prever en su diseño los pasos de fauna que se requieran en función de las poblaciones presentes en el área en la que se construirán, así como de los factores relativos a la conectividad del ecosistema; El diseño de los puentes y ductos considerará la conectividad y flujos hidrológicos del área o la hidrodinámica de los cuerpos lagunares para definir sus dimensiones y materiales a emplear en su construcción; En todas las obras de infraestructura a que se refiere la presente Regla: d.1) No se deberán modificar las condiciones naturales de los acuíferos, las cuencas hidrológicas, los cauces naturales de corrientes, los manantiales, las riberas y los vasos existentes, salvo que sea necesario para el cumplimiento del objeto del Decreto y la realización de obras de protección civil; d.2) No se permitirá el dragado, el relleno o la desecación de zonas inundables, salvo en los casos previstos en el presente Programa; d.3) En aquellos casos en que el dragado, el relleno o la desecación estén permitidos en el Área Natural Protegida, los responsables de su realización deberán aplicar todas las medidas necesarias para evitar áreas fangosas o limosas o la suspensión de sedimentos; d.4) No deberá obstaculizarse o interrumpirse la captación natural de agua o su infiltración al suelo, y Contar previamente con la autorización en materia de impacto ambiental.	El proyecto acata las disposiciones de esta regla administrativa y: No propicia nuevos asentamientos humanos ni urbanizaciones nuevas; No considera vías de comunicación; No considera puentes o ductos. Acatará las disposiciones para infraestructura correspondiente, ya que no modifica las condiciones de ninguno de los componentes ambientales citados, no considera el dragado, relleno o desecación de ninguna área, a su vez no obstaculiza o interrumpe ningún tipo de captación de agua o infiltración al suelo. El proyecto gestionará mediante esta MIA-P, la autorización en materia de impacto ambiental.

VERSIÓN PÚBLICA

III.5 Otros instrumentos existentes

III.5.1. Areas de Interés para la Conservación de las Aves (AICA)

En lo que respecta a la regionalización, el Proyecto de la Estación de Vigilancia, se encuentra ubicado en el AICA N° 67 denominada Laguna Madre, el cual, la CONABIO establece las siguientes características:

Tabla 10. Vinculación del Proyecto con AICA

Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) N° 67 – Laguna Madre			
Superficie del AICA	***N° de Especies***	***Categoría***	***Justificación***
526848.4 hectáreas	276	(1999) G-4-C (Birdlife 2007) A1, A4i	La justificación del AICA N° 67 indica que la Laguna Madre es una extensa área que forma parte del corredor migratorio del este de México, donde confluyen las rutas migratorias del Mississippi y centro de Norte América. En ella inverna alrededor del 40% de las aves censadas en la costa este. El número de anátidos censados a partir de 1970 se estima en más de un millón de aves. Invernación del pato cabeza roja (*Aythya americana*), falta conocer más de la riqueza de aves de la zona, albergue de especies terrestres bajo algún estatus de protección. Incluir 2km de zona de amortiguamiento es importante para otras especies. Inverna el Halcón Peregrino. Incluye una gran cantidad de islas que sirven para la anidación de diversas especies de aves zancudas. Área importante para *Egretta rufescens, Charadrius melodus* y *Charadrius montanus*.

Es importante señalar que el proyecto, por su naturaleza no impacto en la funcionalidad del AICA, toda vez que no afecta el corredor migratorio u otras áreas de naturaleza relevante dentro de las rutas migratorias y de conservación de la avifauna.

La ubicación del proyecto dentro del AICA 67 (Laguna Madre), se detalla en la figura siguiente:

VERSION PUBLICA

Figura 4. Ubicación del proyecto dentro del AICA 67 Laguna Madre



VERSION PUBLICA

III.5.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias

El proyecto no se localiza dentro de ninguna Región Hidrológica Prioritaria o RHP por sus siglas.

III.5.3. Regiones Terrestres Prioritarias

El proyecto se ubica en la Región Terrestre Prioritaria (RTP) N° 83 denominada Laguna Madre.

Para esta RTP, se identifica una problemática ambiental definida por la conexión del canal intracostero a través de la zona con el canal de Texas como parte del proyecto megaturístico propuesto, la desecación y destrucción de la vegetación, la contaminación del río Bravo y su azolve, los asentamientos irregulares en los islotes, el uso de artes de pesca primitivas muy dañinas y la ganadería extensiva, además, la apertura de bocas permanentes por parte de la Subsecretaría de Pesca dependiente de la SEMARNAT, así como la retención de agua dulce en las presas, lo cual ocasiona la pérdida del carácter estuarino de la región. Existen problemas de contaminación en el uso de plaguicidas y salinización por fertilizantes.

El proyecto, no incide ni contribuye dentro de la problemática ambiental de esta RTP, por lo cual es congruente con su ejecución.

Figura 5. Ubicación del proyecto dentro de la RTP-83 Laguna Madre



VERSION PUBLICA

III.5.4. Región Marina Prioritaria

El proyecto se localiza al interior de la RMP (Región Marina Prioritaria) N° 44 denominada Laguna Madre.

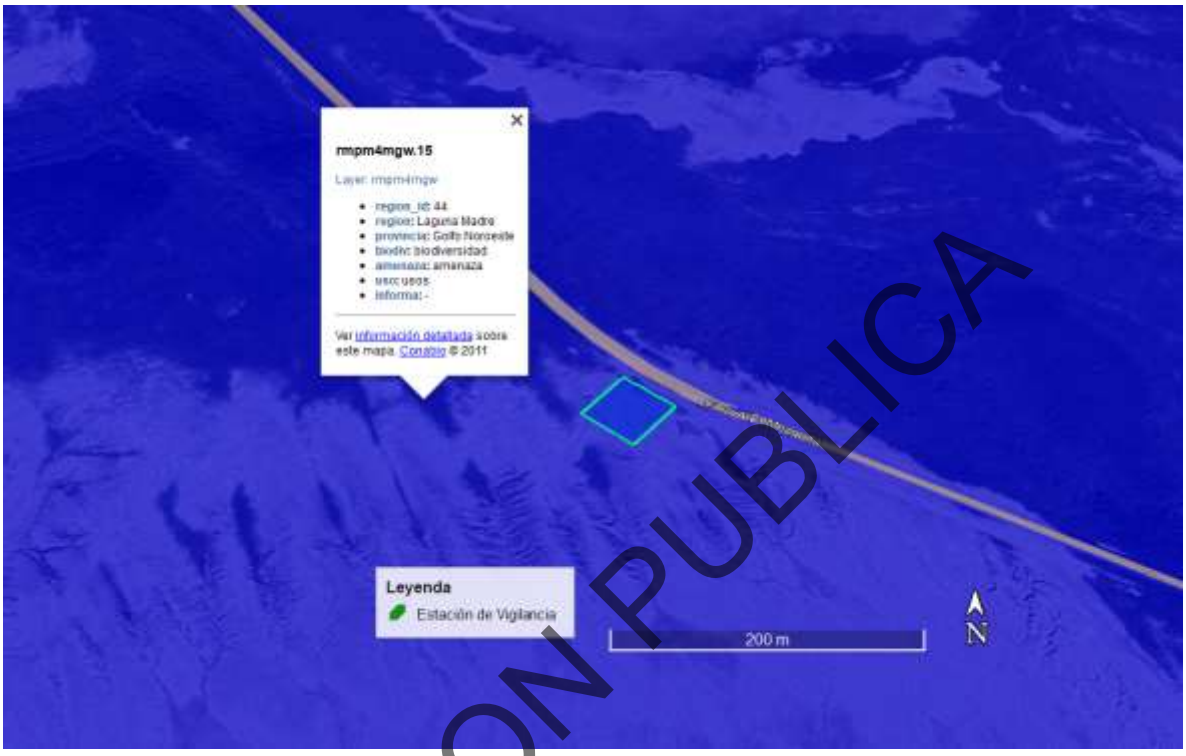
Tabla 11. Vinculación del proyecto con la RMP 44 – Laguna Madre

Clave de Región Marina Prioritaria (RMP)	Región Marina Prioritaria	Provincia	Biodiversidad
44	Laguna Madre	Golfo Noroeste	Biodiversidad

La problemática ambiental identificada para esta RMP N° 44, corresponde a: a) Modificación del entorno: por dragado de canales. Alta desforestación. Efectos a distancia por la presencia de presas (salinización) y desvío de aguas que ocasiona la pérdida de la condición de mezcla. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras; b) Contaminación: contaminación por petróleo, fertilizantes y basura (impacto para la zona de anidación de tortugas y de alimentación de aves); c) Uso de recursos: sobreexplotación pesquera (sobre todo de camarón y jaiba); d) Especies introducidas de camarón del Pacífico; e) Problemática: existen problemas fronterizos por el canal intercostero de Brownsville, E.U.

El proyecto, no incide ni contribuye dentro de la problemática ambiental de esta RMP, por lo cual es congruente con su ejecución.

Figura 6. Ubicación del proyecto dentro de la RMP-44 Laguna Madre



VERSION PUBLICA

III.6. Normas Oficiales Mexicanas

En esta sección se hace mención sobre las normas oficiales mexicanas que tienen vinculación directa en materia ambiental con las diferentes etapas de ejecución del Proyecto de la Estación de Vigilancia.

De acuerdo con el artículo 3, fracción XI de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.

Conforme al artículo 37-bis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), las NOM en materia ambiental son de naturaleza obligatoria en el territorio nacional. Existen diferentes NOM que regulan el ordenamiento ecológico, descarga de aguas residuales, áreas naturales protegidas, emisiones a la atmósfera, manejo y transporte de materiales, manejo de recursos naturales, emisiones de ruido, etc., así como las que emanan de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento, que se refieren a las obligaciones relativas al manejo y disposición de los residuos peligrosos y especiales por parte del generador.

Se ha considerado que el Proyecto de la Estación de Vigilancia cumplirá con la normatividad ambiental aplicable a este tipo de proyectos en cada una de sus etapas (diseño, preparación del sitio, construcción y operación), con la finalidad de prevenir, minimizar y controlar cualquier afectación potencial al ambiente. Para reforzar el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, se desarrollarán planes, programas y procedimientos que permitan desarrollar una política y cultura de protección ambiental.

A continuación, se presenta una relación de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables en materia ambiental que tienen vinculación directa con el Proyecto de la Estación de Vigilancia en sus diferentes etapas de ejecución.

Tabla 12. Vinculación del proyecto con las NOM en materia de emisiones a la atmósfera de fuentes fijas y móviles.

Norma Oficial Mexicana	Etapa del Proyecto	Vinculación con el Proyecto
NOM-041-SEMARNAT-2006 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.	Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	En las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto, se realizará el mantenimiento de la maquinaria y equipo que no están sujetos a programas de verificación vehicular. En todas las etapas del proyecto, los vehículos automotores que utilicen gasolina, diésel u otros combustibles alternos, deberán cumplir con los procedimientos establecidos en el Programa de Verificación Vehicular Obligatoria, a nivel federal o estatal, según corresponda.
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.		
NOM-050-SEMARNAT-1993 Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.		
NOM-077-SEMARNAT-1995		

VERSIÓN PÚBLICA

Norma Oficial Mexicana	Etapa del Proyecto	Vinculación con el Proyecto
Que establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible.		

Tabla 13. Vinculación del proyecto con NOM en materia de ruido.

Norma Oficial Mexicana	Etapa del Proyecto	Vinculación con el Proyecto
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.	Preparación del sitio y construcción	Se realizará el mantenimiento periódico de maquinaria y equipo utilizado en el Proyecto, para la disminución de los niveles de ruido ocasionados por la operación.
NOM-081-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Operación	En la etapa de operación, se deberán realizar mediciones en la periferia de la Terminal, para verificar el grado de cumplimiento de los límites máximos permisibles de ruido establecidos en esta NOM: • 68 dB (A) para un horario de 6:00 a 22:00 horas. • 65 dB (A) para un horario de 22:00 a 6:00 horas.

Tabla 14. Vinculación del proyecto con NOM en materia de aguas residuales.

Norma Oficial Mexicana	Etapa del Proyecto	Vinculación con el Proyecto
NOM-001-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales	Preparación del sitio y construcción	En la etapa de preparación del sitio y construcción del Proyecto, se procederá a instalar letrinas portátiles, a razón de 1 por cada 20 trabajadores en los frentes de obra, cuyos residuos serán manejados por una empresa especializada en la materia, que deberá acatar las disposiciones establecidas en estas NOM. En esta etapa se aprovechará en lo posible la infraestructura disponible en la zona para servicios sanitarios.
NOM-002-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.		

Tabla 15. Vinculación del proyecto con NOM en materia de suelo.

Norma Oficial Mexicana	Etapa del Proyecto	Vinculación con el Proyecto
NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	Estas NOM son aplicables al Proyecto solamente en caso de un incidente o de un derrame accidental en suelo de alguna sustancia, material o residuo considerado peligroso. En tal caso, se deberán realizar las acciones necesarias para la remediación del suelo contaminado.
NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio.		

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla 16. Vinculación del proyecto con NOMS en materia de residuos.

Norma Oficial Mexicana	Etapa del Proyecto	Vinculación con el Proyecto
NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	Se establecerán los procedimientos adecuados para el control, manejo almacenamiento temporal y disposición de los residuos peligrosos, no peligrosos y de manejo especial generados en las diversas etapas del Proyecto. En la etapa de construcción se considera el almacenamiento temporal de residuos peligrosos, a fin de cumplir con las disposiciones establecidas en las NOM 052 y 054. En todas las etapas del proyecto, se considerará la contratación de una empresa especializada en el manejo integral de los residuos generados, dando cumplimiento a las disposiciones establecidas en la legislación aplicable en la materia.
NOM-054-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052.		
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.	Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	Se deberán acatar los lineamientos para los planes de manejo de los residuos de manejo especial en la etapa de preparación del sitio y construcción. Para la etapa de operación y mantenimiento, se deberán considerar los lineamientos marcados en esta NOM.

Tabla 17. Vinculación del proyecto con NOM en materia de protección ambiental.

Norma Oficial Mexicana	Etapa del Proyecto	Vinculación con el Proyecto
NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo.	Preparación del sitio, construcción y operación	El Proyecto de la Estación de Vigilancia incluye medidas preventivas como las siguientes: • Rescate y Reubicación de flora que incluye actividades de reforestación • Rescate y Reubicación de Fauna silvestre Se hará especial énfasis principalmente en aquellas especies que se encuentren listadas en esta NOM.

VERSIÓN PÚBLICA

III.7. Leyes y Reglamentos

III.7.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es la ley fundamental del Estado Mexicano. En ella se establecen los derechos y obligaciones esenciales de los ciudadanos y los gobernantes, se trata de la norma jurídica suprema y ninguna otra ley, precepto legal o disposición pueden contravenir lo que en ella expresa.

Los artículos que inciden de manera general en y durante la ejecución del proyecto son:

> *Artículo 25.- Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que este sea integral y sustentable, que fortalezca la soberanía de la nación y su régimen democrático y que, mediante el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege. (…)*
>
> *El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará a cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga la Constitución. (…)*
>
> *Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente. (…)*
>
> *Artículo 26.- El Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación.*
>
> *La ley facultara al ejecutivo para que establezca los procedimientos de participación y consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del Plan y los Programas de Desarrollo. (…)*

En materia ambiental, el artículo 27 establece que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de dictar las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

> *Artículo 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 pública, 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 dictaran 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 y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; (…) y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad. (…)*

Vinculación:

El proyecto se ajusta a las disposiciones emanadas de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en tanto que a través de la presentación de este documento se coadyuva con la planeación y regulación de actividades, así como en la prevención, vigilancia, control y protección de los residentes del Estado frente a cualquier acción criminal que pueda poner en riesgo su integridad o amenazar el goce de sus derechos y libertades; sumado a lo anterior, el proyecto propone la ejecución de medidas tendientes a la preservación y mantenimiento del equilibrio ecológico, así como el impacto positivo en el conjunto de las actividades del Puerto de Matamoros en una zona portuaria con alto desarrollo, así como la seguridad de tránsito de la Carretera Estatal que va de Matamoros a Higuerillas.

VERSIÓN PÚBLICA

III.7.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

Dentro de los denominados Instrumentos de la Política Ecológica del Estado Mexicano, tenemos la Evaluación del Impacto Ambiental de las obras, proyectos y actividades públicas o privadas que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones establecidos en los ordenamientos respectivos y en las normas oficiales mexicanas en materia ambiental. Asimismo, esta ley define las políticas ecológicas, las competencias de las entidades y la necesaria coordinación con la federación.

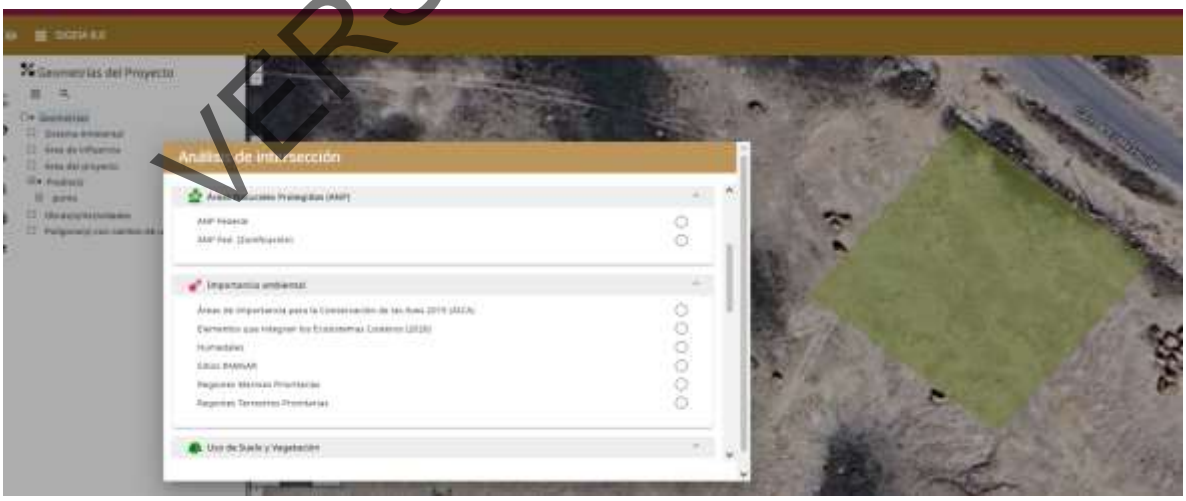
La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (RLGEEPAMEIA) es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

Se tiene que el proyecto, según el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la SEMARNAT:

- Se ubica dentro de un ecosistema costero
- Se ubica dentro de un ANP Federal
- Corresponde a Obra Civil
- Será infraestructura urbana e instalaciones de servicios a la población.

Figura 7. Resultados del SIGEIA respecto al proyecto



De acuerdo con lo anterior, así como con la naturaleza y alcances del proyecto, así como las características de los ecosistemas presentes en la región en donde habrá de ejecutarse el proyecto, se enmarca en lo previsto por los artículos 5, fracción X, 28, fracciones X y XI, LGEEPA, así como

VERSIÓN PÚBLICA

los artículos 5, incisos R) y S) del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Lo anterior debido a que, la LGEEPA en su artículo 28 fracciones X y XI, establece:

> *LGEEPA.*
>
> *"ARTÍCULO 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:*
> *…*
>
> *IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros.*
>
> *X.- Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. En el caso de actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias se estará a lo dispuesto por la fracción XII de este artículo;*
>
> *XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;"*

Asimismo, el proyecto se ajusta a lo dispuesto en el artículo 5 fracciones Q), R) y S) del RLGEEPAMEIA, conforme lo siguiente:

> ***RLGEEPAMEIA.***
>
> ***"Artículo 5o.-*** Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:
>
> ***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, i**nfraestructura** turística o **urbana**, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros, con excepción de:*
>
> ***a)** Las que tengan como propósito la protección, embellecimiento y ornato, mediante la utilización de especies nativas;*
>
> ***b)** Las actividades recreativas cuando no requieran de algún tipo de obra civil, y*
>
> ***c)** La construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en los ecosistemas costeros.*
>
> ***R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES:***
>
> ***I. Cualquier tipo de obra civil**, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, y*
>
> ***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.*
>
> ***S) OBRAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS:***
>
> ***Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación**, con excepción de:*

VERSIÓN PÚBLICA

a) *Las actividades de autoconsumo y uso doméstico, así como las obras que no requieran autorización en materia de impacto ambiental en los términos del presente artículo, siempre que se lleven a cabo por las comunidades asentadas en el área y de conformidad con lo dispuesto en el reglamento, el decreto y el programa de manejo respectivos;*

b) *Las que sean indispensables para la conservación, el mantenimiento y la vigilancia de las áreas naturales protegidas, de conformidad con la normatividad correspondiente;*

c) *Las obras de infraestructura urbana y desarrollo habitacional en las zonas urbanizadas que se encuentren dentro de áreas naturales protegidas, siempre que no rebasen los límites urbanos establecidos en los Planes de Desarrollo Urbano respectivos y no se encuentren prohibidos por las disposiciones jurídicas aplicables, y*

d) *Construcciones para casa habitación en terrenos agrícolas, ganaderos o dentro de los límites de los centros de población existentes, cuando se ubiquen en comunidades rurales."*

En cuanto al contenido de la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular, se establece en el mismo RLGEEPAMEIA, en su artículo 12, lo siguiente:

RLGEEPAMEIA.

"Artículo 12.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:

I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;

II. Descripción del proyecto;

III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;

IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;

VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;

VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y

VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores."

Vinculación:

Por lo anterior, el proyecto se vincula con estos instrumentos, toda vez que, gestionará la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental, mediante la presentación de la MIA-P, considerando la estructura referida en el RLGEEPAMEIA.

VERSION PUBLICA

III.7.3. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Esta ley tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar 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.

Vinculación:
De lo anterior, se tiene que el proyecto se vincula a esta disposición normativa, dado que el proyecto de Estación de Vigilancia generará residuos por la ejecución de la obra civil, así como la propia operación de la misma, derivados de labores de mantenimiento, y evidentemente residuos sólidos urbanos derivados de la simple presencia de personal.

La ley en la materia establece como se observa en los artículos listados, diversas obligaciones y condiciones de manejo para cada uno de los residuales, en principio su clasificación.

Como parte de las medidas de control y mitigación de impactos el presente estudio, establece condiciones de manejo de los residuales, condiciones que están apegadas a la legislación y que tienen como finalidad asegurar el cumplimiento de la normatividad, pero sobre todo mitigar los impactos que puedan derivarse de un mal manejo de los residuales.

En la operación del proyecto, se capacitará al personal para que el mismo cuente con las capacidades necesarias para diferencias los residuales, de forma tal que cada uno de ellos se deposite en los contenedores o áreas que correspondan.

Cada tipo de residual tendrá destinados contenedores o espacios propios en zonas adecuadas para su mejor resguardo, posteriormente se dará destino final a los mismos, para la cual se atenderá lo dictado por la Ley, ejemplo de esto será la contratación de una empresa autorizada para el transporte y destino final de los Residuos Peligrosos.

Dentro de la capacitación que se proporcionara al personal, se les hará saber sobre las posibles sanciones a que la empresa puede hacerse acreedora por faltas a la legislación de forma tal que sean conscientes de los alcances de errores u omisiones en el manejo de los residuos.

El proyecto y sus responsables realizaran su registro como generador ante la autoridad correspondiente, ello debido a que aun y cuando se puede clasificar como micro generador y en esos casos la ley prevé que dicho registro se realice ante el Estado o los Ayuntamientos, además de garantizar el manejo integral de los residuos correspondientes.

VERSIÓN PÚBLICA

III.7.4. Ley General de Vida Silvestre

Esta Ley es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales, el artículo 5° de la propia ley, indica que en materia de vida silvestre y su habitad, el objetivo de la política pública es la conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país.

Vinculación:
En la zona de desarrollo del proyecto no se identificaron mediante muestreos algunas especies en algún estatus de protección, (NOM-059-SEMARNAT-2010), sin embargo por su ubicación dentro del ANP APFFLMDRB, la obra civil será ejecutada considerando revisiones a efecto de identificar la presencia de nidos, madrigueras, etc, que en caso de detectarse se implementara un programa de rescate y reubicación de especies bióticas, dicho programa ira aparejado de la comunicación con las autoridades competentes a efecto de que se determine el adecuado manejo de las mismas.

VERSION PUBLICA

III.8. Planes y Programas de Desarrollo

III.8.1. Programa Nacional de Desarrollo 2025 -2030

Este plan es el resultado de un amplio ejercicio democrático que permitirá orientar las políticas y programas del Gobierno de la República durante los próximos años. Permite convertir las mejores ideas y propósitos de los ciudadanos en realidades concretas que potencialicen las actividades a desarrollarse en el país, permitiendo un crecimiento en todos los sectores. El presente proyecto se incluye dentro de la visión generalista de desarrollo social y bienestar comunitario en favor del pueblo de México.

Vinculación:
De acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025-2030 (publicado el 15 de abril de 2025), la construcción y operación de una estación de vigilancia se justifica técnica y socialmente al alinearse con la visión de consolidar la paz, garantizar la justicia social y emplear herramientas tecnológicas para el bienestar público.

La vinculación se argumenta a través de los siguientes ejes rectores del PND:
Vinculación con los Ejes del PND 2025-2030
Eje General 1: Gobernanza con justicia y participación ciudadana
Alineación: Este es el pilar central de la estrategia de seguridad y pacificación del país. Su objetivo es fortalecer la legalidad, la seguridad ciudadana y consolidar un gobierno que garantice entornos libres de violencia.
Cómo se vincula: La estación de vigilancia actúa como infraestructura de proximidad. Facilita la presencia disuasiva de las autoridades en zonas estratégicas, permite una respuesta operativa más rápida ante emergencias y fomenta la cercanía de las fuerzas del orden con la población local.

Eje Transversal 1: Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres
Alineación: El Plan establece objetivos específicos (como el Objetivo T1.5) orientados a brindar una respuesta inmediata y la máxima protección del Estado para erradicar las violencias contra las mujeres.
Cómo se vincula: Al instalarse en espacios públicos, la estación funciona como una "zona segura" de resguardo temporal y un primer punto de contacto y auxilio inmediato para mujeres, niñas y adolescentes en situación de acoso o peligro, garantizando su derecho a un tránsito libre y seguro.

Eje Transversal 2: Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional
Alineación: Este eje promueve la modernización y el uso del desarrollo tecnológico aplicado a los servicios del Estado para mejorar la vida de los ciudadanos.
Cómo se vincula: Una estación de vigilancia moderna opera como un nodo tecnológico. Su integración con cámaras de videovigilancia, botones de pánico, radiocomunicación y conexión a los centros de mando (C4 o C5) materializa el uso de la tecnología para optimizar los recursos policiales y monitorear el entorno en tiempo real.

Beneficios Directos para la Seguridad de la Población
La materialización de esta infraestructura se traduce en los siguientes beneficios tangibles para la comunidad que abarca su radio de acción:

- Reducción de la incidencia delictiva: El efecto disuasivo de la infraestructura física visible e iluminada reduce significativamente los delitos de oportunidad, como el robo a transeúnte, robo de vehículos y el vandalismo.
- Optimización de tiempos de respuesta: Al tener elementos y unidades desplegadas directamente en la zona de influencia de la estación, el tiempo de reacción ante una llamada al 911 disminuye drásticamente en comparación con el envío de unidades desde comandancias centrales.

VERSIÓN PÚBLICA

- Recuperación del tejido social: La mejora en la percepción de seguridad (conocido como efecto "halo") permite que las familias vuelvan a apropiarse de los espacios públicos aledaños, como parques, plazas o calles comerciales, fomentando la cohesión comunitaria.
- Atención integral de emergencias: Además de las funciones preventivas y reactivas de seguridad pública, estas estaciones suelen fungir como base para primeros respondientes en casos de accidentes de tránsito, emergencias médicas menores o labores de protección civil.

VERSION PUBLICA

III.8.2. Programa Estatal de Desarrollo 2023 -2028

El Plan Estatal de Desarrollo (PED) es el instrumento rector de políticas públicas mismos que integran entre otros objetivos, estrategias y líneas de acción para encaminar y unir esfuerzos en todos los niveles gubernamentales para la atención de las prioridades de desarrollo estatal.

Vinculación:
Respecto a este instrumento, el proyecto se vincula debidamente, considerando que la seguridad pública se concibe desde una perspectiva de construcción de paz, inteligencia operativa y proximidad ciudadana. En este marco, la instalación y operación de una estación de vigilancia (como las Estaciones Seguras en carreteras o centros de monitoreo) se vincula a la prevención del delito y al beneficio de la población a través de cuatro mecanismos principales:

1. Disuasión y Control Territorial
Las estaciones de vigilancia descentralizan la presencia de la Guardia Estatal y otras fuerzas de seguridad. Al estar ubicadas estratégicamente en accesos a municipios, tramos carreteros de alto flujo o zonas de atención prioritaria, generan un efecto disuasorio inmediato. La visibilidad permanente de las autoridades y la infraestructura de monitoreo elevan el riesgo para los infractores, previniendo delitos patrimoniales y de alto impacto.

2. Inteligencia Tecnológica Integrada
Conforme a las metas de modernización del PED, estas estaciones no operan como módulos aislados, sino que son nodos de información conectados a los Centros de Comando, Control, Comunicaciones y Cómputo (C4 y C5).

- Vigilancia ininterrumpida: Las cámaras de videovigilancia permiten el monitoreo en tiempo real de zonas estratégicas.
- Análisis preventivo: Integran tecnologías como lectores de placas y reconocimiento analítico que alimentan las bases de datos de seguridad, permitiendo anticipar riesgos, trazar mapas de calor delictivo y rastrear vehículos con reporte de robo.

3. Reducción en los Tiempos de Respuesta
Una de las prioridades de la estrategia estatal es la atención oportuna a la ciudadanía. Las estaciones funcionan como bases operativas avanzadas para el despliegue rápido. Ante una emergencia reportada al 911, las unidades (seguridad pública, Protección Civil o asistencia médica) parten desde la estación más cercana al incidente, reduciendo drásticamente los minutos de traslado frente a emergencias o delitos en curso.

4. Proximidad Social y Auxilio Directo
El PED 2023-2028 hace un fuerte énfasis en recuperar la confianza ciudadana mediante un enfoque humanista. Las estaciones de vigilancia están diseñadas para funcionar también como puntos de auxilio integral donde la población puede acudir para:

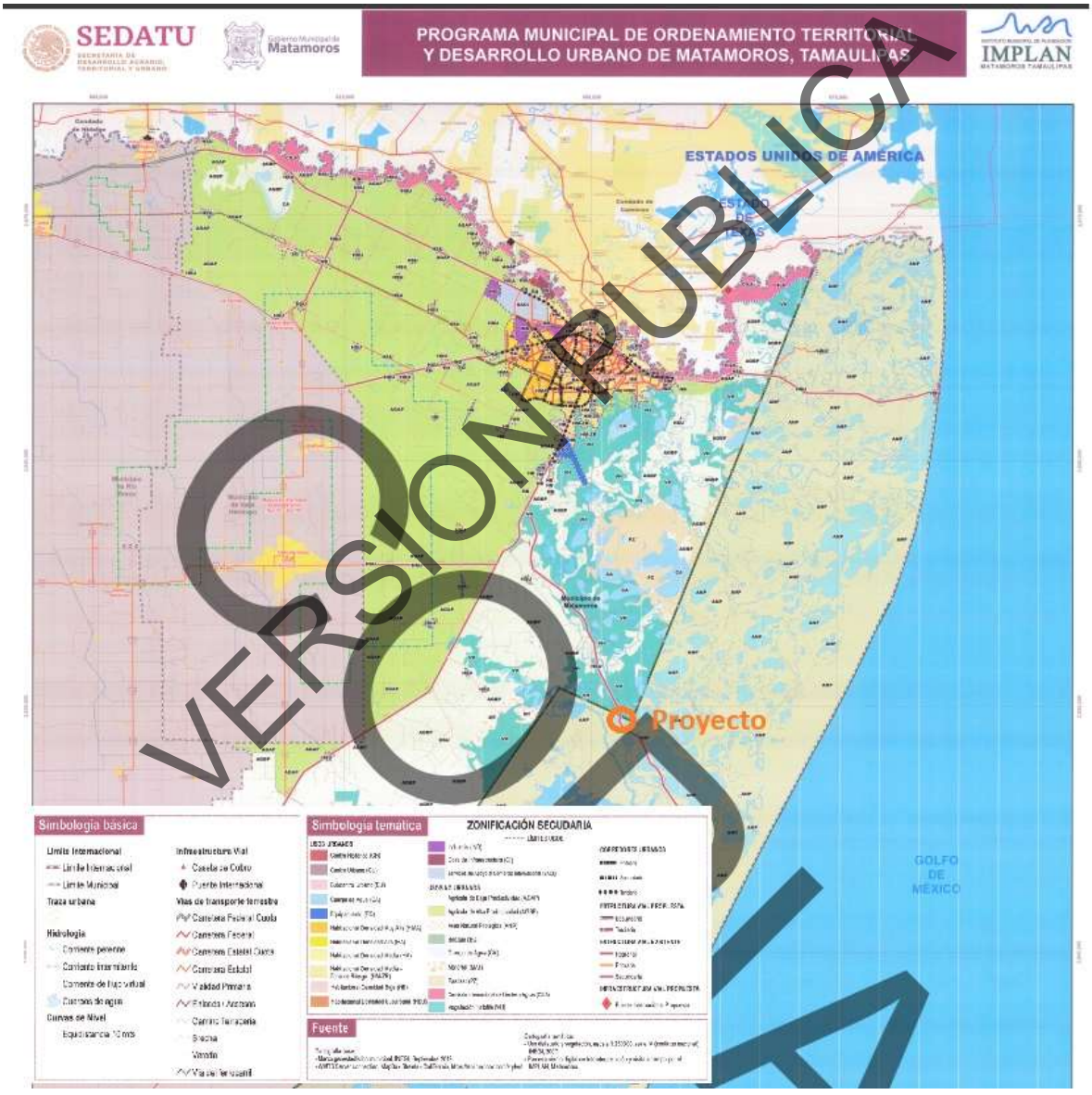
- Recibir asistencia ante fallas mecánicas o accidentes.
- Buscar refugio o realizar denuncias inmediatas ante situaciones de riesgo.
- Obtener orientación e información, lo que fortalece la percepción de seguridad de las familias y de quienes transitan por el estado.

VERSIÓN PÚBLICA

III.8.3. Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Matamoros, Tamaulipas

La actualización del Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Matamoros, Tamaulipas, publicado en el Periódico Oficial del estado de Tamaulipas, el pasado 04 de marzo de 2021, reconoce que el área corresponde a una zona de conservación, como parte del APFFLMDRB.

Figura 8. Ubicación del proyecto dentro del Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Matamoros, Tamaulipas[1]



VERSIÓN PÚBLICA

Por lo anterior, dicho instrumento establece en la caracterización de uso, como Área Natural Protegida, estableciendo que la encargada de su manejo es la Secretaría de Medio Ambiente y

[1] Fuente: https://tamaulipas.gob.mx/seduma/wp-content/uploads/sites/8/2025/12/e-02a-zonificacion-secundaria-area-municpal.pdf

Recursos Naturales será la encargada de conservar, manejar y administrar los ecosistemas del área y sus elementos, así como de supervisar las labores de conservación, protección y vigilancia del área de protección de flora y fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo. Asimismo, esta secretaría podrá suscribir acuerdos con el estado de Tamaulipas, y en sus respectivos ámbitos territoriales a los municipios de Matamoros, San Fernando y Soto La Marina; además de formular el programa de manejo del área de protección de flora y fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo, dando la participación que corresponda a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, de conformidad con lo establecido en el presente Decreto y con sujeción a las disposiciones jurídicas aplicables.

Por lo anterior, señala que el proyecto, se sujeta a la compatibilidad establecida en el programa de manejo correspondiente, así como a las autorizaciones que deba gestionar con la autoridad federal correspondiente.

El área donde se ubica el Proyecto de la Estación de Vigilancia se ubica dentro de las actividades permitidas conforme el Programa de Manejo, por lo cual es compatible con el desarrollo del proyecto.

VERSION PUBLICA

Contenido

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN. 6
IV.1. Delimitación y justificación del sistema ambiental (SA) donde se pretende establecerse el proyecto 6
IV.1.1. Área de influencia 6
IV.1.2. Sistema Ambiental 9
Descripción de la delimitación 9
IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental 12
IV.2.1. Medio abiótico 12
a) Clima 12
Subtipos climáticos predominantes 12
Estación climatológica Matamoros (28131) 16
Estación climatológica Francisco González Villarreal (28048) 17
Estación climatológica Palo Solo (28188) 18
Fenómenos climatológicos (nortes, tormentas tropicales y huracanes, entre otros) 20
b) Geología y Geomorfología 24
Geología 24
Sistema Ambiental (SA) 25
Geomorfología 28
Sistema Ambiental (SA) 28
Llanura Costera del Golfo Norte 31
Presencia de fallas y fracturamientos 31
Susceptibilidad de la zona 31
Sismicidad 31
Deslizamiento y derrumbes 32
Posible actividad volcánica 33
c) Suelos 34
Edafología 34
Sistema Ambiental (SA) 37
d) Hidrología 38
Geohidrología 38
Acuíferos 38
Acuífero Bajo Río Bravo (Clave 2801) 38
Acuífero Méndez–San Fernando (Clave 2802) 39
Hidrología superficial 42
Cuencas hidrológicas 43
Subcuencas hidrológicas 46
Oceanografía 66
Mareas 66
Corrientes marinas y lagunares 66
IV.2.2. Medio biótico 67
a) Vegetación 67
Determinación del tipo de vegetación 71
Muestreo en campo 71
Tipo de vegetación 76
Curvas de acumulación o de rarefacción de especies 79
Sitios de muestreo 88
Índices de biodiversidad 91
b) Fauna 109
Distribución potencial 110

VERSION PUBLICA

Métodos de muestreo 111
Especies protegidas 114
Estacionalidad o Permanencia Estacional (PE) 115
Endemismo 115
Índices de diversidad 116
Curvas de acumulación 118
RESULTADOS 119
Distribución potencial 119
Métodos de muestreo 125
Sistema Ambiental (SA) 125
Especies protegidas 126
Sistema Ambiental (SA) 126
Estacionalidad 127
Sistema Ambiental (SA) 127
Endemismo 128
Sistema Ambiental (SA) 128
Índices de diversidad 129
 Anfibios 129
Sistema Ambiental (SA) 129
 Aves 130
Sistema Ambiental (SA) 130
 Mamíferos 131
Sistema Ambiental (SA) 131
 Reptiles 131
Sistema Ambiental (SA) 131
Curvas de acumulación 132
Sistema Ambiental (SA) 132
Sistema Ambiental (SA) 133
Sistema Ambiental (SA) 134
Sistema Ambiental (SA) 135
Esfuerzo de muestreo estimado con tipos de vegetación 136
Sistema Ambiental (SA) 136
Sistema Ambiental (SA) 137
Sistema Ambiental (SA) 138
Sistema Ambiental (SA) 139
Ecosistemas 140
Ecosistemas ambientalmente sensibles 142
IV.2.3. Medio socioeconómico 144
Población 144
Población indígena 145
Población afrodescendiente 145
Inmigración 146
Calidad de vivienda 146
Población económicamente activa 147
Escolaridad 148
Marginación 149
IV.2.4. Paisaje 150
IV.3. Diagnostico ambiental 155

Índice de figuras

Figura 1. Vista lateral del área de ubicación del AP. 7
Figura 2. Área de Influencia 8
Figura 3. Delimitación del Sistema Ambiental. 11
Figura 4. Unidades de clima presentes en el AP 13

VERSION PUBLICA

Figura 5. Unidades de clima presentes en el SA 15
Figura 6. Climograma representativo de la estación “Matamoros” 17
Figura 7. Climograma representativo de la estación “Francisco González Villarreal” 18
Figura 8. Climograma representativo de la estación “Palo Solo” 19
Figura 9. Zonas de riesgo hidrometeorológico, para la zona de estudio 21
Figura 10. Huracanes que han impactado cerca del AP y su velocidad (km/h) 22
Figura 11. Trayectoria de los huracanes que han impactado cerca del AP 23
Figura 12. Provincias geológicas de México 25
Figura 13. Geología del sistema ambiental. 27
Figura 14. Litología presente en el SA. 28
Figura 15. Provincias fisiográficas del sistema ambiental 29
Figura 16. Subprovincias fisiográficas del sistema ambiental 30
Figura 17. Regionalización sísmica de la república mexicana 32
Figura 18. Mapa de la susceptibilidad a deslizamientos y derrumbes en México. 33
Figura 19. Regionalización de las zonas sísmicas y principales volcanes en la república mexicana 33
Figura 20. Porcentaje de presencia de las unidades de suelos en el sistema ambiental. 35
Figura 21. Unidades de suelo del sistema ambiental. 36
Figura 22. Acuíferos del sistema ambiental. 41
Figura 23. Regiones hidrológico-administrativas. México. 2002 42
Figura 24. Cuencas hidrológicas presentes en el sistema ambiental. 45
Figura 25. Subcuencas hidrológicas presentes en el sistema ambiental. 47
Figura 26. Usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el SA. 68
Figura 27. Usos de suelo y/o tipos de vegetación presentes en el AP. 70
Figura 28.Descripción para la delimitación de los sitios de muestreo. 71
Figura 29.Alturas y diámetros por especie de Matorral Espinoso Tamaulipeco del SA. 76
Figura 30.Alturas y diámetros por especie de Vegetación de Dunas Costeras del SA. 78
Figura 31.Alturas y diámetros por especie de Vegetación de Dunas Costeras del SA. 79
Figura 32. Curva de acumulación resultante de los estimadores no paramétricos para el Matorral Espinoso Tamaulipeco del SA 84
Figura 33. Curva de acumulación resultante de los estimadores no paramétricos para la vegetación de dunas costeras del SA. 86
Figura 34. Curva de acumulación resultante de los estimadores no paramétricos para la vegetación halófila hidrófila del SA. 88
Figura 35. Ubicación de los sitios de muestreo en el SA 90
Figura 36. Muestreo realizado en SA 108
Figura 37. Muestreo realizado en AP 109
Figura 38. Estacionalidad de especies de aves con distribución potencial en el SA 122
Figura 39. Estacionalidad de especies de aves registradas en el SA 128
Figura 40. Curva de acumulación de especies de anfibios, a través del método de monitoreo como medida del esfuerzo de muestreo 133
Figura 41. Curva de acumulación de especies de aves, a través del método de monitoreo como medida del esfuerzo de muestreo 134
Figura 42. Curva de acumulación de especies de mamíferos, a través del método de monitoreo como medida del esfuerzo de muestreo 135
Figura 43. Curva de acumulación de especies de reptiles con el número de monitoreos como medida del esfuerzo de muestreo 136
Figura 44. Curva de acumulación de especies de anfibios con tipos de vegetación 137
Figura 45. Curva de acumulación de especies de aves con tipos de vegetación como medida del esfuerzo de muestreo 138
Figura 46. Curva de acumulación de especies de mamíferos con tipos de vegetación como medida del esfuerzo de muestreo 139
Figura 47. Curva de acumulación de especies de reptiles con tipos de vegetación como medida del esfuerzo de muestreo 140
Figura 48. Principales lenguas indígenas habladas en Matamoros 145
Figura 49. Porcentaje de viviendas que disponen de (n) cuartos 146

VERSIÓN PÚBLICA

Índice de tablas

Tabla 1. Unidad de clima presentes en el SA. 12
Tabla 2. Temperatura media anual. 14
Tabla 3. Precipitación media anual 14
Tabla 4. Normales climatológicas representativas del SA 16
Tabla 5. Normal climatológica “Matamoros” 16
Tabla 6. Normal climatológica “Francisco González Villarreal” 18
Tabla 7. Normal climatológica “Palo Solo” 19
Tabla 8. Categoría de ciclones tropicales de acuerdo con la clasificación de Saffir-Simpson 21
Tabla 9. Historial de huracanes 21
Tabla 10. Litología del sistema ambiental 26
Tabla 11. Zonas sísmicas de la República Mexicana 32
Tabla 12. Unidades de suelos presentes en el sistema ambiental. 34
Tabla 13. Acuíferos presentes en el sistema ambiental. 38
Tabla 14. Cuencas hidrológicas presentes en el sistema ambiental. 44
Tabla 15. Cuerpos de agua presentes en el SA. 48
Tabla 16. Corrientes de agua presentes en el SA. 49
Tabla 17. Usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el SA (INEGI, USV Serie VII) 67
Tabla 18. Reclasificación de usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el SA 67
Tabla 19. Usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el AP con base en la reclasificación realizada 69
Tabla 20. Estimación de la intensidad de muestreo (considerando 95% de confiabilidad y error máximo permisible de 10%) del Matorral Espinoso Tamaulipeco en el SA 74
Tabla 21. Estimación de la intensidad de muestreo (considerando 95% de confiabilidad y error máximo permisible de 10%) de la Vegetación de Dunas Costeras en el SA 74
Tabla 22. Estimación de la intensidad de muestreo (considerando 95% de confiabilidad y error máximo permisible de 10%) de la Vegetación Halófila Hidrófila en el SA 75
Tabla 23. Resumen de la estimación estadística de confiabilidad y error máximo permisible 75
Tabla 24. Resultados de los estimadores no paramétricos para curvas de acumulación del Matorral Espinoso Tamaulipeco del SA. 83
Tabla 25. Resultados de los estimadores no paramétricos para curvas de acumulación de la vegetación de dunas costeras del SA 85
Tabla 26. Resultados de los estimadores no paramétricos para curvas de acumulación de la vegetación halófila hidrófila del SA. 87
Tabla 27. Coordenadas centrales de los sitios de muestreo en el SA. 88
Tabla 28. Estimación general de índices de diversidad. 94
Tabla 29. Estimación general de índices de diversidad. 94
Tabla 30. Estimación general de índices de diversidad. 95
Tabla 31. Estimación general de índices de diversidad. 96
Tabla 32. Estimación general de índices de diversidad. 96
Tabla 33. Estimación general de índices de diversidad. 97
Tabla 34. Estimación general de índices de diversidad. 97
Tabla 35. Estimación general de índices de diversidad. 98
Tabla 36. Estimación general de índices de diversidad. 99
Tabla 37. Estimación general de índices de diversidad. 99
Tabla 38. Estimación general de índices de diversidad. 100
Tabla 39. Estimación general de índices de diversidad 101
Tabla 40. Estimación general de índices de diversidad 101
Tabla 41. Índices de diversidad para el SA 103
Tabla 42. Índices de diversidad para el SA 104
Tabla 43. Índices de diversidad para el SA. 105
Tabla 44. Situación de protección nacional e internacional de las especies de flora 106
Tabla 45. Estimación de la cantidad total de Carbono aéreo y subterráneo en el AP 108

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla 46. Superficie que, se estima, se afectará 109
Tabla 47. Clasificación de las especies protegidas en la NOM-059, Lista Roja de la IUCN y el CITES . 114
Tabla 48. Estatus de permanencia o estacionalidad 115
Tabla 49. Fauna silvestre con distribución potencial en el SA 119
Tabla 50. Especies protegidas de fauna potencial en la NOM-059-SEMARNAT-2010, IUCN y CITES.. 119
Tabla 51. Especies potenciales de aves bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, IUCN y CITES 120
Tabla 52. Especies potenciales de reptiles bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, IUCN y CITES 121
Tabla 53. Especies potenciales de mamíferos bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, IUCN y CITES 121
Tabla 54. Especies potenciales de anfibios bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, IUCN y CITES 121
Tabla 55. Especies de avifauna potenciales del SA y AP, bajo algún estatus de protección, registradas como Visitante de Invierno (VI), Transitorias (T) y Residentes Reproductivos (RR) 123
Tabla 56. Especies exóticas-invasoras potenciales en el SA y AP 124
Tabla 57. Fauna registrada durante los monitoreos en el SA 125
Tabla 58. Especies protegidas de fauna potencial en la NOM-059-SEMARNAT-2010, IUCN y CITES. 126
Tabla 59. Listado de especies potenciales de aves con algún estatus de protección 126
Tabla 60. Listado de especies potenciales de reptiles con algún estatus de protección 127
Tabla 61. Especies de avifauna observadas en el SA, bajo algún estatus de protección, registradas como Visitante de Invierno (VI) y Transitorias (T) 128
Tabla 62. Especies exóticas-invasoras registradas en el SA 128
Tabla 63. Índices de diversidad de anfibios, para cada tipo de vegetación en el SA 129
Tabla 64. Índices de diversidad de aves, para cada tipo de vegetación en el SA 130
Tabla 65. Índices de diversidad de mamíferos, para cada tipo de vegetación en el SA 131
Tabla 66. Índices de diversidad de reptiles, para cada tipo de vegetación en el SA 132
Tabla 67. Eficiencia de muestreo (a través de transectos) para anfibios 132
Tabla 68. Eficiencia de muestreo (a través de puntos) para aves 133
Tabla 69. Eficiencia de muestreo (a través de transectos) para mamíferos 134
Tabla 70. Eficiencia de muestreo (a través de transectos) para reptiles 135
Tabla 71. Eficiencia de muestreo para anfibios, analizado con los tipos de vegetación 137
Tabla 72. Eficiencia de muestreo para aves analizado con tipos de vegetación 137
Tabla 73. Eficiencia de muestreo para mamíferos analizado con tipos de vegetación 138
Tabla 74. Eficiencia de muestreo para reptiles analizado con tipos de vegetación 139
Tabla 75. Población a nivel nacional, estatal y municipal en 2020 144
Tabla 76. Comunidades indígenas en la zona del AP 145
Tabla 77. Acceso a servicios básicos y características de viviendas a nivel nacional, estatal y municipal 147
Tabla 78. Población económicamente activa a nivel estatal y municipal 148
Tabla 79. Nivel de marginación en Matamoros en 2010-2020 149
Tabla 80. Evaluación del paisaje en el SA 152
Tabla 81. Componentes considerados para el diagnóstico ambiental 155
Tabla 82. Matriz de identificación de factores ambientales que podrían ser modificados por el cambio climático. 160
Tabla 83. Servicios ambientales identificados en el AP y SA, demanda y categoría, que podrían ser afectados por el AP. 163
Tabla 84. Tendencias o riesgos en el AP relacionado con desastres naturales ante el cambio climático 165

VERSIÓN PÚBLICA

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

IV.1. Delimitación y justificación del sistema ambiental (SA) donde se pretende establecerse el proyecto

IV.1.1. Área de influencia

Para la delimitación del Área de Influencia, se generó una zona de influencia (buffer) de 300 metros para el polígono del proyecto. Posteriormente se cargó el sistema de vialidades para el municipio de Matamoros, y se estimó una zona efectiva de visibilidad de 50m a cada lado a partir de la línea central. Posteriormente, a partir del polígono del proyecto se generó una zona de influencia de 25 km, tomando como base que esta sería la distancia efectiva de recorridos de seguridad.

El buffer previamente delimitado de las carreteras se recortó hasta el límite del buffer de 25 km. El resultado se combinó con el polígono del buffer de 300 metros de radio de efectividad del polígono del proyecto y con esto se delimitó el AI del proyecto.

También se consideró la necesidad de abarcar la totalidad de las unidades territoriales como son predios, veredas, áreas de aparcamiento temporal, rancherías, etc., que podrían experimentar cambios en su dinámica socioeconómica y/o de seguridad.

Este límite permite una caracterización integral de la línea base ambiental y una adecuada formulación de medidas de mitigación. Ahora bien, las condiciones del área donde se pretende establecer el proyecto se caracterizan por no presentar asentamientos humanos, por lo cual no se considera una afectación grave en el aspecto humano.

En lo que respecta a los ecosistemas naturales, estos no presentan vegetación alta ni presencia abundante de fauna silvestre nativa, puesto que, de hecho, *el polígono del proyecto se encuentra en un área sin presencia de vegetación nativa*, donde principalmente persiste la presencia de arena. En lo que respecta a los cuerpos y/o depósitos de agua, éstos se recortaron de la delimitación final del AI debido a que, ambientalmente, el proyecto no impactará estas áreas dada su naturaleza y control estricto.

Por último, se recortó el buffer sobre las carreteras para ajustarlo a los límites del SA previamente definido. El proyecto se denominará de ahora en adelante como AP.

VERSIÓN PÚBLICA



Figura 1. Vista lateral del área de ubicación del AP.

El área de influencia quedó como se muestra en la siguiente figura:

VERSION PUBLICA



VERSION PUBLICA

Figura 2. Área de Influencia

IV.1.2. Sistema Ambiental

La delimitación del Sistema Ambiental (SA) se fundamentó en un enfoque multicriterio que integró variables ambientales, ecológicas y sociopolíticas, con el propósito de establecer un polígono representativo de las áreas susceptibles de recibir impactos significativos derivados del AP, tanto en la fase de construcción como en la de operación y mantenimiento. Dicha delimitación se realizó mediante un proceso sistemático de sobreposición de capas de información geoespacial, considerando las unidades de análisis más pertinentes conforme a la disponibilidad de información oficial y a la escala adecuada para el estudio.

El procedimiento metodológico se ilustra en la serie de figuras incluidas en este apartado, las cuales permiten observar de manera secuencial los criterios empleados y los ajustes realizados al polígono del SA. Cabe señalar que todos los mapas presentados se encuentran disponibles en alta resolución en los anexos digitales del presente documento, a fin de garantizar su correcta apreciación y facilitar la verificación técnica por parte de la autoridad.

Descripción de la delimitación

1. Como primer paso, se realizó la consulta de las cuencas hidrológicas en las que se inserta el AP. Se identificó que el área de estudio se ubica dentro de las cuencas Río Bravo-Matamoros-Reynosa y Laguna Madre. No obstante, debido a su extensión territorial, dichas cuencas no resultaron adecuadas para un análisis detallado, por lo que se procedió a la delimitación con base en subcuencas.
2. Al integrar la capa de subcuencas, se observó que el AP se localiza dentro de las subcuencas denominadas La Diez – El Nogalar y Guadalupe. Dado que su superficie continuaba siendo amplia para los fines del análisis de impacto, se optó por un nivel de mayor detalle, empleando las microcuencas definidas por la Fundación para el Desarrollo de APs Productivos y Rurales (FIRCO).
3. La superposición de las microcuencas FIRCO permitió identificar que el AP se inscribe en las unidades con códigos 24-092-06-001 y 25-106-01-001. En virtud de que no existen delimitaciones oficiales de mayor resolución, se adoptaron dichas microcuencas como base para la delimitación del Sistema Ambiental (SA).
4. Posteriormente, se sobrepusieron las microcuencas seleccionadas con el límite territorial del municipio de Matamoros.
5. A continuación, se realizó la superposición con la capa de Unidades Ambientales Biofísicas del Programa General de Ordenamiento Territorial de México. Se determinó que la única unidad que interseca el área previamente delimitada corresponde a la Llanura Costera Tamaulipeca. En la porción superior derecha de dicha unidad se identificaron áreas sin información (vacíos), las cuales fueron excluidas del polígono de trabajo.
6. En el siguiente nivel de análisis, se superpuso el área con la capa de Provincias Fisiográficas, identificando que corresponde a la provincia Llanura Costera del Golfo Norte. Se procedió a excluir los espacios vacíos presentes dentro de esta provincia.
7. Posteriormente, se incorporó la capa de Sitios Prioritarios para la Restauración, definidos por la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO). Se identificó que cuatro de estos sitios intersecan parcialmente el área recortada. No obstante, al no coincidir con el Área del AP ni encontrarse en su proximidad inmediata, dichas porciones fueron excluidas del polígono de análisis.
8. Como ejercicio complementario, se realizó un análisis comparativo mediante la superposición de capas temáticas adicionales, entre las que se incluyen:
    i. Áreas de Importancia Ecológica para la Conservación de las Aves,
    ii. Regiones Hidrológicas Prioritarias,
    iii. Regiones Terrestres Prioritarias,
    iv. Áreas Naturales Protegidas,
    v. Sitios RAMSAR, y

VERSIÓN PÚBLICA

vi. Sitios Marinos Prioritarios.

9. De acuerdo con lo anterior, ninguna de estas áreas abarca la totalidad del AP ni del polígono delimitado, observándose únicamente intersecciones parciales que no permiten realizar recortes adicionales con criterios cartográficos consistentes. Por lo tanto, dicha información no fue utilizada para ajustar la superficie del SA.
10. Finalmente, se eliminaron los polígonos aislados derivados de los recortes efectuados. Asimismo, se rellenaron los espacios huecos (vacíos cartográficos) internos al polígono que contiene el AP, con el fin de evitar interpretaciones erróneas en análisis subsecuentes. Como resultado de lo anterior, el SA queda conformado por un polígono continuo.

Como información adicional, se señala que dada la extensión y magnitud del AP no es posible generar cartografía con mayor resolución, sin embargo, tal como se mencionó anteriormente, toda la cartografía contenida en este apartado se presenta en formato digital con alta resolución, lo cual permite apreciar de mejor manera los detalles del AP.

VERSION PUBLICA



VERSION PUBLICA

Figura 3. Delimitación del Sistema Ambiental.

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental

IV.2.1. Medio abiótico

a) Clima

Los tipos de clima presentes en el Sistema Ambiental (SA) fueron determinados mediante la clasificación climática de Köppen modificada por García (1982) para la República Mexicana, a partir de la intersección espacial entre el polígono del SA y la cartografía climática oficial del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Del análisis espacial realizado se identificaron dos subtipos climáticos predominantes, así como una pequeña superficie clasificada como ND (sin clasificación definida en la cartografía).

Subtipos climáticos predominantes

El clima dominante dentro del SA corresponde al semicálido subhúmedo del grupo C (A)C(w0) x', el cual cubre una superficie de 200,063.17 ha, equivalente al 94.12 % del sistema ambiental. Este clima se caracteriza por presentar temperatura media anual mayor a 18 °C, temperatura del mes más frío menor de 18 °C y temperatura del mes más cálido superior a 22 °C. El régimen de precipitación se concentra principalmente durante el verano, con un mes más seco con menos de 40 mm de lluvia y un porcentaje de lluvia invernal superior al 10.2 % del total anual, lo que refleja una marcada estacionalidad hídrica.

En menor proporción se identifica el clima semiseco cálido BS1(h') x', el cual abarca 9,578.02 ha, representando 4.51 % del SA. Este subtipo climático se caracteriza por presentar temperatura media anual superior a 22 °C, con temperatura del mes más frío mayor a 18 °C y un régimen de precipitación relativamente bajo, con lluvias distribuidas a lo largo del año y un porcentaje de lluvia invernal mayor al 18 % del total anual, condiciones típicas de zonas con tendencia hacia ambientes más áridos del noreste del país. Finalmente, una superficie de 2,927.53 ha, equivalente al 1.38 % del SA, corresponde a áreas clasificadas como ND, las cuales generalmente se asocian a zonas donde la cartografía climática no asigna una unidad específica, como cuerpos de agua, áreas costeras o superficies donde el modelo climático presenta limitaciones de resolución cartográfica.

La distribución climática observada refleja las condiciones de transición climática características de la planicie costera del noreste de México, donde predominan ambientes cálidos con influencia marítima del Golfo de México, así como sectores con tendencia hacia condiciones más secas hacia el interior continental.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla 1. Unidad de clima presentes en el SA.

Unidades climáticas del SA				
C	Temperatura y precipitación	Superficie de la geometría (Ha)	Superficie de incidencia (Ha)	Porcentaje de incidencia
(A)C(wo)x'	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Precipitación del mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano, porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2 % del total anual.	212,568.72	200,063.17	94.12
BS1(h'	Semiárido, cálido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Lluvias repartidas todo el año y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual.		9,578.02	4.51
ND	–		2,927.53	1.38

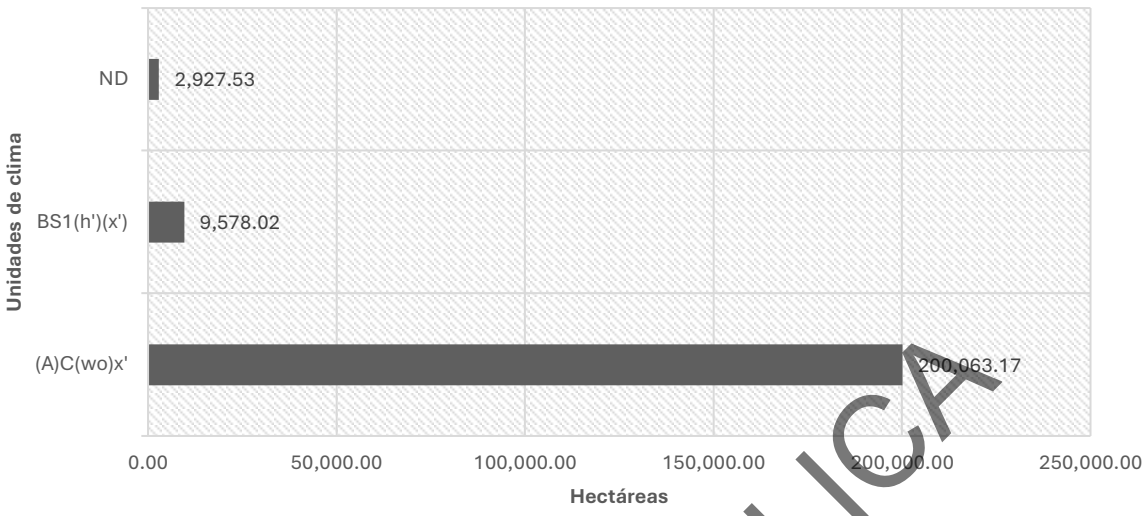


Figura 4. Unidades de clima presentes en el AP

Con base en las normales climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CONAGUA), se analizaron los registros de las estaciones climatológicas Matamoros (28131), Francisco González Villarreal (280) y Palo Solo (28188), las cuales se consideran representativas del entorno del AP.

Los registros muestran que la temperatura media anual oscila entre 27.73 °C y 29.47 °C, lo que confirma el carácter cálido predominante en la región. La estación Matamoros (28131) presenta una temperatura media anual de 29.47 °C, mientras que la estación Francisco González Villarreal registra 29.45 °C y la estación Palo Solo 27.73 °C.

En términos de variación estacional, las temperaturas más altas se registran durante los meses de verano, particularmente entre junio y agosto, cuando se alcanzan valores promedio superiores a 34 °C, mientras que las temperaturas más bajas se presentan durante enero y febrero, con valores promedio entre 21 °C y 23 °C.

En cuanto al régimen de precipitación, los registros indican que las lluvias presentan un patrón estacional con mayor concentración durante el periodo de verano y principios de otoño, particularmente entre julio y septiembre, mientras que los meses de invierno y primavera temprana presentan los valores más bajos de precipitación.

En el AP únicamente se ubica el clima tipo (A)C(wo)x', mismo que ya fue descrito anteriormente.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla 2. Temperatura media anual

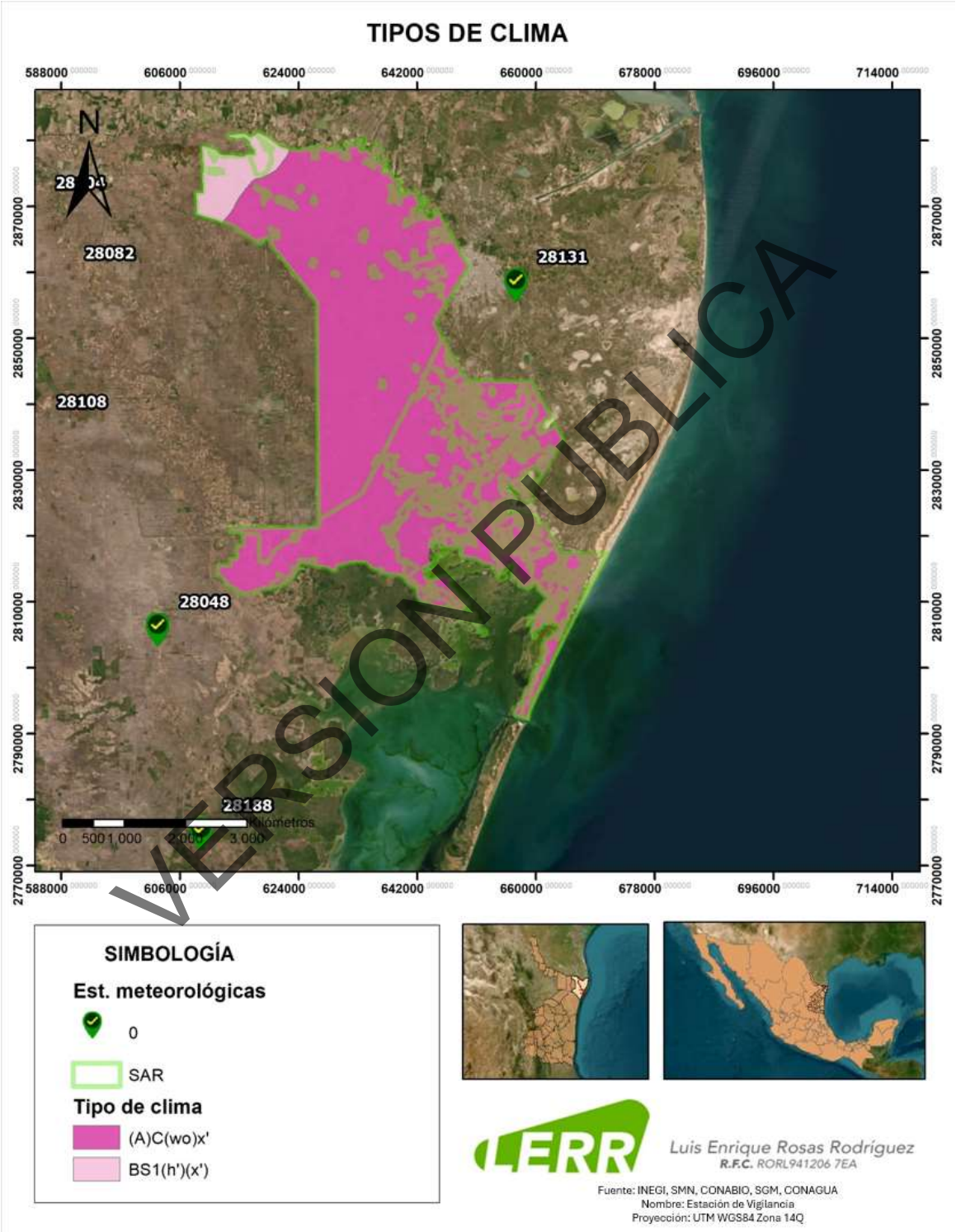
Temperatura media anual																
# Estación	Latitud	Longitud	Estación meteorológica	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual (°C)
28131	25.833333	-97.433333	Matamoros	21.8	23.4	26.7	29.6	32.3	34.3	34.7	35.7	33.5	31.1	26.1	24.4	29.47
28048	25.366111	-97.979166	Francisco González Villarreal	21	23.4	27.3	30.5	32.6	34.6	35.3	35.8	33.7	30.6	25.9	22.7	29.45
28188	25.086388	-97.916666	Palo Solo	21.2	22.4	25.7	28.2	30.7	31.6	32.4	32.8	31.6	29	25	22.2	27.73

Tabla 3. Precipitación media anual

Precipitación media anual																
# Estación	Latitud	Longitud	Estación meteorológica	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual (mm)
28131	25.8333333	-97.4333333	Matamoros	1	1	0.6	1.6	2.3	2.7	4	1.4	5	2.3	1.7	0.5	2.01
28048	25.3661111	-97.9791667	Francisco González Villarreal	0.9	1	0.6	1.4	1.9	2.8	1.6	2.2	3.9	2.1	1	0.9	1.69
28188	25.0863889	-97.9166667	Palo Solo	1.4	0.9	0.8	1.4	2	1.9	2.2	2.4	3.8	2.8	1.7	1.5	1.90

VERSIÓN PÚBLICA

Estas condiciones climáticas reflejan la influencia de sistemas meteorológicos tropicales provenientes del Golfo de México, así como la presencia de frentes fríos durante el invierno, fenómenos que generan episodios de precipitación y variabilidad térmica en la región.



VERSION PUBLICA

Figura 5. Unidades de clima presentes en el SA

Las estaciones y observatorios reportados en la tabla siguiente son representativas de los Climogramas para los tipos de climas ubicados en el SA, esta información de normales climatológicas fueron obtenidas del Servicio Meteorológico Nacional.

Tabla 4. Normales climatológicas representativas del SA

Estación meteorológica			
Clave	Nombre	Coordenadas	
		Latitud	Longitud
28131	Matamoros	25.8333333	-97.4333333
28048	Francisco González Villarreal	25.3661111	-97.9791667
28188	Palo Solo	25.0863889	-97.9166667

Estación climatológica Matamoros (28131)

En términos térmicos, la estación presenta condiciones cálidas durante todo el año, con una temperatura media anual de aproximadamente 29.47 °C, lo que confirma el carácter cálido predominante en la región. El comportamiento mensual muestra un incremento gradual de la temperatura desde los meses invernales hacia el verano. Durante enero y febrero se registran los valores más bajos, con temperaturas cercanas a 21–23 °C, mientras que el aumento térmico se vuelve más pronunciado a partir de marzo y abril, alcanzando valores superiores a 30 °C. El periodo más cálido ocurre entre junio y agosto, con temperaturas promedio que superan los 34 °C, alcanzando su máximo durante agosto, cuando se registran valores cercanos a 35.7 °C. Posteriormente, a partir de septiembre y octubre, se observa un descenso gradual de la temperatura conforme avanza el otoño, retornando a condiciones más templadas hacia el final del año.

En cuanto al régimen de precipitación, el climograma muestra un patrón estacional característico de climas cálidos con lluvias concentradas en verano, con valores relativamente bajos durante la mayor parte del año y un incremento moderado durante los meses más cálidos. Los registros indican que la precipitación comienza a incrementarse ligeramente a partir de mayo, alcanzando su mayor concentración entre julio y septiembre, periodo en el cual se presentan los valores más altos asociados a la temporada de lluvias y a la influencia de sistemas meteorológicos tropicales provenientes del Golfo de México, como ondas tropicales, tormentas y ocasionalmente ciclones tropicales. El mes con mayor precipitación corresponde a septiembre, mientras que los valores más bajos se registran durante diciembre, enero y marzo, reflejando la presencia de una temporada seca invernal.

Este comportamiento climático evidencia la marcada estacionalidad de la precipitación en la región costera de Matamoros, donde las lluvias estivales contrastan con periodos prolongados de sequía relativa durante el invierno y la primavera temprana. Asimismo, la cercanía al Golfo de México favorece la presencia de eventos meteorológicos intensos durante la temporada de ciclones tropicales, lo cual contribuye significativamente a la variabilidad interanual de la precipitación.

Tabla 5. Normal climatológica "Matamoros"

Estación Matamoros - 28131		
Mes	Temperatura	Precipitación
Enero	21.8	1
Febrero	23.4	1
Marzo	26.7	0.6
Abril	29.6	1.6
Mayo	32.3	2.3
Junio	34.3	2.7
Julio	34.7	4
Agosto	35.7	1.4
Septiembre	33.5	5

VERSIÓN PÚBLICA

Octubre	31.1	2.3
Noviembre	26.1	1.7
Diciembre	24.4	0.5
Anual	29.47	2.01

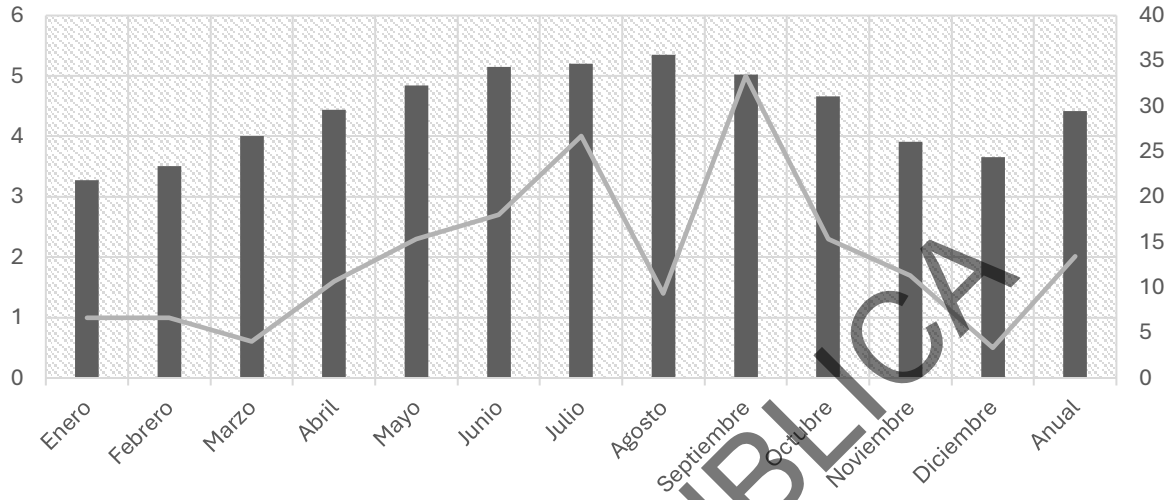


Figura 6. Climograma representativo de la estación "Matamoros"

Estación climatológica Francisco González Villarreal (28048)

La estación presenta una temperatura media anual aproximada de 29.45 °C, evidenciando un ambiente térmico cálido con variación estacional moderada. Durante los meses de invierno, particularmente enero y febrero, las temperaturas promedio se mantienen alrededor de 21–23 °C, representando los valores más bajos del año. A partir de marzo y abril se observa un incremento progresivo de las temperaturas conforme se aproxima la temporada cálida, alcanzando valores superiores a 30 °C hacia finales de la primavera. El periodo de mayor intensidad térmica ocurre entre junio y agosto, cuando las temperaturas promedio superan los 34 °C, registrándose el valor máximo durante agosto, con aproximadamente 35.8 °C. Posteriormente, durante los meses de otoño, las temperaturas comienzan a descender gradualmente, alcanzando nuevamente valores cercanos a 23 °C hacia el mes de diciembre.

El régimen de precipitación registrado en esta estación muestra un comportamiento estacional típico de las regiones cálidas del noreste de México, con lluvias relativamente escasas durante gran parte del año y un incremento durante el verano y principios del otoño. Los valores de precipitación comienzan a aumentar gradualmente a partir de mayo, alcanzando su mayor intensidad entre junio y septiembre, periodo en el cual se presentan los máximos registros de lluvia. El mes más lluvioso corresponde a septiembre, con valores cercanos a 3.9 unidades de precipitación promedio, mientras que los meses de invierno y primavera temprana presentan los registros más bajos.

La distribución anual de la precipitación indica la influencia de sistemas atmosféricos tropicales provenientes del Golfo de México, así como de frentes fríos invernales, que ocasionalmente generan precipitaciones durante la temporada fría. Este patrón climático es característico de las zonas costeras y subcosteras del noreste de Tamaulipas, donde la interacción entre la circulación atmosférica tropical y los sistemas frontales determina la variabilidad climática.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla 6. Normal climatológica "Francisco González Villarreal"

Estación Francisco González Villarreal - 28048		
Mes	**Temperatura**	**Precipitación**
Enero	21	0.9
Febrero	23.4	1
Marzo	27.3	0.6
Abril	30.5	1.4
Mayo	32.6	1.9
Junio	34.6	2.8
Julio	35.3	1.6
Agosto	35.8	2.2
Septiembre	33.7	3.9
Octubre	30.6	2.1
Noviembre	25.9	1
Diciembre	22.7	0.9
Anual	29.45	1.69

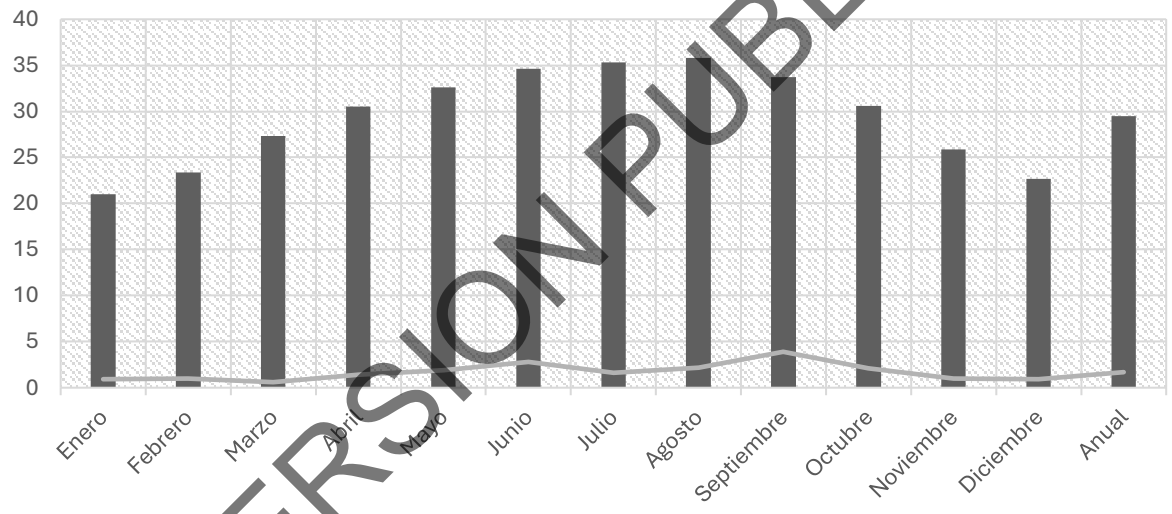


Figura 7. Climograma representativo de la estación "Francisco González Villarreal"

VERSIÓN PÚBLICA

Estación climatológica Palo Solo (28188)

La estación registra una temperatura media anual aproximada de 27.73 °C, ligeramente inferior a la observada en las estaciones de Matamoros y Francisco González Villarreal, lo cual puede atribuirse a variaciones locales en la cobertura vegetal, topografía o influencia de cuerpos de agua cercanos. Durante los meses de enero y febrero, las temperaturas promedio se sitúan entre 21 y 22 °C, constituyendo el periodo más fresco del año. Conforme avanza la primavera, las temperaturas se incrementan gradualmente, alcanzando valores superiores a 30 °C durante mayo y junio. El periodo de mayor temperatura se presenta entre julio y agosto, cuando se registran valores cercanos a 32–33 °C, mientras que a partir de septiembre comienza un descenso progresivo asociado a la transición hacia la temporada otoñal.

En relación con la precipitación, el climograma muestra un incremento gradual de las lluvias a partir del mes de mayo, alcanzando su mayor intensidad durante el periodo comprendido entre julio y septiembre, cuando se registran los valores máximos de precipitación. El mes más lluvioso corresponde a septiembre,

con aproximadamente 3.8 unidades de precipitación promedio, seguido por octubre, lo cual refleja la influencia de la temporada de ciclones tropicales en el Golfo de México.

Durante los meses de invierno y principios de primavera, particularmente entre noviembre y marzo, los valores de precipitación disminuyen considerablemente, configurando una temporada seca relativa. Este patrón estacional es consistente con la dinámica climática del noreste de México, donde la mayor parte de las lluvias se concentra en el verano debido a la influencia de sistemas tropicales, mientras que el invierno se caracteriza por condiciones más secas y la presencia ocasional de frentes fríos.

Tabla 7. Normal climatológica "Palo Solo"

Estación Palo Solo - 28188		
Mes	**Temperatura**	**Precipitación**
Enero	21.2	1.4
Febrero	22.4	0.9
Marzo	25.7	0.8
Abril	28.2	1.4
Mayo	30.7	2
Junio	31.6	1.9
Julio	32.4	2.2
Agosto	32.8	2.4
Septiembre	31.6	3.8
Octubre	29	2.8
Noviembre	25	1.7
Diciembre	22.2	1.5
Anual	27.73	1.9

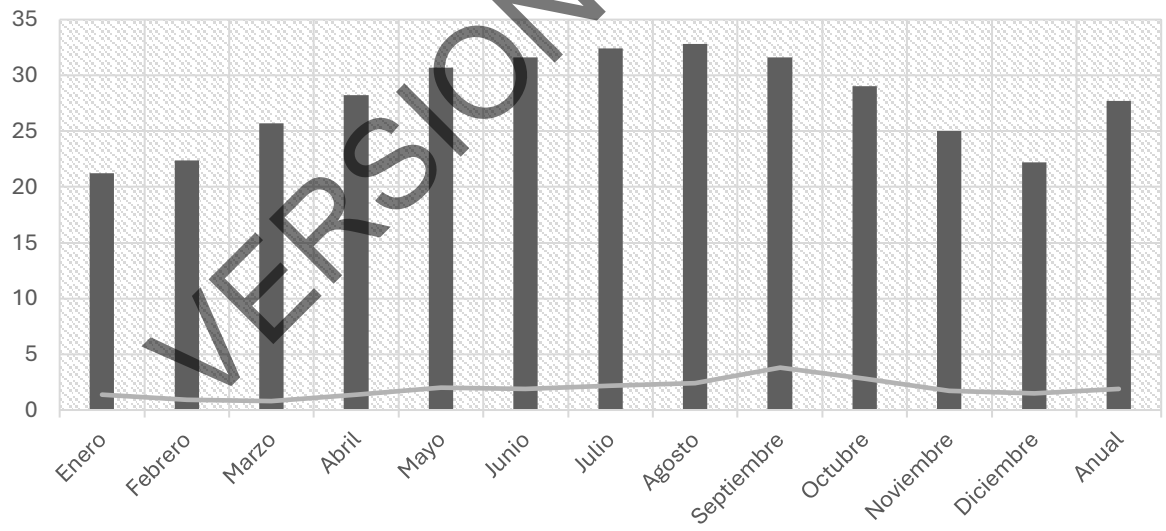


Figura 8. Climograma representativo de la estación "Palo Solo"

El análisis conjunto de los climogramas correspondientes a las estaciones Matamoros (28131), Francisco González Villarreal (28048) y Palo Solo (28188) permite identificar un patrón climático homogéneo característico de la planicie costera del noreste de Tamaulipas, donde predominan condiciones térmicas cálidas durante todo el año y un régimen de precipitación con marcada estacionalidad.

VERSION PUBLICA

En términos de temperatura, las tres estaciones presentan valores medios anuales elevados, oscilando entre 27.73 °C y 29.47 °C, lo que confirma el carácter cálido predominante del sistema ambiental. Las temperaturas más bajas se registran durante los meses de invierno (enero y febrero), con valores cercanos a 21–23 °C, mientras que el periodo más cálido se presenta durante el verano (junio a agosto), cuando las temperaturas promedio superan los 32 °C y pueden alcanzar valores cercanos a 35 °C en las estaciones ubicadas más próximas a la franja costera.

En cuanto al comportamiento de la precipitación, las tres estaciones muestran un patrón estacional similar, caracterizado por una concentración de lluvias durante el verano y principios del otoño, particularmente entre julio y septiembre, periodo en el que se registran los valores máximos de precipitación. Este comportamiento está asociado a la influencia de sistemas meteorológicos tropicales provenientes del Golfo de México, tales como ondas tropicales, tormentas convectivas y, ocasionalmente, ciclones tropicales que pueden generar eventos de precipitación intensa en la región.

Por el contrario, durante los meses de invierno y primavera temprana, especialmente entre noviembre y marzo, se observa una disminución significativa en los niveles de precipitación, configurando un periodo seco relativo característico de los climas cálidos subhúmedos del noreste de México. Durante esta temporada, la dinámica atmosférica se encuentra influenciada principalmente por la presencia de frentes fríos y eventos de “norte”, los cuales ocasionan descensos temporales de temperatura y episodios de viento intenso, aunque generalmente con aportaciones limitadas de precipitación.

En conjunto, la información climática analizada evidencia que el Sistema Ambiental se encuentra inmerso en un ambiente climático cálido con lluvias estivales, donde la interacción entre la circulación atmosférica tropical del Golfo de México y los sistemas frontales provenientes del norte del continente determina la variabilidad térmica y pluviométrica anual. Estas condiciones climáticas influyen directamente en la dinámica hidrológica, los procesos ecológicos y el comportamiento de los ecosistemas presentes en la región, así como en la disponibilidad temporal de recursos hídricos.

Fenómenos climatológicos (nortes, tormentas tropicales y huracanes, entre otros)

Los ciclones tropicales constituyen uno de los fenómenos meteorológicos más relevantes dentro de la cuenca del Atlántico Norte, Golfo de México y Mar Caribe, regiones donde se generan y evolucionan estos sistemas atmosféricos de gran escala capaces de producir vientos intensos, lluvias torrenciales, marejadas ciclónicas e inundaciones en zonas costeras y continentales (Rubiera, 2003).

El Sistema Ambiental (SA) donde se localiza el AP se ubica en la planicie costera del Golfo de México, en el noreste del estado de Tamaulipas, región que históricamente ha sido influenciada por la trayectoria de ciclones tropicales que se desarrollan en el Atlántico tropical y el Golfo de México. Debido a su proximidad con la costa y su ubicación dentro de la franja latitudinal donde suelen desplazarse estos sistemas, el área presenta susceptibilidad moderada a la influencia directa o indirecta de tormentas tropicales y huracanes.

VERSIÓN PÚBLICA



Figura 9. Zonas de riesgo hidrometeorológico, para la zona de estudio

Tabla 8. Categoría de ciclones tropicales de acuerdo con la clasificación de Saffir-Simpson

Categoría	Presión central	Vientos km/h
Perturbación tropical	1008.1 a 1010	—
Depresión tropical	1004. a 1008	<62
Tormenta tropical	985.1 a 1004	62.1 a 118
Huracán categoría 1	980.1 a 985	118.1 a 154
Huracán categoría 2	965.1 a 980	154.1 a 178
Huracán categoría 3	945.1 a 965	178.1 a 210
Huracán categoría 4	920.1 a 945	210.1 a 250
Huracán categoría 5	<920	>250

Fuente: CENAPRED e IMTA. 2002. Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales.

Cercano al AP se identificaron al menos 19 eventos históricos que han afectado o transitado en las inmediaciones del área de estudio.

Tabla 9. Historial de huracanes

Nombre de la tormenta	Rango de fecha	Velocidad máx del viento	Presión mínima	Categoría máxima
Hermine 2010	Sep 04, 2010 - Sep 10, 2010	60	989	TS
Two 2010	Jul 07, 2010 - Jul 10, 2010	30	1005	TD
Erika 2003	Ago 14, 2003 - Ago 17, 2003	65	986	H1
Cosme 1989	Jun 18, 1989 - Jun 23, 1989	75	979	H1
Barry 1983	Ago 23, 1983 - Ago 29, 1983	70	986	H1
Allen 1980	Jul 31, 1980 - Ago 11, 1980	165	899	H5
Amelia 1978	Jul 30, 1978 - Ago 01, 1978	45	1005	TS
Beulah 1967	Sep 05, 1967 - Sep 24, 1967	140	923	H5
Gerda 1958	Sep 14, 1958 - Sep 22, 1958	50	1001	TS

VERSION PUBLICA

Nombre de la tormenta	Rango de fecha	Velocidad máx del viento	Presión mínima	Categoría máxima
Alma 1958	Jun 14, 1958 - Jun 16, 1958	55	-1	TS
Alice 1954	Jun 24, 1954 - Jun 27, 1954	95	-1	H2
Sin nombre 1947	Jul 31, 1947 - Ago 02, 1947	45	-1	TS
Sin nombre 1936	Sep 09, 1936 - Sep 14, 1936	45	998	TS
Sin nombre 1933	Ago 22, 1933 - Sep 05, 1933	140	940	H5
Sin nombre 1933	Jul 24, 1933 - Ago 05, 1933	80	975	H1
Sin nombre 1925	Sep 06, 1925 - Sep 07, 1925	45	-1	TS
Sin nombre 1910	Ago 26, 1910 - Ago 31, 1910	40	-1	TS
Sin nombre 1909	Ago 22, 1909 - Ago 25, 1909	45	-1	TS
Sin nombre 1909	Jun 25, 1909 - Jun 30, 1909	85	972	H2

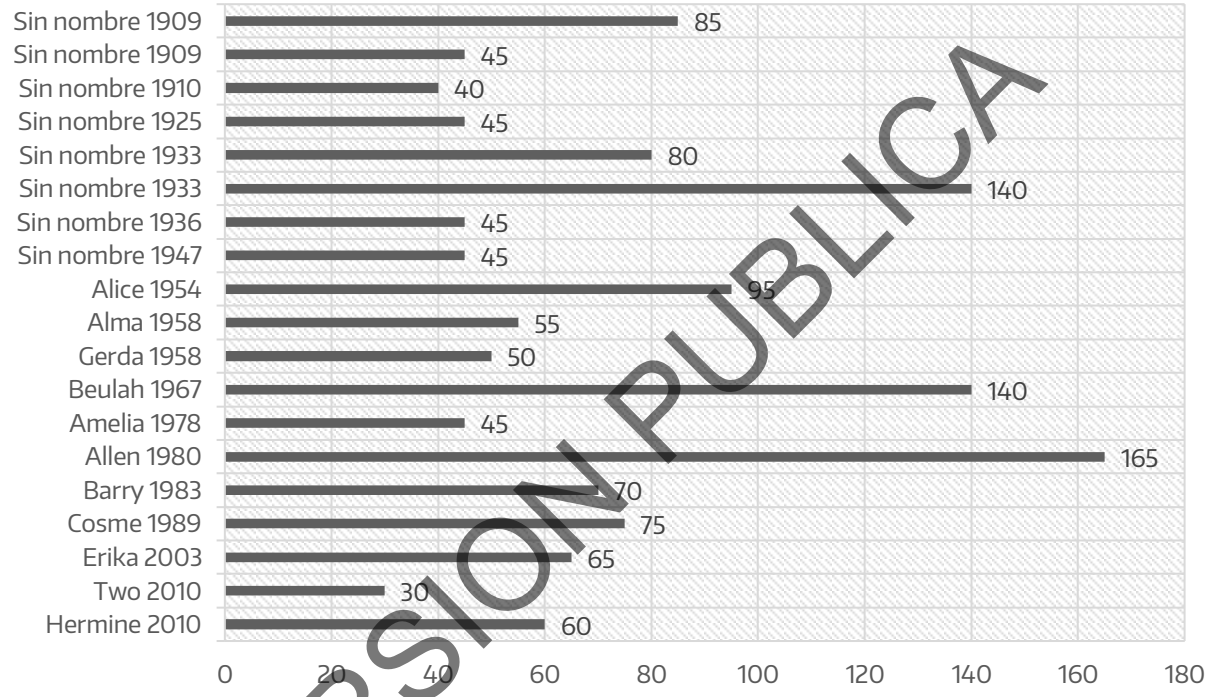


Figura 10. Huracanes que han impactado cerca del AP y su velocidad (km/h)

VERSION PUBLICA

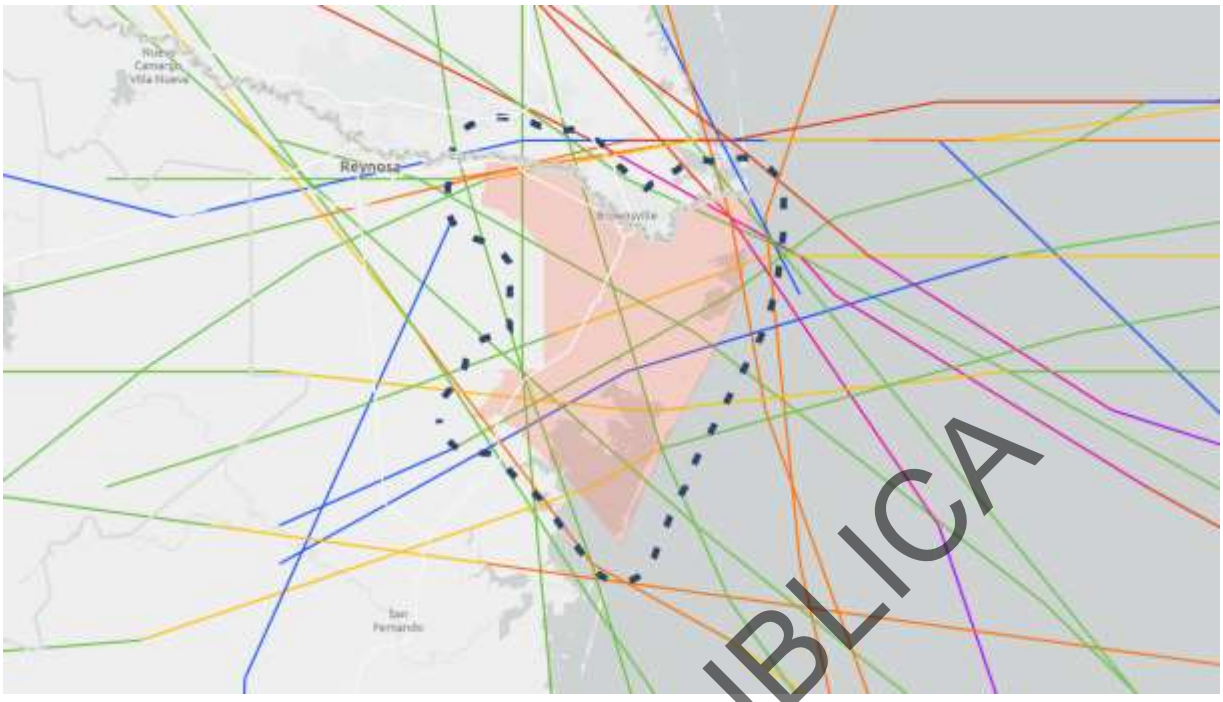


Figura 11. Trayectoria de los huracanes que han impactado cerca del AP

El análisis de la base de datos Historical Hurricane Tracks de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) indica que, en las inmediaciones del municipio de Matamoros, Tamaulipas, se han registrado al menos 26 eventos ciclónicos históricos dentro de un radio aproximado de 10 km alrededor del área analizada.

Estos eventos incluyen tormentas tropicales, depresiones tropicales y huracanes de diferentes categorías, evidenciando que la región forma parte de las trayectorias potenciales de ciclones que se desplazan desde el Golfo de México hacia la costa noreste de México y el sur de Texas.

Entre los sistemas ciclónicos más relevantes registrados históricamente en la región destacan:

- Huracán Allen (1980), el cual alcanzó categoría 5, con vientos máximos cercanos a 165 mph y presión mínima de 899 mb, siendo uno de los huracanes más intensos registrados en el Atlántico.
- Huracán Beulah (1967), también de categoría 5, que impactó severamente la costa del Golfo de México generando lluvias extraordinarias e inundaciones en el noreste del país.
- Huracán Erika (2003), clasificado como categoría 1, que transitó por el Golfo de México generando precipitaciones intensas en el norte de Tamaulipas.
- Huracán Cosme (1989) y Barry (1983), ambos de categoría 1, los cuales también presentaron trayectorias cercanas a la costa de Tamaulipas.

Asimismo, se han registrado diversos sistemas de menor intensidad, como tormentas y depresiones tropicales, entre los que destacan Hermine (2010) y la Depresión Tropical Two (2010), que contribuyeron a episodios de precipitación intensa en la región.

El análisis espacial de las trayectorias históricas muestra que varios de estos sistemas presentan direcciones de desplazamiento predominantes del sureste hacia el noroeste, impactando o aproximándose a la costa norte de Tamaulipas antes de continuar hacia el sur de Texas o el interior del país. Esta dinámica se encuentra asociada a los patrones de circulación atmosférica tropical que dominan

VERSIÓN PÚBLICA

durante la temporada de huracanes del Atlántico, la cual se extiende oficialmente del 1 de junio al 30 de noviembre, con mayor frecuencia de eventos entre agosto y octubre.

Además de los ciclones tropicales, la región también se ve influenciada por frentes fríos provenientes del norte del continente, que durante la temporada invernal generan eventos conocidos localmente como “nortes”, caracterizados por vientos fuertes del norte y noreste, descenso abrupto de temperatura, incremento del oleaje y precipitaciones ocasionales. Estos eventos meteorológicos son comunes en la costa del Golfo de México y pueden presentarse varias veces durante la temporada invernal.

En conjunto, la presencia histórica de ciclones tropicales y la recurrencia de frentes fríos indican que el Sistema Ambiental se encuentra expuesto a fenómenos meteorológicos extremos que pueden modificar temporalmente las condiciones hidrometeorológicas del área, influyendo en procesos como escurrimientos superficiales, inundaciones temporales, erosión costera y dinámica sedimentaria en ambientes lagunares y costeros.

- Categorías: H5, H4, H3, H2, H1, TS, TD, ET.
- Meses: Todos
- Años: Todos
- El Niño Oscilación sureste
- Presión mínima: 1030
- Distancia: 10 Buffer
- Unidad: Kilómetros

De acuerdo con lo presentado se encuentran registros de estos fenómenos meteorológicos desde 1857 hasta el 2010 para el área de estudio.

b) Geología y Geomorfología
Geología

La geología es la ciencia que estudia la composición, estructura, origen, evolución y dinámica de la Tierra, así como los procesos internos y externos que intervienen en la formación y transformación de los materiales que constituyen la corteza terrestre. El análisis geológico permite comprender la distribución de las unidades litológicas, su relación con los procesos tectónicos y sedimentarios, así como su influencia en la configuración del relieve y en la dinámica ambiental de una región.

Para la caracterización de las condiciones geológicas del Sistema Ambiental (SA) se utilizaron diversas fuentes cartográficas y bibliográficas, entre las que destacan las cartas geológicas del Servicio Geológico Mexicano (SGM, 2010), la Síntesis Geográfica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), así como los conjuntos vectoriales geológicos escala 1:50,000 de esta misma institución. Dichos insumos fueron analizados mediante herramientas de sistemas de información geográfica para identificar y delimitar las diferentes unidades litológicas presentes dentro del SA.

El análisis cartográfico indica que la geología del Sistema Ambiental se encuentra dominada por depósitos sedimentarios recientes del Cenozoico, particularmente del Cuaternario, los cuales se asocian principalmente a procesos de sedimentación fluvial, eólica, litoral y lagunares característicos de la planicie costera del Golfo de México. Estas unidades reflejan una dinámica sedimentaria activa vinculada a la interacción entre procesos continentales, marinos y atmosféricos.

VERSIÓN PUBLICA

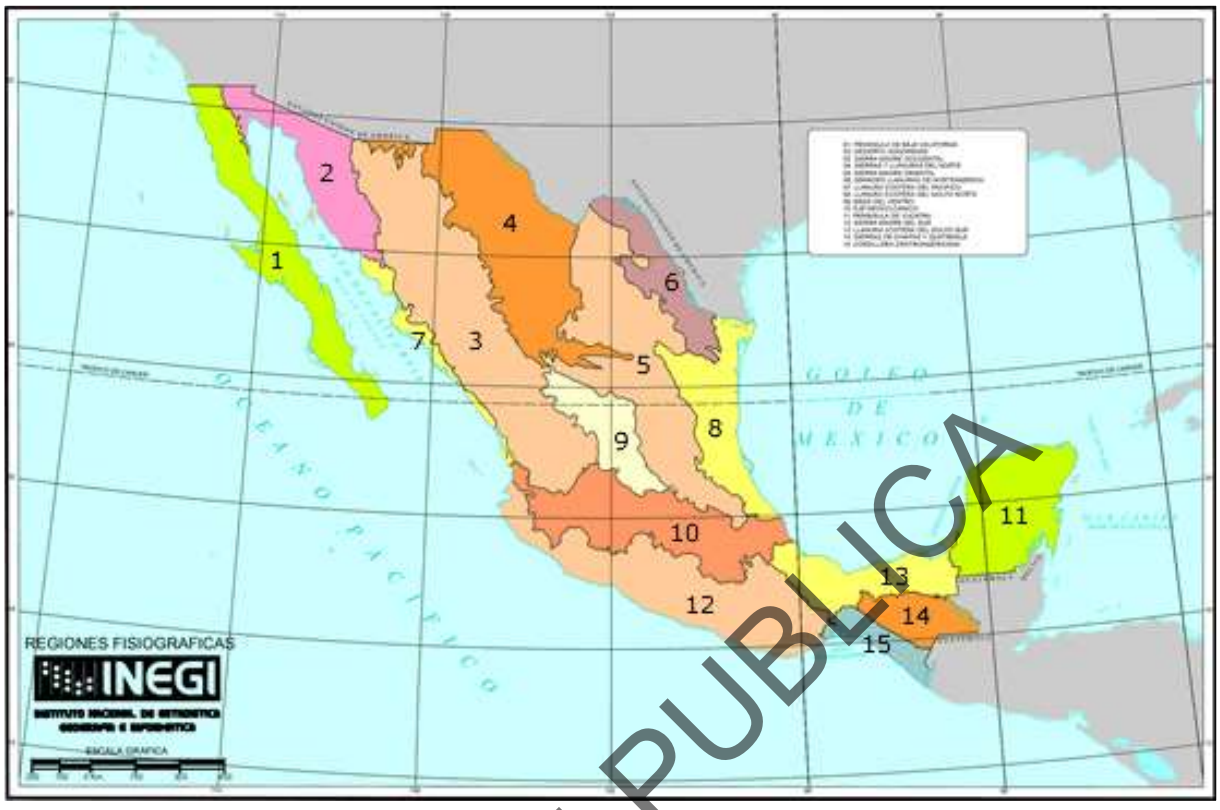


Figura 12. Provincias geológicas de México

En la actualRegionalización de las Provincias Geológicas de México, el Sistema Ambiental queda comprendido en las Provincia fisiográfica Llanura Costera del Golfo Norte.

El análisis geológico del Sistema Ambiental (SA) indica una clara dominancia de unidades sedimentarias mesozoicas, particularmente del Cretácico, lo que confirma la influencia estructural de la provincia geológica de la Sierra Madre Oriental en el área de estudio.

Sistema Ambiental (SA)

Dentro del SA, los depósitos aluviales (Qhoal) constituyen la unidad geológica predominante, con una superficie de 148,662.12 hectáreas, lo que representa aproximadamente el 69.94 % del área total analizada. Estos depósitos corresponden a materiales sedimentarios recientes formados por procesos de transporte y acumulación fluvial, integrados principalmente por arenas, limos, arcillas y gravas, que se distribuyen en planicies de inundación, antiguos cauces y superficies asociadas a sistemas de drenaje.

En segundo término, se identifican depósitos lagunares (Qhbg) que abarcan una superficie de 49,383.07 hectáreas, equivalentes al 23.23 % del SA. Este tipo de materiales se encuentra asociado a ambientes de sedimentación en sistemas lagunares costeros y humedales, donde predominan sedimentos finos como arcillas, limos y materia orgánica, los cuales se depositan en condiciones de baja energía hidrodinámica.

Asimismo, se registran depósitos eólicos (Qhoe) con una superficie de 2,482.06 hectáreas, representando el 1.17 % del SA. Estos materiales corresponden a sedimentos transportados y acumulados por la acción del viento, comúnmente asociados a sistemas de dunas costeras y campos de arena, los cuales son característicos de ambientes litorales con disponibilidad de sedimentos sueltos y condiciones de viento constante.

VERSIÓN PÚBLICA

Los depósitos litorales (Qhol) ocupan una superficie de 1,055.50 hectáreas, equivalente al 0.50 % del área analizada, y se encuentran asociados a procesos de sedimentación costera relacionados con la dinámica marina, incluyendo oleaje, corrientes litorales y transporte de sedimentos a lo largo de la línea de costa.

Adicionalmente, se identifican áreas clasificadas como cuerpos de agua (H2O) que abarcan 10,085.31 hectáreas, representando aproximadamente el 4.74 % del SA, correspondientes principalmente a lagunas costeras, cuerpos lagunares y otros sistemas hidrológicos asociados a la planicie costera.

Finalmente, una superficie menor de 900.66 hectáreas (0.42 %) corresponde a áreas clasificadas como ND (sin información geológica específica en la cartografía analizada).

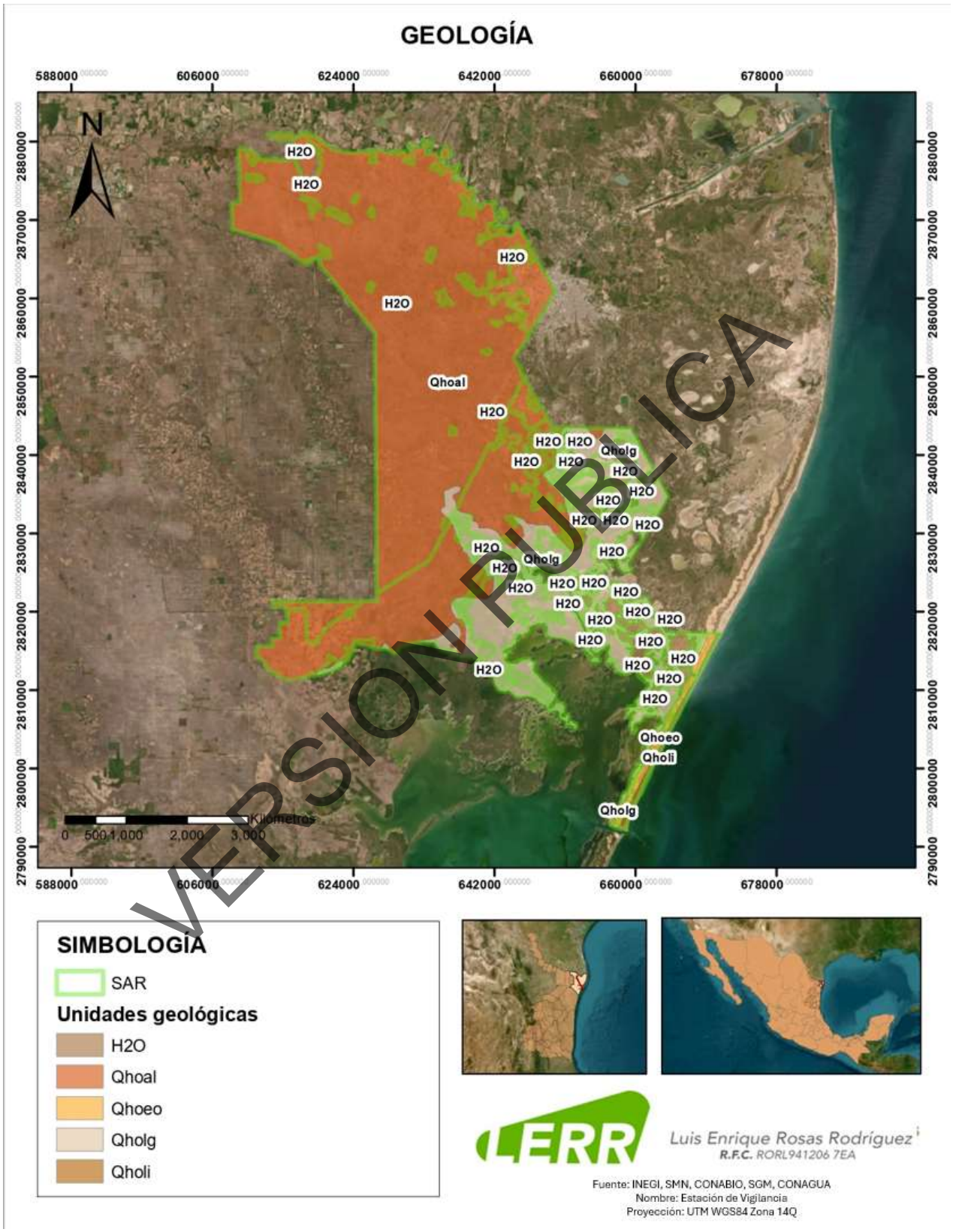
En conjunto, la geología del Sistema Ambiental refleja un predominio de sedimentos cuaternarios de origen continental y costero, asociados a procesos de sedimentación recientes vinculados con la dinámica fluvial, lagunar, eólica y marina. Estas características geológicas son representativas de los ambientes de planicie costera del Golfo de México, donde la interacción entre los procesos hidrológicos continentales, la dinámica marina y los fenómenos meteorológicos se ha favorecido la acumulación progresiva de sedimentos y la formación de extensos sistemas lagunares y litorales.

Tabla 10. Litología del sistema ambiental

Geología del SA						
Clave	**Litología**	**Era**	**Roca**	**Superficie de la geometría (Ha)**	**Superficie de incidencia (Ha)**	**Porcentaje de incidencia**
H2O	No aplicable	No aplicable	No aplicable	212,568.72	10,085.31	4.74
Qhoal	Aluvial	Cenozoico	Sedimentaria		148,662.12	69.94
Qhoeo	Eólico	Cenozoico	Sedimentaria		2,482.06	1.17
Qholg	Lagunar	Cenozoico	Sedimentaria		49,383.07	23.23
Qholi	Litoral	Cenozoico	Sedimentaria		1,055.50	0.50
ND	—	—	—		900.66	0.42

En la siguiente figura se puede consultar la distribución espacial de la litología en la zona de estudio.

VERSIÓN PÚBLICA



VERSIÓN PÚBLICA

Figura 13. Geología del sistema ambiental.

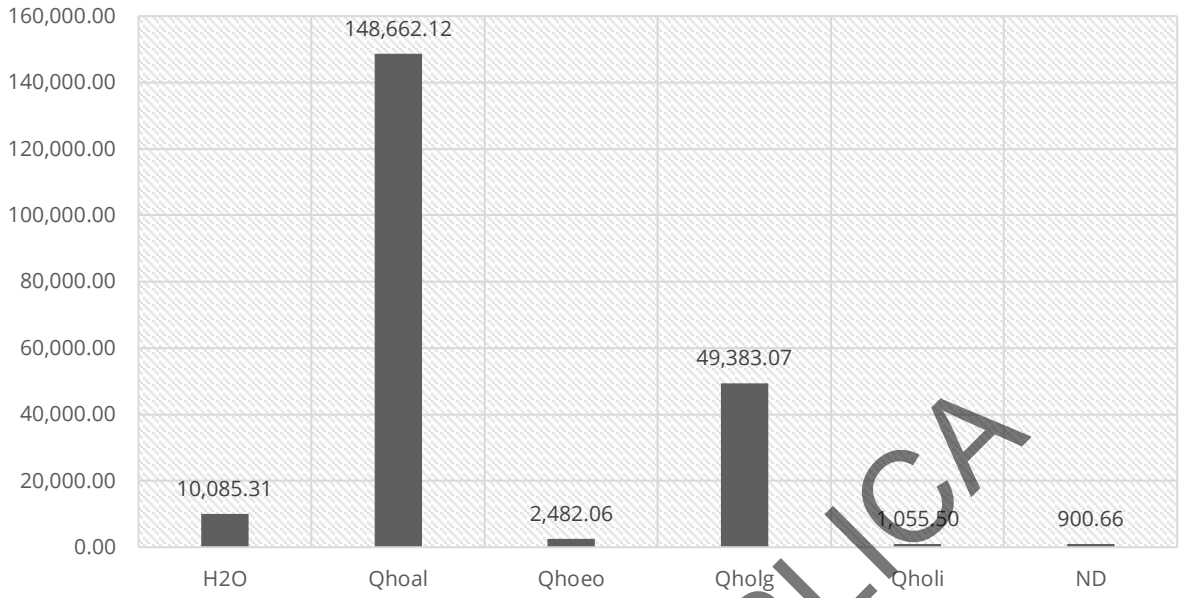


Figura 14. Litología presente en el SA.

Geomorfología

Las provincias fisiográficas son grandes unidades territoriales definidas a partir de la morfología del relieve, la estructura geológica y los procesos geomorfológicos dominantes que han modelado el paisaje a lo largo del tiempo geológico. Estas unidades permiten agrupar regiones con características similares en cuanto a origen tectónico, tipo de relieve, pendiente, dinámica erosiva y configuración estructural.

En México, la Regionalización fisiográfica establecida por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) divide el territorio nacional en provincias y subprovincias que reflejan la evolución geológica y geomorfológica del país. Esta clasificación resulta fundamental en estudios ambientales, ya que el relieve condiciona procesos como escurrimiento superficial, erosión, sedimentación, infiltración y estabilidad del terreno.

Sistema Ambiental (SA)

El Sistema Ambiental (SA), con una superficie total de 212,568.71hectáreas, se localiza en una provincia fisiográfica:

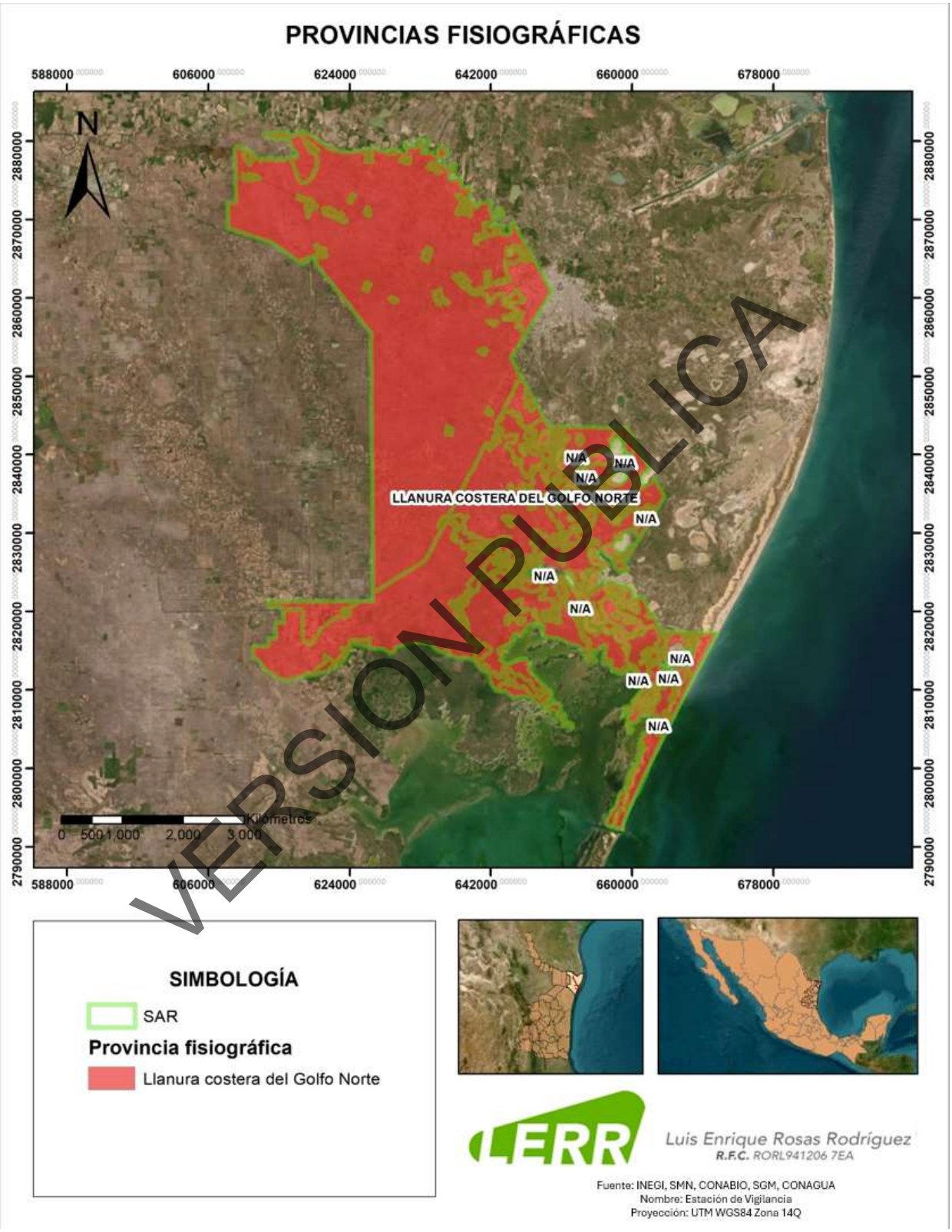
- Provincia VIII – Llanura Costera del Golfo Norte

El análisis espacial indica que el 100 % del SA (212,568.71 ha) corresponde a la Provincia VIII – Llanura Costera del Golfo Norte.

La Llanura Costera del Golfo Norte evidencia que el entorno está dominado por superficies planas a ligeramente onduladas, desarrolladas sobre depósitos sedimentarios recientes. Esta provincia se caracteriza por:

- Pendientes suaves.
- Amplias planicies aluviales.
- Procesos de sedimentación fluvial.
- Escurrimientos superficiales de baja pendiente.
- Acumulación de materiales cuaternarios.

VERSIÓN PÚBLICA



VERSIÓN PÚBLICA

Figura 15. Provincias fisiográficas del sistema ambiental

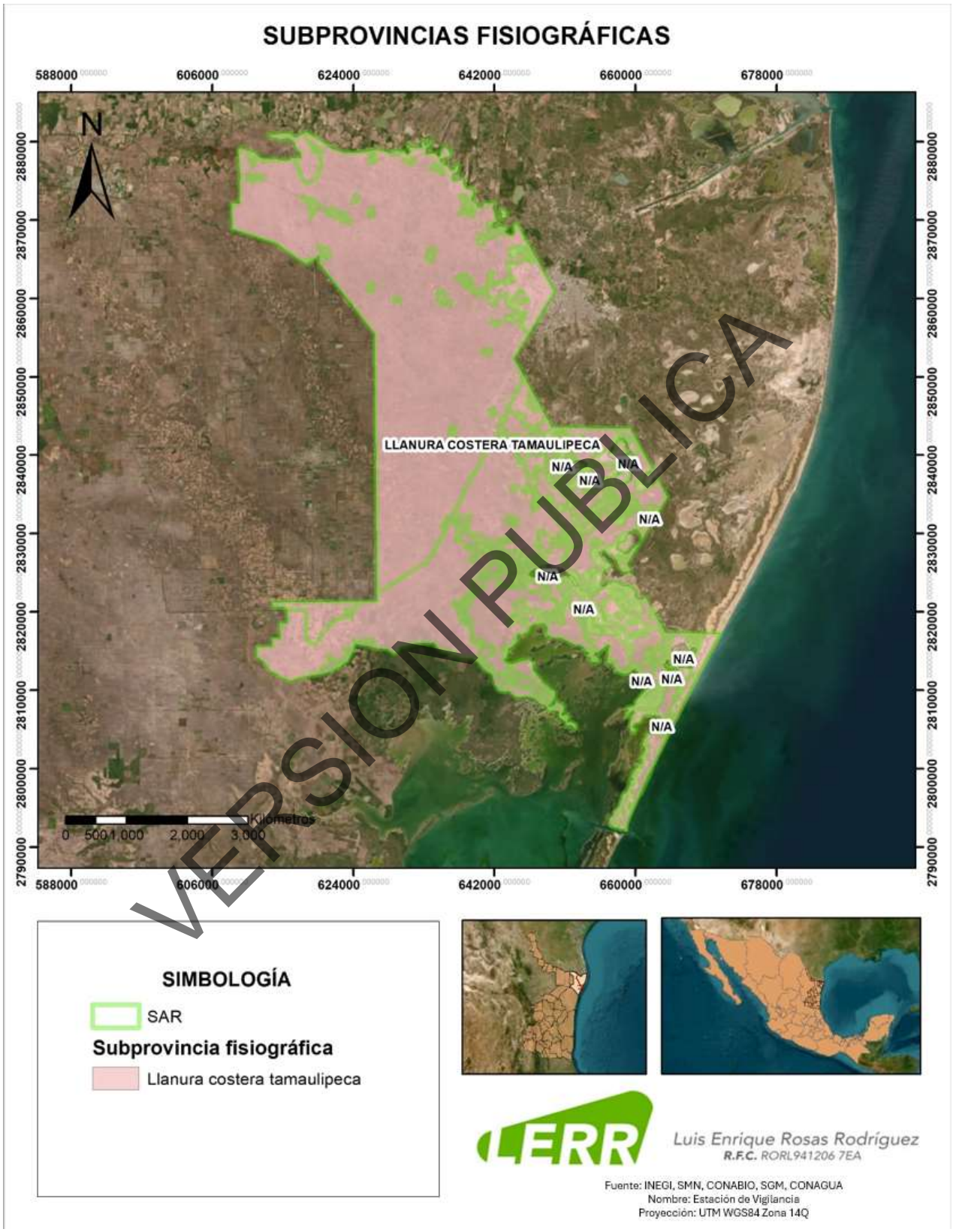


Figura 16. Subprovincias fisiográficas del sistema ambiental

Llanura Costera del Golfo Norte

La Región fisiográfica de la Llanura Costera del Golfo Norte, es una provincia que comparte territorio con Estados Unidos de América, abarcando las costas de Texas hasta Luisiana. Ya en territorio mexicano comprende parte de los estados de Hidalgo, Nuevo León, Puebla, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz. Esta provincia fisiográfica se extiende por la costa del Golfo de México desde el río Bravo, en el tramo que va de Reynosa (Tamaulipas), a su desembocadura hasta la zona de Nautla, (Veracruz). Dentro del Territorio Nacional limita al noroeste con la provincia de la Gran Llanura de Norteamérica, al oeste con la Sierra Madre Oriental, al este con el Golfo de México y al sur con la provincia del Eje Neovolcánico. Su longitud es de aproximadamente 700 km y muestran una anchura máxima de 200 km en el norte y de 75 km en el sur.

La Llanura Costera del Golfo Norte presenta las características de una costa emergida y se ve interrumpida por algunas sierras aisladas como la de Tamaulipas, de San Carlos y Cruillas, la Serranía del Burro, etc. Hacia el noroeste hay una alternancia de lomeríos con extensas llanuras. La llanura es recorrida por numerosos ríos (el Bravo, el Soto, la Marina, el Tamesí, el Pánuco, el Grijalva y el Usumacinta), mismos que depositan una gran cantidad de sedimentos que forman barras, como las de Nautla y Tecolutla. Además, existen lagunas costeras siendo las mayores la Laguna Madre, la Laguna de Catemaco y la Laguna de San Andrés. La Subprovincia Fisiográfica es Llanuras y Lomeríos.

Presencia de fallas y fracturamientos

En la zona del Sistema Ambiental no hay presencia de fallas o fracturamientos que pudieran afectar el AP, se presentan tres ejes estructurales debido a la presencia de la cadena montañosa que forma la Sierra Madre Oriental.

Susceptibilidad de la zona

Sismicidad

El Sistema Ambiental del AP se ubica en la zona A de la Regionalización Sísmica de la República Mexicana, la cual es una es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.

Se puede apreciar que el área de estudio está libre de una actividad sísmica intensa, donde los sismos que han ocurrido en otras partes del país se asocian principalmente con las grandes fallas geológicas, donde se presentan los eventos sísmicos de magnitudes entre 5, 6º y 7. 1º en la escala de Richter, y como anteriormente se describió que el SA no presenta estas fallas.

VERSIÓN PÚBLICA



Figura 17. Regionalización sísmica de la república mexicana

En la siguiente tabla, se presenta la descripción de cada una de las zonas.

Tabla 11. Zonas sísmicas de la República Mexicana

Zonas sísmicas de la República Mexicana	
Zona	**Descripción**
A	(Bajo) Zona donde no hay registros históricos de sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración a causa de temblores
B	(Medio) Zonas intermedias, donde se reportan sismos no tan frecuentes o afectadas por altas aceleraciones, pero no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo
C	(Alto) Zonas intermedias, donde se reportan sismos no tan frecuentes o afectadas por altas aceleraciones, pero no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo
D	(Muy alto) Zonas donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia del sismo es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad

Deslizamiento y derrumbes

Según datos del Centra Nacional de Prevención de Desastres Naturales (CENAPRED) estas variables no son representativas, dado que parte de la zona de estudio no se tiene susceptibilidad a los deslizamientos, a los derrumbes ni a movimientos de roca. El AP se encuentra en susceptibilidad “baja”.

VERSIÓN PÚBLICA



Figura 18. Mapa de la susceptibilidad a deslizamientos y derrumbes en México

Posible actividad volcánica

En la región donde se pretende establecer el AP no se encuentra ningún volcán y se localiza en la zona sísmica “A” según el mapa de “Zonas sísmicas y principales volcanes en México”.

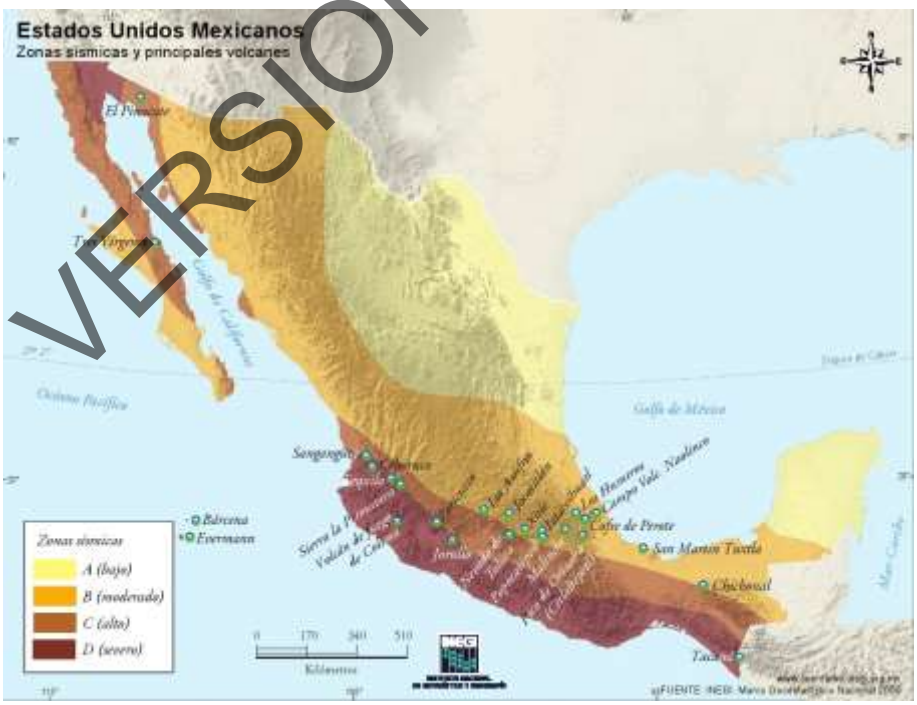


Figura 19. Regionalización de las zonas sísmicas y principales volcanes en la república mexicana

VERSIÓN PÚBLICA

c) Suelos

Edafología

La edafología es la disciplina que estudia el origen, composición, distribución, clasificación y propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, así como su relación con los procesos geológicos, geomorfológicos, climáticos y biológicos que intervienen en su formación y evolución. El análisis edafológico permite comprender la dinámica del suelo dentro del sistema ambiental, así como su influencia en la vegetación, la hidrología y los procesos ecológicos que ocurren en una región determinada.

Para la caracterización de los suelos presentes en el Sistema Ambiental (SA) se utilizaron los conjuntos vectoriales edafológicos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), escala 1:250,000, así como la información contenida en la Síntesis Geográfica del Estado de Tamaulipas. Dichos insumos cartográficos fueron analizados mediante sistemas de información geográfica, lo que permitió identificar las unidades de suelo presentes dentro del SA y determinar su superficie y porcentaje de incidencia.

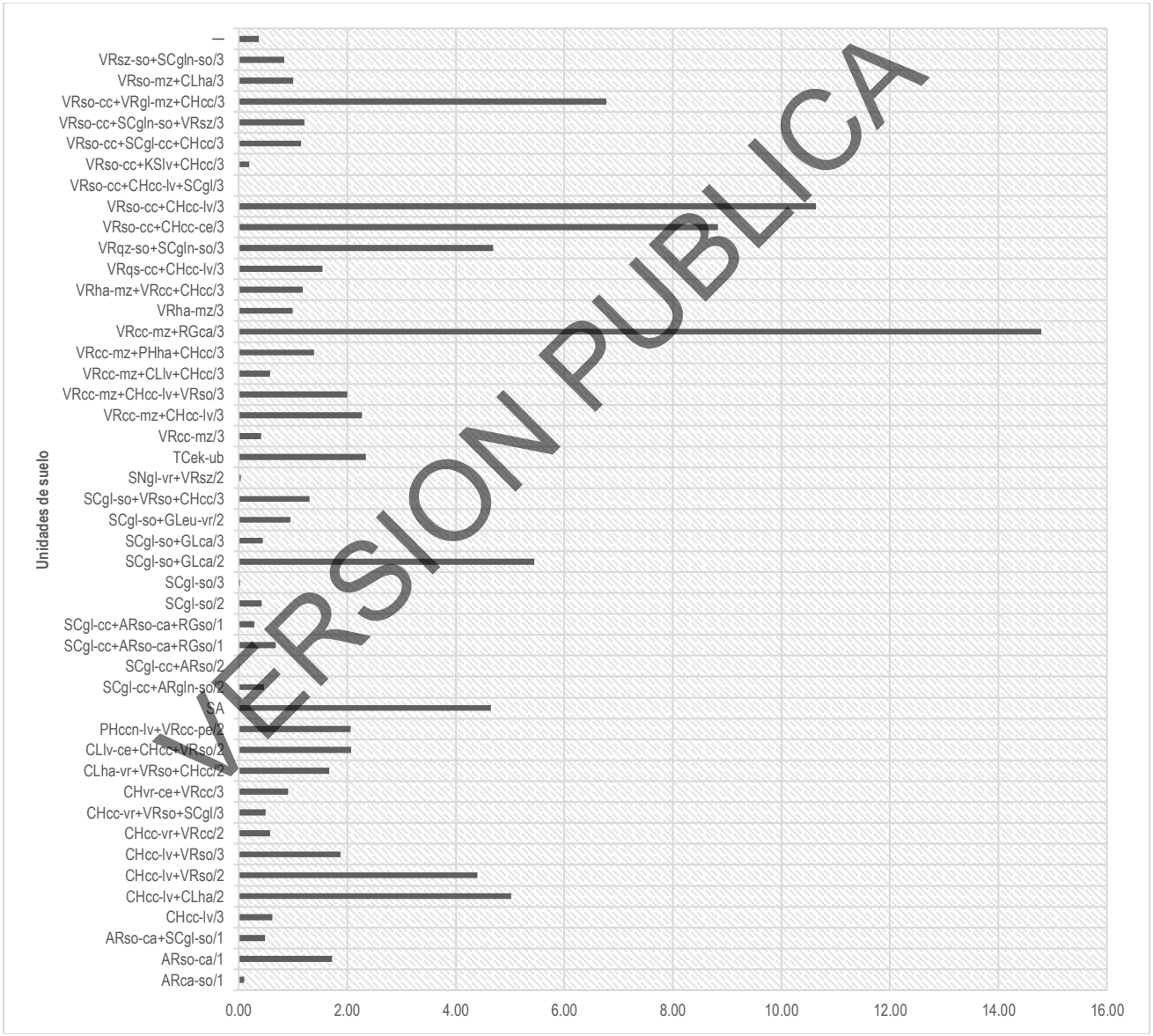
El análisis cartográfico indica que dentro del Sistema Ambiental existe una diversidad edafológica significativa, dominada principalmente por suelos del tipo Vertisol, Solonchak, Chernozem, Calcisol, Arenosol y Phaeozem, así como por pequeñas superficies correspondientes a Solonetz, Technosol y áreas sin clasificación edafológica definida (ND).

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla 12. Unidades de suelos presentes en el sistema ambiental.

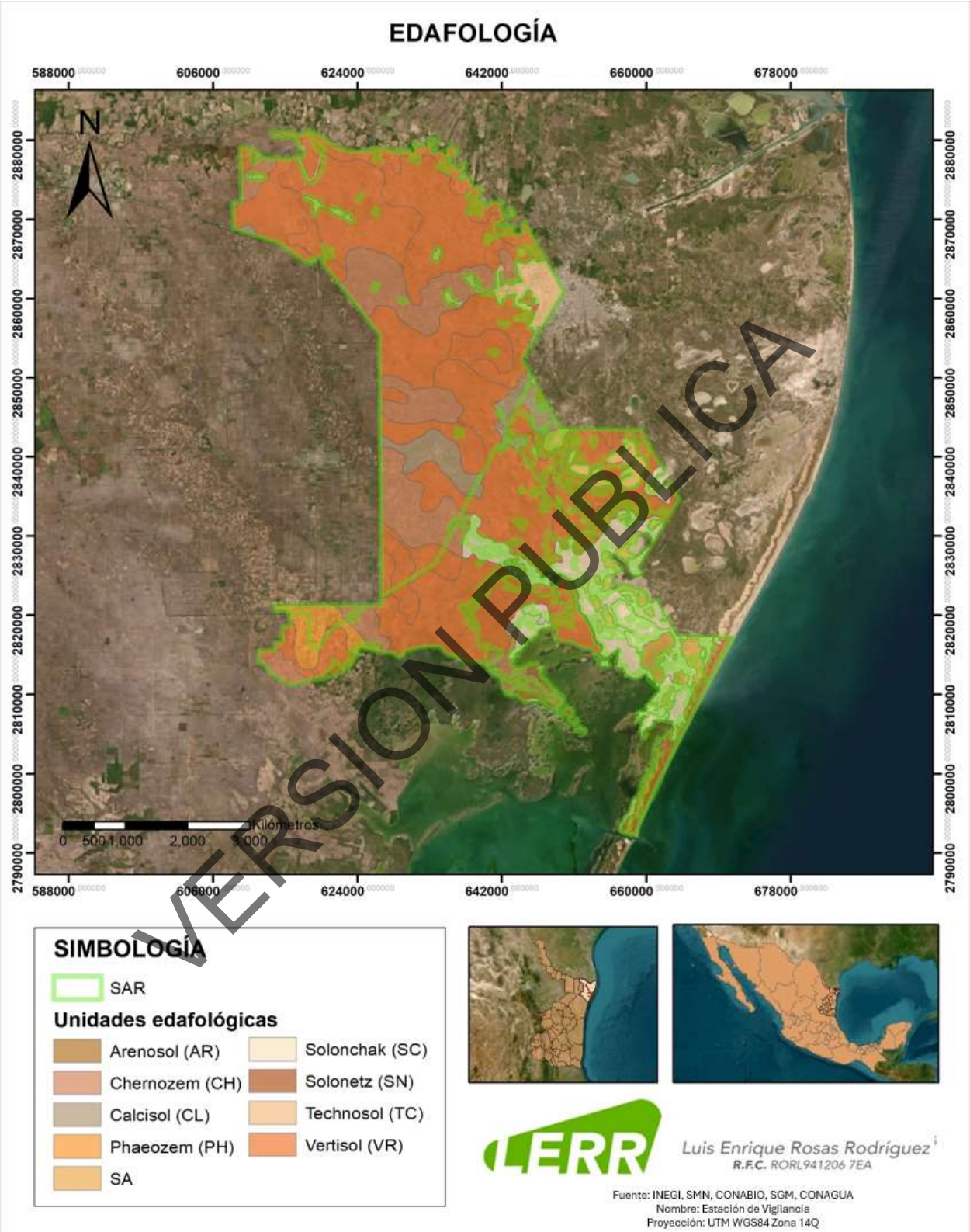
Edafología del SA				
Tipo de suelo	**Clave**	**Superficie de la geometría (Ha)**	**Superficie de incidencia (Ha)**	**Porcentaje de incidencia**
Arenosol	ARca-so/1	212,568.72	210.93	0.10
Arenosol	ARso-ca/1		3,665.37	1.72
Arenosol	ARso-ca+SCgl-so/1		1,038.96	0.49
Chernozem	CHcc-lv/3		1,322.15	0.62
Chernozem	CHcc-lv+CLha/2		10,685.34	5.03
Chernozem	CHcc-lv+VRso/2		9,349.79	4.40
Chernozem	CHcc-lv+VRso/3		3,993.10	1.88
Chernozem	CHcc-vr+VRcc/2		1,236.43	0.58
Chernozem	CHcc-vr+VRso+SCgl/3		1,058.15	0.50
Chernozem	CHvr-ce+VRcc/3		1,938.24	0.91
Calcisol	CLha-vr+VRso+CHcc/2		3,545.18	1.67
Calcisol	CLlv-ce+CHcc+VRso/2		4,397.22	2.07
Phaeozem	PHccn-lv+VRcc-pe/2		4,385.38	2.06
Suelo cubierto por agua	SA		9,891.18	4.65
Solonchak	SCgl-cc+ARgln-so/2		984.98	0.46
Solonchak	SCgl-cc+ARso/2		48.45	0.02
Solonchak	SCgl-cc+ARso-ca+RGso/1		1,455.18	0.68
Solonchak	SCgl-cc+ARso-ca+RGso/1		609.96	0.29
Solonchak	SCgl-so/2		907.28	0.43
Solonchak	SCgl-so/3		56.02	0.03
Solonchak	SCgl-so+GLca/2		11,585.64	5.45
Solonchak	SCgl-so+GLca/3		933.35	0.44
Solonchak	SCgl-so+GLeu-vr/2		2,030.52	0.96
Solonchak	SCgl-so+VRso+CHcc/3		2,766.58	1.30
Solonetz	SNgl-vr+VRsz/2		91.95	0.04
Technosol	TCek-ub		4,991.69	2.35
Vertisol	VRcc-mz/3		873.60	0.41
Vertisol	VRcc-mz+CHcc-lv/3		4,829.99	2.27
Vertisol	VRcc-mz+CHcc-lv+VRso/3		4,254.29	2.00
Vertisol	VRcc-mz+CLlv+CHcc/3		1,237.32	0.58
Vertisol	VRcc-mz+PHha+CHcc/3		2,960.87	1.39
Vertisol	VRcc-mz+RGca/3		31,437.02	14.79
Vertisol	VRha-mz/3		2,118.77	1.00
Vertisol	VRha-mz+VRcc+CHcc/3		2,502.85	1.18

Edafología del SA				
Vertisol	VRqs-cc+CHcc-lv/3		3,276.71	1.54
Vertisol	VRqz-so+SCgln-so/3		9,961.22	4.69
Vertisol	VRso-cc+CHcc-ce/3		18,768.71	8.83
Vertisol	VRso-cc+CHcc-lv/3		22,615.50	10.64
Vertisol	VRso-cc+CHcc-lv+SCgl/3		1.34	0.00
Vertisol	VRso-cc+KSlv+CHcc/3		409.44	0.19
Vertisol	VRso-cc+SCgl-cc+CHcc/3		2,454.95	1.15
Vertisol	VRso-cc+SCgln-so+VRsz/3		2,567.16	1.21
Vertisol	VRso-cc+VRgl-mz+CHcc/3		14,406.95	6.78
Vertisol	VRso-mz+CLha/3		2,138.43	1.01
Vertisol	VRsz-so+SCgln-so/3		1,786.65	0.84
ND	—		787.92	0.37



VERSION PUBLICA

Figura 20. Porcentaje de presencia de las unidades de suelos en el sistema ambiental.



VERSION PUBLICA

Figura 21. Unidades de suelo del sistema ambiental.

Sistema Ambiental (SA)

Entre las unidades de suelo predominantes destacan los Vertisoles, los cuales ocupan la mayor proporción del SA. Este tipo de suelo se caracteriza por presentar altos contenidos de arcillas expansivas, principalmente del tipo montmorillonita, que generan procesos de expansión y contracción estacional asociados a los cambios de humedad. Estas propiedades provocan la formación de grietas durante periodos secos y una elevada plasticidad en condiciones húmedas. Los Vertisoles se desarrollan generalmente sobre materiales finos en ambientes con relieve plano o ligeramente ondulado, por lo que son comunes en planicies aluviales y zonas de acumulación sedimentaria, condiciones características de la planicie costera del noreste de Tamaulipas.

Otro grupo importante corresponde a los Solonchak, los cuales se desarrollan en ambientes donde existe acumulación de sales solubles en el suelo, generalmente asociada a zonas de drenaje deficiente, proximidad a cuerpos de agua salobre o procesos de evaporación intensa. Este tipo de suelos es común en ambientes costeros, marismas y planicies lagunares, donde la dinámica hidrológica y la influencia marina favorecen la concentración de sales en el perfil del suelo.

Los Chernozems constituyen otro grupo relevante dentro del SA. Estos suelos se caracterizan por presentar horizontes superficiales ricos en materia orgánica, color oscuro y buena estructura granular. Generalmente se desarrollan en ambientes con vegetación de pastizal o matorral y presentan condiciones relativamente favorables para actividades agrícolas, debido a su fertilidad natural y capacidad de retención de humedad.

Asimismo, se identifican Calcisoles, suelos caracterizados por la acumulación secundaria de carbonato de calcio dentro del perfil edáfico. Estos se desarrollan en regiones donde predominan climas semiáridos a subhúmedos, con procesos de evaporación que favorecen la precipitación de carbonatos. Su presencia refleja la interacción entre procesos de meteorización, transporte de materiales y condiciones climáticas es.

Los Arenosoles también están presentes dentro del SA, aunque en menor proporción. Estos suelos se caracterizan por presentar texturas predominantemente arenosas, baja cohesión estructural y una elevada permeabilidad. Generalmente se asocian a depósitos eólicos o litorales, así como a zonas donde predominan sedimentos arenosos recientes.

De igual manera, se registran Phaeozems, los cuales presentan características similares a los Chernozems, aunque con mayor desarrollo en condiciones climáticas ligeramente más húmedas. Estos suelos presentan buen contenido de materia orgánica y buena fertilidad natural, lo que favorece el desarrollo de vegetación natural y actividades agropecuarias.

En menor proporción se identifican Solonetz, suelos caracterizados por la presencia de horizontes con acumulación de sodio intercambiable, lo que genera problemas de estructura y permeabilidad; así como Technosoles, que corresponden a suelos modificados por actividades humanas o procesos de urbanización.

Finalmente, una pequeña superficie del SA corresponde a áreas clasificadas como ND (sin información edafológica específica en la cartografía analizada).

En términos generales, la distribución de los suelos dentro del Sistema Ambiental refleja la interacción entre los procesos geológicos y sedimentarios cuaternarios, la dinámica hidrológica de la planicie costera y las condiciones climáticas cálidas de la región. Estos factores han favorecido la formación de suelos arcillosos expansivos, suelos salinos asociados a ambientes lagunares y suelos con acumulación de carbonatos, configurando un mosaico edafológico representativo de los ambientes costeros y subcosteros del noreste de Tamaulipas.

VERSIÓN PÚBLICA

d) Hidrología

Geohidrología

La geohidrología estudia la distribución, circulación y almacenamiento del agua subterránea dentro de los materiales geológicos que conforman el subsuelo, así como la relación entre las características litológicas, estructurales y climáticas que controlan los procesos de infiltración, recarga y flujo subterráneo. El análisis geohidrológico permite comprender la disponibilidad y dinámica del recurso hídrico subterráneo dentro de un sistema ambiental determinado.

Las condiciones climáticas predominantes en el Sistema Ambiental (SA) corresponden a ambientes cálidos con lluvias concentradas en verano, donde la precipitación media anual oscila aproximadamente entre 623.8 y 908.8 mm, lo cual influye directamente en los procesos de infiltración, escurrimiento superficial y recarga de acuíferos.

Desde el punto de vista geológico, el área se caracteriza por la presencia predominante de depósitos sedimentarios recientes del Cuaternario, integrados por materiales aluviales, lagunares, eólicos y litorales. Estos sedimentos presentan permeabilidad variable, generalmente baja a media, dependiendo de la granulometría, grado de compactación y contenido de arcillas presentes en los materiales. Estas condiciones geológicas condicionan la infiltración del agua hacia el subsuelo y la formación de acuíferos someros asociados a depósitos sedimentarios no consolidados.

Las unidades geohidrológicas pueden clasificarse de acuerdo con la capacidad que tienen las rocas o sedimentos para permitir la circulación y almacenamiento de agua subterránea. En términos generales, estas unidades se agrupan en materiales consolidados y materiales no consolidados, cada uno con diferentes niveles de permeabilidad que influyen en la dinámica hidrogeológica. Los materiales consolidados corresponden a formaciones rocosas compactas, en las cuales el flujo de agua subterránea depende principalmente de la presencia de fracturas, fisuras o cavidades dentro de la roca. Por su parte, los materiales no consolidados están formados por sedimentos sueltos o poco compactados, como arenas, limos, arcillas y gravas, donde la circulación del agua ocurre principalmente a través de los espacios intergranulares existentes entre los sedimentos.

Acuíferos

Dentro del Sistema Ambiental se identifican dos acuíferos principales de acuerdo con la clasificación hidrogeológica establecida por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). El acuífero predominante corresponde al Acuífero Bajo Río Bravo (clave 2801), el cual cubre una superficie de 152,591.61 hectáreas, representando aproximadamente el 71.78 % del SA. En segundo término, se encuentra el Acuífero Méndez–San Fernando (clave 2802), que abarca una superficie de 59,977.11 hectáreas, equivalente al 28.21 % del Sistema Ambiental.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla 13. Acuíferos presentes en el sistema ambiental.

Acuíferos presentes en el SA					
Nombre	**Clave**	**Condición**	**Superficie de la geometría (Ha)**	**Superficie de incidencia (Ha)**	**Porcentaje de incidencia**
Bajo Río Bravo	2801	Con disponibilidad	212,568.72	152,591.61	71.7846007
Méndez-San Fernando	2802	Con disponibilidad		59,977.11	28.2153993

Acuífero Bajo Río Bravo (Clave 2801)

El Acuífero Bajo Río Bravo (clave 2801) constituye la unidad hidrogeológica predominante dentro del Sistema Ambiental, abarcando una superficie aproximada de 152,591.61 hectáreas, lo que representa alrededor del 71.78 % del área total del SA. Este acuífero se localiza principalmente en la planicie costera del noreste del estado de Tamaulipas y se encuentra estrechamente vinculado a la dinámica hidrológica del río Bravo y a los sistemas sedimentarios asociados a su planicie de inundación.

Desde el punto de vista geológico, el acuífero se desarrolla principalmente en depósitos aluviales recientes del Cuaternario, conformados por materiales no consolidados tales como arenas, limos, arcillas y gravas, producto de los procesos de transporte y sedimentación fluvial. Estos sedimentos presentan porosidad intergranular moderada a alta, lo que permite el almacenamiento de agua subterránea dentro de los espacios existentes entre los granos sedimentarios.

La permeabilidad de estos materiales puede variar dependiendo de la proporción de partículas finas presentes en el sedimento; sin embargo, en general se considera que el acuífero presenta permeabilidad media, permitiendo la circulación del agua subterránea a través de los estratos aluviales. La recarga de este sistema hidrogeológico ocurre principalmente por infiltración de la precipitación pluvial, escurrimientos superficiales y aportaciones indirectas provenientes del sistema hidrológico del río Bravo, así como por infiltración en áreas de planicie aluvial.

Debido a su ubicación dentro de una zona de planicie con pendientes suaves y sedimentos relativamente recientes, el acuífero presenta generalmente niveles freáticos someros, lo que facilita el aprovechamiento del recurso hídrico mediante pozos de baja y mediana profundidad. No obstante, en zonas cercanas a la franja costera o a sistemas lagunares, puede existir influencia de procesos hidro geoquímicos asociados a salinidad natural o mezcla con aguas salobres, fenómeno común en acuíferos costeros.

De acuerdo con la clasificación de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el acuífero Bajo Río Bravo cuenta con disponibilidad de agua subterránea, lo que indica que existe un volumen potencial para su aprovechamiento bajo condiciones de regulación y manejo sustentable del recurso.

Acuífero Méndez–San Fernando (Clave 2802)

El Acuífero Méndez–San Fernando (clave 2802) constituye la segunda unidad hidrogeológica presente dentro del Sistema Ambiental, con una superficie aproximada de 59,977.11 hectáreas, equivalente al 28.21 % del SA. Este acuífero se distribuye principalmente en la región costera y subcostera del noreste del estado de Tamaulipas, abarcando sectores asociados a la planicie litoral y a sistemas sedimentarios relacionados con ambientes fluviales y lagunares.

Desde el punto de vista geológico, este acuífero se desarrolla principalmente en depósitos sedimentarios cuaternarios, integrados por materiales aluviales, litorales y lagunares que se han acumulado a lo largo de la evolución geomorfológica de la planicie costera del Golfo de México. Estos sedimentos están constituidos principalmente por arenas finas, limos y arcillas, con variaciones locales en la granulometría que influyen en las propiedades hidráulicas del subsuelo.

La presencia de sedimentos finos en gran parte del acuífero provoca que la permeabilidad del medio geológico sea generalmente baja a media, lo que limita la infiltración profunda y favorece la presencia de niveles freáticos relativamente someros en algunas zonas. No obstante, en sectores donde predominan materiales más arenosos o depósitos aluviales recientes, pueden presentarse condiciones más favorables para el almacenamiento y circulación del agua subterránea.

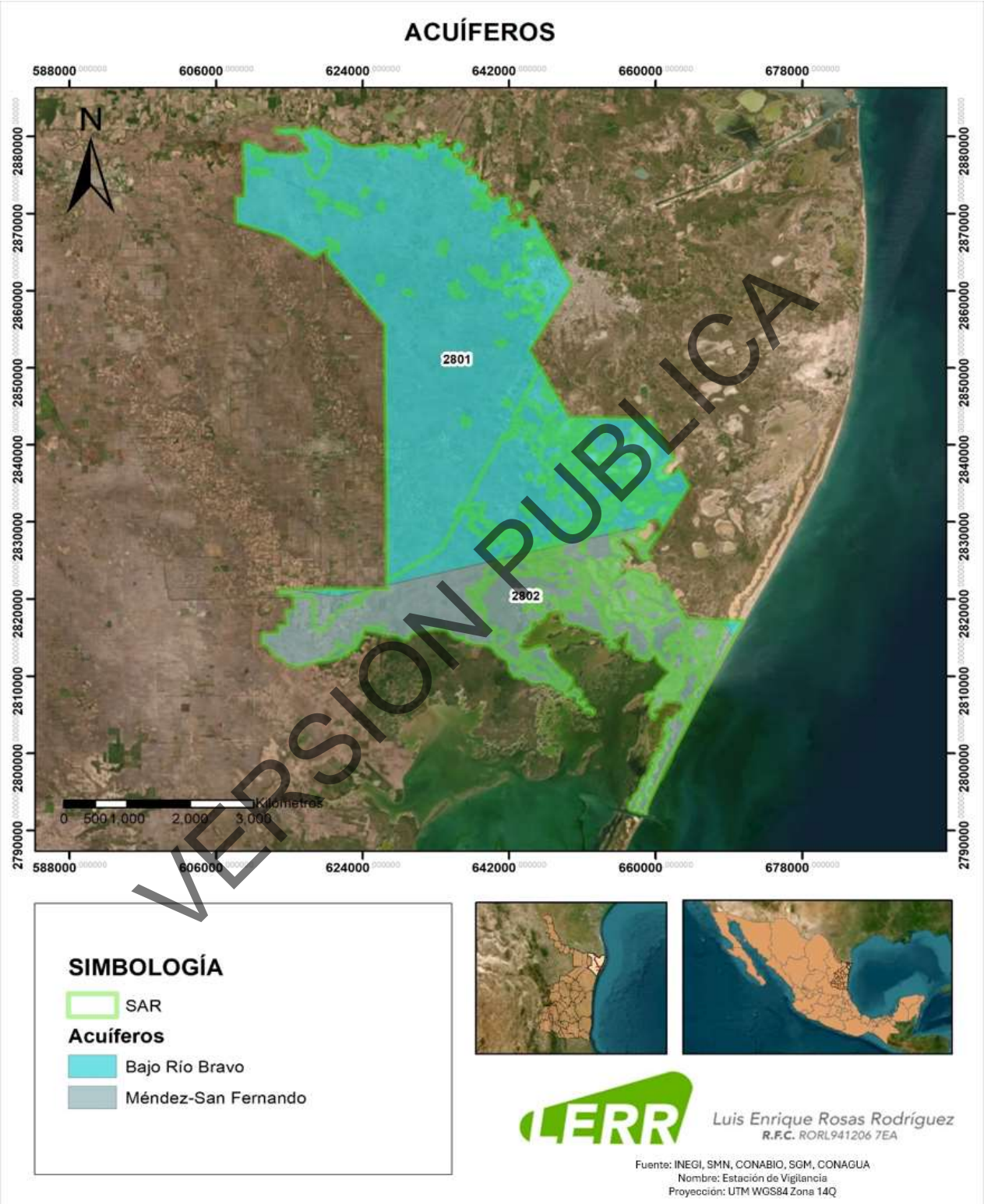
La recarga del acuífero ocurre principalmente a través de la infiltración de agua de lluvia, así como mediante aportaciones provenientes de escurrimientos superficiales y de los sistemas hidrológicos es. En algunas zonas cercanas a cuerpos lagunares o ambientes costeros, el comportamiento hidrogeológico puede verse influenciado por la interacción entre el agua subterránea y los sistemas lagunares o marinos, lo cual puede generar procesos de salinización o mezcla de aguas.

Al igual que el acuífero Bajo Río Bravo, el acuífero Méndez–San Fernando se encuentra clasificado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) como un acuífero con disponibilidad de agua subterránea, lo que indica que existe un volumen potencial de extracción bajo condiciones de manejo regulado del recurso hídrico.

VERSIÓN PÚBLICA

En conjunto, el Sistema Ambiental se encuentra influenciado por la presencia de dos unidades hidrogeológicas principales: los acuíferos Bajo Río Bravo (clave 2801) y Méndez–San Fernando (clave 2802), los cuales cubren la totalidad del área analizada. El primero constituye la unidad predominante dentro del SA, asociada principalmente a depósitos aluviales recientes vinculados a la dinámica fluvial del río Bravo, mientras que el segundo se relaciona con sedimentos aluviales, lagunares y litorales característicos de la planicie costera del noreste de Tamaulipas. La configuración geológica del subsuelo, dominada por materiales sedimentarios cuaternarios no consolidados, determina la presencia de acuíferos someros con permeabilidad variable, donde la recarga ocurre principalmente por infiltración de precipitación pluvial y escurrimientos superficiales. Asimismo, la proximidad a ambientes costeros y lagunares genera condiciones hidrogeológicas particulares que pueden influir en la calidad del agua subterránea, especialmente en términos de salinidad. En este contexto, la dinámica hidrogeológica del SA se encuentra estrechamente ligada a la interacción entre los procesos geológicos, geomorfológicos, climáticos e hidrológicos es, los cuales controlan el almacenamiento y circulación del agua subterránea en la región.

VERSION PUBLICA



VERSION PUBLICA

Figura 22. Acuíferos del sistema ambiental.

Hidrología superficial

En México la planeación hidráulica toma como unidades geográficas trece regiones hidrológico-administrativas definidas por la Comisión Nacional del Agua. Cada región está constituida por una o varias cuencas; de esta manera se garantiza que la cuenca hidrológica se constituya como la base de la administración del agua (CNA, 2002). Estas 13 regiones mayores creadas para facilitar el esfuerzo de descentralización de funciones, a su vez se agrupan en 37 regiones hidrológicas para hacer más eficaz la administración de los recursos hidráulicos. La agrupación de las cuencas se basa principalmente en rasgos orográficos e hidrográficos, de tal manera que cada región hidrológica se distingue por su tipo de relieve y escurrimientos, presentando características similares en su drenaje.



Figura 23. Regiones hidrológico-administrativas. México. 2002

En resumen, se tiene en el país un total de 314 cuencas hidrológicas, agrupadas en 37 regiones hidrológicas y a su vez en 13 regiones administrativas (CNA/SEMARNAP, 1996).

La hidrología superficial estudia la distribución, comportamiento y dinámica del agua que circula sobre la superficie terrestre, incluyendo ríos, arroyos, lagunas, esteros y cuerpos de agua temporales o permanentes. Estos sistemas hidrológicos desempeñan un papel fundamental en la regulación del ciclo hidrológico, la recarga de acuíferos, el transporte de sedimentos y nutrientes, así como en el mantenimiento de los ecosistemas asociados.

El Sistema Ambiental (SA) se localiza dentro de la planicie costera del Golfo de México, una región caracterizada por un relieve predominantemente plano y con pendientes muy suaves, lo cual favorece la formación de extensas planicies de inundación, humedales costeros y sistemas lagunares. Estas condiciones geomorfológicas influyen directamente en la dinámica hidrológica superficial, promoviendo escurrimientos de baja velocidad y la acumulación temporal de agua en zonas de depresión.

La red hidrográfica se encuentra influenciada principalmente por la dinámica del río Bravo, el cual constituye uno de los principales sistemas hidrológicos del noreste de México y del sur de los Estados Unidos. Este río desempeña un papel fundamental en la configuración hidrológica de la región, ya que sus procesos de transporte y sedimentación han contribuido históricamente a la formación de extensas planicies aluviales en el norte del estado de Tamaulipas. Además de los sistemas fluviales, la región se caracteriza por la presencia de sistemas lagunares costeros, los cuales forman parte del complejo lagunar

VERSIÓN PÚBLICA

asociado a la Laguna Madre, uno de los sistemas lagunares costeros más extensos de México. Estos ambientes lagunares se encuentran separados del Golfo de México por barras arenosas y cordones litorales, generando cuerpos de agua someros que presentan una fuerte interacción entre procesos marinos, atmosféricos y continentales.

La dinámica hidrológica superficial en la región se encuentra estrechamente relacionada con el régimen de precipitaciones, el cual presenta una marcada estacionalidad, concentrándose principalmente durante los meses de verano y principios de otoño. Durante este periodo se incrementa la generación de escurrimientos superficiales, así como la recarga de cuerpos de agua y zonas inundables. Por el contrario, durante los meses de invierno y primavera temprana los escurrimientos disminuyen considerablemente debido a la reducción de las precipitaciones y al aumento de los procesos de evaporación.

Asimismo, los sistemas hidrológicos superficiales de la región pueden verse influenciados por eventos meteorológicos extremos, tales como tormentas tropicales, huracanes y frentes fríos intensos, los cuales pueden generar incrementos significativos en los escurrimientos superficiales, inundaciones temporales y modificaciones en la dinámica hidro sedimentaria de la planicie costera.

En términos generales, la hidrología superficial del Sistema Ambiental está dominada por procesos de escurrimiento de baja energía asociados a planicies costeras, sistemas lagunares y humedales, donde la interacción entre el clima, la topografía y los sedimentos cuaternarios determina la dinámica del agua superficial y su relación con los ecosistemas presentes en la región.

De acuerdo con la Regionalización hidrológica establecida por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el Sistema Ambiental donde se ubica el AP forma parte de la Región Hidrológica Administrativa VI – Río Bravo, la cual comprende una extensa porción del norte de México y abarca territorios de los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango y Tamaulipas. Esta región hidrológica se caracteriza por estar dominada por el sistema de drenaje del río Bravo, uno de los principales ríos transfronterizos de América del Norte, que establece gran parte de la frontera entre México y los Estados Unidos.

Dentro de esta región hidrológica, el área del AP se localiza en la porción noreste del estado de Tamaulipas, en la planicie costera del Golfo de México, donde los procesos hidrológicos están influenciados tanto por la dinámica fluvial del río Bravo como por los sistemas lagunares costeros asociados a la Laguna Madre. La interacción entre estos sistemas hidrológicos continentales y costeros genera un entorno hidrológico caracterizado por escurrimientos superficiales de baja pendiente, presencia de planicies de inundación, humedales y cuerpos lagunares someros.

La ubicación del AP dentro de la Región Hidrológica Administrativa Río Bravo implica que la disponibilidad y manejo del recurso hídrico superficial se encuentran regulados bajo los lineamientos establecidos por la CONAGUA para dicha región, considerando la importancia estratégica del río Bravo y sus sistemas asociados para el abastecimiento de agua, la agricultura y el equilibrio ambiental en el norte del país.

Cuencas hidrológicas

De acuerdo con la Regionalización hidrológica establecida por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el Sistema Ambiental donde se ubica el AP se encuentra dentro de la Región Hidrológica RH-24 Río Bravo, una de las regiones hidrológicas más importantes del norte de México debido a la presencia del sistema fluvial del río Bravo y sus planicies aluviales asociadas.

Dentro del Sistema Ambiental se identifican dos cuencas hidrológicas principales, las cuales corresponden a la Cuenca Matamoros (clave RH24A) y la Cuenca Laguna Madre (clave RH25C). Estas cuencas forman parte de la red hidrológica que drena hacia el Golfo de México y que se caracteriza por la interacción entre procesos fluviales, costeros y lagunares.

VERSIÓN PÚBLICA

La Cuenca Matamoros (RH24A) constituye la unidad hidrológica predominante dentro del SA, con una superficie de 150,635.81 hectáreas, lo que representa aproximadamente el 70.86 % del área total analizada. Esta cuenca se encuentra asociada principalmente al sistema hidrológico del río Bravo, así como a sus planicies aluviales y drenajes secundarios que descargan hacia la zona costera del norte de Tamaulipas. La dinámica hidrológica de esta cuenca está influenciada por escurrimientos provenientes tanto de precipitaciones es como de aportaciones indirectas del sistema fluvial principal, generando procesos de transporte de sedimentos y formación de extensas planicies de inundación.

Por su parte, la Cuenca Laguna Madre (RH25C) ocupa una superficie de 61,932.91 hectáreas, equivalente al 29.14 % del Sistema Ambiental. Esta cuenca se encuentra estrechamente relacionada con el complejo lagunar costero de la Laguna Madre, uno de los sistemas lagunares más extensos y ecológicamente relevantes del país. La dinámica hidrológica de esta cuenca está dominada por procesos de escurrimiento superficial de baja pendiente, acumulación de agua en zonas lagunares y humedales costeros, así como por la interacción entre aportaciones continentales y la influencia marina del Golfo de México.

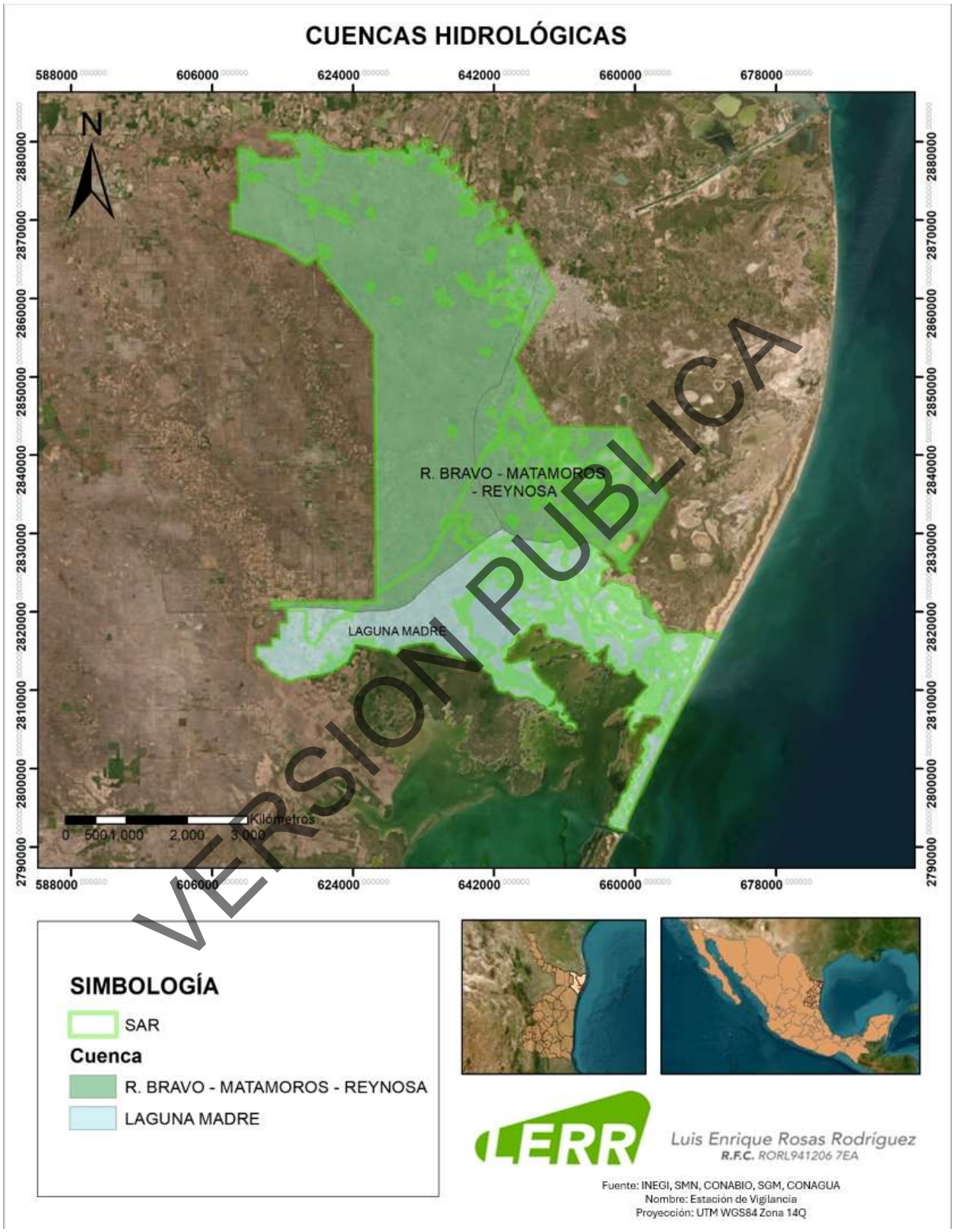
La coexistencia de estas dos cuencas dentro del Sistema Ambiental refleja la transición entre ambientes fluviales continentales y sistemas lagunares costeros, característica de la planicie litoral del noreste de Tamaulipas. Esta configuración hidrológica favorece la presencia de planicies de inundación, humedales y cuerpos de agua someros que desempeñan un papel importante en la regulación hidrológica, el almacenamiento temporal de agua y el mantenimiento de diversos ecosistemas asociados.

En términos generales, la hidrología superficial del Sistema Ambiental se encuentra determinada por la interacción entre las condiciones climáticas es, la topografía relativamente plana de la planicie costera, la dinámica fluvial del río Bravo y los procesos hidrológicos asociados al sistema lagunar de la Laguna Madre.

Tabla 14. Cuencas hidrológicas presentes en el sistema ambiental.

Cuencas presentes en el SA				
Cuenca	**Clave de la Cuenca**	**Superficie de la geometría (Ha)**	**Superficie de incidencia (Ha)**	**Porcentaje de incidencia**
R. BRAVO - MATAMOROS - REYNOSA	RH24A	212,568.72	150,635.81	70.86
LAGUNA MADRE	RH25C		61,932.91	29.14

VERSIÓN PÚBLICA



VERSION PUBLICA

Figura 24. Cuencas hidrológicas presentes en el sistema ambiental.

Subcuencas hidrológicas

De acuerdo con la Regionalización hidrológica establecida por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), dentro del Sistema Ambiental se identifican tres subcuencas hidrológicas principales, las cuales forman parte de la red de drenaje de la Región Hidrológica RH-24 Río Bravo. Estas subcuencas corresponden a Bravo–Matamoros (RH24Aa), Bravo–Reynosa (RH24Ab) y Laguna Madre (RH25Ca), todas clasificadas como sistemas de tipo exorreico, es decir, con drenaje superficial que finalmente descarga hacia el Golfo de México.

La subcuenca Bravo–Reynosa (RH24Ab) representa la unidad hidrológica de mayor extensión dentro del Sistema Ambiental, con una superficie de 112,434.47 hectáreas, equivalente al 52.89 % del área total del SA. Esta subcuenca forma parte del sistema hidrológico del río Bravo, el cual constituye el principal eje de drenaje y desempeña un papel fundamental en la dinámica hidrológica del norte del estado de Tamaulipas. Los escurrimientos superficiales dentro de esta subcuenca se encuentran influenciados por la dinámica fluvial del río Bravo y por los sistemas de drenaje asociados a su planicie aluvial.

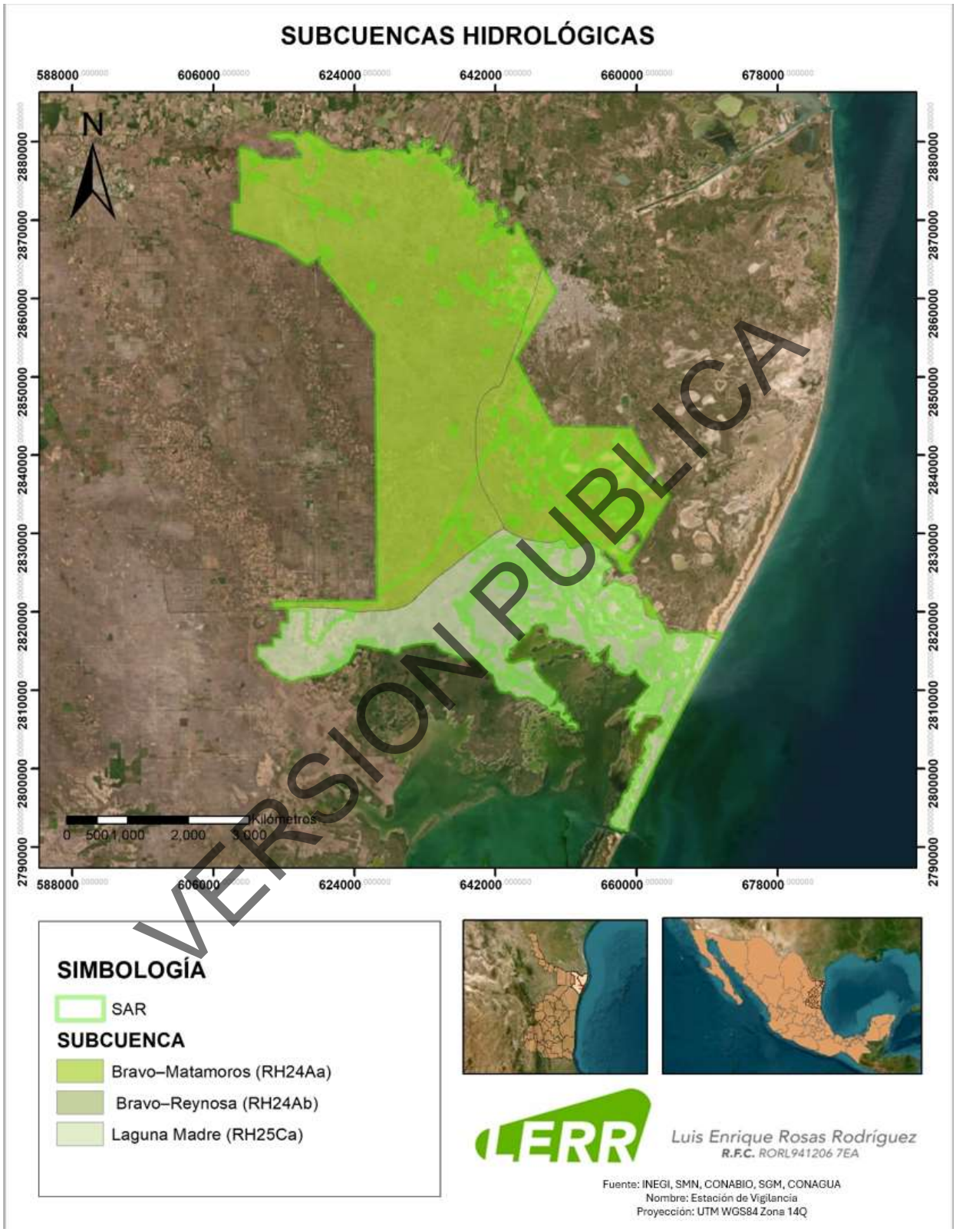
En segundo término, se encuentra la subcuenca Laguna Madre (RH25Ca), que abarca una superficie de 61,932.91 hectáreas, lo que representa aproximadamente el 29.14 % del Sistema Ambiental. Esta subcuenca está asociada al sistema lagunar costero de la Laguna Madre, caracterizado por extensos cuerpos de agua someros, marismas y humedales costeros que mantienen una fuerte interacción entre procesos continentales y marinos. La dinámica hidrológica de esta subcuenca se encuentra dominada por escurrimientos superficiales de baja pendiente, aportaciones pluviales y la influencia hidrodinámica del Golfo de México.

Por su parte, la subcuenca Bravo–Matamoros (RH24Aa) cubre una superficie de 38,201.34 hectáreas, lo que representa aproximadamente el 17.97 % del Sistema Ambiental. Esta subcuenca también se encuentra vinculada al sistema hidrológico del río Bravo, particularmente en su tramo inferior, donde los procesos de escurrimiento superficial se desarrollan sobre planicies aluviales con pendientes suaves y materiales sedimentarios recientes.

La presencia de estas subcuencas refleja la interacción entre sistemas fluviales continentales y sistemas lagunares costeros, característica de la planicie litoral del noreste de Tamaulipas. Esta configuración hidrológica favorece la presencia de planicies de inundación, humedales costeros y cuerpos lagunares que desempeñan un papel importante en la regulación hidrológica, el almacenamiento temporal de agua y el mantenimiento de diversos ecosistemas asociados.

En términos generales, la hidrología superficial del Sistema Ambiental se encuentra determinada por la interacción entre el régimen de precipitaciones, la topografía plana de la planicie costera, la dinámica fluvial del río Bravo y los procesos hidrológicos asociados al complejo lagunar de la Laguna Madre, generando un sistema hidrológico de escurrimientos de baja energía que finalmente descargan hacia el Golfo de México.

VERSIÓN PÚBLICA



VERSION PUBLICA

Figura 25. Subcuencas hidrológicas presentes en el sistema ambiental.

Dentro del Sistema Ambiental se identifican diversos cuerpos de agua superficiales, los cuales incluyen corrientes permanentes e intermitentes, canales artificiales y cuerpos lagunares naturales. Estos sistemas hidrológicos desempeñan un papel fundamental en la regulación del escurrimiento superficial, la dinámica sedimentaria, la recarga de acuíferos someros y el mantenimiento de los ecosistemas asociados a la planicie costera del noreste de Tamaulipas. Los cuerpos de agua presentes en el SA se encuentran estrechamente relacionados con la dinámica hidrológica del río Bravo, así como con el sistema lagunar costero de la Laguna Madre, uno de los complejos lagunares más extensos del país. Debido a las características topográficas de la región, dominadas por pendientes suaves y materiales sedimentarios recientes, la hidrología superficial se caracteriza por la presencia de escurrimientos de baja energía, zonas inundables y lagunas someras.

Entre los principales sistemas hidrológicos superficiales destacan las corrientes fluviales permanentes, representadas principalmente por el río Bravo, el cual constituye el principal eje hidrológico y forma parte de la frontera natural entre México y los Estados Unidos. Este río desempeña un papel fundamental en la dinámica hidrológica de la región, aportando sedimentos, regulando los escurrimientos y contribuyendo a la formación de planicies aluviales en el norte del estado de Tamaulipas.

Asimismo, se identifican corrientes intermitentes, como el arroyo El Diablo, que drenan hacia las zonas bajas de la planicie costera y cuya dinámica depende en gran medida de los eventos de precipitación estacional. Estos sistemas de drenaje suelen presentar escurrimientos temporales asociados principalmente a lluvias intensas o eventos meteorológicos extraordinarios.

Dentro del SA también se encuentran diversos canales artificiales, tales como el Canal El Diablo, Canal Guadalupe y Canal Las Blancas, los cuales forman parte de la infraestructura hidráulica utilizada para el manejo del agua en actividades agrícolas y de drenaje. Estos canales contribuyen a la redistribución de los escurrimientos superficiales y al control de excedentes hídricos en zonas agrícolas y planicies de inundación.

Por otra parte, se identifican numerosos cuerpos de agua lagunares, los cuales constituyen uno de los elementos más representativos del sistema hidrológico de la región. Entre estos destacan diversas lagunas y cuerpos de agua someros asociados al sistema lagunar de la Laguna Madre, tales como Laguna El Rabón, Laguna Las Conchas, Laguna Las Jaras, Laguna La Atravesada, Laguna La Alberca, Laguna Plan Salas, Laguna Tres Mezquites, Laguna Madre, Laguna Saltillos y Laguna Tío Castís, entre otros.

Estos cuerpos lagunares se caracterizan por presentar baja profundidad, amplias superficies inundables y una dinámica hidrológica fuertemente influenciada por la interacción entre escurrimientos continentales, aportaciones pluviales y procesos hidrodinámicos marinos provenientes del Golfo de México. La presencia de estos sistemas lagunares favorece la formación de humedales, marismas y planicies de inundación, que desempeñan un papel importante en la regulación hidrológica y en el mantenimiento de la biodiversidad asociada a ambientes costeros.

En las tablas siguientes se presentan las corrientes de agua perennes e intermitentes, así como los cuerpos de agua presentes en el SA.

Tabla 15. Cuerpos de agua presentes en el SA.

Cuerpos de agua presentes en el SA				
Nombre	**Tipo**	**Superficie de la geometría (Ha)**	**Superficie de incidencia (Ha)**	**Porcentaje de incidencia**
A. El Diablo	Corriente intermitente	212,568.72	203.65	0.10
Canal El Diablo	Canales		32.47	0.02
Canal Guadalupe	Canales		31.22	0.01
Canal Las Blancas	Canales		0.99	0.00
Laguna de Sulfatos	Cuerpos de agua permanente		31.22	0.01
Laguna El Rabón	Cuerpos de agua intermitente		2,341.33	1.10
Laguna La Alberca	Cuerpos de agua intermitente		533.74	0.25
Laguna La Atravesada	Cuerpos de agua intermitente		237.23	0.11
Laguna La Leona	Cuerpos de agua intermitente		234.83	0.11

VERSIÓN PÚBLICA

Cuerpos de agua presentes en el SA				
Nombre	**Tipo**	**Superficie de la geometría (Ha)**	**Superficie de incidencia (Ha)**	**Porcentaje de incidencia**
Laguna La Lobera	Cuerpos de agua intermitente		23.38	0.01
Laguna Las Comitas	Cuerpos de agua intermitente		336.40	0.16
Laguna Las Conchas	Cuerpos de agua intermitente		2,059.10	0.97
Laguna Las Jaras	Cuerpos de agua intermitente		844.44	0.40
Laguna Madre	Cuerpos de agua permanente		701.37	0.33
Laguna Plan Salado	Cuerpos de agua intermitente		81.33	0.04
Laguna Saltillo	Cuerpos de agua permanente		96.34	0.05
Laguna Tío Castillo	Cuerpos de agua intermitente		389.45	0.18
Laguna Tres Mezquites	Cuerpos de agua intermitente		290.74	0.14
Río Bravo	Corriente permanente		91.15	0.04
Río El Diablo	Corriente permanente		283.15	0.13

Además de las corrientes naturales, el SA presenta una extensa infraestructura de canales de irrigación, entre los que destacan el Canal El Diablo, Canal El Culebrón, Canal El Soliseño, Canal Guadalupe, Canal Las Blancas, Canal de Las Vacas y Canal Río Bravo, así como un elevado número de canales sin denominación específica. La abundancia de estos elementos evidencia una fuerte intervención antrópica en la red de drenaje superficial, asociada principalmente al manejo hidráulico para actividades agropecuarias, drenaje parcelario y conducción de excedentes hídricos. En términos funcionales, estos canales modifican la conectividad hidrológica natural del paisaje, al redistribuir flujos superficiales, alterar tiempos de concentración y favorecer la conducción artificial del agua hacia zonas agrícolas, depresiones naturales o cuerpos receptores. También se identifican acueductos subterráneos, los cuales constituyen infraestructura hidráulica artificial destinada a la conducción de agua, aunque su interacción con la hidrología superficial es indirecta. No obstante, su presencia dentro del SA confirma el grado de aprovechamiento y manejo del recurso hídrico en la región. Otro componente relevante de la hidrología superficial del SA corresponde a las zonas sujetas a inundación, representadas cartográficamente como límites de terrenos inundables. La abundancia y longitud acumulada de estos elementos indica que en el sistema ambiental existen extensas superficies con susceptibilidad a anegamiento temporal, condición congruente con la topografía plana, la baja capacidad de drenaje en algunos sectores y la presencia de cuerpos lagunares someros y marismas costeras. Estas áreas cumplen una función hidrológica importante al actuar como zonas de almacenamiento temporal de agua durante lluvias intensas, eventos ciclónicos o crecidas extraordinarias.

En el SA también se registran límites de lagos, lagunas y presas permanentes, dentro de los cuales destacan cuerpos de agua de gran relevancia como Laguna Madre, Laguna El Rabón, Laguna La Alberca, Laguna La Atravesada, Laguna La Leona, Laguna La Lobera, Laguna Las Comitas, Laguna Las Conchas, Laguna Las Jaras, Laguna Plan Salado, Laguna Saltillo, Laguna Tío Castillo, Laguna Tres Mezquites y Laguna de Sulfatos. Entre todos ellos, sobresale Laguna Madre como el sistema lagunar más importante del SA, debido a su extensión, permanencia y papel ecológico e hidrológico dentro de la planicie costera. Estos cuerpos de agua someros mantienen una estrecha interacción con escurrimientos continentales, aportaciones pluviales y procesos hidrodinámicos marinos, configurando un sistema complejo de humedales, marismas y zonas de transición entre el continente y el Golfo de México.

Adicionalmente, la cartografía reporta la presencia de islas y salinas naturales, elementos que refuerzan el carácter costero-lagunar del sistema ambiental. Las salinas naturales, en particular, evidencian procesos de concentración de sales asociados a evaporación intensa y escasa circulación hídrica en determinados sectores del paisaje, mientras que las islas corresponden a formas emergidas dentro de cuerpos lagunares o zonas de inundación permanente o temporal.

Tabla 16. Corrientes de agua presentes en el SA.

Corrientes de agua presentes en el SA			
Tipo	**Nombre**	**Clasificación**	**Longitud**
Acueducto subterráneo	-	Acueducto	39.79
Acueducto subterráneo	-	Acueducto	353.82
Acueducto subterráneo	-	Acueducto	395.69
Acueducto subterráneo	-	Acueducto	483.03

VERSIÓN PÚBLICA

Corrientes de agua presentes en el SA			
Tipo	**Nombre**	**Clasificación**	**Longitud**
Acueducto subterráneo	-	Acueducto	1554.78
Acueducto subterráneo	-	Acueducto	2016.75
Acueducto subterráneo	-	Acueducto	2034.54
Acueducto subterráneo	-	Acueducto	3263.52
Acueducto subterráneo	-	Acueducto	4842.21
Acueducto subterráneo	-	Acueducto	5030.14
Acueducto subterráneo	-	Acueducto	6045.85
Acueducto subterráneo	-	Acueducto	6314.71
Acueducto subterráneo	-	Acueducto	6465.21
Acueducto subterráneo	-	Acueducto	6604.17
Acueducto subterráneo	-	Acueducto	8451.09
Acueducto subterráneo	-	Acueducto	8748.26
Acueducto subterráneo	-	Acueducto	24791.3
Acueducto subterráneo	-	Acueducto	39732.4
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. El Diablo	Corriente intermitente	135.48
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. El Diablo	Corriente intermitente	240.15
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. El Diablo	Corriente intermitente	502.28
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. El Diablo	Corriente intermitente	646.37
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. El Diablo	Corriente intermitente	2102.38
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. El Tigre	Corriente intermitente	7631.15
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. La Resaca	Corriente intermitente	940.53
Arroyos y de corrientes intermitentes	-	Corriente intermitente	421.24
Arroyos y de corrientes intermitentes	-	Corriente intermitente	988.32
Arroyos y de corrientes intermitentes	-	Corriente intermitente	1305.01
Arroyos y de corrientes intermitentes	-	Corriente intermitente	1309.62
Arroyos y de corrientes intermitentes	-	Corriente intermitente	1653.97
Arroyos y de corrientes intermitentes		Corriente intermitente	2293.81
Arroyos y de corrientes intermitentes	-	Corriente intermitente	4884.88
Arroyos y de corrientes intermitentes	-	Corriente intermitente	6021.92
Arroyos y de corrientes intermitentes	-	Corriente intermitente	6986.6
Arroyos y de corrientes intermitentes	-	Corriente intermitente	11878.34
Arroyos y de corrientes intermitentes	-	Corriente intermitente	19402.04
Canales de irrigación	Canal de Las Vacas	Canal	1274.26
Canales de irrigación	Canal de Las Vacas	Canal	4204.85
Canales de irrigación	Canal El Culebrón	Canal	394.83
Canales de irrigación	Canal El Culebrón	Canal	604.13
Canales de irrigación	Canal El Culebrón	Canal	770.36
Canales de irrigación	Canal El Culebrón	Canal	1669.99
Canales de irrigación	Canal El Culebrón	Canal	1686.24
Canales de irrigación	Canal El Culebrón	Canal	1982.08
Canales de irrigación	Canal El Culebrón	Canal	2469.68
Canales de irrigación	Canal El Culebrón	Canal	2483.93
Canales de irrigación	Canal El Culebrón	Canal	2800.31
Canales de irrigación	Canal El Culebrón	Canal	3203.53
Canales de irrigación	Canal El Culebrón	Canal	3733.6
Canales de irrigación	Canal El Culebrón	Canal	3899.68
Canales de irrigación	Canal El Culebrón	Canal	4024.36
Canales de irrigación	Canal El Culebrón	Canal	5471.68
Canales de irrigación	Canal El Culebrón	Canal	6034.44
Canales de irrigación	Canal El Culebrón	Canal	6906.98
Canales de irrigación	Canal El Diablo	Canal	515.2
Canales de irrigación	Canal El Diablo	Canal	543.24
Canales de irrigación	Canal El Diablo	Canal	678.53
Canales de irrigación	Canal El Diablo	Canal	780.47
Canales de irrigación	Canal El Diablo	Canal	940.32
Canales de irrigación	Canal El Diablo	Canal	1034.32
Canales de irrigación	Canal El Diablo	Canal	1083.77
Canales de irrigación	Canal El Diablo	Canal	1121.73
Canales de irrigación	Canal El Diablo	Canal	1135.93
Canales de irrigación	Canal El Diablo	Canal	1467.42
Canales de irrigación	Canal El Diablo	Canal	1517.93
Canales de irrigación	Canal El Diablo	Canal	1920.94
Canales de irrigación	Canal El Diablo	Canal	2511.8

VERSION PUBLICA

Corrientes de agua presentes en el SA			
Tipo	**Nombre**	**Clasificación**	**Longitud**
Canales de irrigación	Canal El Diablo	Canal	2602.67
Canales de irrigación	Canal El Diablo	Canal	2744.92
Canales de irrigación	Canal El Diablo	Canal	2939.4
Canales de irrigación	Canal El Diablo	Canal	2974.63
Canales de irrigación	Canal El Diablo	Canal	3077.14
Canales de irrigación	Canal El Diablo	Canal	3357.42
Canales de irrigación	Canal El Diablo	Canal	3692.86
Canales de irrigación	Canal El Diablo	Canal	3848.18
Canales de irrigación	Canal El Diablo	Canal	4561.16
Canales de irrigación	Canal El Diablo	Canal	5406.19
Canales de irrigación	Canal El Diablo	Canal	7669.13
Canales de irrigación	Canal El Diablo	Canal	7770.54
Canales de irrigación	Canal El Diablo	Canal	8313.12
Canales de irrigación	Canal El Soliseño	Canal	46.61
Canales de irrigación	Canal El Soliseño	Canal	475.47
Canales de irrigación	Canal El Soliseño	Canal	485.99
Canales de irrigación	Canal El Soliseño	Canal	1735.49
Canales de irrigación	Canal El Soliseño	Canal	1993.54
Canales de irrigación	Canal El Soliseño	Canal	2143.31
Canales de irrigación	Canal El Soliseño	Canal	2656.29
Canales de irrigación	Canal El Soliseño	Canal	2860.48
Canales de irrigación	Canal El Soliseño	Canal	5041.89
Canales de irrigación	Canal El Soliseño	Canal	6927.15
Canales de irrigación	Canal El Soliseño	Canal	10769.72
Canales de irrigación	Canal Guadalupe	Canal	35.3
Canales de irrigación	Canal Guadalupe	Canal	124
Canales de irrigación	Canal Guadalupe	Canal	169.25
Canales de irrigación	Canal Guadalupe	Canal	171.08
Canales de irrigación	Canal Guadalupe	Canal	291.4
Canales de irrigación	Canal Guadalupe	Canal	305.24
Canales de irrigación	Canal Guadalupe	Canal	524.94
Canales de irrigación	Canal Guadalupe	Canal	565.5
Canales de irrigación	Canal Guadalupe	Canal	565.85
Canales de irrigación	Canal Guadalupe	Canal	775.73
Canales de irrigación	Canal Guadalupe	Canal	867.36
Canales de irrigación	Canal Guadalupe	Canal	889.27
Canales de irrigación	Canal Guadalupe	Canal	976.73
Canales de irrigación	Canal Guadalupe	Canal	1076.75
Canales de irrigación	Canal Guadalupe	Canal	1486.14
Canales de irrigación	Canal Guadalupe	Canal	1790.49
Canales de irrigación	Canal Guadalupe	Canal	1977.61
Canales de irrigación	Canal Guadalupe	Canal	2329.89
Canales de irrigación	Canal Guadalupe	Canal	3069.34
Canales de irrigación	Canal Guadalupe	Canal	13404.53
Canales de irrigación	Canal Las Blancas	Canal	307.61
Canales de irrigación	Canal Las Blancas	Canal	550.91
Canales de irrigación	Canal Las Blancas	Canal	1076.12
Canales de irrigación	Canal Las Blancas	Canal	1160.36
Canales de irrigación	Canal Las Blancas	Canal	1338.17
Canales de irrigación	Canal Las Blancas	Canal	1395.42
Canales de irrigación	Canal Las Blancas	Canal	1543.89
Canales de irrigación	Canal Las Blancas	Canal	1619.69
Canales de irrigación	Canal Las Blancas	Canal	2044.21
Canales de irrigación	Canal Las Blancas	Canal	2408.28
Canales de irrigación	Canal Las Blancas	Canal	2809.39
Canales de irrigación	Canal Las Blancas	Canal	2956.6
Canales de irrigación	Canal Las Blancas	Canal	3722.16
Canales de irrigación	Canal Las Blancas	Canal	6938.82
Canales de irrigación	Canal Las Blancas	Canal	10710.74
Canales de irrigación	Canal Río Bravo	Canal	2531.05
Canales de irrigación	-	Canal	1.28
Canales de irrigación	-	Canal	9.54
Canales de irrigación	-	Canal	22.09

VERSIÓN PÚBLICA

Corrientes de agua presentes en el SA			
Tipo	**Nombre**	**Clasificación**	**Longitud**
Canales de irrigación	-	Canal	22.64
Canales de irrigación	-	Canal	23.51
Canales de irrigación	-	Canal	32.12
Canales de irrigación	-	Canal	35.45
Canales de irrigación	-	Canal	37.26
Canales de irrigación	-	Canal	37.33
Canales de irrigación	-	Canal	37.57
Canales de irrigación	-	Canal	37.63
Canales de irrigación	-	Canal	38.04
Canales de irrigación	-	Canal	38.15
Canales de irrigación	-	Canal	41
Canales de irrigación	-	Canal	41.56
Canales de irrigación	-	Canal	41.7
Canales de irrigación	-	Canal	41.95
Canales de irrigación	-	Canal	42.42
Canales de irrigación	-	Canal	42.72
Canales de irrigación	-	Canal	42.75
Canales de irrigación	-	Canal	42.76
Canales de irrigación	-	Canal	43.46
Canales de irrigación	-	Canal	46.18
Canales de irrigación	-	Canal	58.52
Canales de irrigación	-	Canal	59.13
Canales de irrigación	-	Canal	60.85
Canales de irrigación	-	Canal	65.37
Canales de irrigación	-	Canal	66.86
Canales de irrigación	-	Canal	71.49
Canales de irrigación	-	Canal	72.35
Canales de irrigación	-	Canal	73.55
Canales de irrigación	-	Canal	75.62
Canales de irrigación	-	Canal	76.78
Canales de irrigación	-	Canal	80.7
Canales de irrigación	-	Canal	81.19
Canales de irrigación	-	Canal	85.93
Canales de irrigación	-	Canal	87.29
Canales de irrigación	-	Canal	94.23
Canales de irrigación	-	Canal	99.04
Canales de irrigación	-	Canal	100.99
Canales de irrigación	-	Canal	101.49
Canales de irrigación	-	Canal	101.74
Canales de irrigación	-	Canal	102.66
Canales de irrigación	-	Canal	104.09
Canales de irrigación	-	Canal	104.95
Canales de irrigación	-	Canal	110.26
Canales de irrigación	-	Canal	111.52
Canales de irrigación	-	Canal	112.77
Canales de irrigación	-	Canal	117.39
Canales de irrigación	-	Canal	120.59
Canales de irrigación	-	Canal	121.8
Canales de irrigación	-	Canal	128.18
Canales de irrigación	-	Canal	134.96
Canales de irrigación	-	Canal	135.83
Canales de irrigación	-	Canal	136.37
Canales de irrigación	-	Canal	137.61
Canales de irrigación	-	Canal	140.59
Canales de irrigación	-	Canal	144.92
Canales de irrigación	-	Canal	149.59
Canales de irrigación	-	Canal	156.31
Canales de irrigación	-	Canal	158.4
Canales de irrigación	-	Canal	160.3
Canales de irrigación	-	Canal	174.06
Canales de irrigación	-	Canal	175.32
Canales de irrigación	-	Canal	178.88
Canales de irrigación	-	Canal	185.96

VERSION PUBLICA

Corrientes de agua presentes en el SA			
Tipo	**Nombre**	**Clasificación**	**Longitud**
Canales de irrigación	-	Canal	187.36
Canales de irrigación	-	Canal	189.72
Canales de irrigación	-	Canal	194.66
Canales de irrigación	-	Canal	198.57
Canales de irrigación	-	Canal	198.91
Canales de irrigación	-	Canal	199.17
Canales de irrigación	-	Canal	200.57
Canales de irrigación	-	Canal	205.56
Canales de irrigación	-	Canal	205.99
Canales de irrigación	-	Canal	209.06
Canales de irrigación	-	Canal	209.61
Canales de irrigación	-	Canal	210.43
Canales de irrigación	-	Canal	213.02
Canales de irrigación	-	Canal	213.88
Canales de irrigación	-	Canal	219.99
Canales de irrigación	-	Canal	221.1
Canales de irrigación	-	Canal	221.11
Canales de irrigación	-	Canal	221.36
Canales de irrigación	-	Canal	221.47
Canales de irrigación	-	Canal	221.99
Canales de irrigación	-	Canal	225.13
Canales de irrigación	-	Canal	225.46
Canales de irrigación	-	Canal	225.85
Canales de irrigación	-	Canal	228.29
Canales de irrigación	-	Canal	228.58
Canales de irrigación	-	Canal	231.89
Canales de irrigación	-	Canal	232.22
Canales de irrigación	-	Canal	232.54
Canales de irrigación	-	Canal	232.91
Canales de irrigación	-	Canal	234.95
Canales de irrigación	-	Canal	239.19
Canales de irrigación	-	Canal	243.29
Canales de irrigación	-	Canal	244.75
Canales de irrigación	-	Canal	250.46
Canales de irrigación	-	Canal	253.26
Canales de irrigación	-	Canal	254.08
Canales de irrigación	-	Canal	258.41
Canales de irrigación	-	Canal	259.85
Canales de irrigación	-	Canal	266.42
Canales de irrigación	-	Canal	298.3
Canales de irrigación	-	Canal	307.81
Canales de irrigación	-	Canal	311.01
Canales de irrigación	-	Canal	316.49
Canales de irrigación	-	Canal	324.13
Canales de irrigación	-	Canal	324.78
Canales de irrigación	-	Canal	329.39
Canales de irrigación	-	Canal	336.77
Canales de irrigación	-	Canal	345.81
Canales de irrigación	-	Canal	351.12
Canales de irrigación	-	Canal	352.84
Canales de irrigación	-	Canal	355.2
Canales de irrigación	-	Canal	355.23
Canales de irrigación	-	Canal	368.15
Canales de irrigación	-	Canal	372.75
Canales de irrigación	-	Canal	378.53
Canales de irrigación	-	Canal	399.65
Canales de irrigación	-	Canal	401.55
Canales de irrigación	-	Canal	409.38
Canales de irrigación	-	Canal	409.81
Canales de irrigación	-	Canal	426.24
Canales de irrigación	-	Canal	437.3
Canales de irrigación	-	Canal	438.75
Canales de irrigación	-	Canal	440.42

VERSION PUBLICA

Corrientes de agua presentes en el SA			
Tipo	**Nombre**	**Clasificación**	**Longitud**
Canales de irrigación	-	Canal	442.48
Canales de irrigación	-	Canal	458.86
Canales de irrigación	-	Canal	465.78
Canales de irrigación	-	Canal	467.61
Canales de irrigación	-	Canal	468.06
Canales de irrigación	-	Canal	472.3
Canales de irrigación	-	Canal	472.69
Canales de irrigación	-	Canal	473.54
Canales de irrigación	-	Canal	481.35
Canales de irrigación	-	Canal	485.7
Canales de irrigación	-	Canal	488.93
Canales de irrigación	-	Canal	491.93
Canales de irrigación	-	Canal	498.04
Canales de irrigación	-	Canal	509.92
Canales de irrigación	-	Canal	514.5
Canales de irrigación	-	Canal	523.67
Canales de irrigación	-	Canal	528.03
Canales de irrigación	-	Canal	541.29
Canales de irrigación	-	Canal	542.23
Canales de irrigación	-	Canal	547.1
Canales de irrigación	-	Canal	547.75
Canales de irrigación	-	Canal	548.78
Canales de irrigación	-	Canal	550.74
Canales de irrigación	-	Canal	559.05
Canales de irrigación	-	Canal	571.48
Canales de irrigación	-	Canal	574.57
Canales de irrigación	-	Canal	579.62
Canales de irrigación	-	Canal	586.66
Canales de irrigación	-	Canal	592.94
Canales de irrigación	-	Canal	602.41
Canales de irrigación	-	Canal	605.01
Canales de irrigación	-	Canal	605.6
Canales de irrigación	-	Canal	605.66
Canales de irrigación	-	Canal	622.13
Canales de irrigación	-	Canal	623.72
Canales de irrigación	-	Canal	626.96
Canales de irrigación	-	Canal	627.18
Canales de irrigación	-	Canal	634.47
Canales de irrigación	-	Canal	643.83
Canales de irrigación	-	Canal	644.15
Canales de irrigación	-	Canal	645.05
Canales de irrigación	-	Canal	648.46
Canales de irrigación	-	Canal	653.75
Canales de irrigación	-	Canal	656.57
Canales de irrigación	-	Canal	660.71
Canales de irrigación	-	Canal	661.3
Canales de irrigación	-	Canal	669.46
Canales de irrigación	-	Canal	701.77
Canales de irrigación	-	Canal	705.28
Canales de irrigación	-	Canal	709.51
Canales de irrigación	-	Canal	714.68
Canales de irrigación	-	Canal	718.6
Canales de irrigación	-	Canal	722.54
Canales de irrigación	-	Canal	731.95
Canales de irrigación	-	Canal	739.64
Canales de irrigación	-	Canal	750.09
Canales de irrigación	-	Canal	755.83
Canales de irrigación	-	Canal	758.21
Canales de irrigación	-	Canal	760.07
Canales de irrigación	-	Canal	764.85
Canales de irrigación	-	Canal	768.31
Canales de irrigación	-	Canal	769.46
Canales de irrigación	-	Canal	772.56

VERSION PUBLICA

Corrientes de agua presentes en el SA			
Tipo	**Nombre**	**Clasificación**	**Longitud**
Canales de irrigación	-	Canal	775.57
Canales de irrigación	-	Canal	775.72
Canales de irrigación	-	Canal	777.45
Canales de irrigación	-	Canal	778.48
Canales de irrigación	-	Canal	779.77
Canales de irrigación	-	Canal	788.01
Canales de irrigación	-	Canal	795.09
Canales de irrigación	-	Canal	796.41
Canales de irrigación	-	Canal	796.87
Canales de irrigación	-	Canal	797.8
Canales de irrigación	-	Canal	809.48
Canales de irrigación	-	Canal	813.84
Canales de irrigación	-	Canal	820.89
Canales de irrigación	-	Canal	829.75
Canales de irrigación	-	Canal	833.97
Canales de irrigación	-	Canal	835.4
Canales de irrigación	-	Canal	853.89
Canales de irrigación	-	Canal	857.99
Canales de irrigación	-	Canal	860.87
Canales de irrigación	-	Canal	861.01
Canales de irrigación	-	Canal	865.25
Canales de irrigación	-	Canal	867.79
Canales de irrigación	-	Canal	871.23
Canales de irrigación	-	Canal	874.38
Canales de irrigación	-	Canal	876.84
Canales de irrigación	-	Canal	883.6
Canales de irrigación	-	Canal	885.3
Canales de irrigación	-	Canal	893.87
Canales de irrigación	-	Canal	914.41
Canales de irrigación	-	Canal	922.7
Canales de irrigación	-	Canal	923.63
Canales de irrigación	-	Canal	927.83
Canales de irrigación	-	Canal	929.46
Canales de irrigación	-	Canal	934.41
Canales de irrigación	-	Canal	944.84
Canales de irrigación	-	Canal	946.34
Canales de irrigación	-	Canal	953.48
Canales de irrigación	-	Canal	954.62
Canales de irrigación	-	Canal	957.76
Canales de irrigación	-	Canal	959.61
Canales de irrigación	-	Canal	961.85
Canales de irrigación	-	Canal	962.92
Canales de irrigación	-	Canal	965.6
Canales de irrigación	-	Canal	969.03
Canales de irrigación	-	Canal	978.01
Canales de irrigación	-	Canal	979.86
Canales de irrigación	-	Canal	986.61
Canales de irrigación	-	Canal	990.86
Canales de irrigación	-	Canal	993.1
Canales de irrigación	-	Canal	993.11
Canales de irrigación	-	Canal	994.41
Canales de irrigación	-	Canal	997.97
Canales de irrigación	-	Canal	999.01
Canales de irrigación	-	Canal	1005.98
Canales de irrigación	-	Canal	1015.12
Canales de irrigación	-	Canal	1020.06
Canales de irrigación	-	Canal	1021.82
Canales de irrigación	-	Canal	1041.38
Canales de irrigación	-	Canal	1041.85
Canales de irrigación	-	Canal	1048.7
Canales de irrigación	-	Canal	1052.68
Canales de irrigación	-	Canal	1054.93
Canales de irrigación	-	Canal	1061.19

VERSION PUBLICA

Corrientes de agua presentes en el SA			
Tipo	**Nombre**	**Clasificación**	**Longitud**
Canales de irrigación	-	Canal	1062.94
Canales de irrigación	-	Canal	1068.21
Canales de irrigación	-	Canal	1070.22
Canales de irrigación	-	Canal	1078.37
Canales de irrigación	-	Canal	1110.92
Canales de irrigación	-	Canal	1111.93
Canales de irrigación	-	Canal	1115.6
Canales de irrigación	-	Canal	1125.26
Canales de irrigación	-	Canal	1139.76
Canales de irrigación	-	Canal	1145.76
Canales de irrigación	-	Canal	1153.03
Canales de irrigación	-	Canal	1169.18
Canales de irrigación	-	Canal	1174.2
Canales de irrigación	-	Canal	1195.11
Canales de irrigación	-	Canal	1201.81
Canales de irrigación	-	Canal	1215.24
Canales de irrigación	-	Canal	1220.99
Canales de irrigación	-	Canal	1223.21
Canales de irrigación	-	Canal	1238.22
Canales de irrigación	-	Canal	1245.97
Canales de irrigación	-	Canal	1246.33
Canales de irrigación	-	Canal	1250.87
Canales de irrigación	-	Canal	1268.65
Canales de irrigación	-	Canal	1284.54
Canales de irrigación	-	Canal	1288.46
Canales de irrigación	-	Canal	1293.26
Canales de irrigación	-	Canal	1306.94
Canales de irrigación	-	Canal	1319.94
Canales de irrigación	-	Canal	1329.77
Canales de irrigación	-	Canal	1333.08
Canales de irrigación	-	Canal	1349.82
Canales de irrigación	-	Canal	1356.99
Canales de irrigación	-	Canal	1382.73
Canales de irrigación	-	Canal	1382.87
Canales de irrigación	-	Canal	1395.63
Canales de irrigación	-	Canal	1399.1
Canales de irrigación	-	Canal	1404.59
Canales de irrigación	-	Canal	1416.11
Canales de irrigación	-	Canal	1421.39
Canales de irrigación	-	Canal	1421.41
Canales de irrigación	-	Canal	1422.42
Canales de irrigación	-	Canal	1443.89
Canales de irrigación	-	Canal	1450.27
Canales de irrigación	-	Canal	1450.96
Canales de irrigación	-	Canal	1461.6
Canales de irrigación	-	Canal	1485.95
Canales de irrigación	-	Canal	1492.75
Canales de irrigación	-	Canal	1496.8
Canales de irrigación	-	Canal	1498.29
Canales de irrigación	-	Canal	1500.45
Canales de irrigación	-	Canal	1514.62
Canales de irrigación	-	Canal	1520.42
Canales de irrigación	-	Canal	1547.04
Canales de irrigación	-	Canal	1558.44
Canales de irrigación	-	Canal	1569.95
Canales de irrigación	-	Canal	1576.76
Canales de irrigación	-	Canal	1578.26
Canales de irrigación	-	Canal	1580.76
Canales de irrigación	-	Canal	1587.39
Canales de irrigación	-	Canal	1617.29
Canales de irrigación	-	Canal	1620.73
Canales de irrigación	-	Canal	1632.53
Canales de irrigación	-	Canal	1638.29

VERSION PUBLICA

Corrientes de agua presentes en el SA			
Tipo	**Nombre**	**Clasificación**	**Longitud**
Canales de irrigación	-	Canal	1653.65
Canales de irrigación	-	Canal	1667.64
Canales de irrigación	-	Canal	1688.13
Canales de irrigación	-	Canal	1691.63
Canales de irrigación	-	Canal	1698.49
Canales de irrigación	-	Canal	1701.06
Canales de irrigación	-	Canal	1717.3
Canales de irrigación	-	Canal	1726.31
Canales de irrigación	-	Canal	1748.77
Canales de irrigación	-	Canal	1773.31
Canales de irrigación	-	Canal	1773.35
Canales de irrigación	-	Canal	1788.58
Canales de irrigación	-	Canal	1805
Canales de irrigación	-	Canal	1817
Canales de irrigación	-	Canal	1819.19
Canales de irrigación	-	Canal	1824.26
Canales de irrigación	-	Canal	1827.42
Canales de irrigación	-	Canal	1835.97
Canales de irrigación	-	Canal	1844.58
Canales de irrigación	-	Canal	1846.15
Canales de irrigación	-	Canal	1889.68
Canales de irrigación	-	Canal	1890.86
Canales de irrigación	-	Canal	1891.32
Canales de irrigación	-	Canal	1909.26
Canales de irrigación	-	Canal	1922.08
Canales de irrigación	-	Canal	1925.56
Canales de irrigación	-	Canal	1938.92
Canales de irrigación	-	Canal	1954.43
Canales de irrigación	-	Canal	1954.55
Canales de irrigación	-	Canal	1955.93
Canales de irrigación	-	Canal	1964.91
Canales de irrigación	-	Canal	1965.21
Canales de irrigación	-	Canal	1968.52
Canales de irrigación	-	Canal	1969.91
Canales de irrigación	-	Canal	1972.09
Canales de irrigación	-	Canal	1973.98
Canales de irrigación	-	Canal	1974.26
Canales de irrigación	-	Canal	1975.7
Canales de irrigación	-	Canal	1975.72
Canales de irrigación	-	Canal	1977.24
Canales de irrigación	-	Canal	1982.74
Canales de irrigación	-	Canal	1985.98
Canales de irrigación	-	Canal	1988.66
Canales de irrigación	-	Canal	1991.8
Canales de irrigación	-	Canal	1993.56
Canales de irrigación	-	Canal	1999.33
Canales de irrigación	-	Canal	2004.93
Canales de irrigación	-	Canal	2008.14
Canales de irrigación	-	Canal	2008.51
Canales de irrigación	-	Canal	2011.6
Canales de irrigación	-	Canal	2011.76
Canales de irrigación	-	Canal	2015.89
Canales de irrigación	-	Canal	2019.93
Canales de irrigación	-	Canal	2026.06
Canales de irrigación	-	Canal	2033.45
Canales de irrigación	-	Canal	2042.87
Canales de irrigación	-	Canal	2052.41
Canales de irrigación	-	Canal	2052.68
Canales de irrigación	-	Canal	2059.48
Canales de irrigación	-	Canal	2070.05
Canales de irrigación	-	Canal	2095.69
Canales de irrigación	-	Canal	2097.16
Canales de irrigación	-	Canal	2108.08

VERSION PUBLICA

Corrientes de agua presentes en el SA			
Tipo	**Nombre**	**Clasificación**	**Longitud**
Canales de irrigación	-	Canal	2152.12
Canales de irrigación	-	Canal	2163.12
Canales de irrigación	-	Canal	2198.31
Canales de irrigación	-	Canal	2236.04
Canales de irrigación	-	Canal	2270.36
Canales de irrigación	-	Canal	2280.36
Canales de irrigación	-	Canal	2283.45
Canales de irrigación	-	Canal	2301.24
Canales de irrigación	-	Canal	2355.97
Canales de irrigación	-	Canal	2361.23
Canales de irrigación	-	Canal	2366.53
Canales de irrigación	-	Canal	2385.04
Canales de irrigación	-	Canal	2397.48
Canales de irrigación	-	Canal	2446.15
Canales de irrigación	-	Canal	2450.46
Canales de irrigación	-	Canal	2462.09
Canales de irrigación	-	Canal	2463.42
Canales de irrigación	-	Canal	2472.75
Canales de irrigación	-	Canal	2481.19
Canales de irrigación	-	Canal	2483.12
Canales de irrigación	-	Canal	2516.68
Canales de irrigación	-	Canal	2553.84
Canales de irrigación	-	Canal	2554.16
Canales de irrigación	-	Canal	2555.13
Canales de irrigación	-	Canal	2578.9
Canales de irrigación	-	Canal	2623.18
Canales de irrigación	-	Canal	2632.31
Canales de irrigación	-	Canal	2636.84
Canales de irrigación	-	Canal	2649.66
Canales de irrigación	-	Canal	2650.45
Canales de irrigación	-	Canal	2699.33
Canales de irrigación	-	Canal	2706.14
Canales de irrigación	-	Canal	2715.91
Canales de irrigación	-	Canal	2721.9
Canales de irrigación	-	Canal	2741.45
Canales de irrigación	-	Canal	2742.15
Canales de irrigación	-	Canal	2756.1
Canales de irrigación	-	Canal	2759.02
Canales de irrigación	-	Canal	2773.37
Canales de irrigación	-	Canal	2811.24
Canales de irrigación	-	Canal	2814.16
Canales de irrigación	-	Canal	2815.36
Canales de irrigación	-	Canal	2905.88
Canales de irrigación	-	Canal	2909.39
Canales de irrigación	-	Canal	2920.85
Canales de irrigación	-	Canal	2948.64
Canales de irrigación	-	Canal	2955.09
Canales de irrigación	-	Canal	2956.43
Canales de irrigación	-	Canal	2972.75
Canales de irrigación	-	Canal	2985.13
Canales de irrigación	-	Canal	2993
Canales de irrigación	-	Canal	2995.11
Canales de irrigación	-	Canal	3002.2
Canales de irrigación	-	Canal	3005.64
Canales de irrigación	-	Canal	3037.9
Canales de irrigación	-	Canal	3045.15
Canales de irrigación	-	Canal	3100.97
Canales de irrigación	-	Canal	3116.48
Canales de irrigación	-	Canal	3133.2
Canales de irrigación	-	Canal	3133.24
Canales de irrigación	-	Canal	3144.43
Canales de irrigación	-	Canal	3145.23
Canales de irrigación	-	Canal	3151.05

VERSION PUBLICA

Corrientes de agua presentes en el SA			
Tipo	**Nombre**	**Clasificación**	**Longitud**
Canales de irrigación	-	Canal	3251.38
Canales de irrigación	-	Canal	3284.17
Canales de irrigación	-	Canal	3288.02
Canales de irrigación	-	Canal	3288.38
Canales de irrigación	-	Canal	3290.84
Canales de irrigación	-	Canal	3427.56
Canales de irrigación	-	Canal	3434.97
Canales de irrigación	-	Canal	3447.75
Canales de irrigación	-	Canal	3494.46
Canales de irrigación	-	Canal	3499.48
Canales de irrigación	-	Canal	3508.47
Canales de irrigación	-	Canal	3509.11
Canales de irrigación	-	Canal	3564.2
Canales de irrigación	-	Canal	3572.46
Canales de irrigación	-	Canal	3577.97
Canales de irrigación	-	Canal	3579.19
Canales de irrigación	-	Canal	3603.45
Canales de irrigación	-	Canal	3614.33
Canales de irrigación	-	Canal	3646.44
Canales de irrigación	-	Canal	3655.19
Canales de irrigación	-	Canal	3662.96
Canales de irrigación	-	Canal	3663.39
Canales de irrigación	-	Canal	3701.89
Canales de irrigación	-	Canal	3748.6
Canales de irrigación	-	Canal	3751.04
Canales de irrigación	-	Canal	3757.11
Canales de irrigación	-	Canal	3825.83
Canales de irrigación	-	Canal	3906.04
Canales de irrigación	-	Canal	3933.24
Canales de irrigación	-	Canal	3954.5
Canales de irrigación	-	Canal	3969.5
Canales de irrigación	-	Canal	3989.35
Canales de irrigación	-	Canal	4020.44
Canales de irrigación	-	Canal	4025.48
Canales de irrigación	-	Canal	4042.75
Canales de irrigación	-	Canal	4069.98
Canales de irrigación	-	Canal	4098.83
Canales de irrigación	-	Canal	4132.4
Canales de irrigación	-	Canal	4137.31
Canales de irrigación	-	Canal	4139.36
Canales de irrigación	-	Canal	4174.46
Canales de irrigación	-	Canal	4194.02
Canales de irrigación	-	Canal	4195.98
Canales de irrigación	-	Canal	4199.99
Canales de irrigación	-	Canal	4231.34
Canales de irrigación	-	Canal	4257.86
Canales de irrigación	-	Canal	4261.24
Canales de irrigación	-	Canal	4272.42
Canales de irrigación	-	Canal	4303.76
Canales de irrigación	-	Canal	4318.41
Canales de irrigación	-	Canal	4358.33
Canales de irrigación	-	Canal	4376.44
Canales de irrigación	-	Canal	4402.21
Canales de irrigación	-	Canal	4416.26
Canales de irrigación	-	Canal	4587.56
Canales de irrigación	-	Canal	4668.94
Canales de irrigación	-	Canal	4751.93
Canales de irrigación	-	Canal	4756.85
Canales de irrigación	-	Canal	4838.75
Canales de irrigación	-	Canal	4860.31
Canales de irrigación	-	Canal	4901.29
Canales de irrigación	-	Canal	4902.54
Canales de irrigación	-	Canal	4918.59

VERSION PUBLICA

Corrientes de agua presentes en el SA			
Tipo	**Nombre**	**Clasificación**	**Longitud**
Canales de irrigación	-	Canal	4927.79
Canales de irrigación	-	Canal	4930.16
Canales de irrigación	-	Canal	4941
Canales de irrigación	-	Canal	4947.36
Canales de irrigación	-	Canal	5038.93
Canales de irrigación	-	Canal	5207.76
Canales de irrigación	-	Canal	5215.55
Canales de irrigación	-	Canal	5260.11
Canales de irrigación	-	Canal	5306.98
Canales de irrigación	-	Canal	5382.37
Canales de irrigación	-	Canal	5462.22
Canales de irrigación	-	Canal	5469.37
Canales de irrigación	-	Canal	5558.33
Canales de irrigación	-	Canal	5590.81
Canales de irrigación	-	Canal	5767.76
Canales de irrigación	-	Canal	5923.39
Canales de irrigación	-	Canal	5933.47
Canales de irrigación	-	Canal	5955.38
Canales de irrigación	-	Canal	5990.72
Canales de irrigación	-	Canal	5992.38
Canales de irrigación	-	Canal	6153.96
Canales de irrigación	-	Canal	6316.01
Canales de irrigación	-	Canal	6388.93
Canales de irrigación	-	Canal	6434.23
Canales de irrigación	-	Canal	6573.58
Canales de irrigación	-	Canal	6613.47
Canales de irrigación	-	Canal	6740.9
Canales de irrigación	-	Canal	6976.71
Canales de irrigación	-	Canal	7112.36
Canales de irrigación	-	Canal	7153.89
Canales de irrigación	-	Canal	7593.72
Canales de irrigación	-	Canal	7601.01
Canales de irrigación	-	Canal	7607.38
Canales de irrigación	-	Canal	7875.99
Canales de irrigación	-	Canal	8014.55
Canales de irrigación	-	Canal	8141.14
Canales de irrigación	-	Canal	8358.43
Canales de irrigación	-	Canal	8762.15
Canales de irrigación	-	Canal	8933.57
Canales de irrigación	-	Canal	9088.68
Canales de irrigación	-	Canal	9221.16
Canales de irrigación	-	Canal	9249.23
Canales de irrigación	-	Canal	10287.41
Canales de irrigación	-	Canal	11170.63
Canales de irrigación	-	Canal	12480.98
Canales de irrigación	-	Canal	12787.57
Canales de irrigación	-	Canal	13518.29
Corrientes dobles intermitentes	A. El Diablo	Corriente intermitente	40.15
Corrientes dobles intermitentes	A. El Diablo	Corriente intermitente	548.36
Corrientes dobles intermitentes	A. El Diablo	Corriente intermitente	993.12
Corrientes dobles intermitentes	A. El Diablo	Corriente intermitente	1074.31
Corrientes dobles intermitentes	A. El Diablo	Corriente intermitente	1128.09
Corrientes dobles intermitentes	A. El Diablo	Corriente intermitente	1255.97
Corrientes dobles intermitentes	A. El Diablo	Corriente intermitente	2088.25
Corrientes dobles intermitentes	A. El Diablo	Corriente intermitente	2289.39
Corrientes dobles intermitentes	A. El Diablo	Corriente intermitente	2377.56
Corrientes dobles intermitentes	A. El Diablo	Corriente intermitente	3399.64
Corrientes dobles intermitentes	A. El Diablo	Corriente intermitente	5007.87
Corrientes dobles intermitentes	A. El Diablo	Corriente intermitente	5041.58
Corrientes dobles intermitentes	A. El Diablo	Corriente intermitente	5058.87
Corrientes dobles intermitentes	A. El Diablo	Corriente intermitente	5606.23
Corrientes dobles intermitentes	A. El Diablo	Corriente intermitente	5848.11
Corrientes dobles intermitentes	A. El Diablo	Corriente intermitente	6223.45

VERSION PUBLICA

Corrientes de agua presentes en el SA			
Tipo	**Nombre**	**Clasificación**	**Longitud**
Corrientes dobles intermitentes	A. El Diablo	Corriente intermitente	9703.1
Corrientes dobles intermitentes	A. El Diablo	Corriente intermitente	11778.98
Corrientes dobles intermitentes	A. El Diablo	Corriente intermitente	17856.52
Corrientes dobles intermitentes	A. El Diablo	Corriente intermitente	25212.9
Islas	-	Isla	842.55
Islas	-	Isla	879.43
Islas	-	Isla	1239.04
Islas	-	Isla	1315.17
Islas	-	Isla	1362.9
Islas	-	Isla	1370.87
Islas	-	Isla	1436.32
Islas	-	Isla	1903.35
Islas	-	Isla	2003.95
Islas	-	Isla	2221.13
Islas	-	Isla	2260.1
Islas	-	Isla	2910.89
Islas	-	Isla	3168.2
Islas	-	Isla	3700.48
Islas	-	Isla	3817.3
Islas	-	Isla	4874.39
Islas	-	Isla	5306.19
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	37.7
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	38.21
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	39
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	42
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	81.31
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	104.77
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	213.66
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	268.74
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	585.23
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	602.99
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	679.28
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	732.43
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	746.85
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	755
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	910.8
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	957.97
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	971.05
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	1027.25
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	1093.46
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	1110.49
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	1149.89
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	1201.2
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	1212.21
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	1248.14
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	1286.53
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	1417.71
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	1531.14
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	1535.99
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	1543.9
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	1775.44
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	1855.27
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	1925.02
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	1926.67
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	1997.3
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	2032.55
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	2084.53
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	2113.45
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	2201.91
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	2312.41
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	2379.92
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	2381.34
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	2434.6

VERSIÓN PÚBLICA

Corrientes de agua presentes en el SA			
Tipo	**Nombre**	**Clasificación**	**Longitud**
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	2453.88
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	2561.33
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	2567.49
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	2571.9
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	2719.12
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	2796.17
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	2916.28
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	3047.39
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	3217.67
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	3274.33
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	3360.22
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	3362.82
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	3625.79
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	3749.1
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	3799.65
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	3851.84
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	3969.36
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	4230
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	4283.48
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	4368.34
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	4506.97
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	4711.09
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	4815.48
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	5094.31
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	5141.9
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	5255.16
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	5539.22
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	5569.49
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	5623.98
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	6478.53
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	7084.67
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	7095.58
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	7111.37
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	7722.85
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	7949.55
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	9948.4
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	10355.3
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	10648.9
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	11475.69
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	11754.29
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	11989.73
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	13418.43
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	13594.12
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	13773.94
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	14545.66
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	15030.66
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	16827.08
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	20577.47
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	22922.77
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	24667.68
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	30246.71
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	30308.01
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	38420.8
Límite de terrenos sujetos a inundación	-	Cuerpo de agua intermitente	54725.23
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna de Sulfatos	Cuerpo de agua perenne	1672.74
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna de Sulfatos	Cuerpo de agua perenne	1720.32
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna El Rabón	Cuerpo de agua intermitente	832.54
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna El Rabón	Cuerpo de agua intermitente	895.29
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna El Rabón	Cuerpo de agua intermitente	2588.77
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna El Rabón	Cuerpo de agua intermitente	6232.5
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna El Rabón	Cuerpo de agua intermitente	32142.88
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna La Alberca	Cuerpo de agua intermitente	13889.68
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna La Alberca	Cuerpo de agua intermitente	20497.54

VERSIÓN PÚBLICA

Corrientes de agua presentes en el SA			
Tipo	**Nombre**	**Clasificación**	**Longitud**
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna La Atravesada	Cuerpo de agua intermitente	3081.04
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna La Atravesada	Cuerpo de agua intermitente	5016.89
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna La Leona	Cuerpo de agua intermitente	11048.95
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna La Lobera	Cuerpo de agua intermitente	3698.25
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna Las Comitas	Cuerpo de agua intermitente	12984.16
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna Las Conchas	Cuerpo de agua intermitente	6814.32
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna Las Conchas	Cuerpo de agua intermitente	23391.98
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna Las Jaras	Cuerpo de agua intermitente	368.11
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna Las Jaras	Cuerpo de agua intermitente	547.05
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna Las Jaras	Cuerpo de agua intermitente	905.59
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna Las Jaras	Cuerpo de agua intermitente	1274.86
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna Las Jaras	Cuerpo de agua intermitente	4148.31
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna Las Jaras	Cuerpo de agua intermitente	5256.99
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna Las Jaras	Cuerpo de agua intermitente	8579.89
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna Las Jaras	Cuerpo de agua intermitente	10669.08
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna Madre	Cuerpo de agua perenne	2084.23
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna Madre	Cuerpo de agua perenne	8151.46
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna Madre	Cuerpo de agua perenne	8408.82
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna Madre	Cuerpo de agua perenne	8530.44
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna Madre	Cuerpo de agua perenne	32988.8
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna Madre	Cuerpo de agua perenne	34623.04
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna Madre	Cuerpo de agua perenne	43520.88
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna Madre	Cuerpo de agua perenne	51694.61
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna Plan Salado	Cuerpo de agua intermitente	5857.62
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna Saltillo	Cuerpo de agua perenne	5176.42
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna Saltillo	Cuerpo de agua perenne	5800.18
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna Tío Castillo	Cuerpo de agua intermitente	13763.72
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Laguna Tres Mezquites	Cuerpo de agua intermitente	8692.51
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes		Cuerpo de agua intermitente	77.35
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	89.48
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	92.98
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	97.19
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	115.95
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	122.75
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	127.28
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	129.07
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	168.12
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	178.8
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	200.85
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	246.22
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	311.49
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	333.24
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	368.64
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	398.14
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	452.44
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	465.23
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	476.53
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	544.82
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	599.2
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	604.88
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	611.45
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	624.73
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	665.8
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	700.49
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	714.88
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	760.98
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	771.91
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	785.55
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	817.86
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	836.67
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	929.51
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	934.91
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	987.48

VERSIÓN PÚBLICA

Corrientes de agua presentes en el SA			
Tipo	**Nombre**	**Clasificación**	**Longitud**
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1007.66
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1012.84
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1019.41
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1026.25
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1040.79
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1047.06
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1055.36
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1127.63
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1142.5
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1181.71
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1208.07
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1220.75
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1257.54
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1277.06
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1344.07
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1367.63
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1375.91
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1431.43
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1492.33
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1497.19
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1501.61
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1532.12
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1533.45
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1586.53
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1650.15
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1694.45
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1716.81
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1835.57
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1879.6
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1893.69
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1936.1
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	1959.14
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	2036.39
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	2039.77
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	2079.68
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	2161.23
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	2185.14
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	2194.03
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	2230.75
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	2363.08
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	2403.81
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	2430.32
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	2525.99
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	2563.7
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	2678.23
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	2714.4
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	2721.03
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	2729.63
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	2731.06
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	2763.63
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	2768.04
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	2804.17
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	2827.57
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	2845.49
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	2859.67
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	2949.86
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	2960.31
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	2994.17
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	3059.65
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	3082.48
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	3085.81
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	3151.11
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	3206.96

VERSIÓN PÚBLICA

Corrientes de agua presentes en el SA			
Tipo	**Nombre**	**Clasificación**	**Longitud**
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	3249.68
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	3264.76
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	3344.56
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	3367.64
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	3375.33
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	3446.18
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	3540.44
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	3555.43
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	3579.4
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	3606.65
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	3708.67
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	3789.81
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	3848.17
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	3926.89
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	4099.15
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	4130.34
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	4139.02
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	4182.33
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	4231.67
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	4873.85
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	5139.84
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	5216.01
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	5567.25
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	5594.39
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	5776.65
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	5817.74
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	6092.67
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	6645.3
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	6736.91
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	6890.28
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	6972.46
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	7135.26
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	7648.6
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	7680.87
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	7947.69
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	8279.43
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	8329.52
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	8344.7
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	8809.96
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	8812.27
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	10085.99
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	10997.24
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	12296.54
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	12694.69
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	13478.21
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	16923.25
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua intermitente	32581.11
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua perenne	350.28
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua perenne	2174.97
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	-	Cuerpo de agua perenne	4054.76
Ríos y límites de corrientes perenes	Río El Tigre	Corriente perenne	9569.99
Ríos y límites de corrientes perenes	Río El Tigre	Corriente perenne	20957.96
Ríos y límites de corrientes perenes dobles	Río Bravo	Corriente perenne	40.67
Ríos y límites de corrientes perenes dobles	Río Bravo	Corriente perenne	41.09
Ríos y límites de corrientes perenes dobles	Río Bravo	Corriente perenne	64.83
Ríos y límites de corrientes perenes dobles	Río Bravo	Corriente perenne	184.17
Ríos y límites de corrientes perenes dobles	Río Bravo	Corriente perenne	1202.37
Ríos y límites de corrientes perenes dobles	Río Bravo	Corriente perenne	1313.27
Ríos y límites de corrientes perenes dobles	Río Bravo	Corriente perenne	1653.73
Ríos y límites de corrientes perenes dobles	Río Bravo	Corriente perenne	1810.96
Ríos y límites de corrientes perenes dobles	Río Bravo	Corriente perenne	11150.69
Ríos y límites de corrientes perenes dobles	Río Bravo	Corriente perenne	14318.37
Ríos y límites de corrientes perenes dobles	Río Bravo	Corriente perenne	17438.05

VERSIÓN PÚBLICA

Corrientes de agua presentes en el SA			
Tipo	**Nombre**	**Clasificación**	**Longitud**
Ríos y límites de corrientes perenes dobles	Río Bravo	Corriente perenne	17639.05
Ríos y límites de corrientes perenes dobles	Río Bravo	Corriente perenne	18593.15
Ríos y límites de corrientes perenes dobles	Río Bravo	Corriente perenne	22260.05
Ríos y límites de corrientes perenes dobles	Río Bravo	Corriente perenne	27216.58
Ríos y límites de corrientes perenes dobles	Río Bravo	Corriente perenne	43576.69
Ríos y límites de corrientes perenes dobles	Río El Diablo	Corriente perenne	1802.55
Ríos y límites de corrientes perenes dobles	Río El Diablo	Corriente perenne	2013.4
Ríos y límites de corrientes perenes dobles	Río El Diablo	Corriente perenne	2260.12
Ríos y límites de corrientes perenes dobles	Río El Diablo	Corriente perenne	3209.73
Ríos y límites de corrientes perenes dobles	Río El Diablo	Corriente perenne	4851.46
Ríos y límites de corrientes perenes dobles	Río El Diablo	Corriente perenne	6126.05
Ríos y límites de corrientes perenes dobles	Río El Diablo	Corriente perenne	6209.33
Salinas naturales	-	Otro tipo	127.09
Salinas naturales	-	Otro tipo	221.53
Salinas naturales	-	Otro tipo	1138.45
Salinas naturales	-	Otro tipo	1210.9
Salinas naturales	-	Otro tipo	1811.8
Salinas naturales	-	Otro tipo	1942.91
Salinas naturales	-	Otro tipo	1975.03
Salinas naturales	-	Otro tipo	3193.98
Salinas naturales	-	Otro tipo	3313.76

Oceanografía

El Sistema Ambiental (SA) se localiza en la porción noreste del estado de Tamaulipas, dentro de la planicie costera del Golfo de México y en la zona de influencia del sistema lagunar de Laguna Madre. Esta región se caracteriza por una dinámica hidrodinámica controlada por la interacción entre procesos marinos, lagunares y atmosféricos, particularmente por la acción del oleaje del Golfo de México, los vientos dominantes y los eventos meteorológicos asociados a frentes fríos y ciclones tropicales.

Laguna Madre constituye uno de los sistemas lagunares costeros más extensos de México y presenta una conexión indirecta con el Golfo de México a través de bocas y canales naturales y artificiales. Debido a su morfología somera y a la presencia de barras arenosas costeras, la circulación del agua está fuertemente influenciada por el viento y por gradientes de salinidad.

Mareas

El régimen de mareas en la costa del Golfo de México frente al estado de Tamaulipas es de tipo mixto con predominancia semidiurna, caracterizado por dos pleamares y dos bajamares al día con amplitudes relativamente bajas.

La amplitud media de marea en la región es generalmente menor a 0.5 m, por lo que la dinámica costera está más controlada por el oleaje y el viento que por la oscilación mareal. No obstante, durante eventos meteorológicos intensos, como frentes fríos o ciclones tropicales, pueden registrarse variaciones significativas del nivel del mar debido a la marejada ciclónica, lo cual incrementa temporalmente el nivel del agua en zonas costeras y lagunares.

Corrientes marinas y lagunares

Las corrientes en la región costera del Golfo de México presentan una dirección predominante paralela a la línea de costa, generalmente orientada de norte a sur, impulsada por el oleaje incidente y por los patrones es de circulación marina.

En el interior de Laguna Madre, la circulación del agua es principalmente inducida por el viento debido a la escasa profundidad del sistema lagunar, que generalmente oscila entre 1 y 2 metros. Los vientos

VERSIÓN PÚBLICA

dominantes del sureste durante primavera y verano, así como los vientos del norte asociados a frentes fríos durante otoño e invierno, generan movimientos de agua que favorecen el intercambio entre diferentes sectores de la laguna.

Estos procesos hidrodinámicos influyen en la redistribución de sedimentos, nutrientes y salinidad dentro del sistema lagunar.

IV.2.2. Medio biótico

a) Vegetación

Para determinar los tipos de vegetación presentes en el Sistema Ambiental (SA), se usó la capa de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación del INEGI, específicamente la Serie VII que fue publicada en 2021, y fue elaborada a partir del uso de imágenes satelitales con año base 2018. Se identificaron 4 tipos de vegetación en estado primario, y 4 tipos de vegetación en estado secundario, así como 5 usos de suelo distintos al forestal, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 17. Usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el SA (INEGI, USV Serie VII)

Clave	Vegetación	Superficie (ha)
RA	Agricultura De Riego Anual	103,362.85
TA	Agricultura De Temporal Anual	40,072.44
AH	Asentamientos Humanos	6,681.84
H2O	Cuerpo De Agua	10,839.39
MET	Matorral Espinoso Tamaulipeco	1,337.34
DV	Sin Vegetación Aparente	4,964.49
PH	Pastizal Halófilo	6,372.97
VHH	Vegetación Halófila Hidrófila	33,372.20
VSa/MET	Vegetación Secundaria Arbustiva De Matorral Espinoso Tamaulipeco	3,489.45
VSa/MK	Vegetación Secundaria Arbustiva De Bosque De Mezquite	19.85
VSa/VU	Vegetación Secundaria Arbustiva De Vegetación De Dunas Costeras	115.05
VU	Vegetación De Dunas Costeras	1,940.84
	TOTAL	**212,568.72**

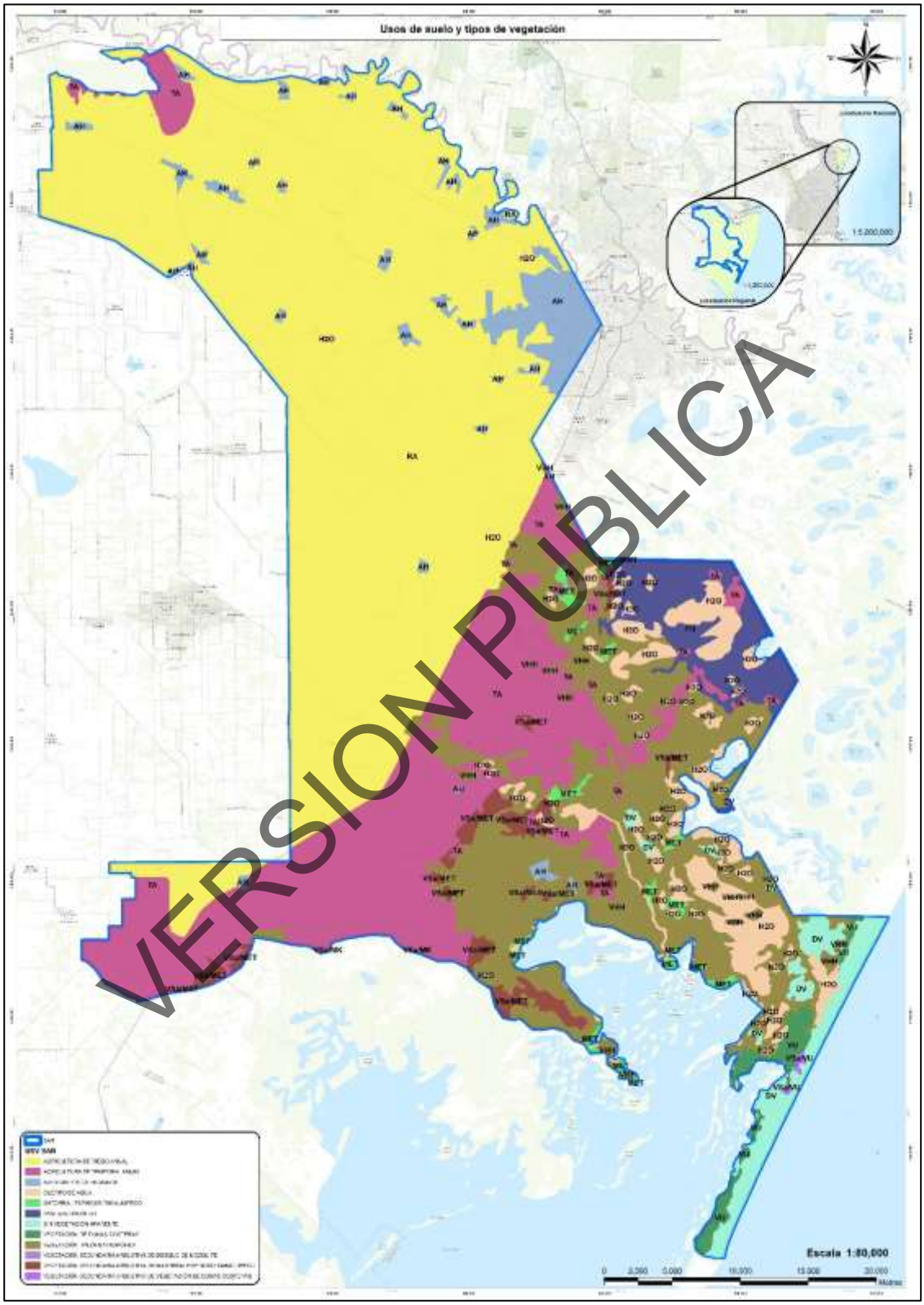
Sin embargo, para el análisis de vegetación que corresponde al presente capítulo se procedió con la homogenización de los tipos de vegetación primaria y secundaria, siempre que correspondieran al mismo tipo primario. Dicha reclasificación resultó en 5 tipos de vegetación, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 18. Reclasificación de usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el SA

Vegetación	Superficie (ha)
Matorral Espinoso Tamaulipeco	4,826.79
Pastizal Halófilo	6,372.97
Bosque de Mezquite	19.85
Vegetación Halófila Hidrófila	33,372.20
Vegetación De Dunas Costeras	2,055.89
TOTAL	**46,647.71**

La distribución espacial de los tipos de vegetación anteriormente enunciados se muestra en la siguiente figura:

VERSIÓN PÚBLICA



VERSION PUBLICA

Figura 26. Usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el SA.

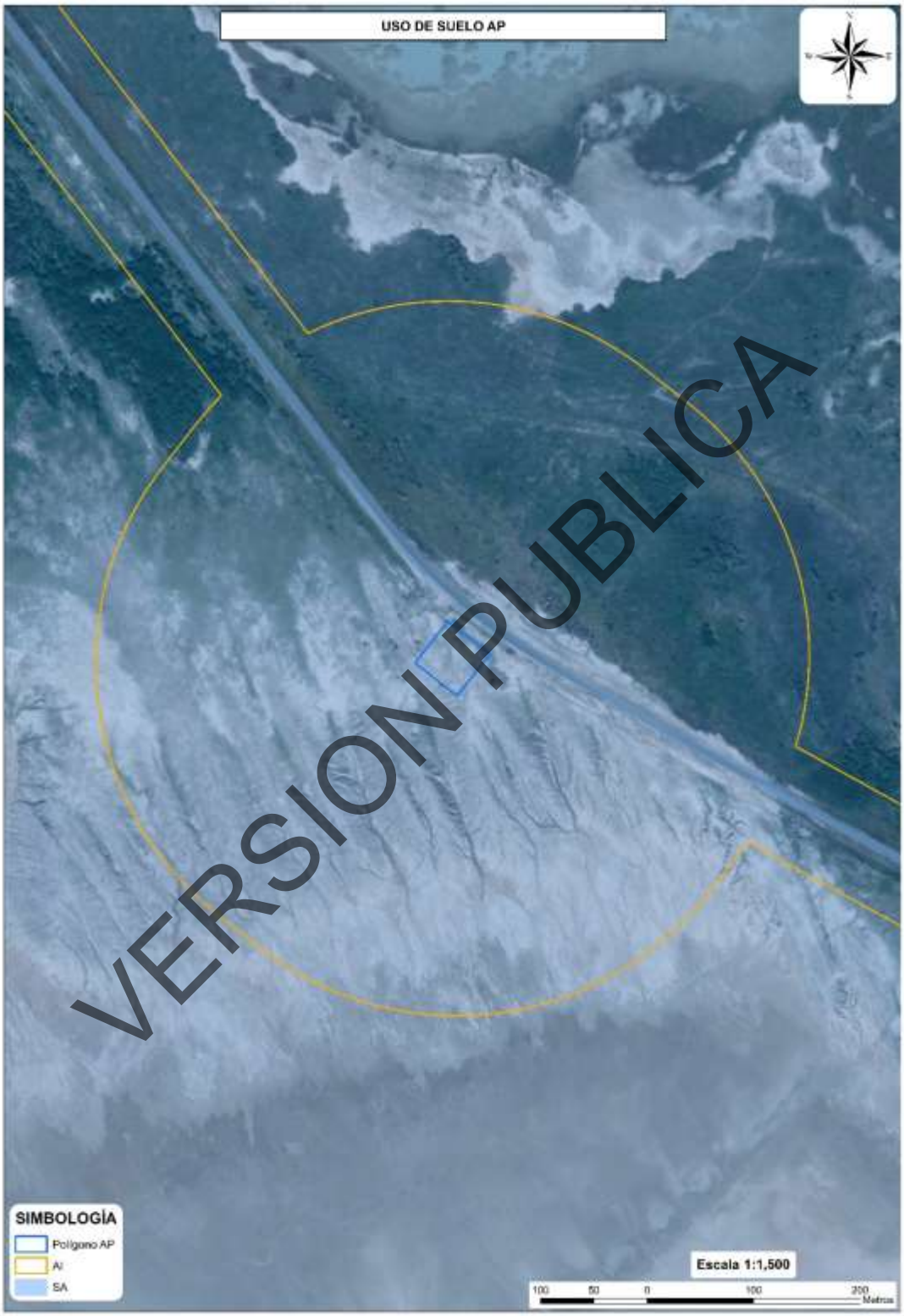
En lo que respecta al Área del proyecto (AP), la serie VII de uso de suelo y vegetación indica que en el área existe vegetación halófila hidrófila, no obstante, de acuerdo con la visita realizada al sitio, así como la obtención de información, ***dicha área no presenta vegetación***, por lo cual la clasificación de uso de suelo que se le asignó fue ***Sin Vegetación Aparente***. Con base en la reclasificación de uso de suelo y vegetación del polígono, se obtuvieron las siguientes superficies:

Tabla 19. Usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el AP con base en la reclasificación realizada

Vegetación	Superficie (ha)
Sin Vegetación Aparente	0.25
Total general	**0.25**

Por lo tanto, la superficie del AP es de **0.25 ha**. La ubicación de esta superficie se muestra en la siguiente figura:

VERSION PUBLICA



VERSION PUBLICA

Figura 27. Usos de suelo y/o tipos de vegetación presentes en el AP.

Determinación del tipo de vegetación

Sin perjuicio de no haber encontrado vegetación nativa en el AP, dentro del SA se muestrearon los tipos de vegetación correspondientes a Matorral Espinoso Tamaulipeco, Vegetación Halófila Hidrófila y Vegetación De Dunas Costeras. Esta decisión se tomó porque son estos 3 tipos de vegetación los que tienen mayor distribución dentro del SA (obviando el pastizal halófilo, mismo que no se afectará y que tiene una distribución distante respecto del AP).

Para determinar el tipo de vegetación presente en el SA, y reafirmar la reclasificación que se mostró en la Tabla 18, se hizo un muestreo de tipo aleatorio. Este tipo de muestreo es una técnica probabilística donde todos los elementos de una población tienen la misma probabilidad, conocida y distinta de cero, de ser seleccionados para una muestra. Garantiza representatividad, minimiza sesgos de selección y permite realizar inferencias válidas sobre la población total mediante métodos al azar. El Muestreo Aleatorio Simple (MAS) es preferible porque todos los individuos tienen igual probabilidad de ser elegidos. Las ventajas de este tipo de muestreo es que tiene una alta validez interna y externa, reduce el sesgo, y es ideal para poblaciones grandes donde se busca generalizar resultados.

En el siguiente apartado se describe el método de muestreo simple que se empleó.

Muestreo en campo

El muestreo se hizo dentro del SA. Se establecieron sitios de muestreo por cada tipo de vegetación en los estratos arbóreo, arbustivo, cactáceo, rosetófilo y bejucos (es importante mencionar que se mencionan varios estratos debido a que son los que se esperaba encontrar en el área censada, pero esto no necesariamente indica que todos los estratos vegetales fueron encontrados durante el trabajo realizado). En el caso del estrato herbáceo, sí se realizó un muestreo debido a que un censo habría resultado en un trabajo descomunal dadas las características de los elementos naturales.

El método empleado consistió en la delimitación de sitios circulares para la toma de datos de los estratos vegetales. La delimitación de dichos sitios se visualiza en la siguiente figura:

1. Marcar el centro del sitio de muestreo.
2. Delimitar el sitio de muestreo herbáceo, y realizar el muestreo y las mediciones correspondientes.
3. Una vez terminado el trabajo en el sitio de muestreo herbáceo, delimitar los sitios de los estratos arbóreo, arbustivo, cactáceo, rosetófilo y bejucos.
4. El sitio de muestreo arbóreo, cactáceo y rosetófilo (color verde) se traza a partir de una línea de 13.82m de longitud (radio) desde el centro del sitio hacia los 4 puntos cardinales (N, S, E, O).
5. El sitio de muestreo arbustivo y bejucos (color naranja) se traza a partir de una línea de 7.98m de longitud (radio) desde el centro del sitio hacia los 4 puntos cardinales (N, S, E, O).
6. La toma de datos se realiza en sentido de las manecillas del reloj, comenzando en el punto Norte.

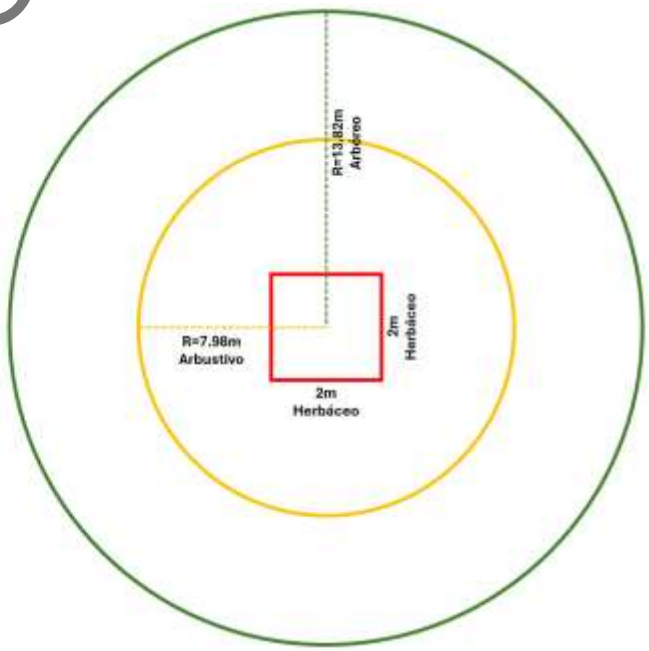


Figura 28.Descripción para la delimitación de los sitios de muestreo.

VERSIÓN PÚBLICA

El material empleado para la toma de datos fue el siguiente:

- Libreta de campo
- Lápiz
- Machete
- Cinta métrica
- Cinta diamétrica
- Binoculares
- Cámara fotográfica
- GPS de mano
- Prensa botánica
- Tijeras de podar
- Etiquetas adhesivas
- Bolsas de papel medianas y grandes
- Papel periódico
- Bolsas de plástico

El procedimiento para la toma de datos fue el siguiente:

1. Se ubicaron los sitios a través de un GPS de mano (marca GARMIN eTrex 10), y también se usó un celular Samsung S23 Ultra que, según especificaciones del fabricante, tiene un GPS con una precisión de ±3m, que es muy similar a la precisión del GPS de mano.
2. Al llegar a cada punto de muestreo, lo primero que se hizo fue marcar el centro de cada uno.
3. Posterior a haber delimitado el centro del sitio de muestreo, se delimitó el sitio de muestreo herbáceo, ý de forma inmediata se hizo la toma de datos en este sitio para evitar dañar el estrato herbáceo.
4. Una vez terminado el trabajo en el sitio de muestreo herbáceo, se hizo la delimitación de los sitios de los estratos arbóreo, arbustivo, cactáceo, rosetófilo y bejucos.
5. Para la delimitación del sitio de muestreo correspondiente a los estratos arbóreo, cactáceo y rosetófilo que se muestran en color verde en la Figura 28, se trazó una línea de 13.82m de longitud (radio) desde el centro del sitio hacia los 4 cada uno de los puntos cardinales (N, S, E, O).
6. En lo que respecta a los sitios de muestreo arbustivo y bejucos que se muestran en color naranja, se trazó una línea de 7.98m de longitud (radio) desde el centro del sitio hacia los 4 puntos cardinales (N, S, E, O).
7. Para llevar un control de la toma de datos de los elementos que componen la flora, la toma de datos se realizó en sentido de las manecillas del reloj, comenzando en el punto Norte. Esto permitió no duplicar registros.
8. Este procedimiento se repitió para cada uno de los puntos que fueron establecidos en el trabajo de muestreo.

Se conformaron 2 brigadas de 3 personas cada una, iniciando actividades a las 6:00 am y parando a las 5:00 pm por temas de seguridad en la región. El muestreo se hizo en dos temporadas del año: la primera se hizo del 10 al 20 de mayo, y la segunda etapa de muestreo se hizo entre el 15 y el 30 de noviembre. Esto permitió asegurar que el muestreo abarcase tanto la temporada seca como la temporada húmeda en la región.

Para la identificación de especies se emplearon guías taxonómicas de identificación, así como registros en publicaciones y artículos científicos que se han desarrollado de manera local o que tienen registros reportados. También se consultó el programa de manejo del Área Natural Protegida (ANP) Laguna Madre y Delta del Río Bravo, y bases de datos de programas públicos como lo son GBIF, Naturalista, Tropicos, The Plant List, etc.

La determinación del número de parcelas o puntos de muestreo es la base del diseño de la metodología del muestreo, si bien es sabido que entre más sean los puntos a emplear es mejor, debido a que el

VERSIÓN PÚBLICA

porcentaje de error en el muestreo disminuye, generalmente existen limitaciones financieras y de tiempo, por lo que se recurre a diversos métodos como auxiliadores en la determinación del número adecuado de muestras, para que el muestreo sea estadísticamente representativo y que los datos tengan una distribución normal (Bautista, et al., 2011[1]; Mostacedo y Fredericksen, 2000[2]).

Los criterios que generalmente se utilizan para determinar el tamaño de la muestra son la relación entre la superficie a muestrear y la superficie total, y la homogeneidad espacial de la variable o población a estudiarse.

En este sentido, el número de muestreos aumenta cuando las variables de estudio son heterogéneas. Ante esta situación, los ecólogos utilizan ciertas herramientas para mantener la representatividad y confiabilidad estadística (Mostacedo y Fredericksen, 2000[2]).

Las dimensiones de los sitios de muestreo empleados responden a las necesidades reales de muestreo en campo, puesto que en ecosistemas templados normalmente se usan sitios circulares de 1,000 metros cuadrados, y en sitios tropicales se suelen emplear sitios rectangulares con dimensiones variables, que van de 20mx50m, y se reducen hasta abarcar 10mx20m. No existe un criterio fijo sobre el tamaño del sitio de muestreo, puesto que tal como se comentó anteriormente, éste responde a las necesidades reales tanto del área como de las condiciones orográficas y de la vegetación. Para este caso, se tomó como base el tamaño de 30m, y se tomó el sitio circular debido a que no existe restricción visual o de acceso para su correcto dimensionamiento. Por ello, el tamaño del sitio idóneo es de 600m^2, que requiere un radio de 13.82m y que permite cierto margen de precisión respecto a los límites del sitio. No obstante, para aseverar que los resultados satisfagan la necesidad de obtener un 95% de confiabilidad en los resultados obtenidos, se realizó la estimación estadística para validar el esfuerzo de muestreo empleado, resultando factible el método empleado. El siguiente modelo matemático, fue propuesto por Mostacedo y Fredericksen en el Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal.

$$n = \frac{t^2\, CV^2}{E^2 + \frac{t^2\, CV^2}{N}}$$

Donde:

n = Número de unidades muéstrales estadísticamente representativas.
E = Error con el que se quiere obtener los valores (en ecología vegetal generalmente es del 20%, *pero para este estudio es del 10% dada la superficie*)
[Mostacedo y Fredericksen. 2000]). t = Valor que se obtiene de las tablas "t de Student". generalmente se usa t = 0.05 N = Total de unidades muéstrales en toda la población. CV = Coeficiente de variación, que deriva de:

$$CV = \frac{s * 100}{\bar{x}}$$

Donde:

s = Desviación estándar
X = Promedio

Sustituyendo los valores obtenidos, en el modelo matemático empleado, se tiene que:

$$n = \frac{t^2\, CV^2}{E^2 + \frac{t^2\, CV^2}{N}}$$

Donde:

VERSIÓN PÚBLICA

[1] Bautista, F., Cram Heydrich, S., Sommer Cervantes, I., 2011, Suelos, en Bautista, F., Palacio, J.L., Delfín, H., Paéz, R., Carmona, E., Delgado, C. (eds.), Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales: Cd. de México, UNAM, CIGA, IG, 227–258.
[2] Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. BOLFOR; Santa Cruz, Bolivia. 87 pp.

n = número de muestras
T = valor de tablas t de estudent (1.96)
CV = Coeficiente de variación
E = Error máximo de muestreo (10%)
N = Número máximo de muestras

Se hicieron sitios previos de levantamiento (premuestreo) para determinar el cumplimiento estadístico. Posteriormente se hizo una corrida simple y con base en dichos datos se procedió a complementar el muestreo hasta satisfacer el requerimiento estadístico de 95% de confiabilidad con un error máximo del 10%, resultando en lo siguiente:

Al sustituir los valores para cada uno de los tipos de vegetación se obtiene lo siguiente:

$$\boldsymbol{n\ (MET) = (1.9600^2 * 13.8250)10^2 + (((1.9600^2 * 13.8250^2)/80446) = 7}$$

$$\boldsymbol{n\ (VU) = (1.9600^2 * 14.6172)/10^2 + (((1.9600^2 * 14.6172^2)/34265) = 8}$$

$$\boldsymbol{n\ (VHH) = (1.9600^2 * 25.1757)/10^2 + (((1.9600^2 * 25.1757^2)/556203) = 24}$$

Tabla 20. Estimación de la intensidad de muestreo (considerando 95% de confiabilidad y error máximo permisible de 10%) del Matorral Espinoso Tamaulipeco en el SA

Tipo de vegetación	PM	Número de especies registradas
MET	1	12
MET	2	13
MET	3	12
MET	4	11
MET	5	12
MET	6	16
MET	7	11
Promedio (x̄)		12
VARIANZA		3
Muestras (n)		7
Desviación estándar (S)		1.7182
Coeficiente de variación (CV)		13.8250
95% de probabilidad t=		1.9600
E=		10
N=		80446
Total de sitios requeridos para 95% (n=)		**7**
Sitios de muestreo realizados		**7**

Tipo de vegetación	Superficie		Tamaño de la muestra	Total de unidades muéstrales en toda la población
	Ha	m²	m²	N
MET	4,826.79	48,267,895.34	600	80,446

Tipo de vegetación	Número de sitios de muestreo	Intensidad de muestreo (%)	Superficie muestreada (ha)	Superficie muestreada (m²)
MET	7	0.0087	0.42	4,200.00
Total	**7**	**N/A**	**0.42**	**4,200.00**

IM		
HA	M²	%
4,826.79	48,267,895	100
0.42	4,200	**0.0087**

Tabla 21. Estimación de la intensidad de muestreo (considerando 95% de confiabilidad y error máximo permisible de 10%) de la Vegetación de Dunas Costeras en el SA

Tipo de vegetación	PM	Número de especies registradas
VU	1	13
VU	2	12
VU	3	13
VU	4	16
VU	5	12
VU	6	12
VU	7	11

Tipo de vegetación	Superficie		Tamaño de la muestra	Total de unidades muéstrales en toda la población
	Ha	m²	m²	N
VDC	2,055.89	20,558,938.75	600	34,265

Tipo de vegetación	Número de sitios de muestreo	Intensidad de muestreo (%)	Superficie muestreada (ha)	Superficie muestreada (m²)
VDC	11	0.0321	0.66	6,600.00
Total	**11**	**N/A**	**0.66**	**6,600.00**

VERSIÓN PÚBLICA

VU	8	9
VU	9	12
VU	10	14
VU	11	11
Promedio (x̄)		12
VARIANZA		3
Muestras (n)		11
Desviación estándar (S)		1.7939
Coeficiente de variación (CV)		14.6172
95% de probabilidad t=		1.9600
E=		10
N=		34265
Total de sitios requeridos para 95% (n=)		**8**
Sitios de muestreo realizados		**11**

IM		
HA	M²	%
2,055.89	20,558,939	100
0.66	6,600	**0.0321**

Tabla 22. Estimación de la intensidad de muestreo (considerando 95% de confiabilidad y error máximo permisible de 10%) de la Vegetación Halófila Hidrófila en el SA

Tipo de vegetación	PM	Número de especies registradas
VHH	1	10
VHH	2	8
VHH	3	7
VHH	4	8
VHH	5	7
VHH	6	10
VHH	7	10
VHH	8	8
VHH	9	7
VHH	10	10
VHH	11	7
VHH	12	7
VHH	13	7
VHH	14	6
VHH	15	5
VHH	16	7
VHH	17	11
VHH	18	8
VHH	19	7
VHH	20	7
VHH	21	8
VHH	22	2
VHH	23	7
VHH	24	6
Promedio (x̄)		8
VARIANZA		4
Muestras (n)		24
Desviación estándar (S)		1.8882
Coeficiente de variación (CV)		25.1757
95% de probabilidad t=		1.9600
E=		10
N=		556203
Total de sitios requeridos para 95% (n=)		**24**
Sitios de muestreo realizados		**24**

Tipo de vegetación	Superficie		Tamaño de la muestra	Total de unidades muéstrales en toda la población
	Ha	m²	m²	N
VHH	33,372.20	333,722,035.60	600	556,203

Tipo de vegetación	Número de sitios de muestreo	Intensidad de muestreo (%)	Superficie muestreada (ha)	Superficie muestreada (m²)
VHH	24	0.0043	1.44	14,400.00
Total	**24**	**N/A**	**1.44**	**14,400.00**

IM		
HA	M²	%
33,372.20	333,722,036	100
1.44	14,400	**0.0043**

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla 23. Resumen de la estimación estadística de confiabilidad y error máximo permisible

Área analizada	Tipo de vegetación	Sitios requeridos	Sitios realizados	Intensidad de muestreo aplicada (%)	Superficie muestreada (ha)	Superficie total (ha)
SA	MET	7	7	0.0087	0.42	4,826.79
SA	VU	8	11	0.0321	0.66	2,055.89
SA	VHH	24	24	0.0043	1.44	33,372.20

Para todas las estimaciones anteriores se fijaron como parámetros inamovibles el 95% de confiabilidad y un error máximo permisible de 10%, por lo cual la cantidad de sitios requeridos cumple con dichos

parámetros. Al observar la tabla anterior resalta que el número de sitios realizados es igual o mayor al número de sitios requeridos, asegurando que el muestreo es estadísticamente confiable.

Tipo de vegetación

Como resultado del trabajo de campo consistente en el muestreo, se corroboró la reclasificación anteriormente indicada. En los siguientes párrafos se describe el tipo de vegetación, tanto de forma literaria como de forma específica con base en la información recabada:

Matorral Espinoso Tamaulipeco

Comunidad arbustiva o subarbórea formada por la dominancia de especies espinosas, caducifolias una gran parte del año o áfilas (sin hojas). Su distribución se localiza en la porción norte de la Llanura Costera del Golfo Norte y el extremo sur de la Gran Llanura de Norteamérica, en donde se presentan algunas sierras de laderas tendidas y en su mayoría llanura con lomeríos, en altitudes empezando desde el noreste del estado de Tamaulipas que van de los 100 a 200m, siguiendo esta franja hacia el noreste del estado de Nuevo León se continúa en este mismo parámetro y en el noreste del estado de Coahuila de Zaragoza se llega a desarrollar en altitudes que van de los 200 a los 600m. Este tipo de vegetación se establece en climas BS1 (IY) hx' y BSO (IY) hx' que corresponden a los del tipo semisecos cálidos y muy cálidos con lluvias en verano y escasas a lo largo del año y en donde la temperatura máxima es de 40°C y la mínima de -2°C. La precipitación media anual fluctúa entre 500 y 700 milímetros. En su gran mayoría este tipo de vegetación se desarrolla en suelos del tipo aluvial, una pequeña porción en el estado de Coahuila en roca sedimentaria de tipo caliza y en algunas asociaciones de caliza - lutita, en algunas porciones al noreste de los estados de Tamaulipas y Nuevo León se presenta en roca sedimentaria del tipo lutita -arenisca. Este matorral está constituido por especies arbustivas de 1.5 a 2m de altura, las principales especies son: *Acacia* spp. (Gavia, Huizache), *Cercidium* spp. (Palo verde), *Leucophyllum* spp (Cenizo), *Prosopis* spp. (Mezquite), *Castela tortuosa* (Amargoso), *Condalia* spp. (Abrojos), etcétera. En sitios con acumulación de humedad, puede formarse un matorral alto con individuos hasta de 4 o 6 m de altura, con hojas o folio los pequeños y con la presencia de espinas laterales.

En lo que respecta a la información del SA, se encontró lo siguiente:

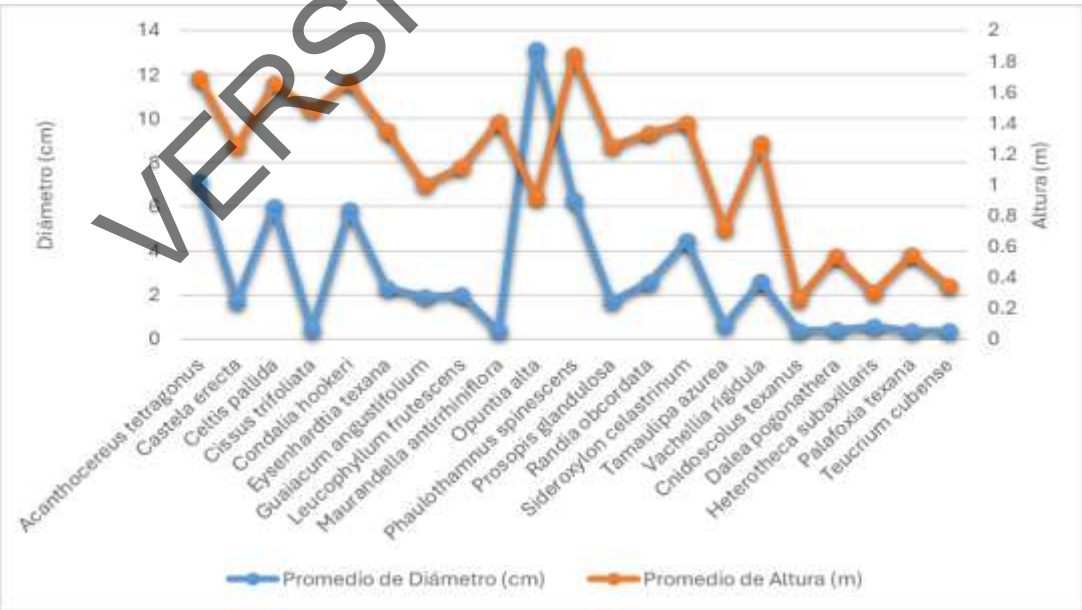


Figura 29.Alturas y diámetros por especie de Matorral Espinoso Tamaulipeco del SA.

VERSIÓN PÚBLICA

Las especies muestran una amplia variación en la relación del diámetro y la altura, lo que refleja distintas adaptaciones morfológicas y fisiológicas. Por ejemplo, los cactus y suculentas como *Opuntia alta*, presenta el mayor diámetro promedio (13.5 cm) pero una altura moderada (1.0 m), característica de los nopales que almacenan agua en sus cladodios y tienen un porte achaparrado. *Acanthocereus tetragonus* combina un diámetro considerable (7.2 cm) con la mayor altura registrada (1.9 m), lo que le permite acceder a recursos lumínicos por encima del matorral circundante. En lo que respecta a los arbustos y árboles pequeños, especies como *Prosopis glandulosa* y *Vachellia rigidula* muestran diámetros moderados (1.8 y 2.8 cm) y alturas entre 1.35 y 1.75 m, típicas de leguminosas arbustivas que pueden fijar nitrógeno y tolerar suelos pobres. *Celtis pallida* y *Condalia hookeri* presentan diámetros de 5-6 cm y alturas de 1.5-1.65 m, indicando un crecimiento más robusto, pero aún dentro del estrato arbustivo. Las especies de porte rastrero o trepador como *Cissus trifoliata* y *Maurandella antirrhiniflora* tienen diámetros muy pequeños (0.3 y 0.1 cm) y alturas bajas (1.05 y 1.0 m), puesto que son ejemplares preferentemente trepadores. Algunos arbustos como *Leucophyllum frutescens* y *Guaiacum angustifolium* presentan diámetros de 2.0 cm y alturas de 1.25-1.35 m, consistentes con arbustos de follaje denso, pero crecimiento lento en condiciones secas. Por último, especies como *Dalea pogonathera* presentan diámetros promedio de 0.42cm y alturas promedio de 0.54m, lo cual es consistente tanto a la morfología de la especie como a las condiciones imperantes en el SA. En general, el estrato arbustivo es bajo dadas las especies encontradas, y poco abundante considerando el número de ejemplares encontrados. La composición de especies refleja una comunidad vegetal adaptada a condiciones de aridez, donde conviven cactus, arbustos leñosos y plantas trepadoras, cada uno con estrategias particulares de crecimiento y sobrevivencia. Además, al comparar la composición de especies con la definición contenida en la guía de interpretación de uso de suelo y vegetación del INEGI, resalta que existe amplia compatibilidad con el matorral espinoso tamaulipeco. Esto también se corroboró mediante la distribución que reflejan los datos vectoriales de uso de suelo y vegetación.

Vegetación de Dunas Costeras

Comunidad vegetal que se establece a lo largo de las costas, se caracteriza por plantas pequeñas y suculentas. Las especies que la forman juegan un papel importante como pioneras y fijadoras de arena, evitando con ello que sean arrastradas por el viento y el oleaje. Algunas de la especies que se pueden encontrar son nopal (*Opuntia dillenii*), riñonina {*Ipomoea pes-caprae*), alfombrilla (Ab*ronia marítima*), (*Crotón* spp.), verdolaga (*Sesuvium portulacastrum*), etcétera. También se pueden encontrar algunas leñosas y gramíneas como el uvero (*Coccoloba uvifera*), pepe (*Chrysobalanus icaco*), cruceto (*Randia* sp.), espino blanco (*Acacia sphaerocephala*), mezquite (*Prosopis juliflora*), zacate salado (*Distichlis spicata*), zacate (Sporobolus sp.) entre otros.

En lo que respecta a la información del SA, se encontró lo siguiente:

VERSIÓN PÚBLICA

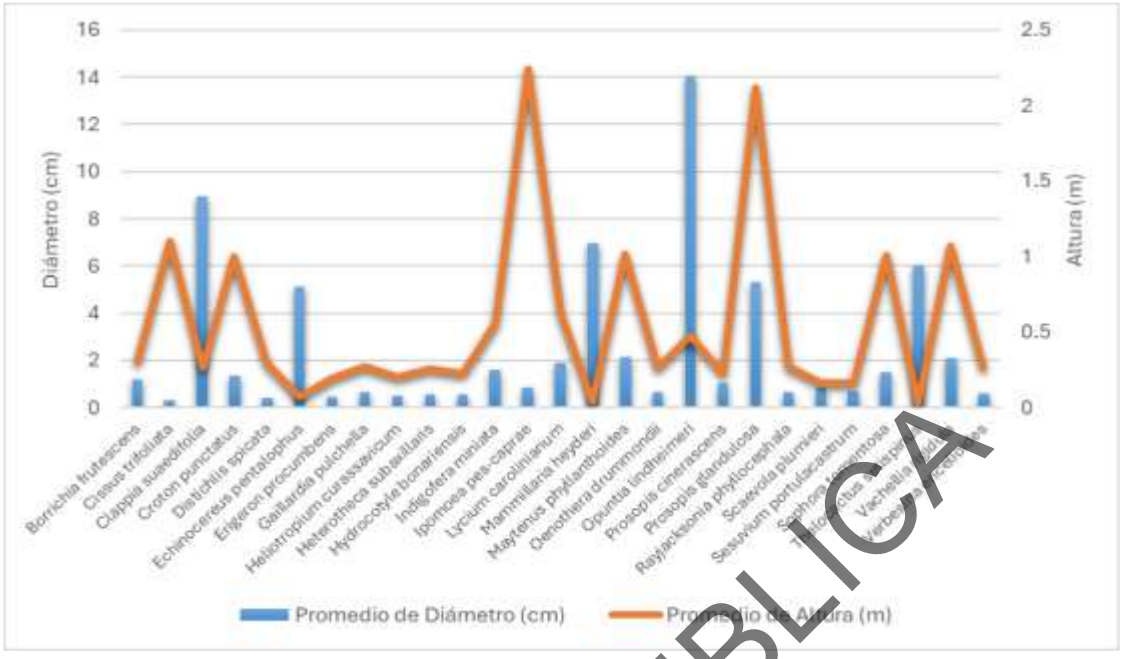


Figura 30.Alturas y diámetros por especie de Vegetación de Dunas Costeras del SA.

Este tipo de vegetación presenta especies como *Ipomoea pes-caprae* con diámetro promedio de 0.83 cm y altura promedio de 2.24m (la altura se toma para el largo total de la planta). Esta planta es una enredadera rastrera de dunas. *Prosopis glandulosa* tiene un diámetro promedio de 5.33cm y altura promedio de 2.12m, siendo la especie con mayor altura vertical (excluyendo a *Ipomoea pes-caprae* por su naturaleza rastrera). También se aprecian cactáceas como *Echinocereus pentalopus* con diámetros promedio de 5.10cm y alturas promedio de 0.07m. Estos ejemplares no destacan por su altura, sino más bien por su cobertura. Otras especies de cactáceas que se pueden encontrar son *Mammillaria heyderi* y *Opuntia lindheimeri*. También se encuentran varias especies del estrato herbáceo, como son *Borrichia frutescens, Cissus trifoliata, Sesuvium portulacastrum* o *Verbesina encelioides*, que justamente son especies que tienden a cubrir el suelo dada su naturaleza. Los datos reflejan una comunidad vegetal diversa adaptada a condiciones de estrés hídrico y salinidad, con distintas composiciones morfológicas y fisiológicas que van desde cactus y arbustos leñosos hasta hierbas rastreras y trepadoras, las cuales son propias de ambientes costeros y semiáridos, y tratándose en este caso de vegetación correspondiente a dunas costeras, pues este tipo de vegetación se caracterizó en un cuerpo denominado “Barra costera”, el cual por su propia naturaleza está formado por dunas de arena que se distribuyen de forma natural en la cosa, y por ello toda la vegetación que crece sobre este cuerpo físico se clasifica como vegetación de dunas costeras.

VERSIÓN PÚBLICA

Vegetación Halófila Hidrófila

La constituyen comunidades dominadas por especies herbáceas o raramente arbustivas, que se distribuyen en ambientes en litorales (lagunas costeras, marismas salinas |y playas) que reciben aportación de agua salina; en sitios de muy baja altitud, con climas cálidos húmedos o subhúmedos. sobre suelos generalmente arenosos con altas concentraciones de sales y que en algún periodo están sujetos a grandes aportaciones de humedad. Generalmente la vegetación halófila-hidrófila está constituida por un solo estrato herbáceo de plantas perennes suculentas, pero puede estar constituida por elementos arbustivos como los del género *Atriplex*. Especies comunes de este tipo de vegetación son: *Batis marítima* (vidrillo), *Frankenia* spp. (Hierba reuma), *Atriplex* spp. (chamizo), y diversos pastos marinos como *Zostera marina* y *Spartina foliosa*.

En lo que respecta a la información del SA, se encontró lo siguiente:

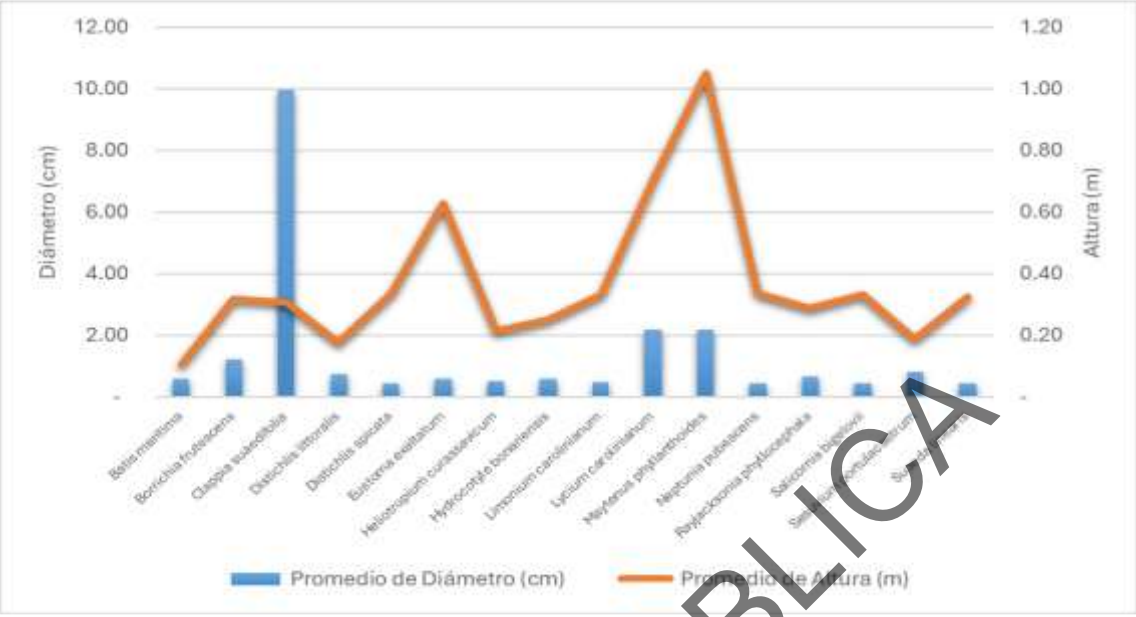


Figura 31.Alturas y diámetros por especie de Vegetación de Dunas Costeras del SA.

Se aprecia algunos arbustos leñosos como *Maytenus phyllanthoides* con una altura promedio de 1.05m y diámetro promedio de 2.17cm, siendo la especie más alta y con porte erguido. La especie *Lycium carolinianum* presenta una altura promedio de 0.70 m, y un diámetro promedio de 2.18 cm, siendo un arbusto robusto, típico de marismas o áreas inundables o con tendencia a ello. En cuanto al estrato herbáceo con presencia de plantas suculentas, especies como *Clappia suaedifolia* presenta un diámetro excepcionalmente grande (9.95 cm) pero baja altura (0.31 m), puesto que la cobertura de esta especie es grande en comparación con la altura vertical, dado que es una especie rastrera adaptada a condiciones extremas de salinidad. Otras plantas halófitas son *Batis maritima*, *Salicornia bigelovii, Suaeda linearis* y *Sesuvium portulacastrum*, que presentan diámetros pequeños de entre 0.4cm y 0.8cm, con alturas bajas menores a 0.35m. Estas plantas son típicas de suelos con alta salinidad, y proliferan adecuadamente en áreas inundables. También se observó la presencia de plantas gramíneas y algunas otras herbáceas no suculentas como lo son *Distichlis spicata* y *D. littoralis* (0.44–0.72 cm de diámetro, 0.18–0.34 m de altura) que son pastos halófitos que forman céspedes a veces cerrados, y otras veces con algunos claros. *Eustoma exaltatum* presenta diámetro promedio de 0.58 cm, y altura promedio de 0.63 m) siendo es una herbácea de porte más elevado.

Los datos recabados confirman que se trata de una comunidad halófita, donde conviven arbustos leñosos, suculentas y gramíneas, cada uno con adaptaciones específicas a la salinidad y el estrés hídrico.

Curvas de acumulación o de rarefacción de especies

Para robustecer la estimación estadística del muestreo, se estimaron las curvas de acumulación de especies. Para ello, se usó del Software EstimateS 9.10, el cual es un software de estadística con aplicación para el área de ecología; funciona como una “calculadora” para estimar una amplia variedad de estimadores de riqueza de especies (e.g. ACE, ICE, CHAO, JACKNIFE, BOOTSTRAP) e índices de diversidad (e.g. Alfa de Fisher, Simpson, Shannon). La información de muestreo y los resultados del análisis se organizan y grafican (respectivamente) a través de un programa de hoja de cálculo (e.g. este último paso se hizo con el programa Excel), pero la estimación de riqueza y la rarefacción de los índices de diversidad se hacen a través del programa EstimateS.

Debido a que las estimaciones se hicieron con el Programa EstimaeS 9.10, no se agrega el desgloce y sustitución de variables en las ecuaciones, ya que el programa realiza todos esos cálculos y procesos.

VERSIÓN PÚBLICA

Solo se anexan los archivos usados para el programa, así como los resultados arrojados. A continuación, se describe brevemente el funcionamiento de cada índice no paramétrico:

ACE

El estimador no paramétrico ACE (Abundance-based Coverage Estimator) es una medida de diversidad alfa utilizada en ecología y microbioma para estimar la riqueza total de especies, basándose en la abundancia de especies raras (10 o menos individuos) y comunes. Utiliza la cobertura de la muestra y el coeficiente de variación para predecir especies no observadas. Se calcula como:

$$\mathrm{ACE} = S_{abund} + \frac{S_{rare}}{C_{ACE}} + \frac{F_1}{C_{ACE}}\gamma^2_{ACE}$$

Donde:

S_{rare} : Número de especies raras (generalmente definidas como aquellas con 10 o menos individuos).
S_{abund}: Número de especies abundantes.
F_1 (Singletons): Número de especies representadas por un solo individuo.
F_2 (Doubletons): Número de especies representadas por exactamente dos individuos.
γ^2_{ACE}: Es el coeficiente de variación estimado de las abundancias de las especies raras.
C_{ACE}*: Se calcula como:*

$$C_{ACE} = 1 - \frac{F_1}{N_{rare}}$$

Donde:

N_{rare}: Es el número total de individuos en las especies raras.

ICE

El estimador no paramétrico ICE (Incidence-based Coverage Estimator) es un método ecológico utilizado para predecir la riqueza real de especies en una comunidad basándose en datos de incidencia (presencia/ausencia) en múltiples muestras. Se enfoca en la frecuencia de especies raras (especies raras o frecuentes) para estimar las especies no detectadas. Se calcula como:

$$\hat{S}_{ICE} = S_{freq} + \frac{S_{infreq}}{C_{ICE}} + \frac{Q_1}{C_{ICE}}\gamma^2_{ICE}$$

Donde:

S_{freq} : Número de especies frecuentes (encontradas en muestras).
S_{infreq}: Número de especies infrecuentes (encontradas en muestras).
Q_1: Número de especies únicas (encontradas en exactamente una muestra).
γ^2_{ICE}: Coeficiente de variación estimado de las probabilidades de incidencia.
C_{ICE}: Cobertura de la muestra basada en incidencia ($1-Q_1/m_{infreq}$, donde m_{infreq} es el número total de incidencias en especies raras).

Chao 1

El estimador no paramétrico Chao 1 es una medida ecológica utilizada para estimar la riqueza total de especies (alfa diversidad) en una comunidad, basándose en la abundancia de especies raras en la muestra, específicamente los singletons (especies con un solo individuo) y doubletons (especies con dos individuos). Es ampliamente usado para microbiomas y estudios faunísticos.

Se calcula como

$$S_{Chao1} = S_{obs} + \frac{F_1^2}{2F_2} (\text{si } F_2 > 0)$$

VERSIÓN PÚBLICA

Donde:

S_{obs} : Número de especies observadas.
F_1: Número de especies con un solo individuo (*singletons*).
F_2: Número de especies con dos individuos (*doubletons*).

Chao 2

El estimador no paramétrico Chao 2 es una fórmula basada en la incidencia (presencia/ausencia) utilizada para estimar la riqueza total de especies en un muestreo, ajustando la cuenta por especies raras. Se calcula como:

$$S_{Chao2} = S_{obs} + \left(\frac{L^2}{2M}\right)$$

Donde:

S_{obs} : Número de especies observadas.
L: Número de especies observadas una vez.
M: Número de especies observadas dos veces.

Jack 1

El estimador no paramétrico Jackknife de primer orden (Jack1) es una técnica de remuestreo utilizada en ecología y estadística para estimar la riqueza total de especies (número de especies reales) ajustando el sesgo de la muestra observada. Se basa en la frecuencia de especies raras (únicas o singletons) para calcular cuántas especies no fueron detectadas. Se calcula como:

$$\hat{S}_{\text{Jack1}} = S_{\text{obs}} + Q_1\left(\frac{n-1}{n}\right)$$

Donde:

S_{obs} : Número de especies observadas.
Q_1: Número de especies con un solo individuo.
n: Tamaño de la muestra.

Jack 2

El estimador no paramétrico Jack 2 (o Jackknife de segundo orden) es una técnica utilizada en ecología y estadística para estimar la riqueza total de especies en una comunidad (número total de especies) basada en la frecuencia de aparición de las especies en un conjunto de muestras. Se calcula como:

$$\text{Riqueza Estimada} = S_{obs} + \left(\frac{2m-3}{m}\right)Q_1 - \left(\frac{m-3}{m}\right)Q_2$$

Donde:

S_{obs} : Número de especies observadas.
Q_1: Número de especies que aparecen en una sola muestra (unicons).
Q_2: Número de especies que aparecen en dos muestras (duplicons).
m: Número total de muestras.

Bootstrap

El estimador no paramétrico Bootstrap es una técnica de remuestreo computacional que estima la variabilidad, sesgo e intervalos de confianza de un estadístico (como la media o mediana) sin asumir una distribución de probabilidad subyacente. Funciona tomando múltiples muestras con reemplazo de tamaño a partir de la muestra original.

El procedimiento para calcularlo es el siguiente:

VERSIÓN PÚBLICA

1. *Remuestreo*. Crear muestras bootstrap mediante muestreo con reemplazo de los datos originales. Cada muestra bootstrap tiene observaciones (igual que la muestra original) **B{o_1,…,o_T}T**

$$\{o_{11}^*, o_{12}^*, \ldots, o_{1T}^*\} = 1\text{sel booelseloapag sametropagyomi}$$
$$\vdots$$
$$\{o_{B1}^*, o_{B2}^*, \ldots, o_{BT}^*\} = \text{Belh booseloapag sametropagyomi}$$

2. *Estimación*. De cada muestra bootstrap, estima y denota la estimación resultante. Habrá valores de:

$$.00\hat{o}^* B\hat{o}^* \left\{\hat{o}_1^*, \ldots, \hat{o}_H^*\right\}$$

3. *Calcular estadísticas*. Utilizando calcular la estimación del sesgo, el error estándar y el intervalo de confianza aproximado del 95 %:

$$.00\hat{o}^* B\hat{o}^* \left\{\hat{o}_1^*, \ldots, \hat{o}_H^*\right\}$$

Con el bootstrap no paramétrico, las muestras hipotéticas se crean remuestreando con reemplazo a partir de los datos originales. En este sentido, el bootstrap trata la muestra como si fuera la población. Esto garantiza que las muestras bootstrap hereden la misma distribución que los datos originales, sea cual sea dicha distribución. Si los datos originales se distribuyen normalmente, las muestras bootstrap no paramétricas también se distribuirán normalmente. Si los datos tienen una distribución t de Student, las muestras bootstrap no paramétricas tendrán una distribución t de Student.

A continuación, se presentan los datos obtenidos a partir del análisis realizado en el programa EstimateS 9.10, así como la gráfica resultante:

Estimación para el SA:

VERSION PUBLICA

Tabla 24. Resultados de los estimadores no paramétricos para curvas de acumulación del Matorral Espinoso Tamaulipeco del SA.

Samples	Individuals (computed)	S(est)	ACE Mean	%	ICE Mean	%	Chao 1 Mean	%	Chao 2 Mean	%	Jack 1 Mean	%	Jack 2 Mean	%	Bootstrap Mean	%
1	15.14	12.43	48.67	31.98%	12.75	30.59%	40.37	33.47%	12.75	33.15%	12.75	29.00%	0	31.36%	12.75	30.84%
2	30.29	20.52	45.42	52.79%	106.42	50.50%	39.14	55.25%	34.67	54.72%	29	47.88%	29	51.77%	24.88	50.91%
3	45.43	26.17	40.4	67.33%	58.99	64.41%	36.43	70.46%	37.39	69.79%	37.14	61.06%	41.35	66.02%	31.31	64.92%
4	60.57	30.2	40.14	77.69%	49.96	74.33%	37.18	81.31%	38.72	80.53%	41.65	70.46%	46	76.19%	35.58	74.92%
5	75.71	33	39.86	84.90%	45.54	81.22%	37.18	88.85%	38.36	88.00%	43.53	76.99%	45.98	83.25%	38.19	81.87%
6	90.86	34.86	39.45	89.68%	42.83	85.80%	37.15	93.86%	37.89	92.96%	43.89	81.33%	43.65	87.94%	39.76	86.48%
7	106	36	38.87	92.62%	40.63	88.60%	37.14	96.93%	37.5	96.00%	42.86	83.99%	39.64	90.82%	40.31	89.31%

VERSION PUBLICA

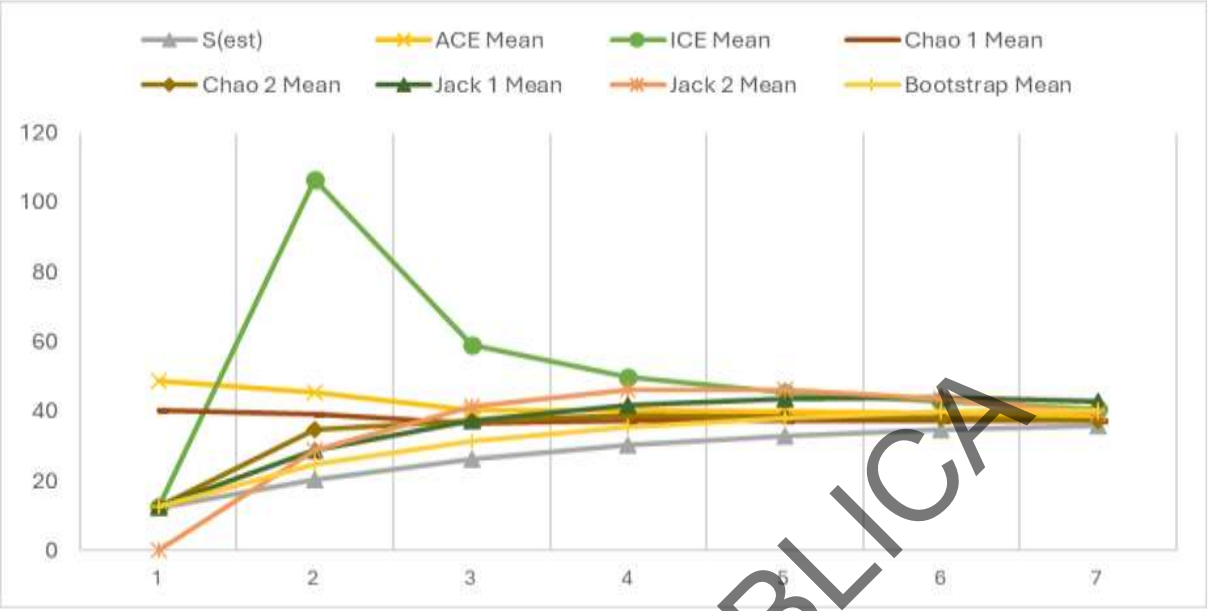


Figura 32. Curva de acumulación resultante de los estimadores no paramétricos para el Matorral Espinoso Tamaulipeco del SA

Con la información anterior, se aprecia que la totalidad de los estimadores no paramétricos empleados (ACE, ICE, Chao1, Chao2, Jack1, Jack2, Bootstrap) arrojaron porcentajes de representatividad superiores al 80%, por lo cual se considera que el muestreo realizado fue representativo, y robustece a la estimación estadística presentada anteriormente.

VERSION PUBLICA

Tabla 25. Resultados de los estimadores no paramétricos para curvas de acumulación de la vegetación de dunas costeras del SA

Samples	Individuals (computed)	S(est)	ACE Mean	%	ICE Mean	%	Chao 1 Mean	%	Chao 2 Mean	%	Jack 1 Mean	%	Jack 2 Mean	%	Bootstrap Mean	%
1	20.73	12.27	19.98	45.44%	12.2	44.22%	16.95	45.44%	12.2	45.23%	12.2	42.57%	0	47.12%	12.2	43.22%
2	41.45	18.11	22.51	67.07%	94.37	65.26%	21.58	67.07%	28.8	66.75%	23.9	62.84%	23.9	69.55%	20.98	63.79%
3	62.18	21.16	24.08	78.37%	35.72	76.25%	23.55	78.37%	25.96	77.99%	27.97	73.42%	29.82	81.26%	24.68	74.53%
4	82.91	22.93	24.58	84.93%	29.87	82.63%	25.01	84.93%	26.22	84.52%	28.85	79.56%	29.88	88.06%	26.14	80.77%
5	103.64	24.1	24.95	89.26%	28.15	86.85%	25.35	89.26%	26.73	88.83%	28.8	83.62%	29.13	92.55%	26.72	84.89%
6	124.36	24.95	25.36	92.41%	27.83	89.91%	25.75	92.41%	28.48	91.96%	28.93	86.57%	29.32	95.81%	27.11	87.88%
7	145.09	25.61	25.64	94.85%	27.54	92.29%	26.2	94.85%	29.59	94.40%	28.77	88.86%	28.96	98.35%	27.25	90.21%
8	165.82	26.13	26.43	96.78%	28.18	94.16%	27.08	96.78%	32.25	96.31%	29.61	90.67%	29.86	100.35%	28.04	92.04%
9	186.55	26.53	26.87	98.26%	28.43	95.60%	27.4	98.26%	33.09	97.79%	29.88	92.05%	29.64	101.88%	28.46	93.45%
10	207.27	26.82	26.99	99.33%	28.17	96.65%	27.28	99.33%	30.68	98.86%	29.51	93.06%	28.36	103.00%	28.46	94.47%
11	228	27	27	100.00%	27.75	97.30%	27	100.00%	27.13	99.52%	28.82	93.68%	26.04	103.69%	28.39	95.10%

VERSION PUBLICA

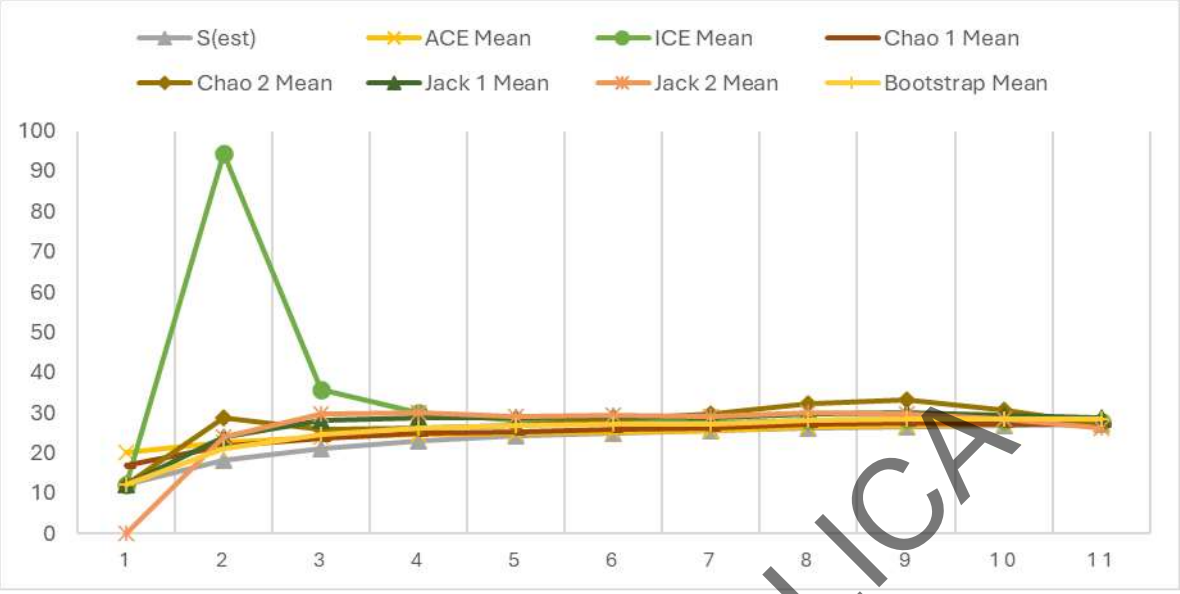


Figura 33. Curva de acumulación resultante de los estimadores no paramétricos para la vegetación de dunas costeras del SA.

Con la información anterior, se aprecia que la totalidad de los estimadores no paramétricos empleados (ACE, ICE, Chao1, Chao2, Jack1, Jack2, Bootstrap) arrojaron porcentajes de representatividad superiores al 80%, por lo cual se considera que el muestreo realizado fue representativo, y robustece a la estimación estadística presentada anteriormente.

VERSION PUBLICA

Tabla 26. Resultados de los estimadores no paramétricos para curvas de acumulación de la vegetación halófila hidrófila del SA

Samples	Individuals (computed)	S(est)	ACE Mean	%	ICE Mean	%	Chao 1 Mean	%	Chao 2 Mean	%	Jack 1 Mean	%	Jack 2 Mean	%	Bootstrap Mean	%
1	9.63	7.51	23.67	39.53%	7.53	39.53%	13.37	39.53%	7.53	39.53%	7.53	39.53%	0	39.53%	7.53	39.51%
2	19.25	12.05	20.96	63.42%	50.47	63.42%	17.82	63.42%	17.62	63.42%	16.6	63.42%	16.6	63.42%	14.4	63.39%
3	28.88	14.79	19.92	77.84%	27.47	77.84%	18.46	77.84%	18.52	77.84%	20.35	77.84%	22.13	77.84%	17.55	77.80%
4	38.5	16.46	19.55	86.63%	22.77	86.63%	18.63	86.63%	18.94	86.63%	21.33	86.63%	22.41	86.63%	18.93	86.59%
5	48.13	17.47	19.55	91.95%	21.23	91.95%	18.98	91.95%	19.15	91.95%	21.55	91.95%	21.69	91.95%	19.7	91.90%
6	57.75	18.08	19.15	95.16%	19.99	95.16%	18.85	95.16%	18.84	95.16%	21.02	95.16%	20.27	95.16%	19.82	95.11%
7	67.38	18.45	19.07	97.11%	19.65	97.11%	18.79	97.11%	18.92	97.11%	20.72	97.11%	19.81	97.11%	19.88	97.05%
8	77	18.67	19.03	98.26%	19.41	98.26%	18.84	98.26%	18.97	98.26%	20.31	98.26%	19.15	98.26%	19.81	98.21%
9	86.63	18.81	18.96	99.00%	19.19	99.00%	18.83	99.00%	18.92	99.00%	19.83	99.00%	18.36	99.00%	19.68	98.95%
10	96.25	18.89	19.01	99.42%	19.15	99.42%	18.92	99.42%	18.99	99.42%	19.69	99.42%	18.75	99.42%	19.58	99.37%
11	105.88	18.94	19.04	99.68%	19.12	99.68%	18.98	99.68%	19	99.68%	19.5	99.68%	18.68	99.68%	19.5	99.63%
12	115.5	18.97	19	99.84%	19.06	99.84%	18.98	99.84%	18.99	99.84%	19.28	99.84%	18.58	99.84%	19.36	99.79%
13	125.13	18.98	19.02	99.89%	19.05	99.89%	18.99	99.89%	19	99.89%	19.22	99.89%	18.73	99.89%	19.3	99.84%
14	134.75	18.99	19.02	99.95%	19.03	99.95%	19	99.95%	19	99.95%	19.13	99.95%	18.73	99.95%	19.23	99.89%
15	144.38	19	19.02	100.00%	19.02	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	19.08	100.00%	18.82	100.00%	19.17	99.95%
16	154	19	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	19.02	100.00%	18.79	100.00%	19.11	99.95%
17	163.63	19	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	18.85	100.00%	19.08	99.95%
18	173.25	19	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	18.89	100.00%	19.06	99.95%
19	182.88	19	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	18.94	100.00%	19.04	99.95%
20	192.5	19	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	18.98	100.00%	19.03	99.95%
21	202.13	19	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	18.98	100.00%	19.02	99.95%
22	211.75	19	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	19.01	99.95%
23	221.38	19	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	19.01	99.95%
24	231	19	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	19	100.00%	19.01	99.95%

VERSIÓN PÚBLICA

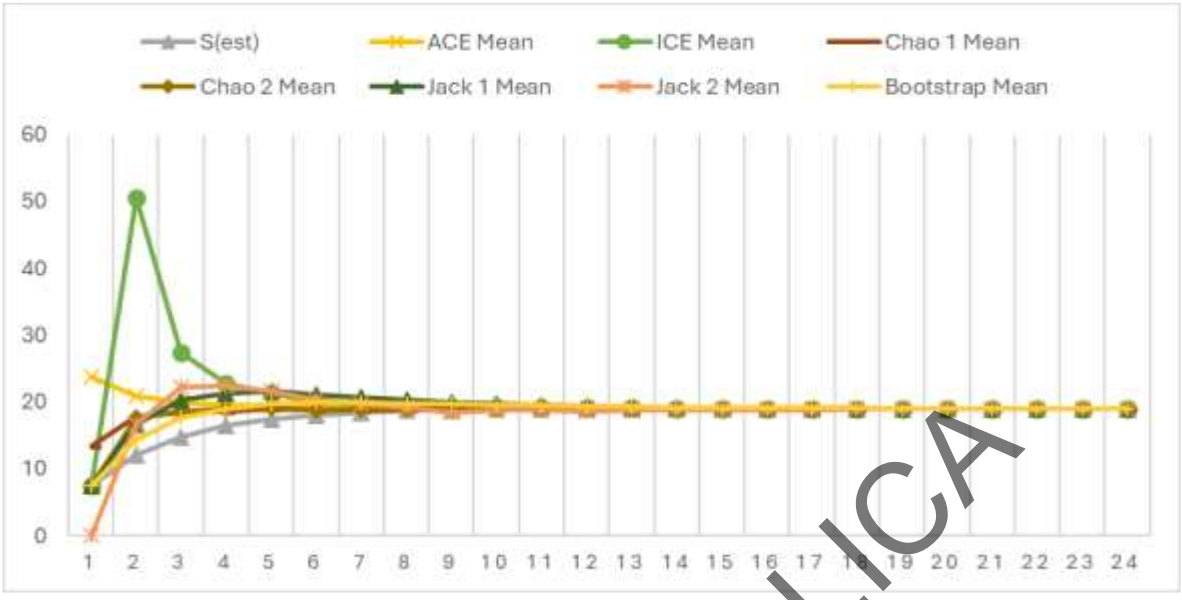


Figura 34. Curva de acumulación resultante de los estimadores no paramétricos para la vegetación halófila hidrófila del SA.

Con la información anterior, se aprecia que la totalidad de los estimadores no paramétricos empleados (ACE, ICE, Chao1, Chao2, Jack1, Jack2, Bootstrap) arrojaron porcentajes de representatividad superiores al 80%, por lo cual se considera que el muestreo realizado fue representativo, y robustece a la estimación estadística presentada anteriormente.

Sitios de muestreo

A continuación, se presentan las coordenadas centrales de los sitios de muestreo:

Tabla 27. Coordenadas centrales de los sitios de muestreo en el SA.

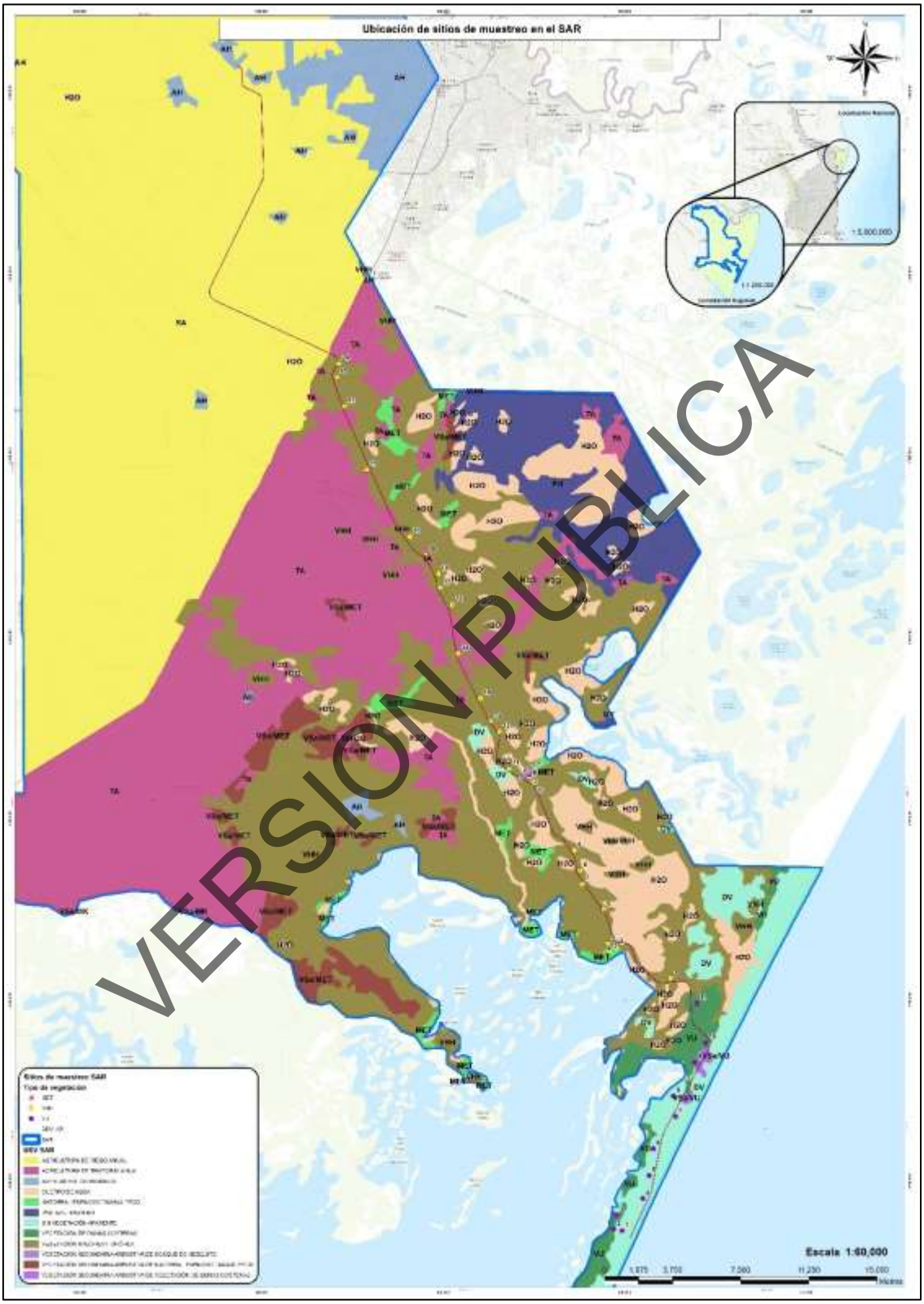
Tipo de vegetación	N° de sitio de muestreo	Coordenada X	Coordenada Y
VU	1	2,959,646.1459	1,477,405.2458
VU	2	2,959,193.0160	1,477,506.8381
VU	3	2,959,327.2732	1,478,251.2951
VU	4	2,960,753.0429	1,479,219.2571
VU	5	2,961,058.3829	1,480,504.5276
VU	6	2,961,265.9150	1,481,980.9319
VU	7	2,962,450.3945	1,483,791.8275
VU	8	2,962,312.4213	1,484,922.7392
VU	9	2,963,453.7692	1,486,796.7159
VU	10	2,964,023.1323	1,487,929.5887
VU	11	2,963,492.3669	1,490,091.2341
VHH	1	2,962,029.5747	1,491,462.8564
VHH	2	2,959,037.4348	1,493,097.5562
VHH	3	2,958,703.7404	1,492,897.8726
VHH	4	2,958,367.5928	1,492,668.3043
VHH	5	2,958,585.1727	1,493,320.8364
VHH	6	2,958,293.2219	1,495,187.3823
VHH	7	2,957,086.7684	1,496,567.4465
VHH	8	2,956,953.4633	1,497,311.2615
VHH	9	2,956,612.1252	1,498,415.4109
VHH	10	2,954,313.2623	1,502,150.6094

VERSIÓN PÚBLICA

Tipo de vegetación	N° de sitio de muestreo	Coordenada X	Coordenada Y
VHH	11	2,952,966.0014	1,502,876.4170
VHH	12	2,952,402.8000	1,504,922.8756
VHH	13	2,951,888.3341	1,505,470.5001
VHH	14	2,951,297.1596	1,506,752.5397
VHH	15	2,950,045.4878	1,509,213.3201
VHH	16	2,949,656.7265	1,511,918.6976
VHH	17	2,948,992.2033	1,512,836.8774
VHH	18	2,948,858.0697	1,513,596.7566
VHH	19	2,948,141.4756	1,514,628.0117
VHH	20	2,947,259.8397	1,515,620.0875
VHH	21	2,944,819.5286	1,519,286.2184
VHH	22	2,943,532.4035	1,522,789.0446
VHH	23	2,943,080.7133	1,524,402.0078
VHH	24	2,943,178.1238	1,525,127.9750
MET	1	2,953,859.7462	1,502,472.3310
MET	2	2,953,991.0830	1,502,513.0556
MET	3	2,954,135.1529	1,502,566.5227
MET	4	2,953,838.0365	1,502,569.9510
MET	5	2,953,980.7922	1,502,638.2691
MET	6	2,954,108.3490	1,502,704.8339
MET	7	2,954,274.0921	1,502,810.0482

Se anexan las bases de datos que contienen la información de campo de cada uno de los sitios de muestreo.

VERSION PUBLICA



VERSIÓN PÚBLICA

Figura 35. Ubicación de los sitios de muestreo en el SA

Índices de biodiversidad

Para evaluar la diversidad de la comunidad vegetal, se aplicaron diversos índices ecológicos que permiten cuantificar distintos aspectos de la estructura y composición. El índice de valor de importancia (IVI) se calculó a partir de los valores relativos de frecuencia, densidad y dominancia de cada especie, identificando así las especies ecológicamente más relevantes. La diversidad alfa se analizó mediante el índice de Shannon-Wiener (H'), que integra la riqueza y la equidad de las abundancias, y el índice de Simpson (λ), que expresa la probabilidad de que dos individuos tomados al azar pertenezcan a la misma especie; complementariamente se empleó el índice inverso de Simpson (1/λ) para una interpretación más intuitiva de la diversidad. Asimismo, se determinó la diversidad máxima teórica (H' max) como el logaritmo natural del número total de especies. La equitatividad o uniformidad de la comunidad se evaluó con el índice de Pielou (J'), que relaciona la diversidad observada con la máxima posible, mientras que la riqueza específica se estimó mediante el índice de Margalef (DMg), el cual ajusta el número de especies por el total de individuos muestreados. Este conjunto de índices proporciona una visión integral de la diversidad, la dominancia y la estructura de la comunidad. En las siguientes líneas se describe la forma de calcular cada índice:

Índice de valor de importancia (IVI):

Este índice muestra la relevancia de las especies florísticas en una comunidad vegetal. Para su cálculo es necesario realizar la suma de los valores relativos de cada parámetro.

Índice de valor de importancia=DR+DoR+Fr

Donde:

IVI = Índice de valor de importancia
DR = Densidad relativa
DoR = Dominancia relativa
Fr = Frecuencia relativa

Densidad: Este parámetro calcula la abundancia de una especie o clase de plantas a través del conteo independiente de cada individuo. Su cálculo se obtiene dividiendo el número de individuos de la especie i entre el área muestreada. Su fórmula se representa de la siguiente manera:

$$\boldsymbol{Densidad\ (D) = \frac{No.de\ individuos\ de\ la\ especie\ i}{Área\ muestreada}}$$

Por otra parte, la Densidad relativa se refiere a la proporción en número de individuos de una especie con relación al resto en porcentaje. Este parámetro es necesario para el cálculo del Índice de valor de importancia. Su fórmula se representa de la siguiente manera:

$$\boldsymbol{Densidad\ relativa\ (Dr) = \frac{Densidad\ de\ la\ especie\ i}{Suma\ de\ las\ densidades\ de\ todas\ las\ especies} * 100}$$

Frecuencia: Este parámetro se define como la probabilidad de que una especie se presente en una unidad de muestreo. Su fórmula se representa de la siguiente manera:

$$\boldsymbol{Frecuencia\ (F) = \frac{No.de\ sitios\ en\ los\ que\ ocurre\ la\ especie\ i}{Área\ muestreada}}$$

La Frecuencia relativa pondera el número de veces que se encuentra una especie en relación con el resto de las especies muestreadas. Su fórmula se representa de la siguiente manera:

$$\boldsymbol{Frecuencia\ relativa\ (Fr) = \frac{Frecuencia\ de\ la\ especie\ i}{Suma\ de\ las\ frecuencias\ de\ todas\ las\ especies} * 100}$$

VERSIÓN PUBLICA

Dominancia: Es la cobertura de todos los individuos de una especie sobre las demás especies por unidad de área. Desde el punto de vista ecológico es la especie que sobresale en una comunidad. Su fórmula se representa de la siguiente manera:

$$\boldsymbol{Dominancia\ (D) = \frac{Suma\ de\ copa\ de\ todos\ los\ individuos\ de\ la\ especie\ i}{Área\ muestreada} * 100}$$

La fórmula de la Dominancia relativa es la siguiente:

$$\boldsymbol{Dominancia\ relativa\ (DoR) = \frac{Dominancia\ de\ la\ especie\ i}{Suma\ de\ la\ dominancia\ de\ todas\ las\ especies} * 100}$$

Índice de Shannon-Wiener (H´):

El índice de Shannon-Wiener ya que mide el grado promedio de incertidumbre para predecir a que especie pertenecería un individuo escogido al azar en una colecta (Magurran, 1988[3]). El índice se interpreta con valores de 0 a 3.1, donde valores inferiores a 1.5 se consideran como diversidad baja, valores entre 1.6 a 3.0 se considerar con diversidad media y valores iguales o mayores a 3.1 se consideran diversidad alta.

La fórmula para determinar el Índice de Shannon Wiener es la siguiente:

$$\mathbf{H'} = -\sum_{\mathbf{i=1}}^{\boldsymbol{s}} \boldsymbol{pi}(\mathbf{ln}\,\boldsymbol{pi})$$

Donde:

H' = índice de Shannon-Wiener
s = riqueza biológica o número de especies
pi = proporción total de la muestra que corresponde a la especie i
ln = logaritmo natural

Índice de equidad de Pielou (J):

Este índice mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. El valor del índice va de 0 a 1 donde 1 corresponde a situaciones donde las especies presentan una equidad de abundancia.

La fórmula para determinar el Índice de Pielou es la siguiente:

$$\boldsymbol{J = \frac{H}{Hmax}}$$

Donde:

H = Diversidad
H_max = Diversidad máxima
Donde H_max = ln(s)
S = número de especies

índice de Simpson (D)

$$D_{Si} = \sum_{i=1}^{S} p_i^2$$

Pi = abundancia proporcional de la i-esima especie; representa la probabilidad de que un individuo de la especie i esté presente en la muestra, siendo entonces la sumatoria de Pi igual a 1-D

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

[3] MAGURRAN, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp

VERSIÓN PÚBLICA

ni = número de individuos de la especie i
N = número total de individuos para todas las S especies en la comunidad

La ecuación de Dsi se aplica para comunidades finitas donde todos los miembros han sido contados, es decir que n = N. Considerando una comunidad 'extensa', un estimador adecuado de la diversidad calculado a partir de datos provenientes de una muestra de tamaño n sería:

El índice de Simpson se deriva de la teoría de probabilidades, y mide la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie en dos 'extracciones' sucesivas al azar sin 'reposición'. En principio esto constituye una propiedad opuesta a la diversidad, se plantea entonces el problema de elegir una transformación apropiada para obtener una cifra correlacionada positivamente con la diversidad:

$$Si_D = 1 - \sum_{i=1}^{S} p_i^2 = 1 - D_{Si}$$

SiD = índice de diversidad de Simpson (1-D) que indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos 'extracciones' sucesivas al azar sin 'reposición'. Este índice les da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre '0' (baja diversidad) hasta un máximo de [1 - 1/S].

índice de Margalef (I)

El Índice de Margalef, o índice de biodiversidad de Margalef, es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

El índice de Margalef fue propuesto por el biólogo y ecólogo catalán Ramón Margalef y tiene la siguiente expresión:

I = (s-1) / Ln N

Donde:

I = es la biodiversidad
s = es el número de especies presentes
N = es el número total de individuos encontrados (pertenecientes a todas las especies).
Ln = denota el logaritmo neperiano de un número

Valores inferiores a 2,0 son considerados como relacionados con zonas de baja biodiversidad (en general resultado de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad.

Diversidad máxima (H´máx)

La diversidad máxima (Hmax= lnS) se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes. Un índice de homogeneidad asociado a esta medida de diversidad puede calcularse como el cociente H/Hmax=H/lnS, que será uno si todas las especies que componen la comunidad tienen igual probabilidad (pi = 1/S).

Cabe resaltar que para aquellos índices donde se requiere el número de sitios de muestreo, para su estimación, se consideró el área del censo como un solo sitio de muestreo.

A continuación, se presentan las tablas con los valores calculados de los índices de diversidad y del Índice de Valor de Importancia (IVI), junto con una breve descripción de los resultados obtenidos.

- Índice de Valor de Importancia y densidad por hectárea

VERSIÓN PÚBLICA

MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO DEL SA

Estimación MET arbóreo SA

Tabla 28. Estimación general de índices de diversidad.

Especie	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Densidad absoluta	Densidad relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI	Densidad (ind/ha)
Citharexylum berlandieri	0.00	19.36	0.00	20.00	0.29	22.22	61.58	4
Cordia boissieri	0.00	45.87	0.00	50.00	0.57	44.44	140.31	10
Parkinsonia aculeata	0.00	19.17	0.00	20.00	0.29	22.22	61.39	4
Prosopis glandulosa	0.00	15.60	0.00	10.00	0.14	11.11	36.71	2
Total general	**0.01**	**100.00**	**0.00**	**100.00**	**1.29**	**100.00**	**300.0**	**20**

De acuerdo con los datos presentados en la tabla, las tres especies con los valores más altos del índice de valor de importancia (IVI) son *Cordia boissieri*, *Citharexylum berlandieri* y *Parkinsonia aculeata*. *Cordia boissieri* registra un IVI de 140.31, el cual es significativamente superior al de las demás especies, debido a que presenta los mayores porcentajes de dominancia relativa (45.87 %), densidad relativa (50.00 %) y frecuencia relativa (44.44 %), lo que indica su predominio en la estructura de la comunidad vegetal muestreada. Por su parte, *Citharexylum berlandieri* y *Parkinsonia aculeata* alcanzan valores de IVI muy cercanos entre sí, con 61.58 y 61.39 respectivamente, reflejando una contribución similar en términos de los parámetros evaluados, aunque con porcentajes relativos menores a los de *Cordia boissieri*.

En cuanto a la densidad absoluta por hectárea, las tres especies con mayor número de individuos son nuevamente Cordia boissieri con 10 ind/ha, seguida de *Citharexylum berlandieri* y *Parkinsonia aculeata*, ambas con 4 ind/ha. Estos valores confirman la abundancia de *Cordia boissieri* en el área, mientras que las otras dos especies presentan una densidad equivalente entre sí y superior a la de *Prosopis glandulosa*, que solo alcanza 2 ind/ha. La importancia ecológica de estas especies, derivada de su IVI y densidad, radica en que Cordia boissieri actúa como la especie dominante, contribuyendo de manera preponderante a la cobertura, frecuencia y número de individuos, mientras que *Citharexylum berlandieri* y *Parkinsonia aculeata*, aunque con menor representación, también forman parte relevante de la composición vegetal del sitio.

Estimación MET arbustivo SA

Tabla 29. Estimación general de índices de diversidad.

Especie	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Densidad absoluta	Densidad relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI	Densidad (ind/ha)
Castela erecta	0.00	2.35	0.00	2.63	0.14	3.13	8.10	7
Celtis pallida	0.01	16.35	0.00	7.89	0.43	9.38	33.62	21
Condalia hookeri	0.02	31.83	0.00	15.79	0.86	18.75	66.37	42
Eysenhardtia texana	0.01	9.39	0.01	23.68	0.86	18.75	51.82	63
Guaiacum angustifolium	0.00	0.75	0.00	5.26	0.29	6.25	12.26	14
Leucophyllum frutescens	0.00	1.88	0.00	13.16	0.57	12.50	27.54	35
Phaulothamnus spinescens	0.01	16.52	0.00	7.89	0.43	9.38	33.79	21
Prosopis cinerascens	0.00	0.19	0.00	5.26	0.14	3.13	8.58	14
Randia obcordata	0.00	4.69	0.00	5.26	0.29	6.25	16.21	14
Sideroxylon celastrinum	0.01	10.16	0.00	5.26	0.29	6.25	21.68	14
Vachellia rigidula	0.00	5.90	0.00	7.89	0.29	6.25	20.04	21
Total general	**0.05**	**100.00**	**0.03**	**100.00**	**4.57**	**100.00**	**300.00**	**266**

VERSIÓN PÚBLICA

De acuerdo con los datos presentados en la tabla, las tres especies con los valores más altos del índice de valor de importancia (IVI) son *Condalia hookeri, Eysenhardtia texana* y *Phaulothamnus spinescens*. *Condalia hookeri* presenta el IVI más elevado (66.37), impulsado por su alta dominancia relativa (31.83 %), una frecuencia relativa de 18.75 % y una densidad relativa de 15.79 %, lo que indica que esta especie aporta una considerable cobertura y está bien distribuida en el área. Le sigue *Eysenhardtia texana* con un IVI de 51.82, destacando por su densidad relativa de 23.68 % (la más alta entre todas las especies) y una frecuencia relativa de 18.75 %, aunque su dominancia relativa es menor (9.39 %). En tercer lugar, *Phaulothamnus spinescens* alcanza un IVI de 33.79, con una dominancia relativa de 16.52 %, densidad relativa de 7.89 % y frecuencia relativa de 9.38 %, mostrando una contribución equilibrada en los parámetros evaluados.

En cuanto a la densidad absoluta por hectárea, las tres especies con mayor número de individuos son *Eysenhardtia texana* (63 ind/ha), *Condalia hookeri* (42 ind/ha) y *Leucophyllum frutescens* (35 ind/ha). *Eysenhardtia texana*, además de ser la más densa, también ocupa el segundo lugar en IVI, lo que subraya su relevancia en la estructura de la comunidad. *Condalia hookeri* combina una alta densidad con el mayor IVI, reflejando su dominio en cobertura y frecuencia. *Leucophyllum frutescens*, aunque con un IVI de 27.54 (quinto lugar), destaca por su abundancia numérica. La importancia ecológica de estas especies, determinada por sus elevados índices, radica en que *Condalia hookeri* y *Eysenhardtia texana* son elementos estructurales clave, ya que integran altos valores de cobertura, frecuencia y densidad, mientras que *Leucophyllum frutescens* contribuye significativamente a la densidad poblacional, lo que en conjunto define la composición y fisonomía del estrato vegetal en el área evaluada.

Estimación MET herbáceo SA

Tabla 30. Estimación general de índices de diversidad.

Especie	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Densidad absoluta	Densidad relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI	Densidad (ind/ha)
Alophia drummondii	0.02	21.38	0.14	17.39	0.29	10.53	49.29	1,428
Cnidoscolus texanus	0.01	4.84	0.07	8.70	0.29	10.53	24.06	714
Dalea ceciliana	0.01	5.09	0.04	4.35	0.14	5.26	14.70	357
Dalea pogonathera	0.02	20.20	0.14	17.39	0.43	15.79	53.39	1,428
Heterotheca subaxillaris	0.00	2.57	0.07	8.70	0.14	5.26	16.53	714
Hibiscus martianus	0.01	4.86	0.04	4.35	0.14	5.26	14.47	357
Palafoxia texana	0.02	15.75	0.11	13.04	0.43	15.79	44.58	1,071
Rivina humilis	0.02	17.83	0.11	13.04	0.43	15.79	46.67	1,071
Salvia coccinea	0.00	1.61	0.04	4.35	0.14	5.26	11.23	357
Teucrium cubense	0.01	5.86	0.07	8.70	0.29	10.53	25.08	714
Total general	**0.10**	**100.00**	**0.82**	**100.00**	**2.71**	**100.00**	**300.00**	**8,211**

De acuerdo con los datos presentados en la tabla, las tres especies con los valores más altos del índice de valor de importancia (IVI) son *Dalea pogonathera*, *Alophila drummondii* y *Rivina humilis*. *Dalea pogonathera* registra el IVI más elevado (53.39), sustentado en una dominancia relativa de 20.20 %, una densidad relativa de 17.39 % y una frecuencia relativa de 15.79 %, lo que indica que esta especie contribuye de manera equilibrada a la cobertura, abundancia y distribución en el área. Le sigue *Alophila drummondii* con un IVI de 49.29, destacando por su dominancia relativa de 21.38 % (la más alta entre todas las especies) y una densidad relativa de 17.39 %, aunque su frecuencia relativa es de 10.53 %. En tercer lugar, *Rivina humilis* alcanza un IVI de 46.67, con una dominancia relativa de 17.83 %, densidad relativa de 13.04 % y frecuencia relativa de 15.79 %, mostrando una participación relevante en los tres parámetros evaluados. En cuanto a la densidad absoluta por hectárea, las especies con mayor número de individuos son *Alophila drummondii* y *Dalea pogonathera*, ambas con 1,428 ind/ha, seguidas por *Palafoxia texana* y *Rivina*

VERSIÓN PÚBLICA

humilis, que presentan 1,071 ind/ha cada una. Estas cuatro especies concentran los valores más altos de abundancia, reflejando su predominio numérico en la comunidad. La importancia ecológica de estas especies, determinada por sus elevados índices, radica en que *Dalea pogonathera* y *Alophila drummondii* integran los mayores valores de IVI y densidad, actuando como elementos estructurales clave en términos de cobertura y abundancia, mientras que *Rivina humilis* y *Palafoxia texana* también contribuyen significativamente a la densidad poblacional y a la frecuencia, lo que en conjunto define la composición y dinámica del estrato vegetal en el área evaluada.

Estación MET Bejucos SA

Tabla 31. Estimación general de índices de diversidad.

Especie	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Densidad absoluta	Densidad relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI	Densidad (ind/ha)
Cissus trifoliata	0.00	62.90	0.01	57.14	0.71	50.00	170.04	56
Maurandella antirrhiniflora	0.00	21.80	0.00	21.43	0.29	20.00	63.23	21
Tamaulipa azurea	0.00	15.30	0.00	21.43	0.43	30.00	66.73	21
Total general	**0.00**	**100.00**	**0.01**	**100.00**	**1.43**	**100.00**	**300.00**	**98**

De acuerdo con los datos presentados en la tabla, las tres especies registradas, que a su vez son las de mayor valor de importancia, son *Cissus trifoliata*, *Tamaulipa azurea* y *Maurandella antirrhiniflora*. *Cissus trifoliata* presenta el IVI más alto (170.04), derivado de una dominancia relativa de 62.90 %, una densidad relativa de 57.14 % y una frecuencia relativa de 50.00 %, lo que indica su clara predominancia en cobertura, abundancia y distribución dentro del área muestreada. Le sigue *Tamaulipa azurea* con un IVI de 66.73, destacando por su frecuencia relativa de 30.00 % y valores equilibrados de densidad relativa (21.43 %) y dominancia relativa (15.30 %). Por último, *Maurandella antirrhiniflora* alcanza un IVI de 63.23, con una dominancia relativa de 21.80 %, densidad relativa de 21.43 % y frecuencia relativa de 20.00 %, mostrando una contribución similar a la especie anterior pero ligeramente inferior en frecuencia. En cuanto a la densidad absoluta por hectárea, *Cissus trifoliata* también es la especie con el mayor valor (56 ind/ha), seguida por *Maurandella antirrhiniflora* y *Tamaulipa azurea*, ambas con 21 ind/ha. Estos valores reflejan la abundancia numérica de *Cissus trifoliata* en el estrato correspondiente, mientras que las otras dos especies presentan una densidad igual entre sí. La importancia ecológica de estas especies, determinada por sus índices, radica en que *Cissus trifoliata* domina claramente la comunidad en términos de cobertura, densidad y frecuencia, actuando como la especie estructuralmente más relevante, mientras que *Tamaulipa azurea* y *Maurandella antirrhiniflora*, aunque con menor representación, complementan la composición y diversidad del estrato vegetal en el área evaluada.

Estación MET cactáceo SA

Tabla 32. Estimación general de índices de diversidad.

Especie	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Densidad absoluta	Densidad relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI	Densidad (ind/ha)
Acanthocereus tetragonus	0.00	61.30	0.00	10.00	0.29	12.50	83.80	4
Cylindropuntia leptocaulis	0.00	11.74	0.00	15.00	0.43	18.75	45.49	6
Echinocereus pentalophus	0.00	0.11	0.00	15.00	0.43	18.75	33.86	6
Homalocephala texensis	0.00	0.36	0.00	10.00	0.29	12.50	22.86	4
Mammillaria heyderi	0.00	0.32	0.00	20.00	0.29	12.50	32.82	8
Opuntia alta	0.00	26.01	0.00	20.00	0.29	12.50	58.51	8
Thelocactus setispinus	0.00	0.16	0.00	10.00	0.29	12.50	22.66	4
Total general	**0.00**	**100.00**	**0.00**	**100.00**	**2.29**	**100.00**	**300.00**	**40**

VERSIÓN PÚBLICA

De acuerdo con los datos presentados en la tabla, las tres especies con los valores más altos del índice de valor de importancia (IVI) son *Acanthocereus tetragonus*, *Opuntia alta* y *Cylindropuntia leptocaulis*. *Acanthocereus tetragonus* registra el IVI más elevado (83.80), impulsado principalmente por una dominancia relativa de 61.30 %, la más alta entre todas las especies, aunque su densidad relativa es de 10.00 % y su frecuencia relativa de 12.50 %. Le sigue *Opuntia alta* con un IVI de 58.51, destacando por su dominancia relativa de 26.01 % y una densidad relativa de 20.00 %, aunque su frecuencia relativa es de 12.50 %. En tercer lugar, *Cylindropuntia leptocaulis* alcanza un IVI de 45.49, con una dominancia relativa de 11.74 %, densidad relativa de 15.00 % y la frecuencia relativa más alta del conjunto (18.75 %), lo que refleja su amplia distribución en las unidades de muestreo. En cuanto a la densidad absoluta por hectárea, las especies con mayor número de individuos son *Mammillaria heyderi* y *Opuntia alta*, ambas con 8 ind/ha, seguidas por *Cylindropuntia leptocaulis* y *Echinocereus pentatrichous*, que presentan 6 ind/ha cada una. *Opuntia alta* destaca por combinar una alta densidad (8 ind/ha) con el segundo valor más alto de IVI, mientras que *Mammillaria heyderi*, a pesar de su densidad relevante, muestra un IVI de 32.82 debido a su moderada dominancia relativa (0.32 %) y frecuencia. La importancia ecológica de estas especies, determinada por sus índices, radica en que *Acanthocereus tetragonus* ejerce una dominancia significativa en términos de cobertura, mientras que *Opuntia alta* y *Cylindropuntia leptocaulis* contribuyen de manera equilibrada a la estructura de la comunidad, ya sea por su densidad, frecuencia o cobertura, definiendo así la composición y fisonomía del estrato de cactáceas en el área evaluada.

Estación MET rosetófilo SA

Tabla 33. Estimación general de índices de diversidad.

Especie	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Densidad absoluta	Densidad relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI	Densidad (ind/ha)
Yucca treculiana	0.00	100.00	0.00	100.00	0.14	100.00	300.00	2
Total general	**0.00**	**100.00**	**0.00**	**100.00**	**0.14**	**100.00**	**300.00**	**2**

De acuerdo con los datos presentados en la tabla, se registra una única especie, *Yucca treculiana*, la cual concentra la totalidad de los valores relativos de los parámetros evaluados. En consecuencia, esta especie presenta el valor más alto del índice de valor de importancia (IVI), alcanzando 300.00, que resulta de la suma de su dominancia relativa (100.00 %), densidad relativa (100.00 %) y frecuencia relativa (100.00 %). Al ser la única especie presente, su IVI refleja el máximo posible, indicando que domina por completo la cobertura, la abundancia y la distribución en el área de muestreo correspondiente a este estrato. En cuanto a la densidad absoluta por hectárea, *Yucca treculiana* también es la especie con el mayor valor, con 2 ind/ha, siendo esta la única registrada. La importancia ecológica de esta especie, determinada exclusivamente por los datos presentados, radica en que constituye el único elemento vegetal en este estrato, por lo que su presencia define íntegramente la estructura, la cobertura y la dinámica de la comunidad en la porción del ecosistema evaluada.

VEGETACIÓN DE DUNAS COSTERAS DEL SA

Estimación VU arbóreo SA

Tabla 34. Estimación general de índices de diversidad.

Especie	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Densidad absoluta	Densidad relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI	Densidad (ind/ha)
Yucca treculiana	0.00	100.00	0.00	100.00	0.14	100.00	300.00	2
Total general	**0.00**	**100.00**	**0.00**	**100.00**	**0.14**	**100.00**	**300.00**	**2**

VERSIÓN PÚBLICA

De acuerdo con los datos presentados en la tabla, se registra una única especie, *Prosopis glandulosa*, la cual concentra la totalidad de los valores relativos de los parámetros evaluados. En consecuencia, esta especie presenta el valor más alto del índice de valor de importancia (IVI), alcanzando 300.00, que resulta de la suma de su dominancia relativa (100.00 %), densidad relativa (100.00 %) y frecuencia relativa (100.00 %). Al ser la única especie presente, su IVI refleja el máximo posible, indicando que domina por completo la cobertura, la abundancia y la distribución en el área de muestreo correspondiente a este estrato. En cuanto a la densidad absoluta por hectárea, *Prosopis glandulosa* también es la especie con el mayor valor, con 10 ind/ha, siendo esta la única registrada. La importancia ecológica de esta especie, determinada exclusivamente por los datos presentados, radica en que constituye el único elemento vegetal en este estrato, por lo que su presencia define íntegramente la estructura, la cobertura y la dinámica de la comunidad en la porción del ecosistema evaluada.

Estimación VU arbustivo SA

Tabla 35. Estimación general de índices de diversidad.

Especie	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Densidad absoluta	Densidad relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI	Densidad (ind/ha)
Borrichia frutescens	0.00	5.13	0.00	8.54	0.57	9.30	22.96	35
Croton punctatus	0.00	13.27	0.00	12.20	1.00	16.28	41.75	50
Lycium carolinianum	0.00	12.09	0.00	12.20	1.00	16.28	40.57	50
Maytenus phyllanthoides	0.00	13.66	0.00	10.98	0.86	13.95	38.59	45
Prosopis cinerascens	0.00	1.09	0.00	9.76	0.29	4.65	15.50	40
Scaevola plumieri	0.00	4.92	0.00	9.76	0.71	11.63	26.30	40
Sophora tomentosa	0.01	31.91	0.01	28.05	1.43	23.26	83.22	115
Vachellia rigidula	0.00	17.93	0.00	8.54	0.29	4.65	31.12	35
Total general	**0.02**	**100.00**	**0.04**	**100.00**	**6.14**	**100.00**	**300.00**	**410**

De acuerdo con los datos presentados en la tabla, las tres especies con los valores más altos del índice de valor de importancia (IVI) son *Sophora tomentosa*, *Croton punctatus* y *Lycium carolinianum*. *Sophora tomentosa* registra el IVI más elevado (83.22), impulsado por una dominancia relativa de 31.91 %, una densidad relativa de 28.05 % y la frecuencia relativa más alta del conjunto (23.26 %), lo que indica su predominio en cobertura, abundancia y distribución. Le sigue *Croton punctatus* con un IVI de 41.75, destacando por su dominancia relativa de 13.27 %, densidad relativa de 12.20 % y una frecuencia relativa de 16.28 %. En tercer lugar, *Lycium carolinianum* alcanza un IVI de 40.57, con una dominancia relativa de 12.09 %, densidad relativa de 12.20 % y la misma frecuencia relativa que la especie anterior (16.28 %), mostrando una contribución similar en los parámetros evaluados.

En cuanto a la densidad absoluta por hectárea, las tres especies con mayor número de individuos son nuevamente *Sophora tomentosa* (115 ind/ha), seguida de *Croton punctatus* y *Lycium carolinianum*, ambas con 50 ind/ha. Estos valores reflejan la abundancia numérica de *Sophora tomentosa*, que duplica con creces a estas especies, mientras que *Croton punctatus* y *Lycium carolinianum* presentan una densidad igual entre sí. La importancia ecológica de estas especies, determinada por sus elevados índices, radica en que *Sophora tomentosa* actúa como la especie claramente dominante en términos de cobertura, densidad y frecuencia, mientras que *Croton punctatus* y *Lycium carolinianum* complementan la estructura de la comunidad, aportando de manera equilibrada a la composición y diversidad del estrato vegetal en el área evaluada.

VERSIÓN PÚBLICA

Estimación VU herbáceo SA

Tabla 36. Estimación general de índices de diversidad.

Especie	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Densidad absoluta	Densidad relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI	Densidad (ind/ha)
Clappia suaedifolia	0.01	2.85	0.25	9.48	1.00	9.21	21.55	2,497
Distichlis spicata	0.02	8.03	0.23	8.62	0.86	7.89	24.55	2,270
Erigeron procumbens	0.00	1.13	0.23	8.62	0.86	7.89	17.65	2,270
Gaillardia pulchella	0.01	4.58	0.25	9.48	1.29	11.84	25.91	2,497
Heliotropium curassavicum	0.00	1.60	0.09	3.45	0.57	5.26	10.31	908
Heterotheca subaxillaris	0.01	4.77	0.32	12.07	1.14	10.53	27.36	3,178
Hydrocotyle bonariensis	0.01	2.75	0.20	7.76	1.00	9.21	19.72	2,043
Indigofera miniata	0.08	29.48	0.18	6.90	0.86	7.89	44.28	1,816
Oenothera drummondii	0.02	7.00	0.27	10.34	1.00	9.21	26.56	2,724
Rayjacksonia phyllocephala	0.01	2.43	0.14	5.17	0.57	5.26	12.87	1,362
Sesuvium portulacastrum	0.09	31.70	0.27	10.34	1.00	9.21	51.26	2,724
Verbesina encelioides	0.01	3.67	0.20	7.76	0.71	6.58	18.01	2,043
Total general	**0.28**	**100.00**	**2.64**	**100.00**	**10.86**	**100.00**	**300.00**	**26,332**

De acuerdo con los datos presentados en la tabla, las tres especies con los valores más altos del índice de valor de importancia (IVI) son *Sesuvium portulacastrum*, *Indigofera miniatia* y *Heterotheca subaxillaris*. *Sesuvium portulacastrum* registra el IVI más elevado (51.26), impulsado por una dominancia relativa de 31.70 %, la más alta del conjunto, una densidad relativa de 10.34 % y una frecuencia relativa de 9.21 %. Le sigue *Indigofera miniatia* con un IVI de 44.28, destacando por su dominancia relativa de 29.48 %, aunque su densidad relativa es de 6.90 % y su frecuencia relativa de 7.89 %. En tercer lugar, *Heterotheca subaxillaris* alcanza un IVI de 27.36, con una dominancia relativa de 4.77 %, una densidad relativa de 12.07 % y una frecuencia relativa de 10.53 %, lo que refleja su contribución equilibrada en términos de abundancia y distribución.

En cuanto a la densidad absoluta por hectárea, las tres especies con mayor número de individuos son *Heterotheca subaxillaris* (3,178 ind/ha), seguida de *Oenothera drummondii* y *Sesuvium portulacastrum*, ambas con 2,724 ind/ha. *Heterotheca subaxillaris* destaca por combinar la mayor densidad con el tercer IVI más alto, mientras que *Sesuvium portulacastrum* integra la segunda densidad más alta con el primer lugar en IVI, evidenciando su papel preponderante en cobertura y estructura. La importancia ecológica de estas especies, determinada por sus índices, radica en que *Sesuvium portulacastrum* e *Indigofera miniatia* dominan en términos de cobertura, mientras que *Heterotheca subaxillaris* y *Oenothera drummondii* sobresalen por su abundancia numérica, definiendo en conjunto la composición, diversidad y fisonomía del estrato vegetal en el área evaluada.

VERSIÓN PÚBLICA

Estimación VU bejucos SA

Tabla 37. Estimación general de índices de diversidad.

Especie	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Densidad absoluta	Densidad relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI	Densidad (ind/ha)
Cissus trifoliata	0.00	47.74	0.00	21.43	0.14	14.29	83.45	15
Ipomoea pes-caprae	0.00	52.26	0.01	78.57	0.86	85.71	216.55	55
Total general	**0.00**	**100.00**	**0.01**	**100.00**	**1.00**	**100.00**	**300.00**	**70**

De acuerdo con los datos presentados en la tabla, las dos especies registradas, que a su vez son las de mayor valor de importancia, son *Ipomoea pes-caprae* y *Cissus trifoliata*. *Ipomoea pes-caprae* presenta el IVI más alto (216.55), derivado de una dominancia relativa de 52.26 %, una densidad relativa de 78.57 % y una frecuencia relativa de 85.71 %, lo que indica su claro predominio en cobertura, abundancia y distribución dentro del área muestreada. *Cissus trifoliata*, con un IVI de 83.45, muestra una dominancia relativa de 47.74 %, pero su densidad relativa (21.43 %) y frecuencia relativa (14.29 %) son considerablemente menores, reflejando una contribución secundaria en la estructura de la comunidad.

En cuanto a la densidad absoluta por hectárea, *Ipomoea pes-caprae* también es la especie con el mayor valor (55 ind/ha), seguida por *Cissus trifoliata* con 15 ind/ha. Estos valores confirman la abundancia numérica de *Ipomoea pes-caprae* en el estrato correspondiente, mientras que *Cissus trifoliata* presenta una densidad notablemente inferior. La importancia ecológica de estas especies, determinada por sus índices, radica en que *Ipomoea pes-caprae* actúa como la especie dominante, definiendo la cobertura, la densidad y la frecuencia del estrato, mientras que *Cissus trifoliata*, aunque con menor representación, complementa la composición y diversidad vegetal en el área evaluada.

Estimación VU cactáceo SA

Tabla 38. Estimación general de índices de diversidad.

Especie	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Densidad absoluta	Densidad relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI	Densidad (ind/ha)
Echinocereus pentalophus	0.00	0.34	0.00	18.18	0.29	28.57	47.10	4
Mammillaria heyderi	0.00	0.61	0.00	18.18	0.14	14.29	33.07	4
Opuntia lindheimeri	0.00	98.14	0.00	36.36	0.29	28.57	163.08	8
Thelocactus setispinus	0.00	0.91	0.00	27.27	0.29	28.57	56.75	6
Total general	**0.00**	**100.00**	**0.00**	**100.00**	**1.00**	**100.00**	**300.00**	**22**

De acuerdo con los datos presentados en la tabla, las tres especies con los valores más altos del índice de valor de importancia (IVI) son *Opuntia lindheimeri*, *Thelocactus setispinus* y *Echinocereus pentatophus*. *Opuntia lindheimeri* registra el IVI más elevado (163.08), impulsado por una dominancia relativa de 98.14 %, la más alta del conjunto, una densidad relativa de 36.36 % y una frecuencia relativa de 28.57 %, lo que indica su predominio absoluto en términos de cobertura y una contribución significativa en abundancia y distribución. Le sigue *Thelocactus setispinus* con un IVI de 56.75, destacando por su densidad relativa de 27.27 % y una frecuencia relativa de 28.57 %, aunque su dominancia relativa es baja (0.91 %). En tercer lugar, *Echinocereus pentatophus* alcanza un IVI de 47.10, con una densidad relativa de 18.18 % y la frecuencia relativa más alta compartida (28.57 %), pero una dominancia relativa mínima (0.34 %).

En cuanto a la densidad absoluta por hectárea, las especies con mayor número de individuos son *Opuntia lindheimeri* con 8 ind/ha, seguida de *Thelocactus setispinus* con 6 ind/ha, y finalmente *Echinocereus pentatophus* y *Mammillaria heyderi*, ambas con 4 ind/ha. *Opuntia lindheimeri* combina la mayor densidad con el primer lugar en IVI, mientras que *Thelocactus setispinus* y *Echinocereus pentatophus* aportan valores intermedios de densidad, pero destacan por su frecuencia. La importancia ecológica de estas especies, determinada por sus índices, radica en que *Opuntia lindheimeri* ejerce una dominancia estructural clave debido a su cobertura, mientras que *Thelocactus setispinus* y *Echinocereus pentatophus* contribuyen a la diversidad y distribución del estrato de cactáceas en el área evaluada.

VERSIÓN PÚBLICA

VEGETACIÓN HALÓFILA HIDRÓFILA DEL SA

Estimación VHH arbustivo SA

Tabla 39. Estimación general de índices de diversidad

Especie	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Densidad absoluta	Densidad relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI	Densidad (ind/ha)
Borrichia frutescens	0.00	24.49	0.01	38.71	1.43	41.67	104.87	24
Lycium carolinianum	0.00	32.67	0.00	29.03	0.86	25.00	86.70	18
Maytenus phyllanthoides	0.00	42.84	0.00	32.26	1.14	33.33	108.43	20
Total general	**0.01**	**100.00**	**0.01**	**100.00**	**3.43**	**100.00**	**300.00**	**62**

De acuerdo con los datos presentados en la tabla, las tres especies registradas, que a su vez son las de mayor valor de importancia, son *Maytenus phyllanthoides*, *Borrichia frutescens* y *Lycium carolinianum*. *Maytenus phyllanthoides* presenta el IVI más alto (108.43), derivado de una dominancia relativa de 42.84 %, una densidad relativa de 32.26 % y una frecuencia relativa de 33.33 %, lo que indica su predominio en cobertura y una contribución equilibrada en abundancia y distribución. Le sigue *Borrichia frutescens* con un IVI de 104.87, destacando por su densidad relativa de 38.71 % y la frecuencia relativa más alta (41.67 %), aunque su dominancia relativa es de 24.49 %. En tercer lugar, *Lycium carolinianum* alcanza un IVI de 86.70, con una dominancia relativa de 32.67 %, densidad relativa de 29.03 % y frecuencia relativa de 25.00 %, mostrando una participación importante, aunque ligeramente inferior en frecuencia.

En cuanto a la densidad absoluta por hectárea, las tres especies con mayor número de individuos son *Borrichia frutescens* (24 ind/ha), seguida de *Maytenus phyllanthoides* (20 ind/ha) y *Lycium carolinianum* (18 ind/ha). Estos valores reflejan una distribución relativamente equitativa de la abundancia numérica entre las especies, con *Borrichia frutescens* a la cabeza. La importancia ecológica de estas especies, determinada por sus índices, radica en que *Maytenus phyllanthoides* domina en términos de cobertura, *Borrichia frutescens* sobresale por su densidad y frecuencia, y *Lycium carolinianum* complementa la estructura de la comunidad, definiendo en conjunto la composición y diversidad del estrato vegetal en el área evaluada.

Estimación VHH herbáceo SA

Tabla 40. Estimación general de índices de diversidad

Especie	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Densidad absoluta	Densidad relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI	Densidad (ind/ha)
Batis maritima	0.45	31.58	0.34	7.50	1.57	7.05	46.13	1,560
Clappia suaedifolia	0.01	0.45	0.20	4.50	1.29	5.77	10.72	936
Distichlis littoralis	0.57	40.25	0.36	8.00	1.43	6.41	54.66	1,664
Distichlis spicata	0.03	1.88	0.27	6.00	1.29	5.77	13.65	1,248
Eustoma exaltatum	0.03	2.41	0.41	9.00	1.57	7.05	18.46	1,872
Flaveria brownii	0.04	2.57	0.18	4.00	0.71	3.21	9.77	832
Heliotropium curassavicum	0.02	1.48	0.45	10.00	2.14	9.62	21.09	2,080
Hydrocotyle bonariensis	0.01	1.04	0.43	9.50	1.86	8.33	18.87	1,976
Limonium carolinianum	0.02	1.13	0.16	3.50	1.00	4.49	9.12	728
Neptunia pubescens	0.02	1.15	0.16	3.50	1.00	4.49	9.13	728
Pappophorum vaginatum	0.01	0.91	0.18	4.00	1.00	4.49	9.40	832
Rayjacksonia phyllocephala	0.01	0.93	0.27	6.00	1.71	7.69	14.63	1,248
Salicornia bigelovii	0.03	2.09	0.30	6.50	1.43	6.41	15.00	1,352

VERSIÓN PÚBLICA

Especie	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Densidad absoluta	Densidad relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI	Densidad (ind/ha)
Sesuvium portulacastrum	0.10	6.77	0.32	7.00	1.57	7.05	20.82	1,456
Sporobolus spartinae	0.05	3.79	0.27	6.00	1.43	6.41	16.20	1,248
Suaeda linearis	0.02	1.56	0.23	5.00	1.29	5.77	12.33	1,040
Total general	**1.41**	**100.00**	**4.55**	**100.00**	**22.29**	**100.00**	**300.00**	**20,800**

De acuerdo con los datos presentados en la tabla, las tres especies con los valores más altos del índice de valor de importancia (IVI) son *Distichlis littoralis*, *Batis maritima* y *Heliotropium curassavicum*. *Distichlis littoralis* registra el IVI más elevado (54.66), impulsado por una dominancia relativa de 40.25 %, la más alta del conjunto, una densidad relativa de 8.00 % y una frecuencia relativa de 6.41 %. Le sigue *Batis maritima* con un IVI de 46.13, destacando por su dominancia relativa de 31.58 %, una densidad relativa de 7.50 % y una frecuencia relativa de 7.05 %. En tercer lugar, *Heliotropium curassavicum* alcanza un IVI de 21.09, con una dominancia relativa de 1.48 %, una densidad relativa de 10.00 % y la frecuencia relativa más alta entre las especies (9.62 %), lo que refleja su amplia distribución en las unidades de muestreo.

En cuanto a la densidad absoluta por hectárea, las tres especies con mayor número de individuos son *Heliotropium curassavicum* (2,080 ind/ha), seguida de *Hydrocotyle bonariensis* (1,976 ind/ha) y *Eustoma exaltatum* (1,872 ind/ha). *Heliotropium curassavicum* destaca por combinar la mayor densidad con el tercer IVI más alto, mientras que *Hydrocotyle bonariensis* y *Eustoma exaltatum* presentan densidades muy elevadas, pero con IVI de 18.87 y 18.46 respectivamente, indicando una contribución significativa en abundancia, aunque con menor dominancia y frecuencia relativas. La importancia ecológica de estas especies, determinada por sus índices, radica en que *Distichlis littoralis* y *Batis maritima* dominan en términos de cobertura, *Heliotropium curassavicum* sobresale por su densidad y frecuencia, y *Hydrocotyle bonariensis* y *Eustoma exaltatum* aportan una alta abundancia numérica, definiendo en conjunto la estructura, composición y diversidad del estrato vegetal en el área evaluada.

VERSION PUBLICA

- **Análisis de índices de Shannon-Wiener (H'), Simpson (λ), índice inverso de Simpson (1/λ) diversidad máxima teórica (H' max) índice de Pielou (J'), e índice de Margalef (DMg)**

Los valores estimados de los índices de diversidad se muestran en las siguientes tablas de forma ordenada, por tipo de vegetación y por área de análisis. Esto permite realizar un análisis comparativo entre áreas.

MATORRAL ESPINOSO TAMAULIPECO

Tabla 41. Índices de diversidad para el SA

Matorral Espinoso Tamaulipeco SA						
Estrato	**Simpson (D)**	**Diversidad (1-D)**	**Shannon - Weiner**	**Margalef (I)**	**H'Máx.**	**Equitatividad (J)**
Arbóreo	0.34	0.66	1.22	1.30	1.39	0.88
Arbustivo	0.13	0.87	2.22	2.75	2.40	0.92
Herbáceo	0.12	0.88	2.19	2.87	2.30	0.95
Bejucos	0.42	0.58	0.98	0.76	1.10	0.89
Cactáceo	0.16	0.85	1.90	2.00	1.95	0.98
Rosetófilo	1.00	-	-	-	-	-

El estrato arbóreo presenta un índice de Simpson (D) de 0.34, lo que indica una moderada dominancia, mientras que su diversidad de Simpson (1-D) de 0.66 refleja una probabilidad media de que dos individuos pertenezcan a especies distintas. El valor de Shannon-Weiner (H') de 1.22 es relativamente bajo, sugiriendo una diversidad limitada en este estrato, posiblemente debido a condiciones ambientales que restringen el establecimiento de muchas especies arbóreas, como la disponibilidad de agua o la competencia. El índice de Margalef (I) de 1.30 apunta a una riqueza específica moderada, mientras que la H'Max de 1.39 indica que el número de especies es bajo, y la equitatividad (J) de 0.88 señala una distribución relativamente uniforme de las abundancias entre las pocas especies presentes, lo que podría deberse a una estructura de dosel cerrado donde unas cuantas especies dominan, pero con similar representación.

En el estrato arbustivo, el valor de Simpson (D) de 0.13 es bajo, lo que significa una baja dominancia y una alta probabilidad de encontrar diferentes especies, corroborado por una diversidad de Simpson (1-D) de 0.87. El índice de Shannon-Weiner (H') de 2.22 es notablemente más alto que en el estrato arbóreo, reflejando una mayor diversidad, probablemente por la mayor disponibilidad de nichos y recursos en el sotobosque, así como por la presencia de numerosas especies adaptadas a condiciones de sombra o bordes. La riqueza medida por Margalef (I) de 2.75 es elevada, indicando una alta cantidad de especies, y la H'Max de 2.40 confirma que hay muchas especies, con una equitatividad (J) de 0.92, lo que sugiere una distribución muy equitativa de las abundancias, posiblemente debido a una competencia equilibrada y a la heterogeneidad del hábitat.

El estrato herbáceo muestra un índice de Simpson (D) de 0.12, aún más bajo que el arbustivo, indicando una dominancia mínima y una alta diversidad, con un 1-D de 0.88. El Shannon-Weiner (H') de 2.19 es similar al arbustivo, evidenciando una comunidad diversa, mientras que el Margalef (I) de 2.87 es el más alto de todos los estratos, lo que sugiere la mayor riqueza de especies, típica de los estratos herbáceos donde las condiciones microambientales y la estacionalidad favorecen una gran variedad de plantas anuales y perennes. La H'Max de 2.30 indica un número moderado de especies, y la equitatividad (J) de 0.95 es muy alta, reflejando una distribución casi uniforme, posiblemente por la ausencia de especies dominantes y la rápida colonRegionalización de espacios abiertos.

El estrato de bejucos presenta un Simpson (D) de 0.42, el más alto después del rosetófilo, lo que indica una dominancia considerable y una diversidad de Simpson (1-D) de 0.58, la más baja de los estratos con datos. El Shannon-Weiner (H') de 0.98 es bajo, sugiriere pocas especies o una marcada dominancia de alguna, lo cual es común en este grupo funcional, ya que los bejucos suelen ser menos diversos y a menudo una o dos especies trepadoras pueden ser abundantes. El índice de Margalef (I) de 0.76 es el más bajo, confirmando la escasa riqueza, y la H'Max de 1.10 también es baja, con una equitatividad (J)

VERSIÓN PÚBLICA

de 0.89 que, aunque alta, indica que las pocas especies presentes tienen abundancias relativamente similares, pero con una clara dominancia.

El estrato cactáceo tiene un valor de Simpson (D) de 0.16, bajo, y una diversidad (1-D) de 0.85, alta, lo que señala una comunidad diversa con poca dominancia. El Shannon-Weiner (H') de 1.90 es moderado, reflejando una diversidad intermedia, mientras que el Margalef (I) de 2.00 indica una riqueza considerable, propia de la variedad de cactáceas que pueden coexistir en el matorral. La H'Max de 1.95 es similar al H', y la equitatividad (J) de 0.98 es la más alta de todos, lo que implica una distribución extremadamente equitativa de las abundancias, posiblemente debido a adaptaciones similares y a la baja competencia entre especies de cactáceas en un ambiente árido.

El estrato rosetófilo muestra un índice de Simpson (D) de 1.00, indicando que está compuesto por una sola especie, lo que significa una dominancia total y ausencia de diversidad. Este valor refleja una comunidad monoespecífica, típica de condiciones extremas como suelos muy pobres o perturbaciones, donde solo una especie con adaptaciones particulares logra establecerse, por lo que los demás índices no son aplicables

VEGETACIÓN DE DUNAS COSTERAS

Tabla 42. Índices de diversidad para el SA

Vegetación de Dunas Costeras SA						
Estrato	**Simpson (D)**	**Diversidad (1-D)**	**Shannon - Weiner**	**Margalef (I)**	**H'Máx.**	**Equitatividad (J)**
Arbóreo	1.00	-	-	-	-	-
Arbustivo	0.15	0.85	1.99	1.59	2.08	0.96
Herbáceo	0.09	0.91	2.44	2.31	2.48	0.98
Bejucos	0.66	0.34	0.52	0.38	0.69	0.75
Cactáceo	0.27	0.73	1.34	1.25	1.39	0.97

El estrato arbóreo presenta un índice de Simpson (D) de 1.00, lo que indica que está compuesto por una sola especie, reflejando una dominancia total y ausencia de diversidad en este componente; este valor es típico de ambientes de dunas costeras donde las condiciones extremas de salinidad, viento y sustrato inestable limitan el establecimiento de especies leñosas, permitiendo únicamente la presencia de una especie arbórea altamente adaptada, como podría ser un pionero tolerante, por lo que los demás índices no son aplicables.

En el estrato arbustivo, el Simpson (D) de 0.15 es bajo, señalando una dominancia mínima, mientras que la diversidad de Simpson (1-D) de 0.84 indica una alta probabilidad de que dos individuos pertenezcan a distintas especies. El índice de Shannon-Weiner (H') de 1.99 es moderadamente alto, reflejando una diversidad importante, probablemente debida a la heterogeneidad de microhábitats en las dunas, como variaciones en la pendiente, exposición al viento y acumulación de materia orgánica, que favorecen la coexistencia de numerosos arbustos. El Margalef (I) de 1.59 sugiere una riqueza específica media, con una H'Max de 2.08 que confirma un número moderado de especies, y la equitatividad (J) de 0.96 es muy alta, indicando una distribución casi uniforme de las abundancias, lo que implica que las especies arbustivas comparten el espacio sin que ninguna domine de manera clara, posiblemente debido a estrategias adaptativas similares ante el estrés ambiental.

El estrato herbáceo muestra un valor de Simpson (D) de 0.09, extremadamente bajo, y un 1-D de 0.91, lo que refleja una diversidad muy alta y una dominancia prácticamente nula. El Shannon-Weiner (H') de 2.44 es el más elevado de todos los estratos, indicando una comunidad herbácea muy diversa, típica de las dunas costeras donde las gramíneas, ciperáceas y hierbas rastreras forman un tapiz denso con muchas especies adaptadas a la movilidad del sustrato y la salinidad. El Margalef (I) de 2.31 también es alto, confirmando una notable riqueza, con una H'Max de 2.48 cercana al valor observado, y una equitatividad (J) de 0.98 casi perfecta, lo que sugiere que las abundancias de las especies herbáceas son extremadamente equitativas, probablemente porque las condiciones estresantes impiden el desarrollo de dominancia y promueven una distribución homogénea.

VERSIÓN PÚBLICA

El estrato de bejucos presenta un índice de Simpson (D) de 0.66, el más alto de los estratos con datos, lo que indica una dominancia considerable, y una diversidad de Simpson (1-D) de 0.34, la más baja, reflejando que la comunidad de bejucos está dominada por una o pocas especies. El Shannon-Weiner (H') de 0.52 es muy bajo, evidenciando una diversidad limitada, típica de este grupo funcional en dunas costeras, donde las trepadoras suelen ser escasas y algunas especies pueden ser localmente abundantes debido a su capacidad de propagación vegetativa o tolerancia a la desecación. El Margalef (I) de 0.38 es reducido, confirmando una pobre riqueza, con una H'Max de 0.69 que también es baja, y una equitatividad (J) de 0.75 moderada, lo que indica que, aunque hay pocas especies, las abundancias no son completamente uniformes, probablemente por la presencia de una especie dominante que aprovecha mejor los soportes disponibles.

El estrato cactáceo tiene un valor de Simpson (D) de 0.27, moderado, y una diversidad (1-D) de 0.73, lo que señala una dominancia intermedia, pero con una probabilidad considerable de encontrar distintas especies. El de Shannon-Weiner (H') de 1.34 es moderadamente bajo, reflejando una diversidad media, posiblemente debida a que en las dunas costeras las cactáceas no son muy diversas, pero pueden estar presentes algunas especies adaptadas a sustratos arenosos y alta radiación. El de Margalef (I) de 1.25 indica una riqueza específica media-baja, con una H'Max de 1.39 cercana al H', y una equitatividad (J) de 0.97 muy alta, lo que sugiere que las especies de cactus presentes tienen abundancias muy equitativas, probablemente porque las condiciones ambientales permiten la coexistencia de unas pocas especies con densidades similares, sin que ninguna logre dominar debido a limitaciones de recursos.

VEGETACIÓN HALÓFILA HIDRÓFILA

Tabla 43. Índices de diversidad para el SA.

Vegetación Halófila Hidrófila SA						
Estrato	**Simpson (D)**	**Diversidad (1-D)**	**Shannon - Weiner**	**Margalef (I)**	**H'Máx.**	**Equitatividad (J)**
Arbustivo	0.34	0.66	1.09	0.58	1.10	0.99
Herbáceo	0.07	0.93	2.72	2.83	2.77	0.98

El estrato arbustivo presenta un índice de Simpson (D) de 0.34, lo que indica una dominancia moderada, mientras que la diversidad de Simpson (1-D) de 0.66 refleja una probabilidad media de que dos individuos pertenezcan a especies distintas. El índice de Shannon-Weiner (H') de 1.09 es relativamente bajo, sugiriendo una diversidad limitada en este componente, lo que podría deberse a las condiciones extremas de los ambientes halófilos hidrófilos, como la alta salinidad y el encharcamiento temporal, que restringen el número de especies arbustivas capaces de tolerar estas condiciones. El Margalef (I) de 0.58 es bajo, confirmando una escasa riqueza específica, con una H'Max de 1.10 muy cercana al H' observado, lo que indica que el número de especies es reducido, y la equitatividad (J) de 0.99 es extremadamente alta, señalando que las pocas especies presentes tienen abundancias casi idénticas, probablemente debido a una fuerte selección ambiental que permite solo a unas pocas especies igualmente adaptadas coexistir sin que ninguna domine claramente.

En el estrato herbáceo, el valor de Simpson (D) de 0.07 es muy bajo, indicando una dominancia mínima, y la diversidad de Simpson (1-D) de 0.93 refleja una alta probabilidad de encontrar distintas especies. El Shannon-Weiner (H') de 2.72 es elevado, evidenciando una comunidad herbácea muy diversa, típica de estos ambientes donde la heterogeneidad micro topográfica y los gradientes de humedad y salinidad generan nichos para numerosas especies de gramíneas, ciperáceas y hierbas halófilas.

El valor de Margalef (I) de 2.83 es alto, confirmando una notable riqueza específica, con una H'Max de 2.77 ligeramente inferior al H', lo que sugiere que la diversidad observada se acerca al máximo teórico, y la equitatividad (J) de 0.98 es casi perfecta, indicando una distribución extremadamente uniforme de las abundancias, probablemente porque las condiciones estresantes del hábitat impiden el desarrollo de dominancia y promueven una repartición equitativa de los recursos entre las especies adaptadas.

VERSIÓN PÚBLICA

- **Grado de conservación y fuentes de deterioro**

Con base en el análisis de los índices de diversidad de las diferentes comunidades vegetales (Matorral Espinoso Tamaulipeco, Dunas Costeras y Vegetación Halófila Hidrófila) en el SA, se puede determinar el grado de conservación de la vegetación mediante la interpretación de los valores de diversidad, riqueza y equitatividad.

En el Matorral Espinoso Tamaulipeco, el SA muestra una comunidad madura y diversa, con presencia de todos los estratos vegetales incluyendo el rosetófilo, y con valores de Shannon-Weiner en los estratos arbustivo (H'=2.22), herbáceo (H'=2.19) y cactáceo (H'=1.90). En el estrato arbóreo, presenta una diversidad moderada con un Simpson (D) de 0.34 y un H' de 1.22. Los valores de referencia para el MET prístino reportados en la literatura científica, con índices de Shannon-Weiner de 2.42 y riqueza de Margalef de 4.34, indican que el SA se aproxima a estas condiciones de referencia, aunque muestra cierto grado de perturbación respecto al estado óptimo.

En la Vegetación de Dunas Costeras, el SA presenta un estrato arbóreo monoespecífico (Simpson D=1.00), lo cual es esperable en estos ambientes extremos donde las condiciones de salinidad, viento y sustrato inestable limitan severamente el establecimiento de especies leñosas. Para la Vegetación Halófila Hidrófila, en el SA, el estrato arbustivo muestra una diversidad de Shannon de 1.09 con una equitatividad casi perfecta de 0.99, indicando que las pocas especies adaptadas a condiciones extremas de salinidad e inundación coexisten en equilibrio. El estrato herbáceo mantiene alta diversidad, con una riqueza de Margalef de 2.83.

En conclusión, el SA presenta un grado de conservación bueno a moderado, manteniendo la estructura vertical característica de cada comunidad, con diversidades que, aunque no alcanzan los máximos teóricos de ecosistemas prístinos, indican funcionalidad ecológica y procesos de regeneración activos.

- **Grado de afectación por la remoción de la vegetación**

El SA, debido a su contexto de conectividad ecológica, podría enfrentar riesgos como la fragmentación de hábitats, la interrupción de corredores biológicos y la alteración de los flujos de materia y energía. Por ejemplo, la pérdida de vegetación en las dunas costeras podría acelerar la erosión y modificar la dinámica sedimentaria en áreas adyacentes. Asimismo, la integridad ecológica del entorno y la resiliencia del SA ante perturbaciones dependen de la conservación de su vegetación y de la implementación de acciones preventivas, mitigatorias y compensatorias frente a posibles impactos ambientales.

- **Especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, así como la modificación a su anexo normativo III y endemismo, y Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES)**

No se identificaron especies de flora con algún estatus de protección, conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, así como la modificación a su anexo normativo III. Sin embargo, sí se encontró que todas las especies de cactáceas se encuentran en el Apéndice II del CITES. A modo de resumen, en la siguiente tabla se agregaron todas las especies, así como su probable o nula inclusión en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como la modificación a su anexo normativo III y endemismo, y en el CITES.

Tabla 44. Situación de protección nacional e internacional de las especies de flora

Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES (Apéndice)
Acanthocereus tetragonus	No listada	II
Alophia drummondii	No listada	No listada
Batis maritima	No listada	No listada
Borrichia frutescens	No listada	No listada
Castela erecta	No listada	No listada
Celtis pallida	No listada	No listada

VERSIÓN PÚBLICA

Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES (Apéndice)
Cissus trifoliata	No listada	No listada
Citharexylum berlandieri	No listada	No listada
Clappia suaedifolia	No listada	No listada
Cnidoscolus texanus	No listada	No listada
Condalia hookeri	No listada	No listada
Cordia boissieri	No listada	No listada
Croton punctatus	No listada	No listada
Cylindropuntia leptocaulis	No listada	II
Dalea ceciliana	No listada	No listada
Dalea pogonathera	No listada	No listada
Distichlis littoralis	No listada	No listada
Distichlis spicata	No listada	No listada
Echinocereus pentalophus	No listada	II
Erigeron procumbens	No listada	No listada
Eustoma exaltatum	No listada	No listada
Eysenhardtia texana	No listada	No listada
Flaveria brownii	No listada	No listada
Gaillardia pulchella	No listada	No listada
Guaiacum angustifolium	No listada	No listada
Heliotropium curassavicum	No listada	No listada
Heterotheca subaxillaris	No listada	No listada
Hibiscus martianus	No listada	No listada
Homalocephala texensis	No listada	II
Hydrocotyle bonariensis	No listada	No listada
Indigofera miniata	No listada	No listada
Ipomoea pes-caprae	No listada	No listada
Leucophyllum frutescens	No listada	No listada
Limonium carolinianum	No listada	No listada
Lycium carolinianum	No listada	No listada
Mammillaria heyderi	No listada	II
Maurandella antirrhiniflora	No listada	No listada
Maytenus phyllanthoides	No listada	No listada
Neptunia pubescens	No listada	No listada
Oenothera drummondii	No listada	No listada
Opuntia alta	No listada	II
Opuntia lindheimeri	No listada	II
Palafoxia texana	No listada	No listada
Pappophorum vaginatum	No listada	No listada
Parkinsonia aculeata	No listada	No listada
Phaulothamnus spinescens	No listada	No listada
Prosopis cinerascens	No listada	No listada
Prosopis glandulosa	No listada	No listada
Randia obcordata	No listada	No listada
Rayjacksonia phyllocephala	No listada	No listada
Rivina humilis	No listada	No listada
Salicornia bigelovii	No listada	No listada
Salvia coccinea	No listada	No listada
Scaevola plumieri	No listada	No listada
Sesuvium portulacastrum	No listada	No listada
Sideroxylon celastrinum	No listada	No listada
Sophora tomentosa	No listada	No listada
Sporobolus spartinae	No listada	No listada
Suaeda linearis	No listada	No listada
Tamaulipa azurea	No listada	No listada
Teucrium cubense	No listada	No listada
Thelocactus setispinus	No listada	II
Vachellia rigidula	No listada	No listada
Verbesina encelioides	No listada	No listada
Yucca treculiana	No listada	No listada

VERSIÓN PÚBLICA

La siguiente serie de fotografías representa el trabajo de muestreo realizado en el SA.



Figura 36. Muestreo realizado en SA

Se aprecian entornos mayormente abiertos, con amplia presencia de especies herbáceas, pocas arbustivas y arbóreas. Además, puede apreciarse claramente la conformación de las dunas de arena que son propias de la vegetación de dunas costeras, así como vegetación halófila hidrófila y matorral.

- **Reducción de la captura de CO2**

Dentro del área del AP se estimó, mediante la información disponible de la CONAFOR sobre carbono almacenado en los ecosistemas forestales. Con base en la información anteriormente referida, en el programa ArcMap 10.5 se generó un centroide para el polígono que compone el AP, y posteriormente se generó una interpolación con la información de carbono almacenado en el AP, resultando que en las 0.25 ha se encuentran 1.15 Ton de carbono (aéreo y subterráneo).

Tabla 45. Estimación de la cantidad total de Carbono aéreo y subterráneo en el AP

Uso de suelo y vegetación	Superficie (ha)	Carbono total (Ton)
Sin Vegetación Aparente	0.25	1.15
Total general	**0.25**	**1.15**

- **Tipos de uso de suelo que será afectado por el AP**

A modo de resumen, se incluye la información referente a la estimación de la afectación de flora por la remoción de la vegetación.

VERSION PUBLICA

- Superficie de afectación

Tabla 46. Superficie que, se estima, se afectará

Clave	Vegetación	Sup (ha)
SVA	Sin Vegetación Aparente	0.25
	TOTAL	**0.25**

- Número de individuos, volumen y densidades de afectación

No se afectarán individuos de vegetación nativa.

La siguiente serie de fotografías representa el trabajo de muestreo realizado en el AP:



Figura 37. Muestreo realizado en AP

Durante el recorrido se apreció una gran diversidad de composición entre el relieve y la vegetación, puesto que hay zonas inundables, dunas de arena, matorrales, pastizales, herbazales, entre muchos otros. Dada la magnitud del SA en comparación con el AP, esa gran variabilidad no resulta extraña pues es muestra de las distintas estrategias y adaptaciones que han desarrollado los ejemplares vegetales a fin de subsistir en distintos entornos que, según se aprecia, son adversos.

b) Fauna

México ocupa el quinto lugar, de los 17 países considerados como megadiversos, los cuales en conjunto concentran alrededor del 70% de la biodiversidad mundial (Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008). Los distintos criterios por los cuales se ubica en quinto lugar son: el número de endemismos, diversidad de especies, diversidad de niveles taxonómicos superiores (géneros, familias, etc.) y diversidad de ecosistemas y climas, incluyendo los ecosistemas marinos y las selvas tropicales (Mittermeier et al. 2004).

VERSIÓN PÚBLICA

Un aspecto importante en el país que caracteriza a la fauna silvestre es su alto grado de endemismo, donde los grupos de anfibios (67%), reptiles (57%) y mamíferos (28%) tienen los porcentajes más altos de especies que únicamente se encuentran en México (Parra-Olea et al. 2014; Flores-Villela y García-Vázquez, 2014; Sánchez-Cordero et al. 2014). Dichos endemismos son producto de diversos factores como la diversidad del hábitat, la topografía y su clima, los cuales generan microambientes (Flores-Villela y Gerez, 1994).

Los organismos básicamente se distribuyen dependientes de factores abióticos, de tal manera que la diversidad en la región neotropical es alta y decrece conforme se incrementa la latitud y la altitud; de igual forma entre mayor humedad mayor diversidad, lo cual decrece en zonas secas.

En el país convergen las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical que permiten la existencia de una gran variedad de ecosistemas a diferentes latitudes y que aunado a la accidentada topografía; le confiere a México un alto número de especies endémicas (Espinosa, et al. 2008). La zona Neártica contribuye con especies de zonas templadas del mundo y la Neotropical aporta especies de la zona tropical, provenientes de la cuenca Amazónica (Sarukhán et al. 2009).

Muchas especies presentan hábitos nocturnos, rangos hogareños pequeños, utilizan madrigueras o refugios entre la vegetación, troncos, debajo de rocas, que impiden su fácil observación; por lo que no todas pueden ser registradas durante los monitoreos. Aunado a ello, hay especies migratorias que solo se presentan en el sitio en temporada de migración, o presentan bajas densidades de individuos, lo que dificulta su observación.

Conocer las especies que se distribuyen potencialmente en un sitio, es de suma importancia para ubicarlas espacialmente en un área, ya que permite asociarlas a las condiciones actuales y las características ambientales que requieren para su sobrevivencia. Si bien las especies tienen la capacidad de adaptación, la presencia de ciertas poblaciones en un sitio determinado funciona como un indicador del ambiente, ya que la tolerancia entre las especies son distintas y hace que muchas de ellas sean más vulnerables a los cambios y a las actividades antropogénicas.

Las especies con superficies reducidas de distribución potencial y con intervalos de condiciones ambientales restringidos, son más sensibles, ya que se localizan en sitios con condiciones muy específicas (Thuiller et al., 2011; Gutiérrez y Trejo, 2014).

Distribución potencial

Para el diagnóstico ambiental de la fauna silvestre, se consideraron como grupos indicadores de la calidad del hábitat a los vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) para valorar el impacto del AP. Para ello fue necesario conocer las especies faunísticas que se distribuyen potencialmente en el Sistema Ambiental (SA) y el Área del AP (AP), por lo que se consultaron distintas fuentes de información para obtener un listado de cada uno de los distintos grupos faunísticos.

Conocer las especies que se distribuyen potencialmente en un sitio es de suma importancia para ubicarlas espacialmente en un área, ya que permite asociarlas a las condiciones actuales y las características ambientales que requieren para su sobrevivencia. Si bien las especies tienen la capacidad de adaptación, la presencia de ciertas poblaciones en un sitio determinado funciona como un indicador del ambiente, ya que la tolerancia entre las especies son distintas y hace que muchas de ellas sean más vulnerables a los cambios y a las actividades antropogénicas. Las especies con superficies reducidas de distribución potencial y con intervalos de condiciones ambientales restringidos, son más sensibles, ya que se localizan en sitios con condiciones muy específicas (Thuiller et al., 2011; Gutiérrez y Trejo, 2014).

La revisión bibliográfica consistió en la consulta de guías de identificación (Howell y Webb, 1995; Kauffman, 2005; Van, 2006; Peterson y Chalif, 2008; Sibley 2013, 2014; Powell et al., 2016), artículos científicos, capítulos de libros, entre otras herramientas de divulgación (Martín, 1958; Lavín-Murcio y Dixon, 2004; Farr et al., 2009; Farr et al., 2013; Flores-Villela y García-Vázquez, 2014; Terán-Juárez et

VERSIÓN PÚBLICA

al., 2016; Terán-Juárez et al., 2018, Arriaga-Flores et al., 2024). También se consultaron diversas plataformas web como CONABIO, GBIF, Naturalista, IUCN, Amphibiaweb, Audubon, Berkeley mapper, Nature Serve, Animal Diversity, Mesoamerican Herpetology, Reptile Database, The Cornell Lab Merlín, Enciclovida, etc. Posteriormente se depuraron los datos obtenidos, es decir, aquellos que estuvieran duplicados en una misma base, estuvieran incompletos, erróneos o vacíos.

El listado de la distribución potencial complementa una base de datos con información sólida, que sirve de parteaguas para la toma de decisiones y contribuya al mejoramiento de la calidad ambiental (Villareal, et al., 2004; Cabrera-Cruz, 2015).

Métodos de muestreo

Muchas especies presentan hábitos nocturnos, rangos hogareños pequeños, utilizan madrigueras o refugios entre la vegetación, troncos, debajo de rocas, que impiden su fácil observación; por lo que no todas pueden ser registradas durante los monitoreos. Aunado a ello, hay especies migratorias que solo se presentan en el sitio en temporada de migración, o presentan bajas densidades de individuos, lo que dificulta su observación.

Por lo anterior, los métodos de muestreo son el parteaguas para determinar la factibilidad de ejecución de los monitoreos, obtener información confiable de los registros en campo, procesar y analizar los datos faunísticos. Por ello, es necesario que el esfuerzo de muestreo se realice de forma sistematizada y consistente para la elaboración de una base de datos con información sólida que sirva para la toma de decisiones y contribuya al mejoramiento de la calidad ambiental de la región (Villareal, et al., 2004; Cabrera-Cruz, 2015).

La verificación de las especies de fauna presentes en el Sistema Ambiental (SA) fue realizada a través del muestreo de 40 puntos de conteo de radio fijo o también llamadas parcelas circulares y 40 transectos de franja de ancho fijo (para el SA), esto para centrar los esfuerzos en dos métodos de muestreo que cumplen con el objetivo de generar inventarios faunísticos efectivos en un tiempo corto (Bibby et al. 1992; Ralph et al., 1996; Ojasti, 2000; Gallina y López, 2011; Gallina et al., 2014).

El muestreo fue estratificado (Bibby, 2000) a través de los métodos de muestreo, con base en la heterogeneidad ambiental, tratando de abarcar la mayor superficie posible de los ecosistemas presentes y al mismo tiempo analizaron las condiciones de vegetación donde fueron observados los individuos. Durante los monitoreos se consideró para el esfuerzo de muestreo (tiempo y área en cada punto y transecto), la ubicación temporal (días y época del año) y espacial (sitio), buscando que fueran sitios similares (Ojasti, 2000; Villareal, et al., 2004; Gallina y López, 2011).

Los criterios considerados para la selección de sitios de muestreo fueron los siguientes:

- Sitios con tipo de Vegetación de Dunas Costeras (VDC), Vegetación Secundaria Arbustiva de Vegetación de Dunas Costeras (VSA/VDC), Vegetación Halófila Hidrófila (VHH), Agricultura de Temporal Anual (ATA), Agricultura de Riego Anual (ARA) y Sin Vegetación Aparente (SVA), incluyendo el uso de las actividades humanas, el grado de perturbación (vías de comunicación, áreas urbanas, suburbanas, áreas impactadas, zonas agrícolas, etc.) y zonas de transición entre tipos de vegetación (Carta de Cambio de Usos de suelo y vegetación serie VII 2021).
- Áreas de conservación.
- Presencia de cuerpos de agua: ríos y arroyos (temporales o permanentes), presas, lagunas, etc. (Fotografía aérea en Google Earth 2026, Carta de Cambio de Usos de suelo y vegetación serie VII 2021).
- Características topográficas del SA (Fotografía aérea en Google Earth 2026, Carta de Cambio de Usos de suelo y vegetación serie VII 2021).
- Accesibilidad a los sitios de muestreo (cercanos a caminos, carreteras y brechas existentes).

VERSIÓN PÚBLICA

La segunda fase de la selección de los sitios fue el análisis de Sistemas de Información Geográfica (SIG), a través de la sobreposición de la poligonal delimitada, sobre el SA para visualizar los criterios considerados para la zonificación. Posteriormente se sobrepuso la capa de vegetación (INEGI, 2021) para ubicar los sitios con VDC, VSA/VDC, VHH, VTA, ARA y SVA e identificar zonas transicionales y fragmentación de los ecosistemas presentes. De acuerdo con lo anterior se determinaron los sitios de muestreo y en cada uno se usaron técnicas adecuadas para cada grupo faunístico.

Los estudios de impacto ambiental han sido establecidos como un instrumento de política ambiental, analítico y de carácter preventivo que permite integrar al ambiente un proyecto, donde una de las características más visibles es la necesidad de obtener información confiable, con validez científica, aplicada por personal capacitado en el ramo y en un periodo de tiempo determinado.

Los puntos de conteo de radio fijo y los transectos de franja fueron definidos como métodos en función de que tienen la característica de proporcionar información representativa de todas las especies y consideran la heterogeneidad de hábitats del área de monitoreo, por lo que el esfuerzo de muestreo, es decir, la intensidad de trabajo invertido para la obtención de los datos será suficiente (Ojasti, 2000; Villareal, et al., 2004; Gallina y López, 2011). Los monitoreos fueron realizados en un horario de 7:00 am a 13:00 hr, debido a que existe una mayor actividad en este horario, las primeras horas del día son más frescas y conforme aumenta la temperatura disminuye la actividad y detección de individuos.

- *Puntos de conteo con radio fijo*

El método de puntos de conteo con radio fijo es efectivo para estimar la abundancia, riqueza, densidad y composición de los organismos por hábitats y se emplea principalmente en censos ornitológicos; sin embargo, también ha resultado útil para la búsqueda de rastros (huellas, nidos, excretas, pelos, madrigueras, etc.) y monitoreo de otros grupos faunísticos (Mandujano, 2011). El muestreo con este método consiste en que el técnico de campo permanezca fijo en un punto central de una parcela circular y cuente todos los individuos detectados una sola vez, dentro de una distancia radial a priori (Bibby et al. 1992; Ralph et al., 1996; Gallina y López, 2011). El tiempo mínimo recomendado para la observación de cada punto es de diez minutos, con el fin de obtener una muestra de por lo menos el 80% de las especies presentes en un punto (Bibby et al. 1992; Gallina y López, 2011).

Dado que se requería conocer las poblaciones de avifauna presentes en el área del SA, el muestreo para puntos fue dirigido (Bibby; 2004). El tiempo de observación para aves fue de 10 minutos que es lo recomendado para el grupo faunístico. La distancia radial calculada para los puntos de conteo fue de 10 m y para evitar una sobreestimación de los datos (doble conteo), la distancia entre cada sitio de muestreo fue de al menos 20 m, con el fin de que cada muestreo fuera independiente (González-García, 2010; Gallina y López, 2011).

- *Transectos de franja o banda*

El monitoreo por transecto de franja es uno de los más prácticos y recomendables para ejecutar, ya que los técnicos de campo consideran todos los registros faunísticos que se encuentren dentro del ancho de franja, en lugar de estimar la distancia hacia cada individuo observado. Los transectos de banda o franja son una unidad de muestreo rectangular donde se establece el largo y un ancho fijo, dicha superficie del transecto será el esfuerzo de muestreo recorrido. Antes de dar inicio al muestreo, es necesario establecer el ancho a cada lado de la línea media del transecto (w), el cual depende principalmente de la visibilidad de alcance, que es afectada por factores como: cobertura vegetal, relieve y forma de recorrido (a pie o en vehículo terrestre).

Los supuestos que considera este método son:1) solo se debe contar a los individuos que están dentro del ancho previamente definido, y 2) se debe tener la certeza de contar al 100% de los individuos que están dentro del transecto de franja y de que no se repita ninguna observación (Ojasti, 2000; Ralph et al., 1996; Gallina y López, 2011; Gallina et al., 2014).

VERSIÓN PÚBLICA

La verificación de la presencia de herpetofauna y mastofauna fue mediante 40 transectos de franja de ancho fijo. Los transectos de franjas tuvieron una distancia 500 m y un ancho de 30 m, es decir, 15 m a cada lado de la línea central debido a la densidad de la vegetación. Dado que se requería conocer las poblaciones de fauna presentes en el área del SA, el muestreo fue dirigido (Bibby; 2004).

El tiempo de recorrido por cada transecto de franja fue entre 15-25 minutos aproximadamente, a una velocidad constante con frecuentes paradas pero cortas para la detección de individuos y la búsqueda de rastros.

Para todos los grupos de vertebrados se emplearon los mismos métodos de muestreo; sin embargo, dado que cada grupo faunístico tiene hábitos y características de hábitat diferentes, se emplearon adicionalmente técnicas específicas para cada grupo, las cuales se describen a continuación:

- Aves

Los registros de las aves se realizaron a través de los métodos mencionados, en un horario matutino de 7:00 a 10:30 am, ya que son las horas de mayor actividad; sin embargo, también se registraron todos los individuos observados posterior a esa hora. La detección de las aves fue realizada por personal técnico especialista, lo que facilitó la identificación de los individuos mediante las observaciones directas y cantos que indicaran su presencia.

Para las observaciones directas, se utilizaron binoculares Leupold de 12X por 50 mm y Scoupe Leupold 60X por 80 mm y una cámara fotográfica; una vez observada el ave, fue identificada con ayuda de las guías de aves como Sibley (Sibley, 2011), Aves de México (2008), Guía de campo de las aves de Norteamérica (Kauffman, 2005), Guía de campo de aves del este de Norteamérica (Sibley, 2013) y la aplicación Merlin Bird ID App.

Las identificaciones por canto se realizaron con ayuda de reproducciones de grabaciones de cantos (xeno-canto.org y Merlin Bird ID App) y fueron verificadas en el Listado de aves de Norteamérica de la Sociedad Ornitológica Americana. Adicionalmente, también se registró la actividad que realizaban (en vuelo, forrajeo y percha) los individuos.

- Anfibios y reptiles

Para hacer más efectiva la detección de individuos de herpetofauna, se revisó de forma exhaustiva en microhábitats, ya que muchas especies prefieren los sitios escondidos, por lo que se buscó debajo de rocas, troncos y hojarasca; además se muestreó de forma dirigida individuos de anfibios y testudines en algunos cuerpos de agua como presas, lagunas, estanques, arroyos, canales y cerca de charcos, dado que dependen de ambientes húmedos para evitar la desecación (Parra-Olea, 2014), a pesar de que algunos se encontraban secos durante los muestreo. Durante el monitoreo de la herpetofauna se utilizaron pinzas y ganchos herpetológicos solo cuando fue estrictamente necesario y se evitó la manipulación en lo posible ya que estresa a los individuos.

La identificación de los individuos se realizó con ayuda de Guías de Reptiles y Anfibios de Norteamérica (Powell et al., 2016; Herbert 2015), así como diversas fuentes de plataformas web.

- Mamíferos

Los métodos usados para la búsqueda de mamíferos y la detección de rastros, se realizó a través de los métodos ya mencionados. Dada la sensibilidad de la mastofauna para percibir la presencia humana a través del olfato u oído, estos individuos huyen o se esconden rápidamente, lo cual dificulta o imposibilita su observación, siendo pocos los individuos que pueden ser observados y/o identificados. Por lo anterior, los monitoreos de los métodos propuestos fueron complementados con la búsqueda de rastros como huellas y excretas; así como otros rastros e indicios como sonidos, pelos, cadáveres, restos óseos y como

VERSIÓN PÚBLICA

método directo la identificación visual de los individuos (Gallina et al., 2014; FMCN-CONAFOR-USAID-USFS, 2018).

En cada caso donde se encontró algún rastro, se le colocó un elemento como referencia métrica (moneda nacional, GPS, flexómetro o vernier) y se fotografió, procurando que se observaran todas las características del rastro. Es indispensable tomar en cuenta que únicamente se registraron los rastros que se encontraron dentro del punto de muestreo (Gallina et al., 2014; FMCN-CONAFOR-USAID-USFS, 2018). La identificación de los rastros se realizó con apoyo del Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México (Aranda, 2012).

Especies protegidas

Muchas especies sobreviven debido a que son capaces de evolucionar con rapidez y adaptarse a las nuevas condiciones que se presentan en su hábitat. Sin embargo, existen especies que no se adaptan con facilidad y las perturbaciones humanas son en gran medida las responsables de la desaparición de las especies.

Derivado de lo anterior, existen diferentes herramientas de protección nacionales e internacionales para garantizar la permanencia de algunas especies que, por sus características biológicas y ecológicas -como una baja tasa de reproducción, especificidad de uso de hábitat, ámbito hogareño reducido, nicho trófico especialista-, sean más susceptibles a los impactos que ponen en riesgo la permanencia de sus poblaciones. Los tres instrumentos de protección que se consideraron son:

a) La lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, así como la modificación del Anexo Normativo III de la norma en comento (publicada el 14 de noviembre de 2019).

b) La Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés).

c) Los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

Estos se describen a continuación:

Tabla 47. Clasificación de las especies protegidas en la NOM-059, Lista Roja de la IUCN y el CITES

NOM-059-SEMARNAT-2010		UICN		CITES	
Clave	**Denotación**	**Clave**	**Denotación**	**Clave**	**Denotación**
E	Probablemente extinta en el medio silvestre	**EX**	Extinta	**I**	En el Apéndice I se incluyen las especies las que encuentran en un mayor grado de peligro. Estas especies están en peligro de extinción y la CITES prohíbe el comercio internacional de especímenes de esas especies, salvo cuando la importación se realiza con fines no comerciales, por ejemplo, para la investigación científica.
P	En peligro de extinción	**EW**	Extinta en estado silvestre		
A	Amenazadas	**CR**	En peligro crítico		
PR	Sujetas a protección especial	**EN**	En peligro	**II**	En el Apéndice II figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se contrale estrictamente su comercio.
		VU	Vulnerable		
		NT	Casi amenazada		
		LC	Preocupación menor	**III**	En el Apéndice III figuran las especies incluidas a solicitud de una parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países
		DD	Datos insuficientes		
		NE	No evaluado		

VERSIÓN PÚBLICA

NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN		CITES	
				para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas.

Estacionalidad o Permanencia Estacional (PE)

La migración constituye una adaptación presente en muchos grupos de animales, en respuesta a una afectación negativa de las condiciones de sus hábitats como bajas temperaturas, disponibilidad de alimento, entre otros factores. Por lo anterior y a fin de asegurar su supervivencia, se desplazan a otros hábitats, utilizando usualmente las mismas rutas y sitios de concentración. Las especies migratorias dependen de más de una región para su supervivencia, como las áreas de veraneo, de hibernación, invernación y los corredores migratorios que las conectan (Medellín et al. 2009).

Específicamente el grupo de las aves es el grupo que cuenta con mayor cantidad de especies migratorias que se desplazan de lugares fríos y templados a sitios tropicales durante los inviernos; las aves terrestres migratorias representan alrededor del 30% de la avifauna de México (223 especies) y su presencia varía desde los pocos días (especies transitorias), hasta siete u ocho meses para las que pasan el invierno en nuestro territorio. Con base en esto, se consideró determinar la permanencia estacional de este grupo de acuerdo con la clasificación de Howell y Webb (1995) y la Sociedad Americana de Ornitología (AOS por sus siglas en inglés).

Tabla 48. Estatus de permanencia o estacionalidad

Estacionalidad	Clave	Descripción
Visitante de invierno	VI	Las especies que migran del norte y ocurren regularmente en el norte de Mesoamérica durante el invierno boreal (en su mayoría agosto a mayo e incluye periodos de migración) pero no se sabe si se reproducen regularmente en la región.
Residente	R	Las especies que estén presentes en el área de estudio en las cuatro estaciones del año.
Residente Reproductivo	RR	Las especies se reproducen en el área de estudio, pero migran al sur en el invierno. Representa una adaptación ecológica clave que asegura la sincronización entre la actividad reproductiva y las condiciones ambientales óptimas para la supervivencia y el desarrollo de las crías.
Transitorias	T	Cuando la especie solo está de paso durante una estación climática, preferentemente en los períodos de abril a mayo y de agosto a octubre.

Endemismo

El endemismo de las especies fue determinado con base en lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la modificación del Anexo Normativo III de la misma norma publicada el 14 de noviembre de 2019 en el DOF. Para el resto de las especies que no se encuentran en dicha norma, el endemismo fue obtenido de la Lista actualizada de especies de la Sociedad Ornitológica Americana (AOS por sus siglas en inglés) publicada por la CONABIO, Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México (SNIB), así como la plataforma web “Enciclovida”, también de la CONABIO (www.enciclovida.mx).

Clave	Endemismo	Descripción
CE	Cuasiendémica	Son aquellas especies que se distribuyen ligeramente en algún país vecino debido a la continuidad de los hábitat o sistemas orográficos.
SE	Semiendémica	Las especies que son endémicas a un país o a una región durante una época del año.
END	Endémica	Son aquellas especies que sólo habitan en un lugar determinado, este puede ser un continente, un país, una región, un bioma (comunidad de organismos que ocupan un área muy amplia) o de una localidad de unas cuantas hectáreas.
EXO	Exótica	Son aquellas que no son nativas de un país o una región (en este caso México) y llegaron de manera intencional o accidental, generalmente como resultado de actividades humanas. Algunas de estas especies se establecen en un nuevo sitio, se reproducen y se dispersan sin control, causando daños al ecosistema, a las especies nativas, a la salud o a la economía, por lo que son llamadas especies exóticas invasoras.

VERSIÓN PÚBLICA

Índices de diversidad

Para el análisis de la diversidad se estimó la abundancia y la riqueza específica para lo cual se utilizaron diversos índices estadísticos los cuales se describen a continuación.

- *Abundancia Relativa*

La abundancia o tamaño poblacional es el número total de individuos que integran una población y se denota como N, es un atributo poblacional variable en tiempo y espacio, el cual indica el estado de una población en un momento dado (Mandujano, 2011). Este valor puede ser expresado por medio de la abundancia relativa (AR= número de individuos o rastros detectados por unidad de esfuerzo).

La unidad de esfuerzo para la estimación de la AR puede ser la cantidad de hora, kilómetros, punto de conteo o individuos de una especie por un tipo de hábitat determinado. Los índices no asumen que todos los individuos sean detectados, pero requieren que cada individuo tenga la misma probabilidad de ser detectado (Wunderle, 1994; Ojasti y Dallmeier, 2000; Estades et al., 2006). El análisis de datos se realizó con los registros obtenidos a través de la siguiente formula:

$$AR = \frac{Número\ de\ individuos}{Número\ de\ muestras} * 100$$

- *Densidad relativa*

La densidad se estimó dividiendo el número de ejemplares observados de cada especie, por el total de individuos observados de cada grupo faunístico. La fórmula usada fue la siguiente:

(Individuos de una especie / total de individuos) X 100

- *Dominancia: Índice de Simpson*

El índice de dominancia de Simpson estima si una comunidad determinada está compuesta por especies muy abundantes, ya que suma las abundancias de cada una al cuadrado y así, les da importancia a los taxones con alto valor (Lamprecht, 1962); o sea, la probabilidad de que, si tomas dos individuos al azar de la comunidad, ambos sean de la misma especie. Si el valor aumenta a 1 (que es el valor máximo que toma el índice), representa que la comunidad es menos diversa.

El índice de dominancia de Simpson estima que, si en un área hay especies muy dominantes, la dominancia dará una cifra alta cercana a uno, por lo tanto, la diversidad será baja (Orellana 2009).
Un sistema es más diverso cuando menos dominancia de especies hay y la distribución es más equitativa. El valor mínimo para este índice es 1 que indica que no hay diversidad.

$$\lambda = \sum P_i^2$$

Donde:
P_i= Proporción de las especies *i* en la comunidad (n_i / N)
n_i= Número de individuos de la especie *i*
N= Número total de individuos

- *Diversidad específica: Índice de Shannon-Wiener (H')*

Este índice es uno de los más utilizados para determinar la diversidad de especies de un determinado hábitat. Asume que todas las especies de una comunidad deben estar presentes en la muestra (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Adquiere valores de cero cuando hay una sola especie, <1.5 para baja diversidad, entre 1.6 y 3 para mediana diversidad y >3 para alta diversidad. En sistemas biológicos el valor de H´ no debe ser mayor de 5.

VERSIÓN PÚBLICA

La fórmula para el análisis de Shannon-Wiener (H') se expresa de la siguiente forma:

$$H' = -\sum \quad p_i * Lnp_i$$

Donde:
H'= Índice de Shannon-Wiener
Pi= Proporción de individuos de la especie *i* en la muestra= *ni/N;* representa la probabilidad de que un individuo de la especie *i* esté presente en la muestra, siendo entonces la sumatoria de *pi* igual a 1
ni= Número de individuos de la especie *i*
N= Número total de todas las especies
Ln= Logaritmo natural

- *Diversidad máxima: (H´max)*

Este índice representa la relación de diversidad observada contra la diversidad máxima posible para el mismo número de especies. Se asume que la diversidad máxima se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes (Pla, 2006), es decir, aquella que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuese perfectamente equitativa. Está se representa mediante:

H´max=LnS

- *Equitatividad: Índice de Pielou (J')*

Este índice mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies (J´), es decir; la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad, es decir, existe dominancia total de una especie (Magurran, 1988; Valdez et al., 2018).

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Donde:
H'= Índice de Shannon
H´ max= $\log_2 S$

- *Riqueza específica: Índice de Margalef*

La riqueza es el número de especies pertenecientes a un determinado grupo que existen en un área determinada (Mostacedo y Fredericksen, 2000). La riqueza se determinó sumando el número de especies registradas durante los muestreos realizados. Para su análisis, se utilizó el índice de Margalef, que estima la riqueza de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos, de las distintas especies en función del número de individuos existentes en una muestra analizada.

Este índice supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos. El rango de valores es de: ≤ 1.5 = bajo; > 1.5 pero ≤ 3.25 = medio y; > 3.25 = alto (Magurran, 1989). La riqueza específica se estimó con la fórmula siguiente:

$$D_{Mg} = \frac{(S-1)}{Ln(N)}$$

Donde:
D_{Mg}= Riqueza específica de Margalef

VERSIÓN PÚBLICA

S= La riqueza o número de especies de una muestra
Ln= Logaritmo natural
N= Número total de individuos de una muestra

Curvas de acumulación

El esfuerzo de muestreo fue analizado mediante curvas de acumulación y corroborado con el estimador no paramétrico, Jackknife 1.

Las curvas de acumulación de especies tienen como finalidad estimar la riqueza específica máxima y al mismo tiempo son efectivas para determinar la eficacia del muestreo realizado; por lo que a partir de los métodos empleados se asume que todos los individuos tienen la misma posibilidad de ser detectados en el área. Para estimar la riqueza por extrapolación, se realizaron las curvas de acumulación de especies observadas con apoyo del programa EstimateS 9.1.0 (Colwell, 2019) y se modeló el conteo de nuevas especies con respecto al esfuerzo de muestreo de manera aleatoria, efectuándose los cálculos correspondientes con un índice de confianza de 95% (IC).

El orden del esfuerzo de trabajo fue aleatorizado 100 veces, para suavizar la curva y eliminar el sesgo del orden en el cual fueron capturadas las especies. Como resultado final, el valor de la riqueza estimada es la asíntota de la curva (Trapero-Quintana, 2011), donde la estabilRegionalización de dicha asíntota indica que el total de las especies ha sido capturado (Moreno, 2001; Chan-Canché et al., 2016).

Para evaluar el esfuerzo de muestreo, se utilizó el estimador no paramétrico, Jackknife 1, que se basa en las especies que ocurren en una sola muestra y es uno de los estimadores menos sesgados para muestras pequeñas (Magurran, 2004; Chan-Canché et al., 2016). Cabe mencionar que este estimador permite conocer el porcentaje alcanzado conforme incrementan los sitios de monitoreo, más no es un valor de confianza. El valor de confianza del 95% es considerado por el EstimateS 9.1.0 tanto para la obtención de las curvas de acumulación como para Jackknife 1.

Las gráficas y valores que proporcionan tanto las curvas de riqueza como las del estimador Jackknife 1 son curvas de acumulación que van incrementando con el número de muestreos. Los análisis estadísticos derivados corresponden a los valores esperados computados o medias de los valores derivados de la aleatoriedad que considera el programa con un intervalo de confianza de 95%. La fórmula utilizada por el Programa para la obtención del estimador Jackknife 1 es la siguiente (Burnham y Overton 1978, 1979, Heltshe y Forrester 1983):

$$S_{jack1} = S_{obs} + Q1 \ (m\text{-}1/m)$$

El resultado de dicha estimación se realizó por el número de muestreos realizados por método de muestreo y tipo de vegetación. Las curvas de acumulación obtenidas con los datos de los 80 muestreos (40 puntos de conteo de radio fijo y 40 transectos de franja de ancho fijo en el SA) como medida del esfuerzo de muestreo, se presentan por grupo faunísticos.

VERSIÓN PÚBLICA

RESULTADOS
Distribución potencial

Los registros obtenidos de la revisión bibliográfica facilitaron la elaboración de una base de datos para cada grupo faunístico, que dio como resultado un listado de 296 especies, distribuidas en 229 especies de aves, 29 de reptiles, 27 de mamíferos y 11 de anfibios con presencia en el Sistema Ambiental. Dentro de las especies registradas se consideraron especies exóticas e invasoras, ya que pueden llegar a formar poblaciones silvestres o ferales.

Tabla 49. Fauna silvestre con distribución potencial en el SA

Grupo faunístico	Orden	Familia	N° de especies	% de especies
Aves	19	52	229	77.36
Reptiles	2	12	29	9.80
Mamíferos	9	18	27	9.12
Anfibios	2	8	11	3.72
TOTAL	**32**	**90**	**296**	**100**

La mayor riqueza fue registrada para el grupo de las aves con el 77.36% del total de las especies, seguido de los reptiles con 9.80%, mamíferos con 9.12% y los anfibios en último lugar con el 3.72%. Cabe mencionar que el grupo de las aves es el más abundante comparado con los otros grupos faunísticos, ya que se incluyen especies migratorias y son más fáciles de observar.

- *Especies faunísticas bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES E IUCN*

Respecto a las especies protegidas se obtuvo el registro de aquellas que se encuentran bajo protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la IUCN y la CITES. Debido a que de las aves se registró la mayor riqueza también se observaron más especies bajo protección, tan solo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se registraron 24 especies, 13 en la IUCN y 23 en el CITES.

Seguido de las aves se registró el grupo de los reptiles, de los cuales se observaron cinco especies en la NOM-059, tres en la CITES, mientras que en la IUCN no se observó ninguno; de los mamíferos se registraron tres especies en la NOM-059, una en la IUCN y tres en la CITES. Finalmente, del grupo de anfibios se registraron cuatro especies en la NOM-059, en la IUCN y en la CITES no se observó ninguna especie.

Tabla 50. Especies protegidas de fauna potencial en la NOM-059-SEMARNAT-2010, IUCN y CITES

GRUPO FAUNÍSTICO	NOM-059			IUCN			CITES		
	P	A	Pr	EN	NT	VU	I	II	III
Aves	2	5	17	-	11	2	1	22	-
Mamíferos	1	1	1	-	-	1	1	2	-
Reptiles	-	5	-	-	-	-	-	3	-
Anfibios	1	1	2	-	-	-	-	-	-
TOTAL	**4**	**12**	**20**	**0**	**11**	**3**	**2**	**27**	**0**

Las especies del grupo de avifauna que se distribuyen potencialmente y están bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 corresponden a 24 especies: 17 bajo Protección especial (Pr), dos en Peligro de extinción (P) y cinco como Amenazadas (A); en la IUCN se ubicaron 13 especies: 11 como casi amenazada (NT) y dos como Vulnerable (VU); mientras que en el CITES se identificaron una especie en el apéndice I y 22 en el apéndice II.

Las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 representaron 10.48% del total de las especies de avifauna, las especies en la IUCN corresponden al 4.80%, mientras que las protegidas en el CITES representaron el 10.04% del total de la avifauna distribuida potencialmente en el SA.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla 51. Especies potenciales de aves bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, IUCN y CITES

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	NOM-059	CITES	UICN
Accipitriformes	Accipitridae	*Astur cooperii*	Gavilán de Cooper	Pr	II	LC
Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter striatus*	Gavilán Pecho Canela	Pr	II	LC
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla Cola Roja	-	II	LC
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo lineatus*	Aguililla Pecho Rojo	Pr	II	LC
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo plagiatus*	Aguililla Gris	-	II	LC
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo platypterus*	Aguililla Alas Anchas	Pr	II	LC
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	Pr	II	LC
Accipitriformes	Accipitridae	*Circus hudsonius*	Gavilán Rastrero	-	II	LC
Accipitriformes	Accipitridae	*Elanoides forficatus*	Milano Tijereta	Pr	II	LC
Accipitriformes	Accipitridae	*Elanus leucurus*	Milano Cola Blanca	-	II	LC
Accipitriformes	Accipitridae	*Geranoaetus albicaudatus*	Aguililla Cola Blanca	Pr	II	LC
Accipitriformes	Accipitridae	*Parabuteo unicinctus*	Aguililla Rojinegra	Pr	II	LC
Accipitriformes	Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Águila Pescadora	-	II	LC
Anseriformes	Anatidae	*Anas fulvigula*	Pato Tejano	A	-	LC
Apodiformes	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí Garganta Rubí	-	II	LC
Charadriiformes	Charadriidae	*Anarhynchus nivosus*	Chorlo Nevado	A	-	NT
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius melodus*	Chorlo Chiflador	P	-	NT
Charadriiformes	Laridae	*Sternula antillarum*	Charrán Mínimo	Pr	-	LC
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris canutus*	Playero Rojo	-	-	NT
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris minutilla*	Playero diminuto	-	-	NT
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris mauri*	Playero Occidental	A	-	LC
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris pusilla*	Playero Semipalmeado	-	-	NT
Charadriiformes	Scolopacidae	*Limosa fedoa*	Picopando Canelo	A	-	LC
Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa flavipes*	Patamarilla Menor	-	-	VU
Ciconiiformes	Ciconiidae	*Mycteria americana*	Cigüeña Americana	Pr	-	LC
Falconiformes	Falconidae	*Falco columbarius*	Halcón Esmerejón	-	II	LC
Falconiformes	Falconidae	*Falco peregrinus*	Halcón Peregrino	Pr	I	LC
Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo Americano	-	II	LC
Galliformes	Odontophoridae	*Colinus virginianus*	Codorniz Cotuí	-	-	NT
Gruiformes	Gruidae	*Antigone canadensis*	Grulla Gris	Pr	II	LC
Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín Sietecolores	Pr	-	LC
Passeriformes	Icteridae	*Sturnella magna*	Pradero Tortillaconchile	-	-	NT
Passeriformes	Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	-	-	NT
Passeriformes	Motacillidae	*Anthus spragueii*	Bisbita Llanera	-	-	VU
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga cerulea*	Chipe Celeste	-	-	NT
Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus cooperi*	Papamoscas Boreal	-	-	NT
Pelecaniformes	Ardeidae	*Botaurus exilis*	Avetoro Menor	Pr	-	LC
Pelecaniformes	Ardeidae	*Botaurus lentiginosus*	Avetoro Norteño	A	-	LC
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta rufescens*	Garza Rojiza	P	-	NT
Podicipediformes	Podicipedidae	*Tachybaptus dominicus*	Zambullidor Menor	Pr	-	LC
Strigiformes	Strigidae	*Asio flammeus*	Búho Sabanero	Pr	II	LC
Strigiformes	Strigidae	*Athene cunicularia*	Tecolote Llanero	-	II	LC
Strigiformes	Strigidae	*Bubo virginianus*	Búho Cornudo	-	II	LC
Strigiformes	Strigidae	*Megascops asio*	Tecolote del Este	Pr	II	LC
Strigiformes	Tytonidae	*Tyto furcata*	Lechuza Común Americana	-	II	LC

NOM-059: P= peligro de extinción, Pr= protección especial, A= amenazada.
IUCN: LC= Least Concern (menor preocupación), NT= Near threatened (casi amenazada), VU= Vulnerable, EN= Endangered (en peligro), CR= Critically Endangered (peligro crítico).
CITES: I= Especies las que encuentran en un mayor grado de peligro, II= Especies que no están amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo, III= Especies incluidas a solicitud de una parte que ya reglamenta su comercio.

Del grupo de reptiles, cinco especies se encontraron como Amenazadas (A) en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y tres en el apéndice II del CITES, en la IUCN no se encontró ninguna especie.

Las especies que se encuentran bajo protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 representaron 17.24% de las especies potenciales de reptiles en el SA; así mismo, las especies en el CITES correspondieron al 10.34% del total de las especies de reptiles distribuidas en el SA.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla 52. Especies potenciales de reptiles bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, IUCN y CITES

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	NOM-059	CITES	UICN
Squamata	Colubridae	*Coluber constrictor*	Culebra chirrionera constrictora	A	-	LC
Squamata	Colubridae	*Masticophis flagellum*	Culebra chirrionera roja	A	-	LC
Squamata	Colubridae	*Thamnophis marcianus*	Sochuate	A	-	LC
Squamata	Colubridae	*Thamnophis proximus*	Culebra acuática centroamericana	A	-	LC
Squamata	Phrynosomatidae	*Phrynosoma cornutum*	Lagartija cornuda texana	-	II	LC
Testudines	Kinosternidae	*Kinosternon flavescens*	Tortuga pecho quebrado amarilla	-	II	LC
Testudines	Testudinidae	*Gopherus berlandieri*	Tortuga del desierto de Tamaulipas	A	II	LC

NOM-059: P= peligro de extinción, Pr= protección especial, A= amenazada.
IUCN: LC= Least Concern (menor preocupación), NT= Near threatened (casi amenazada), VU= Vulnerable, EN= Endangered (en peligro), CR= Critically Endangered (peligro crítico).
CITES: I= Especies las que encuentran en un mayor grado de peligro, II= Especies que no están amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo, III= Especies incluidas a solicitud de una parte que ya reglamenta su comercio.

Respecto al grupo de mastofauna potencial, en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se registró una especie en la categoría de Protección especial (Pr), una en Peligro de extinción (P) y una como Amenazada (A); así mismo una especie como Vulnerable en la IUCN, mientras que en el CITES se identificaron una especie en el apéndice I y dos en el apéndice II.

Las especies que se encontraron en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en el CITES representaron el 11.54% de las especies de mamíferos potenciales en el SA y las especies que se registraron en la IUCN corresponden al 3.85% del total de los mamíferos distribuidos potencialmente en el SA.

Tabla 53. Especies potenciales de mamíferos bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, IUCN y CITES

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	NOM-059	CITES	UICN
Artiodactyla	Delphinidae	*Tursiops truncatus*	Delfín mular	Pr	II	LC
Carnivora	Felidae	*Lynx rufus*	Lince Americano	-	II	LC
Rodentia	Geomyidae	*Geomys personatus*	Tuza texana	A	-	LC
Sirenia	Trichechidae	*Trichechus manatus*	Manatí del Caribe	P	I	VU

NOM-059: P= peligro de extinción, Pr= protección especial, A= amenazada.
IUCN: LC= Least Concern (menor preocupación), NT= Near threatened (casi amenazada), VU= Vulnerable, EN= Endangered (en peligro), CR= Critically Endangered (peligro crítico).
CITES: I= Especies las que encuentran en un mayor grado de peligro, II= Especies que no están amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo, III= Especies incluidas a solicitud de una parte que ya reglamenta su comercio.

Finalmente, los anfibios que se distribuyen potencialmente y están bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se observaron dos bajo Protección especial (Pr), una en Peligro de extinción (P) y una como Amenazada (A); en el CITES y en la Lista Roja de la IUCN no se registraron especies bajo protección. Las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 representaron el 36.36% del total de las especies de anfibios con distribución potencial.

Tabla 54. Especies potenciales de anfibios bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, IUCN y CITES

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	NOM-059	CITES	UICN
Anura	Microhylidae	*Gastrophryne olivacea*	Sapo boca angosta oliváceo	Pr	-	LC
Anura	Ranidae	*Lithobates berlandieri*	Rana leopardo	Pr	-	LC
Caudata	Salamandridae	*Notophthalmus meridionalis*	Tritón de manchas negras	P	-	LC

VERSIÓN PÚBLICA

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	NOM -059	CITES	UICN
Caudata	Sirenidae	*Siren nettingi*	Western Lesser Siren	A	-	LC

NOM-059: P= peligro de extinción, Pr= protección especial, A= amenazada.
IUCN: LC= Least Concern (menor preocupación), NT= Near threatened (casi amenazada), VU= Vulnerable, EN= Endangered (en peligro), CR= Critically Endangered (peligro crítico).
CITES: I= Especies las que encuentran en un mayor grado de peligro, II= Especies que no están amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo, III= Especies incluidas a solicitud de una parte que ya reglamenta su comercio.

- *Estacionalidad o permanencia estacional*

En el SA se encontraron con distribución potencial 93 especies visitantes de invierno (VI), 40 como Transitorias (T), nueve como Residentes Reproductivos (RR) y 87 como Residentes (R).



Figura 38. Estacionalidad de especies de aves con distribución potencial en el SA

Respecto a las especies ubicadas como VI, T y RR se encontraron 16 en la NOM-059-SEMARNAT-2010: avetoro norteño (*Botaurus lentiginosus*), playero occidental (*Calidris mauri*) y picopando canelo (*Limosa fedoa*) como Amenazadas (A); chorlo chiflador (*Charadrius melodus*) en Peligro de extinción (P) y gavilán pecho canela (*Accipiter striatus*), grulla gris (*Antigone canadensis*), búho sabanero (*Asio flammeus*), gavilán de Cooper (*Astur cooperii*), aguililla pecho rojo (*Buteo lineatus*), aguililla alas anchas (*Buteo platypterus*), aguililla de Swainson (*Buteo swainsoni*), milano tijereta (*Elanoides forficatus*), halcón peregrino (*Falco peregrinus*), cigüeña americana (*Mycteria americana*), colorín sietecolores (*Passerina ciris*) y charrán mínimo (*Sternula antillarum*) en Protección especial (Pr).

En los estatus I y II del listado del CITES se ubicaron 16 especies, las cuales fueron gavilán pecho canela (*Accipiter striatus*), grulla gris (*Antigone canadensis*), colibrí garganta rubí (*Archilochus colubris*), búho sabanero (*Asio flammeus*), gavilán de Cooper (*Astur cooperii*), tecolote llanero (*Athene cunicularia*), aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*), aguililla pecho rojo (*Buteo lineatus*), aguililla alas anchas (*Buteo platypterus*), aguililla de Swainson (*Buteo swainsoni*), gavilán rastrero (*Circus hudsonius*), milano tijereta (*Elanoides forficatus*), halcón esmerejón (*Falco columbarius*), halcón peregrino (*Falco peregrinus*), cernícalo americano (*Falco sparverius*) y el águila pescadora (*Pandion haliaetus*).

Finalmente, en la Lista Roja de la IUCN se registraron seis especies: bisbita llanera (*Anthus spragueii*) y patamarilla menor (*Tringa flavipes*) listadas como VU; y playero rojo (*Calidris canutus*), playero diminuto (*Calidris minutilla*), playero semipalmeado (*Calidris pusilla*), chorlo chiflador (*Charadrius melodus*), papamoscas boreal (*Contopus cooperi*) y chipe celeste (*Setophaga cerulea*) listados como NT.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla 55. Especies de avifauna potenciales del SA y AP, bajo algún estatus de protección, registradas como Visitante de Invierno (VI), Transitorias (T) y Residentes Reproductivos (RR)

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	NOM -059	CITES	UICN	Residencia
Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter striatus*	Gavilán Pecho Canela	Pr	II	LC	VI
Passeriformes	Motacillidae	*Anthus spragueii*	Bisbita Llanera	-	-	VU	VI
Gruiformes	Gruidae	*Antigone canadensis*	Grulla Gris	Pr	II	LC	VI
Apodiformes	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí Garganta Rubí	-	II	LC	T
Strigiformes	Strigidae	*Asio flammeus*	Búho Sabanero	Pr	II	LC	VI
Accipitriformes	Accipitridae	*Astur cooperii*	Gavilán de Cooper	Pr	II	LC	VI
Strigiformes	Strigidae	*Athene cunicularia*	Tecolote Llanero	-	II	LC	VI
Pelecaniformes	Ardeidae	*Botaurus lentiginosus*	Avetoro Norteño	A	-	LC	VI
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla Cola Roja	-	II	LC	VI
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo lineatus*	Aguililla Pecho Rojo	Pr	II	LC	VI
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo platypterus*	Aguililla Alas Anchas	Pr	II	LC	T
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	Pr	II	LC	T
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris canutus*	Playero Rojo	-	-	NT	VI
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris mauri*	Playero Occidental	A	-	LC	VI
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris pusilla*	Playero Semipalmeado	-	-	NT	T
Charadriiformes	Charadriidae	*Charadrius melodus*	Chorlo Chiflador	P	-	NT	VI
Accipitriformes	Accipitridae	*Circus hudsonius*	Gavilán Rastrero	-	II	LC	VI
Passeriformes	Tyrannidae	Contopus cooperi	Papamoscas Boreal	-	-	NT	T
Accipitriformes	Accipitridae	*Elanoides forficatus*	Milano Tijereta	Pr	II	LC	T
Falconiformes	Falconidae	*Falco columbarius*	Halcón Esmerejón	-	II	LC	VI
Falconiformes	Falconidae	*Falco peregrinus*	Halcón Peregrino	Pr	I	LC	VI
Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo Americano	-	II	LC	VI
Charadriiformes	Scolopacidae	*Limosa fedoa*	Picopando Canelo	A	-	LC	VI
Ciconiiformes	Ciconiidae	*Mycteria americana*	Cigüeña Americana	Pr	-	LC	VI
Accipitriformes	Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Águila Pescadora	-	II	LC	VI
Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín Sietecolores	Pr	-	LC	T
Passeriformes	Parulidae	Setophaga cerulea	Chipe Celeste	-	-	NT	T
Charadriiformes	Laridae	*Sternula antillarum*	Charrán Mínimo	Pr	-	LC	RR

En la tabla anterior se consideraron como especies potenciales dentro del AP debido a que la fauna es movible, con amplia distribución y capacidad de desplazamiento, por lo cual es lógico que pudiera llegar a avistarse desde el polígono del AP, no obstante, esta área no sería punto alguno de alimentación, crianza, alimentación o reproducción puesto que carece de vegetación nativa.

- *Especies endémicas y exóticas-invasoras*

De acuerdo con la literatura consultada, de los grupos de aves, anfibios, mamíferos y reptiles que tienen distribución potencial en el SA y AP no se detectaron especies endémicas de México, es decir, aquellas que tienen distribución restringida a nuestro país; sin embargo, se registraron especies consideradas exóticas – invasoras, estas son aquellas que no son nativas de un país o una región (en este caso México) a la que llegaron de manera intencional o accidental, generalmente como resultado de actividades humanas.

Las especies exóticas que se establecen en un nuevo sitio se reproducen y se dispersan sin control, causando daños al ecosistema, a las especies nativas, a la salud o a la economía. Las especies exóticas-invasoras ubicadas dentro de la fauna potencial se enlistan a continuación:

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla 56. Especies exóticas-invasoras potenciales en el SA y AP

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Endemismo
Aves				
Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma doméstica	Exótica-Invasora
Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma de collar turca	Exótica-Invasora
Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	Exótica-Invasora
Passeriformes	Sturnidae	*Sturnus vulgaris*	Estornino pinto	Exótica-Invasora
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea ibis*	Garza ganadera	Exótica-Invasora
Mammalia				
Rodentia	Echimyidae	*Myocastor coypus*	Coipú	Exótica-Invasora
Reptilia				
Squamata	Gekkonidae	*Hemidactylus turcicus*	Geco casero del Mediterráneo	Exótica-Invasora

Las especies exóticas-invasoras se describen a continuación:

La *Columba livia* prefiere vivir cerca de asentamientos humanos, tales como zonas agrícolas y edificios. Causa un daño considerable a los edificios y monumentos debido a sus excrementos corrosivos. También representa un peligro para la salud, ya que son capaces de transmitir una variedad de enfermedades a los seres humanos, aves domésticas y de vida silvestre (Global Invasive Species Database, 2013).

La paloma de collar turca *Streptopelia decaocto* invadió México con gran rapidez. Se le encuentra en grandes grupos en sitios donde hay alimentación de ganado con granos, o silos de almacenamiento. Esta especie actúa como vector de patógenos que producen enfermedades en especies de aves nativas, tales como *Trichomonas gallinae*, un protozoario que afecta a pinzones, palomas, gallinas, y a halcones que se alimentan de *S. decaocto*. También son transmisoras del virus de Nilo occidental y del circovirus de la paloma, que causan una alta mortalidad en aves de la familia Columbiformes. A pesar de su impacto en la salud animal, las medidas de control de sus poblaciones son poco efectivas, y solamente la caza se ha implementado como medida de control.

El gorrión doméstico *Passer domesticus* es exótica para México, es una especie gregaria, está adaptado al ambiente urbano: ciudades, pueblos, granjas, etc., en general cualquier sitio donde habite el ser humano por lo que es el ave más frecuente y conocido en esas áreas, se alimenta de semillas silvestres y cultivadas, aunque suele aprovechar los desperdicios producidos por el ser humano. Los gorriones son los principales reservorios del virus de la encefalitis equina del oeste, que afecta directamente al sistema nervioso central y es potencialmente portadora y transmisora de la enfermedad (el vector es un mosquito) hacia otras aves y mamíferos, incluyendo al hombre (Acha y Szyfres, 1977).

El estornino pinto *Sturnus vulgaris* es originario de Eurasia, fue introducido a Norteamérica en 1890 y ahora es una de las especies de aves más abundantes del continente americano. Se trata de una de las especies exóticas invasoras más dañinas e importantes a nivel mundial, ya que es responsable de daños calculados hasta en millones de dólares anuales. Se ha reportado que compite por recursos alimenticios y de anidación con varias especies de aves nativas, no obstante, no se tienen datos para determinar efectos poblacionales. En México *S. vulgaris* fue registrado para el norte del país desde 1939 y su distribución se ha expandido de tal manera que ya está presente en todas las regiones naturales del territorio mexicano. Sin embargo, en México aún se carece de datos detallados sobre el tamaño poblacional de esta especie exótica, o sus efectos ecológicos y económicos, pese a la relevancia que esto tendría en el desarrollo de estrategias de manejo (Maya-Elizarrarás, 2018).

Ardea ibis puede servir como agente de transporte y diseminación del *Clostridium botulinum*, bacteria responsable de la enfermedad del botulismo, que puede afectar a otras aves y mamíferos, incluyendo al hombre (Acha & Szyfres, 1977). Parece ser que *B. ibis* tiene poco o ningún impacto sobre las especies nativas de aves con las que convive, anidan junto a estas aves, observándose poco o ningún conflicto observable, debido a que su temporada de anidación es después de las garzas nativas, lo que reduce aún más la amenaza de competencia (GSMFC, 2005 citado por Global Invasive Species Database, 2013). Las principales especies de aves con las que compite por el alimento son: el garrapatero pijuy (*Crotophaga*

VERSIÓN PÚBLICA

sulcirostris), el tordo ojo rojo (*Molothrus aeneus*) y el tordo cabeza café (*Molothrus ater;* Gómez de Silva et al., 2005) especies con distribución potencial en el SA y AP.

El coipo *Myocastor coypus* es un roedor grande semi-acuático originario de América del Sur. En México, ya existan poblaciones al noreste del país por expansión desde el sureste de Estados Unidos en donde existen poblaciones ferales de la especie. Sin embargo, debido a las fugas y liberaciones de granjas peleteras en la actualidad hay grandes poblaciones salvajes en América del Norte, Europa y Asia. Sus madrigueras penetran y dañan las riberas, los diques y las instalaciones de riego. Los métodos de alimentación de esta especie, conduce a la destrucción de grandes extensiones de marismas y pantanos. Esta especie causa impactos sobre plantas, insectos, aves y peces (Global Invasive Species Database, 2026).

El Geco casero del mediterráneo (*Hemidactylus turcicus*) es originario de las costas mediterráneas, se distribuye en todo el mundo por introducción del humano, en México se extiende por las costas del Golfo de México. El Geco es un posible vector de enfermedades y parásitos a fauna nativa, como tiene hábitos alimenticios generalistas, podría competir por recursos con otros geckos nativos (Álvarez-Romero et al., 2005).

Métodos de muestreo

Sistema Ambiental (SA)

Durante los monitoreos realizados se registró un total de 113 especies distribuidas en seis tipos de vegetación en el Sistema Ambiental y pertenecientes a los siguientes grupos faunísticos: 83 aves, 16 reptiles, 12 mamíferos y dos anfibios.

Tabla 57. Fauna registrada durante los monitoreos en el SA

Grupo faunístico	Orden	Familia	Género	N° de especies	% de especies
Aves	13	34	70	83	73.45
Mamíferos	5	10	12	12	10.62
Reptiles	2	7	13	16	14.16
Anfibios	1	2	2	2	1.77
TOTAL	**21**	**53**	**97**	**113**	**100.00**

El grupo de avifauna fue el que obtuvo la mayor cantidad de registros con un porcentaje de 73.45%, seguido de reptiles con 14.16%, mamíferos con 10.62% y en menor porcentaje los anfibios con 1.77%. En comparación, el número de las especies registradas a través del muestreo representa 38.18% del total de la distribución potencial del SA, esto se debe en gran medida a la superficie de área monitoreada y a la permanencia estacional de las especies, ya que no todas son residentes en la zona de influencia y muchas de las aves reportadas con distribución potencial son migratorias que pueden permanecer alguna época del año en la zona (invernación en otoño e invierno o reproducción en primavera) o bien ser transitorias dirigiéndose a sitios a mayores o menores latitudes, por lo que el número de especies migratorias (principalmente de aves) sobreestima el número de especies distribuidas potencialmente.

Particularmente en el caso de la herpetofauna que tuvo baja representación de especies, comparado con la distribución potencial de reptiles (n=29) y anfibios (n=11), es posible que el número sea reducido ya que son un grupo sensible a la presencia humana por lo que son difíciles de ser detectados y muchos presentan densidades naturalmente bajas. En el caso de los anfibios, se conoce que sus hábitos son mayormente cercanos a cuerpos de agua y son más activos en la noche. Lo mismo ocurre con los reptiles, que son escurridizos en su mayoría como las lagartijas y serpientes; además son un grupo estigmatizado por el hombre, lo que hace que sus encuentros con el hombre terminen siendo negativos y acaben reduciendo sus poblaciones.

VERSIÓN PÚBLICA

El grupo de avifauna fue el que obtuvo la mayor cantidad de registros con un porcentaje de 79.75%, seguido de mamíferos con 11.39% y en menor porcentaje los reptiles con 8.86%. El porcentaje de las especies para todos los grupos fue alto (69.91%).

Estos valores se deben en gran medida a la superficie de área monitoreada y a la permanencia estacional de las especies, ya que no todas son residentes en la zona de influencia y muchas de las aves reportadas con distribución potencial son migratorias que pueden permanecer alguna época del año en la zona (invernación en otoño e invierno o reproducción en primavera) o bien ser transitorias dirigiéndose a sitios a mayores o menores latitudes, por lo que el número de especies migratorias (principalmente de aves) sobreestima el número de especies distribuidas potencialmente.

Especies protegidas

Sistema Ambiental (SA)

Respecto a las especies protegidas se obtuvo el registro de aquellas que se encuentran bajo protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la IUCN y la CITES. Debido a que de las aves se registró la mayor riqueza también se observaron más especies bajo protección, tan solo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se registraron seis especies, cinco en la IUCN y nueve en el CITES. Seguido de las aves se registró el grupo de los reptiles, de los cuales se observaron dos especies en la NOM-059, dos en la IUCN, mientras que en la CITES no se observó ninguno; de los mamíferos únicamente se registró una especie en el CITES, no se observó ninguna especie en la NOM-059 ni en la IUCN. Finalmente, del grupo de anfibios únicamente se registró una especie en la NOM-059, en la IUCN y en la CITES no se observó ninguna especie.

Tabla 58. Especies protegidas de fauna potencial en la NOM-059-SEMARNAT-2010, IUCN y CITES

GRUPO FAUNÍSTICO	NOM-059-SEMARNAT-2010			IUCN			CITES		
	P	A	Pr	EN	NT	VU	I	II	III
Aves	1	1	4	-	5	-	1	8	-
Mamíferos	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Reptiles	-	2	-	-	-	-	-	2	-
Anfibios	-	-	1	-	-	-	-	-	-
TOTAL	**1**	**3**	**5**	**0**	**5**	**0**	**1**	**11**	**0**

Respecto a las especies protegidas de los anfibios que se registraron en el SA únicamente se registró a la especie rana leopardo *Lithobates berlandieri* bajo Protección especial (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Ninguna especie se encuentra en la Lista Roja de la IUCN ni en el CITES. La rana leopardo representó el 50% de las especies de anfibios registrados en el SA, cabe mencionar que la IUCN cataloga a casi todas las especies faunísticas en la categoría de Menor Preocupación (LC, por sus siglas en inglés).

Las especies del grupo de avifauna que se registraron en el SA y están bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 corresponden a seis especies. Así mismo, cinco se ubican en la IUCN y nueve se encuentran en algún apéndice del CITES. Las especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 representan el 7.23% de las especies de avifauna registradas en el SA; las especies en la IUCN corresponden al 6.02%, mientras que las protegidas en el CITES representaron el 10.84% del total de la avifauna observada en el SA.

Tabla 59. Listado de especies potenciales de aves con algún estatus de protección

Orden	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	CITES	UICN
Accipitriformes	*Circus hudsonius*	Gavilán Rastrero	-	II	LC
Accipitriformes	*Elanus leucurus*	Milano Cola Blanca	-	II	LC
Accipitriformes	*Geranoaetus albicaudatus*	Aguililla Cola Blanca	Pr	II	LC
Accipitriformes	*Pandion haliaetus*	Águila Pescadora	-	II	LC
Accipitriformes	*Parabuteo unicinctus*	Aguililla Rojinegra	Pr	II	LC
Anseriformes	*Anas fulvigula*	Pato Tejano	A	-	LC
Charadriiformes	*Calidris minutilla*	Playero Diminuto	-	-	NT
Falconiformes	*Falco peregrinus*	Halcón Peregrino	Pr	I	LC

VERSIÓN PÚBLICA

Orden	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	CITES	UICN
Falconiformes	*Falco sparverius*	Cernícalo Americano	-	II	LC
Galliformes	*Colinus virginianus*	Codorniz Cotuí	-	-	NT
Passeriformes	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	-	-	NT
Passeriformes	*Passerina ciris*	Colorín Sietecolores	Pr	-	LC
Passeriformes	*Sturnella magna*	Pradero Tortillaconchile	-	-	NT
Pelecaniformes	*Egretta rufescens*	Garza Rojiza	P	-	NT
Strigiformes	*Athene cunicularia*	Tecolote Llanero	-	II	LC
Strigiformes	*Tyto furcata*	Lechuza Común Americana	-	II	LC

NOM-059: P= peligro de extinción, Pr= protección especial, A= amenazada.
IUCN: LC= Least Concern (menor preocupación), NT= Near threatened (casi amenazada), VU= Vulnerable, EN= Endangered (en peligro), CR= Critically Endangered (peligro crítico).
CITES: I= Especies las que encuentran en un mayor grado de peligro, II= Especies que no están amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo, III= Especies incluidas a solicitud de una parte que ya reglamenta su comercio.

Del grupo de mastofauna que se observaron en el SA, únicamente se registró a la especie lince americano *Lynx Rufus* en el apéndice II en el CITES; ninguna especie se encontró en la Lista Roja de la IUCN ni en la NOM-059-SEMARNAT-2010. El lince americano representó el 8.33% de las especies de mamíferos registrados en el SA; cabe mencionar que la IUCN cataloga a casi todas las especies faunísticas en la categoría de Menor Preocupación (LC, por sus siglas en inglés).

Finalmente, del grupo de reptiles dos especies se encuentran en alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y dos especies en los apéndices del CITES; ninguna especie se encontró bajo protección en la IUCN. Las especies que se encuentran bajo protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 representaron 12.5% de las especies de reptiles en el SA; así mismo, las especies en el CITES correspondieron igualmente al 12.5% del total de las especies de reptiles registradas en el SA.

Tabla 60. Listado de especies potenciales de reptiles con algún estatus de protección

Orden	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059	CITES	UICN
Testudines	*Gopherus berlandieri*	Tortuga del desierto de Tamaulipas	A	II	LC
Squamata	*Masticophis flagellum*	Culebra chirrionera roja	A	-	LC
Squamata	*Phrynosoma cornutum*	Lagartija cornuda texana	-	II	LC

NOM-059: P= peligro de extinción, Pr= protección especial, A= amenazada.
IUCN: LC= Least Concern (menor preocupación), NT= Near threatened (casi amenazada), VU= Vulnerable, EN= Endangered (en peligro), CR= Critically Endangered (peligro crítico).
CITES: I= Especies las que encuentran en un mayor grado de peligro, II= Especies que no están amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo, III= Especies incluidas a solicitud de una parte que ya reglamenta su comercio.

Estacionalidad

Sistema Ambiental (SA)

Durante los muestreos realizados en el SA se registraron 23 especies visitantes de invierno (VI), tres como Transitorias (T), cuatro como Residentes Reproductivos (RR) y 53 como Residentes (R).

VERSIÓN PÚBLICA

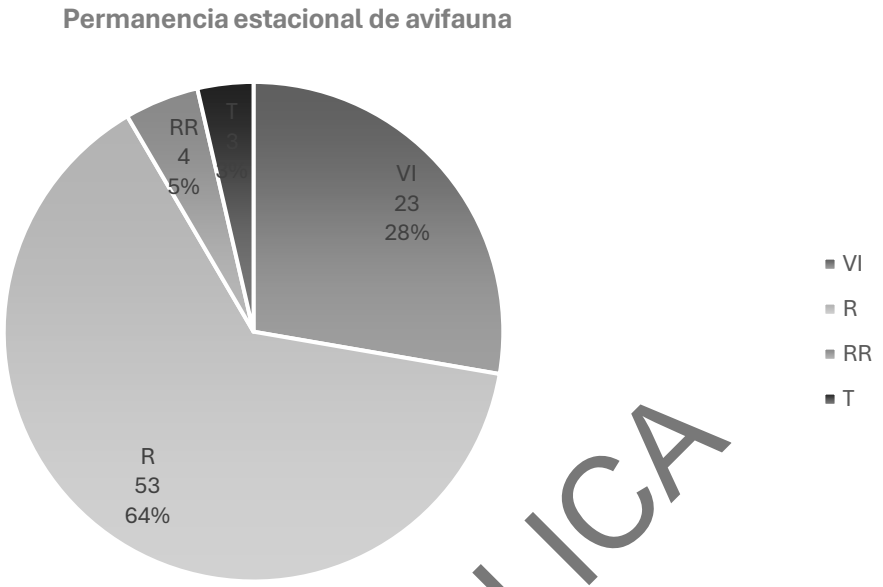


Figura 39. Estacionalidad de especies de aves registradas en el SA

Respecto a las especies que no son residentes se encontraron dos en las categorías de VI y T en la NOM-059-SEMARNAT-2010: halcón peregrino (*Falco peregrinus*) y colorín sietecolores (*Passerina ciris*) ambos en Protección especial (Pr). En los estatus I y II del listado del CITES se ubicaron cinco especies, las cuales tecolote llanero (*Athene cunicularia*), gavilán rastrero (*Circus hudsonius*), halcón peregrino (*Falco peregrinus*), cernícalo americano (*Falco sparverius*) y el águila pescadora (*Pandion haliaetus*). Finalmente, en la Lista Roja de la IUCN únicamente se registró al playero diminuto (*Calidris minutilla*) listado como NT.

Tabla 61. Especies de avifauna observadas en el SA, bajo algún estatus de protección, registradas como Visitante de Invierno (VI) y Transitorias (T)

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Residencia
Strigiformes	Strigidae	*Athene cunicularia*	Tecolote Llanero	-	II	LC	VI
Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris minutilla*	Playero Diminuto	-	-	NT	VI
Accipitriformes	Accipitridae	*Circus hudsonius*	Gavilán Rastrero	-	II	LC	VI
Falconiformes	Falconidae	*Falco peregrinus*	Halcón Peregrino	Pr	I	LC	VI
Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo Americano	-	II	LC	VI
Accipitriformes	Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Águila Pescadora	-	II	LC	VI
Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín Sietecolores	Pr	-	LC	T

VERSIÓN PÚBLICA

Endemismo

Sistema Ambiental (SA)

De acuerdo con las especies registradas durante los monitoreos en el SA no se detectaron especies endémicas de México (aquellas que tienen distribución restringida a nuestro país); sin embargo, se registraron cuatro especies de aves consideradas exóticas – invasoras las cuales se enlistan a continuación:

Tabla 62. Especies exóticas-invasoras registradas en el SA

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Endemismo
Aves				
Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma de collar turca	Exótica-Invasora
Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	Exótica-Invasora
Passeriformes	Sturnidae	*Sturnus vulgaris*	Estornino pinto	Exótica-Invasora
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea ibis*	Garza ganadera	Exótica-Invasora

Cabe mencionar que estás especies ya fueron descritas en el apartado de distribución potencial.

Índices de diversidad

El análisis de la composición faunística también se realizó a través de los índices de diversidad, para lo cual se organizó la información por grupo faunístico para cada tipo de vegetación. Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

- ***Anfibios***

Sistema Ambiental (SA)

Los resultados obtenidos durante los monitoreos en el SA muestran que el grupo de anfibios tuvo presencia en dos de los seis tipos de vegetación monitoreados, de los cuales la Agricultura de Temporal Anual fue donde se registró el mayor número de especies (S=2) así como el mayor número de individuos (N=4). La especie con mayor presencia fue *Incilius nebulifer* registrándose en dos tipos de vegetación y junto con *Lithobates berlandieri* registraron la misma cantidad de individuos (N=3).

La mayor abundancia relativa (AR) de anfibios se registró en la ATA (AR=0.05) seguida del VHH (AR=0.03) donde solo se registró una especie.

Tabla 63. Índices de diversidad de anfibios, para cada tipo de vegetación en el SA

Tipos de Vegetación	N	S	AR	Shannon (H')	H´Max	Equidad (J')	Margalef (D_{Mg})
Agricultura de Temporal Anual (ATA)	4	2	0.05	0.56	1.39	0.41	0.72
Vegetación Halófila Hidrófila (VHH)	2	1	0.03	0.00	0.69	0.00	0.00

El valor más alto respecto al índice de Shannon Wiener se registró en el tipo de vegetación ATA (H´=0.56); sin embargo, de acuerdo con los valores de dicho índice, la diversidad obtenida fue baja, mientras que en VHH el valor fue de H´=0.00, ya que no hubo diversidad pues solo se registró una especie. Los resultados obtenidos muestran que, a pesar de los registros obtenidos, las especies de anfibios pueden tener preferencia por ciertos tipos de vegetación, sobre todo aquellos donde las condiciones de físicas del ambiente corresponden con hábitats con características óptimas; además, como se ha mencionado con anterioridad, sus hábitos son nocturnos.

El índice de H´Max muestra que es más probable registrar una diversidad máxima en la vegetación ATA (H'Max=1.39), mientras que donde es menos probable una diversidad máxima es en VHH ya tuvo un valor de H´Max=0.69. Esto se debe probablemente a que dicho tipo de vegetación no cumplen con las características de hábitat del grupo, cabe señalar que si bien, no puede haber una elevada diversidad en anfibios en ciertos tipos de vegetación, no descarta la presencia de otros grupos que se ven beneficiados en esos sitios. De acuerdo con este índice, las especies no están igualmente presentes es estos sitios.

En relación con el índice de Pielou (J´), la vegetación ATA fue donde se registró la mayor equitatividad de especies con un valor de *J'*=0.41; sin embargo, el valor sigue siendo más cercano a 0. En los sitios con vegetación VHH, la dominancia total es para una sola especie, donde 0 señala la ausencia de uniformidad.

Finalmente, respecto a los criterios establecidos para el índice de Margalef (D_{Mg}), los valores menores a ≤ 1.5 representan baja riqueza, valores de > 1.5 pero ≤ 3.25 = riqueza media y; > 3.25 = indicativo de alta biodiversidad. De acuerdo con este criterio, los valores obtenidos en ATA y VHH presentan una baja riqueza, estos valores coinciden con lo obtenido con el índice de Shannon, donde se registraron los valores más bajos.

VERSIÓN PÚBLICA

- ***Aves***

Sistema Ambiental (SA)

Los análisis obtenidos producto de los monitoreos en el SA muestran que el grupo de las aves estuvo representado en todos los tipos de vegetación, de los cuales la VHH fue donde se registró el mayor número de especies (S=76) así como el mayor número de individuos (N=683). La especie más representativa fue *Cathartes aura* ya que se registró en los seis tipos de vegetación y además fue la especie más abundante con 85 individuos, seguido de *Zenaida macroura* con 74 registros. Estas especies son residentes de la zona y están presentes en diversos tipos de hábitats.

La mayor abundancia relativa (AR) se registró en la Vegetación Halófila Hidrófila (AR=8.54) seguida de la Agricultura de Riego Anual (AR=3.94), mientras que en la Vegetación de Dunas Costeras y la Vegetación Secundaria Arbustiva de Vegetación de Dunas Costeras fue donde se registró el menor número de especies de aves (N=55) y en ambos casos la AR fue de 0.69.

Tabla 64. Índices de diversidad de aves, para cada tipo de vegetación en el SA

Tipos de Vegetación	N	S	AR	Shannon (H')	H´Max	Equidad (J')	Margalef (D_{Mg})
Agricultura de Riego Anual (ARA)	315	36	3.94	3.11	5.75	0.54	6.08
Agricultura de Temporal Anual (ATA)	135	27	1.69	2.92	4.91	0.59	5.30
Sin Vegetación Aparente (SVA)	96	24	1.20	2.89	4.56	0.63	5.04
Vegetación de Dunas Costeras (VDC)	55	12	0.69	2.10	4.01	0.52	2.74
Vegetación Halófila Hidrófila (VHH)	683	76	8.54	3.91	6.53	0.60	11.49
Vegetación Secundaria Arbustiva de Vegetación de Dunas Costeras (VSA/VDC)	55	17	0.69	2.56	4.01	0.64	3.99

En relación con el índice de Shannon Wiener, los tipos de vegetación que tuvieron los valores más altos fueron la VHH (H´=3.91) y ARA (H´=3.11), en ambos casos la diversidad detectada fue alta; mientras que en la VDC (H´=2.10) y VSa/VDC (H´=2.56) donde se detectaron los valores mínimos, la diversidad registrada fue mediana.

El índice de H´Max muestra que es más probable registrar una diversidad máxima en la VHH (H'Max=6.53), mientras que los sitios donde la diversidad a observar sería menor son VDC (H´Max=4.01) y VSaVDC (H´Max=4.01); a pesar de que estos valores son los más bajos, representan una diversidad alta de especies.

Respecto al índice de Pielou (J´), la mayor equitatividad de especies se registró en el VSaVDC (J'=0.64) y la SVA (J'=0.63), esto representa que todas las especies podrían ser igualmente abundantes en ambos tipos de vegetación. En los otros tipos de vegetación, la dominancia podría estar medianamente representada, ya que los valores no disminuyen del valor J´=0.50.

Finalmente, siguiendo los criterios establecidos para el índice de Margalef (D_{Mg}), los valores menores a ≤ 1.5 representan baja riqueza, valores de > 1.5 pero ≤ 3.25 = riqueza media y; > 3.25 = indicativo de alta biodiversidad. De acuerdo con lo mencionado, el único sitio donde se observó una riqueza media fue la VDC (D_{Mg}=2.74), mientras que, en el resto de los tipos de vegetación, los valores fueron mayores a D_{Mg}=3.25, lo cual indica una alta riqueza de aves. La alta riqueza registrada en el grupo de avifauna se debe a las diversas formas de detectar su presencia, por lo que fue el grupo con mayor representación de individuos.

VERSIÓN PÚBLICA

- ***Mamíferos***

Sistema Ambiental (SA)

Los análisis de diversidad obtenidos de mamíferos muestran que el grupo está presente en los seis tipos de vegetación muestreados, de los cuales la Vegetación Halófila Hidrófila fue donde se registró el mayor número de especies (S=10) así como el mayor número de individuos (N=35). Así mismo, las especies más abundantes fueron *Sylvilagus floridanus* y *Lepus californicus* con 19 y 15 individuos, respectivamente; mientras que las especies más representativas que se registraron en cinco tipos de vegetación cada una fueron *Canis latrans* y *Lepus californicus*. La mayoría de las observaciones de *Sylvilagus floridanus* fueron mediante observación directa, así como de *Canis latrans,* ambas especies son activas durante el día.

La mayor abundancia relativa (AR) se registró en la VHH (AR=0.44), mientras que en SVA y VDC, se registró el menor número de especies con una AR de 0.06.

Tabla 65. Índices de diversidad de mamíferos, para cada tipo de vegetación en el SA

Tipos de Vegetación	N	S	AR	Shannon (H')	H´Max	Equidad (J')	Margalef (D_{Mg})
Agricultura de Riego Anual (ARA)	13	6	0.16	1.48	2.56	0.58	1.95
Agricultura de Temporal Anual (ATA)	9	7	0.11	1.89	2.20	0.86	2.73
Sin Vegetación Aparente (SVA)	10	3	0.13	0.94	2.30	0.41	0.87
Vegetación de Dunas Costeras (VDC)	5	3	0.06	0.95	1.61	0.59	1.24
Vegetación Halófila Hidrófila (VHH)	35	10	0.44	2.04	3.56	0.57	2.53
Vegetación Secundaria Arbustiva de Vegetación de Dunas Costeras (VSA/VDC)	4	4	0.05	1.39	1.39	1	2.16

En relación con el índice de Shannon Wiener, la VHH (H´=2.04) tuvo el valor más alto seguido de ATA (H´=1.89), ambos representan una diversidad media, comparados con los otros tipos de vegetación donde los valores corresponden a una baja diversidad. Los estimados del índice de Shannon adquieren valores de cero cuando hay una sola especie, <1.5 para baja diversidad, entre 1.6 y 3 para mediana diversidad y >3 para alta diversidad.

El índice de H´Max que representa la diversidad máxima se registró en la VHH (H'Max=3.56), mientras que los sitios donde la diversidad a observar podría ser mínima fueron VDC y VSa/VDC, con un valor de H´Max=1.61 y H´Max=1.39 respectivamente, estos valores representan una diversidad mediana de especies.

El índice de Pielou (J´) mide la distribución de los individuos entre las especies, la cual fue mayor en la VSa/VDC (J'=1) y la ATA (J'=0.86), esto representa que todas las especies podrían ser igualmente abundantes en ambos tipos de vegetación. En el caso de la SVA, es baja la uniformidad, lo que indica que algunas especies son dominantes.

Finalmente, de acuerdo con los criterios establecidos para el índice de Margalef (D_{Mg}), los valores menores a ≤ 1.5 representan baja riqueza, valores de > 1.5 pero ≤ 3.25 = riqueza media y; > 3.25 = indicativo de alta biodiversidad. De acuerdo con lo mencionado, la VDC tuvo el valor más bajo (D_{Mg}=1.24), mientras que los otros tipos de vegetación presentaron una riqueza media; en ningún tipo de vegetación se obtuvo una alta riqueza de especies de mamíferos.

- ***Reptiles***

Sistema Ambiental (SA)

Los índices de diversidad demuestran que el grupo de reptiles tuvo registros en los seis tipos de vegetación monitoreados, de los cuales la Vegetación Halófila Hidrófila fue donde se registró el mayor número de especies (S=10) así como el mayor número de individuos (N=25). Las *Holbrookia propinqua*

VERSIÓN PÚBLICA

tuvo mayor presencia registrándose en cuatro tipos de vegetación, mientras que *Sceloporus variabilis* fue la especie más abundante con 19 individuos. La mayor abundancia relativa (AR) de reptiles se registró en la VHH (AR=0.31) seguida de ARA (AR=0.25), en el VDC solo se registraron dos especies lo que representó una AR de 0.06.

Tabla 66. Índices de diversidad de reptiles, para cada tipo de vegetación en el SA

Tipos de Vegetación	N	S	AR	Shannon (H')	H´Max	Equidad (J')	Margalef (D_{Mg})
Agricultura de Riego Anual (ARA)	20	6	0.25	1.27	3.00	0.42	1.67
Agricultura de Temporal Anual (ATA)	9	6	0.11	1.68	2.20	0.76	2.28
Sin Vegetación Aparente (SVA)	9	3	0.11	0.86	2.20	0.39	0.91
Vegetación de Dunas Costeras (VDC)	5	2	0.06	0.67	1.61	0.42	0.62
Vegetación Halófila Hidrófila (VHH)	25	10	0.31	2.07	3.22	0.64	2.80
Vegetación Secundaria Arbustiva de Vegetación de Dunas Costeras (VSA/VDC)	10	4	0.13	1.09	2.30	0.47	1.30

Los valores más altos del índice de Shannon Wiener se registraron para la VHH (H´=2.07) y ATA (H´=1.68), de acuerdo con los valores de este índice, la diversidad obtenida fue mediana, mientras que, para los otros tipos de vegetación, los valores fueron menores a <1.5 lo cual indica una baja diversidad.

El índice de H´Max indica que es más probable registrar una diversidad máxima en la VHH (H'Max=3.22) y la ARA (H'Max=3.00), mientras que para los otros tipos de vegetación es probable que la diversidad sea mediana. Esto se debe a las especies de reptiles por lo regular tienen hábitos evasivos con los humanos, lo que hace que sean más difíciles de observar.

En relación con el índice de Pielou (J´), la vegetación ATA fue donde se registró la mayor equitatividad de especies con un valor de *J'*=0.76, esto quiere decir que casi todas las especies son igualmente abundantes, caso contrario en la SVA, donde la dominancia es para una sola especie.

Finalmente, respecto a los criterios establecidos para el índice de Margalef (D_{Mg}), los valores menores a ≤ 1.5 representan baja riqueza, valores de > 1.5 pero ≤ 3.25 = riqueza media y; > 3.25 = indicativo de alta biodiversidad. De acuerdo con este criterio, en la VHH (D_{Mg}=2.80), ATA (D_{Mg}=2.28) y la vegetación ARA (D_{Mg}=1.67) se registró una riqueza media, mientras que para los otros tipos de vegetación se registró una baja riqueza. Estos valores coinciden con lo obtenido con el índice de Shannon, donde los mismos tipos de vegetación registraron los valores más bajos.

Curvas de acumulación

Sistema Ambiental (SA)

Respecto al grupo de **anfibios** el método de transectos de franjas tuvo una eficiencia de 67.11%. De acuerdo con el estimador Jackknife 1 sugiere que pueden llegar a registrarse hasta 3 especies (*Jack1*=2.98). En la gráfica siguiente se observa que la pendiente de la curva es poco pronunciada y está próxima a alcanzar la asíntota, lo que aun sugiere un buen esfuerzo de muestreo con el método aplicado.

Tabla 67. Eficiencia de muestreo (a través de transectos) para anfibios

Muestreos	Individuos	Riqueza Observada	Jackknife 1	Representación de la muestra (%)	Muestreos	Individuos	Riqueza Observada	Jackknife 1	Representación de la muestra (%)
1	0.15	0.07	0.06	2.35	21	3.15	1.31	2.07	43.96
2	0.3	0.15	0.22	5.03	22	3.3	1.35	2.21	45.30
3	0.45	0.22	0.36	7.38	23	3.45	1.4	2.26	46.98
4	0.6	0.29	0.44	9.73	24	3.6	1.45	2.31	48.66
5	0.75	0.36	0.45	12.08	25	3.75	1.49	2.32	50.00
6	0.9	0.43	0.59	14.43	26	3.9	1.53	2.39	51.34
7	1.05	0.5	0.75	16.78	27	4.05	1.58	2.45	53.02

VERSIÓN PÚBLICA

Muestreos	Individuos	Riqueza Observada	Jackknife 1	Representación de la muestra (%)	Muestreos	Individuos	Riqueza Observada	Jackknife 1	Representación de la muestra (%)
8	1.2	0.56	0.79	18.79	28	4.2	1.62	2.65	54.36
9	1.35	0.63	0.8	21.14	29	4.35	1.65	2.75	55.37
10	1.5	0.69	0.9	23.15	30	4.5	1.69	2.89	56.71
11	1.65	0.75	1.1	25.17	31	4.65	1.73	2.96	58.05
12	1.8	0.82	1.23	27.52	32	4.8	1.76	2.96	59.06
13	1.95	0.87	1.27	29.19	33	4.95	1.8	2.96	60.40
14	2.1	0.93	1.38	31.21	34	5.1	1.83	3.06	61.41
15	2.25	0.99	1.54	33.22	35	5.25	1.86	3.05	62.42
16	2.4	1.05	1.66	35.23	36	5.4	1.89	3	63.42
17	2.55	1.1	1.74	36.91	37	5.55	1.92	3.02	64.43
18	2.7	1.15	1.92	38.59	38	5.7	1.95	2.99	65.44
19	2.85	1.21	1.95	40.60	39	5.85	1.98	2.95	66.44
20	**3**	**1.26**	**2.01**	**42.28**	**40**	**6**	**2**	**2.98**	**67.11**

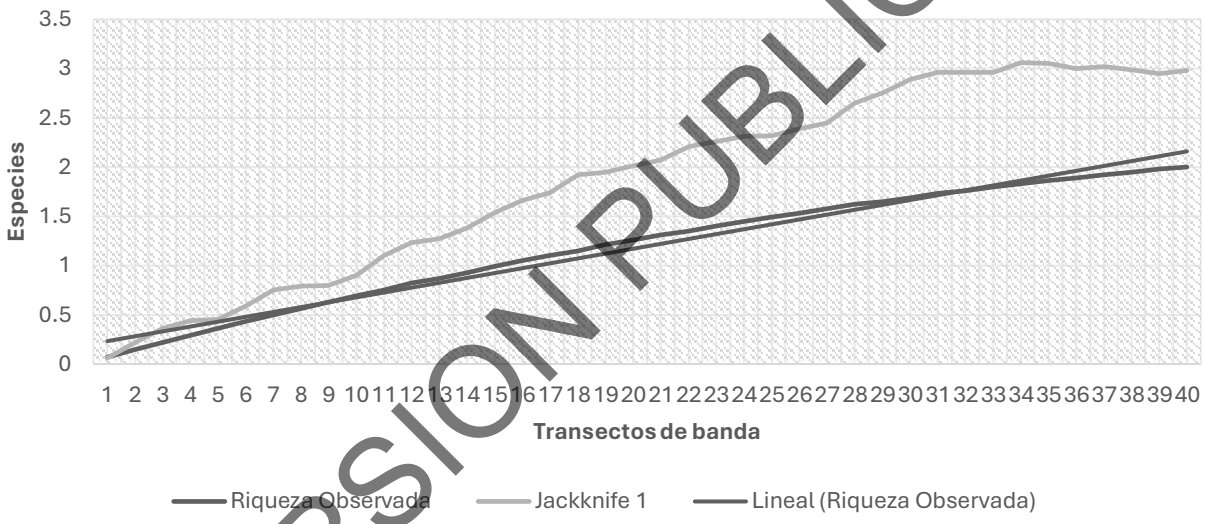


Figura 40. Curva de acumulación de especies de anfibios, a través del método de monitoreo como medida del esfuerzo de muestreo

VERSION PUBLICA

Sistema Ambiental (SA)

Respecto al grupo de **aves** se usó el método de puntos de conteo, este fue más eficaz ya que de acuerdo con el estimador Jackknife 1 sugiere que pueden registrarse hasta 99 especies (Jack1=98.6), por lo que el método utilizado tuvo una eficiencia de 84.18%, lo que representa las 83 especies registradas. En la gráfica siguiente se observa que la pendiente de la curva es muy pronunciada y los valores son próximos a la asíntota, lo que sugiere un buen esfuerzo de muestreo con el método aplicado.

Tabla 68. Eficiencia de muestreo (a través de puntos) para aves

Muestreos	Individuos	Riqueza Observada	Jackknife 1	Representación de la muestra (%)	Muestreos	Individuos	Riqueza Observada	Jackknife 1	Representación de la muestra (%)
1	33.48	11.38	11.28	11.54	21	702.98	71.43	92.05	72.44
2	66.95	20.07	29.14	20.35	22	736.45	72.39	92.26	73.42
3	100.43	27.03	40.77	27.41	23	769.93	73.28	93.04	74.32
4	133.9	32.79	50.14	33.26	24	803.4	74.12	93.71	75.17

Muestreos	Individuos	Riqueza Observada	Jackknife 1	Representación de la muestra (%)	Muestreos	Individuos	Riqueza Observada	Jackknife 1	Representación de la muestra (%)
5	167.38	37.67	57	38.20	25	836.88	74.92	93.85	75.98
6	200.85	41.87	63.12	42.46	26	870.35	75.67	94.23	76.74
7	234.33	45.54	66.99	46.19	27	903.83	76.4	94.41	77.48
8	267.8	48.78	71.93	49.47	28	937.3	77.03	94.89	78.12
9	301.28	51.67	74.9	52.40	29	970.78	77.65	95.14	78.75
10	334.75	54.25	78.1	55.02	30	1004.25	78.25	95.41	79.36
11	368.23	56.59	79.77	57.39	31	1037.73	78.82	95.75	79.94
12	401.7	58.7	81.58	59.53	32	1071.2	79.37	95.77	80.50
13	435.18	60.63	82.96	61.49	33	1104.68	79.88	96.25	81.01
14	468.65	62.39	84.9	63.28	34	1138.15	80.38	96.58	81.52
15	502.13	64	86.99	64.91	35	1171.63	80.86	97.07	82.01
16	535.6	65.49	88.26	66.42	36	1205.1	81.32	97.36	82.47
17	569.08	66.86	89.22	67.81	37	1238.58	81.76	97.71	82.92
18	602.55	68.13	89.71	69.10	38	1272.05	82.19	97.95	83.36
19	636.03	69.31	90.56	70.29	39	1305.53	82.6	98.02	83.77
20	**669.5**	**70.41**	**91.4**	**71.41**	**40**	**1339**	**83**	**98.6**	**84.18**

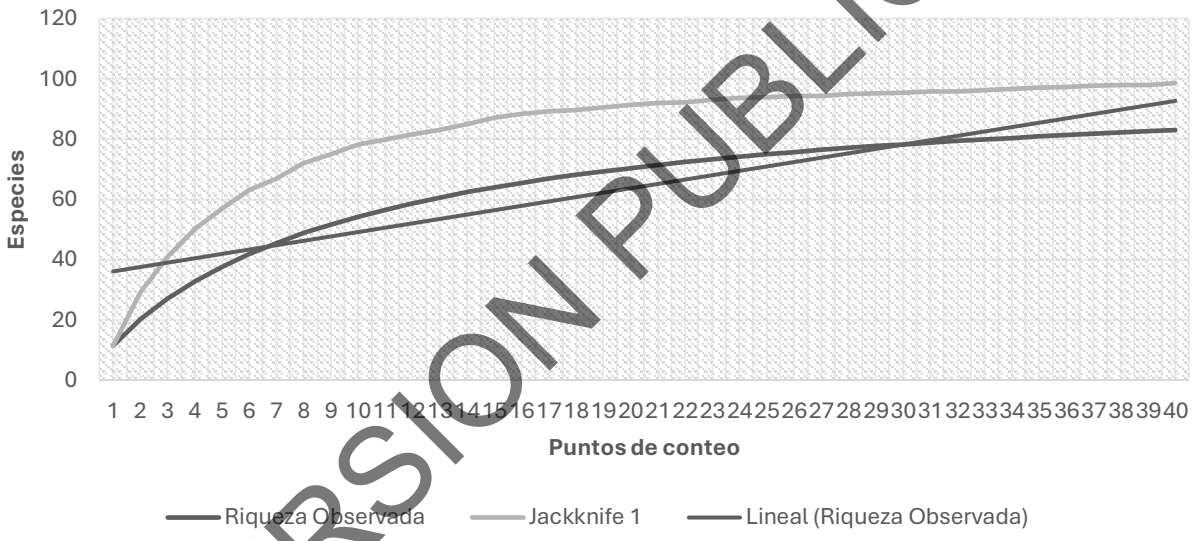


Figura 41. Curva de acumulación de especies de aves, a través del método de monitoreo como medida del esfuerzo de muestreo

VERSION PUBLICA

Sistema Ambiental (SA)

Respecto al grupo de **mamíferos** se usó el método de transectos, este fue más eficaz ya que de acuerdo con el estimador Jackknife 1 sugiere que pueden registrarse hasta 16 especies (Jack1=15.9), por lo que el método utilizado tuvo una eficiencia de 75.47%, lo que representa las 12 especies observadas. En la gráfica siguiente se observa que la pendiente de la curva empieza a pronunciarse y los valores se aproximan a la asíntota, lo que sugiere que fue bueno el esfuerzo de muestreo con el método aplicado.

Tabla 69. Eficiencia de muestreo (a través de transectos) para mamíferos

Muestreos	Individuos	Riqueza Observada	Jackknife 1	Representación de la muestra (%)	Muestreos	Individuos	Riqueza Observada	Jackknife 1	Representación de la muestra (%)
1	1.9	1.32	1.35	8.30	21	39.9	9.69	12.62	60.94
2	3.8	2.44	3.74	15.35	22	41.8	9.85	12.75	61.95
3	5.7	3.38	5.38	21.26	23	43.7	10	13.07	62.89

4	7.6	4.18	6.73	26.29	24	45.6	10.15	13.15	63.84
5	9.5	4.86	7.44	30.57	25	47.5	10.29	13.37	64.72
6	11.4	5.46	8.41	34.34	26	49.4	10.42	13.5	65.53
7	13.3	5.97	8.98	37.55	27	51.3	10.56	13.63	66.42
8	15.2	6.43	9.5	40.44	28	53.2	10.68	13.93	67.17
9	17.1	6.83	9.86	42.96	29	55.1	10.81	14.21	67.99
10	19	7.19	10.24	45.22	30	57	10.93	14.36	68.74
11	20.9	7.51	10.56	47.23	31	58.9	11.04	14.48	69.43
12	22.8	7.81	10.8	49.12	32	60.8	11.16	14.69	70.19
13	24.7	8.08	11.1	50.82	33	62.7	11.27	14.87	70.88
14	26.6	8.33	11.32	52.39	34	64.6	11.38	14.95	71.57
15	28.5	8.56	11.46	53.84	35	66.5	11.49	15.18	72.26
16	30.4	8.78	11.7	55.22	36	68.4	11.59	15.43	72.89
17	32.3	8.98	11.83	56.48	37	70.3	11.7	15.57	73.58
18	34.2	9.17	12.02	57.67	38	72.2	11.8	15.78	74.21
19	36.1	9.36	12.18	58.87	39	74.1	11.9	15.9	74.84
20	**38**	**9.53**	**12.35**	**59.94**	**40**	**76**	**12**	**15.9**	**75.47**

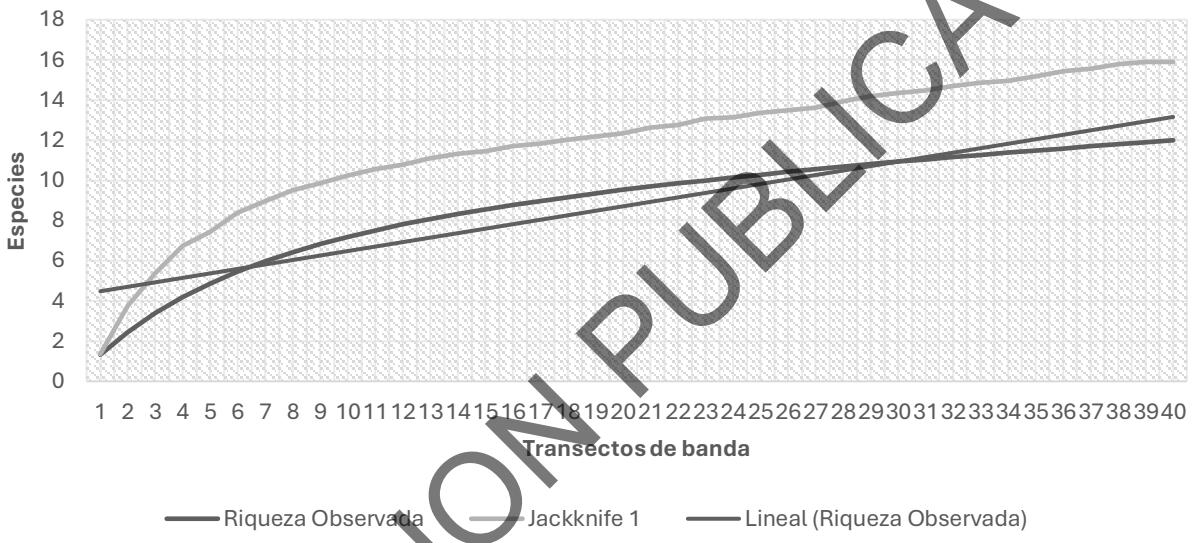


Figura 42. Curva de acumulación de especies de mamíferos, a través del método de monitoreo como medida del esfuerzo de muestreo

VERSION PUBLICA

Sistema Ambiental (SA)

En relación con el grupo de **reptiles** se usó el método de transectos, este fue eficaz ya que de acuerdo con el estimador Jackknife 1 sugiere que pueden registrarse hasta 23 especies (Jack1=22.83), por lo que el método utilizado tuvo una eficiencia de 70.08%, lo que representa las 16 especies observadas. En la gráfica siguiente se observa que la pendiente de la curva empieza a pronunciarse y los valores van en aumento hacia la asíntota (total de la curva), esto sugiere que el esfuerzo de muestreo fue bueno con el método aplicado; sin embargo, podría ser mayor. La mayoría de las especies de este grupo; al igual que los mamíferos, evitan la presencia humana, por lo que son difíciles de observar y fáciles de ahuyentar al menor disturbio.

Tabla 70. Eficiencia de muestreo (a través de transectos) para reptiles

Muestreos	Individuos	Riqueza Observada	Jackknife 1	Representación de la muestra (%)	Muestreos	Individuos	Riqueza Observada	Jackknife 1	Representación de la muestra (%)
1	1.95	1.25	1.21	5.48	21	40.95	11.89	17.24	52.08
2	3.9	2.36	3.29	10.34	22	42.9	12.15	17.68	53.22
3	5.85	3.35	5.3	14.67	23	44.85	12.42	18.06	54.40
4	7.8	4.23	6.79	18.53	24	46.8	12.67	18.41	55.50

Muestreos	Individuos	Riqueza Observada	Jackknife 1	Representación de la muestra (%)	Muestreos	Individuos	Riqueza Observada	Jackknife 1	Representación de la muestra (%)
5	9.75	5.02	7.93	21.99	25	48.75	12.92	18.79	56.59
6	11.7	5.73	9.15	25.10	26	50.7	13.16	19.24	57.64
7	13.65	6.38	10.13	27.95	27	52.65	13.41	19.72	58.74
8	15.6	6.97	11.11	30.53	28	54.6	13.62	20.04	59.66
9	17.55	7.51	11.81	32.90	29	56.55	13.85	20.19	60.67
10	19.5	8.01	12.41	35.09	30	58.5	14.06	20.33	61.59
11	21.45	8.47	13.12	37.10	31	60.45	14.28	20.53	62.55
12	23.4	8.9	13.61	38.98	32	62.4	14.49	20.8	63.47
13	25.35	9.31	14.42	40.78	33	64.35	14.69	21.05	64.35
14	27.3	9.68	15.03	42.40	34	66.3	14.89	21.4	65.22
15	29.25	10.04	15.33	43.98	35	68.25	15.09	21.69	66.10
16	31.2	10.38	15.57	45.47	36	70.2	15.28	21.95	66.93
17	33.15	10.71	15.83	46.91	37	72.15	15.46	22.22	67.72
18	35.1	11.02	16.16	48.27	38	74.1	15.65	22.4	68.55
19	37.05	11.32	16.61	49.58	39	76.05	15.83	22.68	69.34
20	**39**	**11.61**	**17.06**	**50.85**	**40**	**78**	**16**	**22.83**	**70.08**

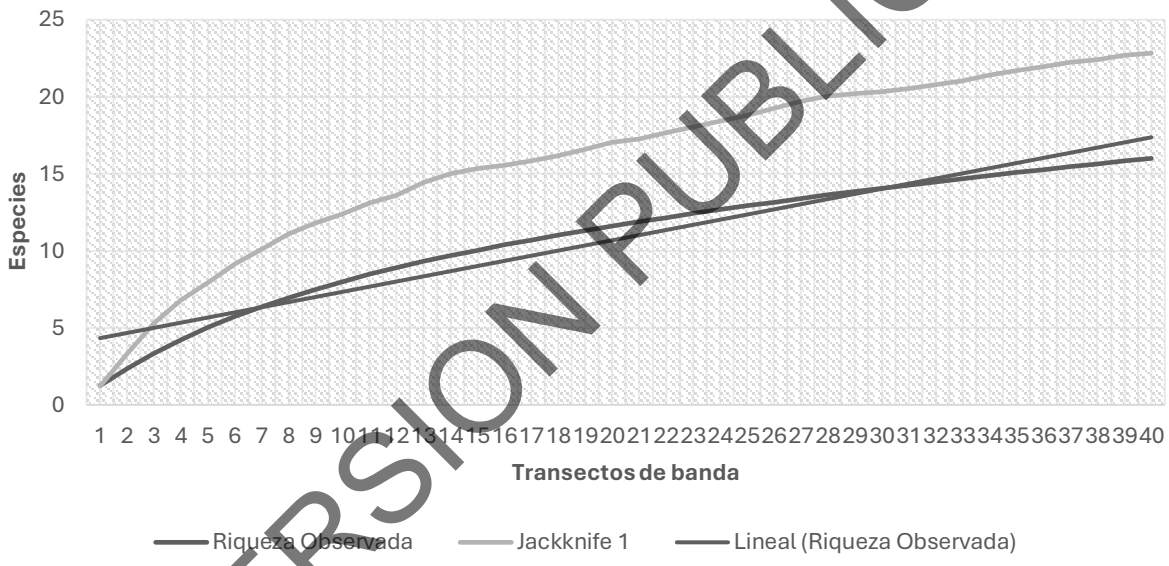


Figura 43. Curva de acumulación de especies de reptiles con el número de monitoreos como medida del esfuerzo de muestreo

VERSIÓN PÚBLICA

Esfuerzo de muestreo estimado con tipos de vegetación

Sistema Ambiental (SA)

Las estimaciones también se realizaron considerando los tipos de vegetación donde se realizaron los muestreos.

Respecto al grupo de **anfibios,** estuvo bien representado en los tipos de vegetación, a pesar de que solo se registró en ATA y VHH, ya que se obtuvo una eficacia del 70.67%. El estimador Jackknife 1 sugiere que pueden registrarse hasta tres (*Jack1*=2.83) especies, lo cual no difiere mucho de la riqueza observada (S=2).

En la gráfica siguiente se observa que la pendiente de la curva es muy pronunciada y está próxima a alcanzar la asíntota, lo que sugiere un excelente esfuerzo de muestreo con los tipos de vegetación

monitoreados; además, las curvas generadas constituyen evidencia de que la riqueza observada de especies en todos los tipos de vegetación se encuentra entre sus respectivos valores asintóticos.

Tabla 71. Eficiencia de muestreo para anfibios, analizado con los tipos de vegetación

Número de tipos de Vegetación	Individuos	Riqueza Observada	Jackknife 1	Representación de la muestra (%)
1	1	0.5	0.43	17.67
2	2	0.93	1.34	32.86
3	3	1.3	2.12	45.94
4	4	1.6	2.61	56.54
5	5	1.83	2.83	64.66
6	**6**	**2**	**2.83**	**70.67**

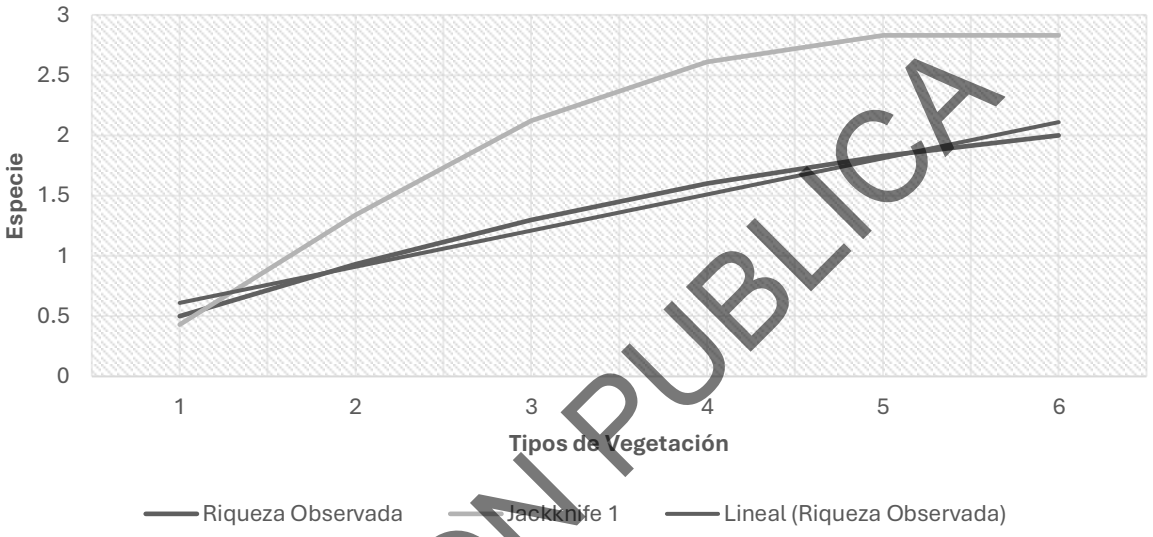


Figura 44. Curva de acumulación de especies de anfibios con tipos de vegetación

Sistema Ambiental (SA)

Respecto al grupo de **avifauna,** estuvo bien representado en todos los tipos de vegetación, ya que se obtuvo una eficacia del 80.11%. De acuerdo con el estimador Jackknife 1 sugiere que pueden registrarse hasta 109 especies (*Jack1*=108.6), de las cuales se registraron 87 durante los monitoreos. En la gráfica se observa que la pendiente de la curva es poco pronunciada y está próxima a alcanzar la asíntota, lo que sugiere un buen esfuerzo de muestreo con los tipos de vegetación monitoreados.

Las curvas generadas son evidencia de que la riqueza observada de especies en todos los tipos de vegetación se encuentra entre sus respectivos valores asintóticos.

Tabla 72. Eficiencia de muestreo para aves analizado con tipos de vegetación

Número de tipos de Vegetación	Individuos	Riqueza Observada	Jackknife 1	Representación de la muestra (%)
1	121.9	21.4	20.51	19.71
2	243.8	37.8	53.5	34.81
3	365.7	50.42	74.94	46.43
4	487.6	60.15	85.95	55.39
5	609.5	67.67	95.3	62.31
6	**1219**	**87**	**108.6**	**80.11**

VERSIÓN PÚBLICA

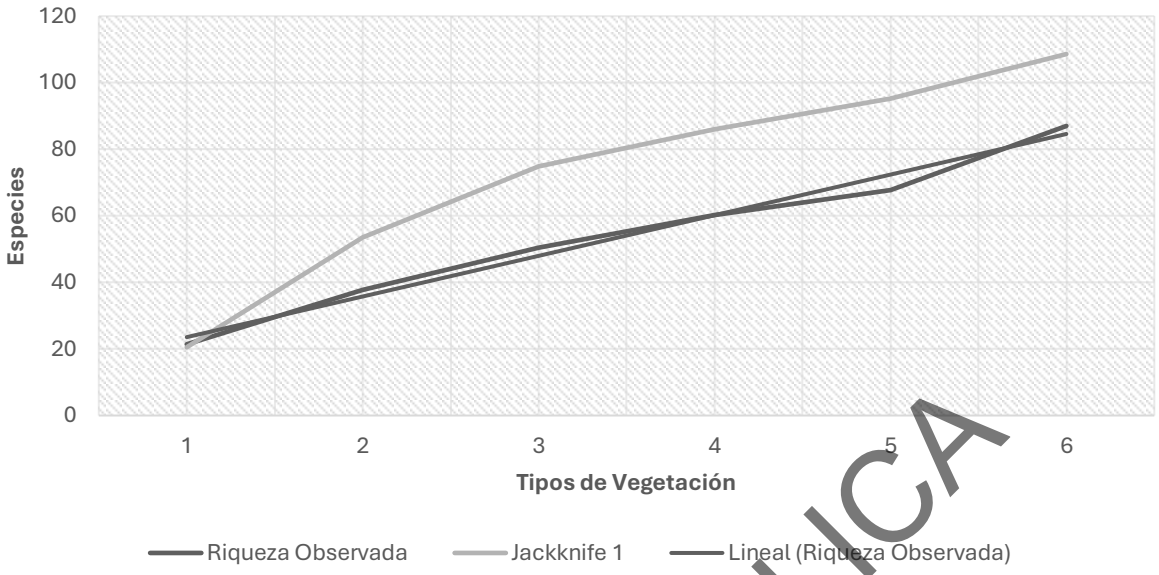


Figura 45. Curva de acumulación de especies de aves con tipos de vegetación como medida del esfuerzo de muestreo

Sistema Ambiental (SA)

El esfuerzo de muestreo para el grupo de **mamíferos** tuvo 78.28% de efectividad en todos los tipos de vegetación. De acuerdo con el estimador Jackknife 1, el número de especies que pueden registrarse es de 15 (*Jack1*=23.3), de las cuales se registraron 12 durante los monitoreos, lo cual no está lejos del valor total de la riqueza estimada.

En la gráfica se observa que la pendiente comienza a suavizarse hacia la asíntota, lo que sugiere un buen esfuerzo de muestreo con los tipos de vegetación monitoreados; así mismo, las curvas generadas demuestran que la riqueza observada de especies en todos los tipos de vegetación se encuentra cerca de los valores asintóticos.

Tabla 73. Eficiencia de muestreo para mamíferos analizado con tipos de vegetación

Número de tipos de Vegetación	Individuos	Riqueza Observada	Jackknife 1	Representación de la muestra (%)
1	12.67	5.5	5.65	35.88
2	25.33	8.13	10.91	53.03
3	38	9.55	12.44	62.30
4	50.67	10.53	13.4	68.69
5	63.33	11.33	14.52	73.91
6	**76**	**12**	**15.33**	**78.28**

VERSIÓN PÚBLICA

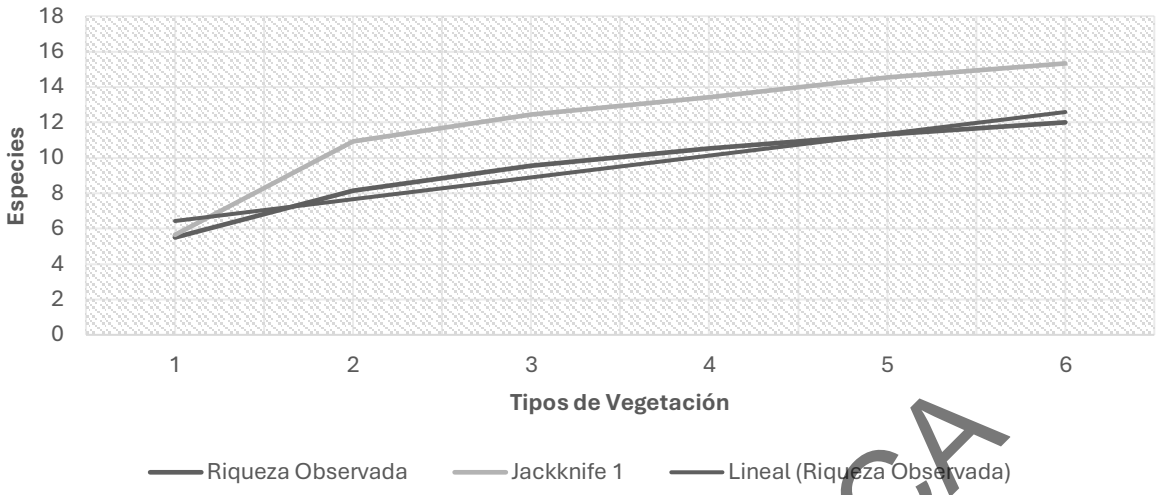


Figura 46. Curva de acumulación de especies de mamíferos con tipos de vegetación como medida del esfuerzo de muestreo

Sistema Ambiental (SA)

El esfuerzo de muestreo para los **reptiles** representó 73.29% de eficiencia en todos los tipos de vegetación monitoreados. De acuerdo con el estimador Jackknife 1, el número de especies que pueden llegar a registrarse es de 22 (*Jack1*=21.83), de las cuales se registraron 16 durante los monitoreos, esté valor no está lejos del total de la riqueza estimada.

En la gráfica de curvas se observa que la pendiente comienza a suavizarse hacia la asíntota, lo que sugiere un buen esfuerzo de muestreo con los tipos de vegetación monitoreados; las curvas generadas demuestran que la riqueza observada de especies en todos los tipos de vegetación se encuentra cerca de los valores asintóticos. Tal como se mencionó anteriormente, los hábitos de los reptiles influyen mucho en el esfuerzo de muestreo, ya que muchas de las especies son sensibles a la actividad humana, lo que los hace difíciles de observar.

Tabla 74. Eficiencia de muestreo para reptiles analizado con tipos de vegetación

Número de tipos de Vegetación	Individuos	Riqueza Observada	Jackknife 1	Representación de la muestra (%)
1	13	5.17	5.34	23.68
2	26	8.87	12.72	40.63
3	39	11.5	16.94	52.68
4	52	13.4	19.02	61.38
5	65	14.83	20.62	67.93
6	**78**	**16**	**21.83**	**73.29**

VERSIÓN PÚBLICA

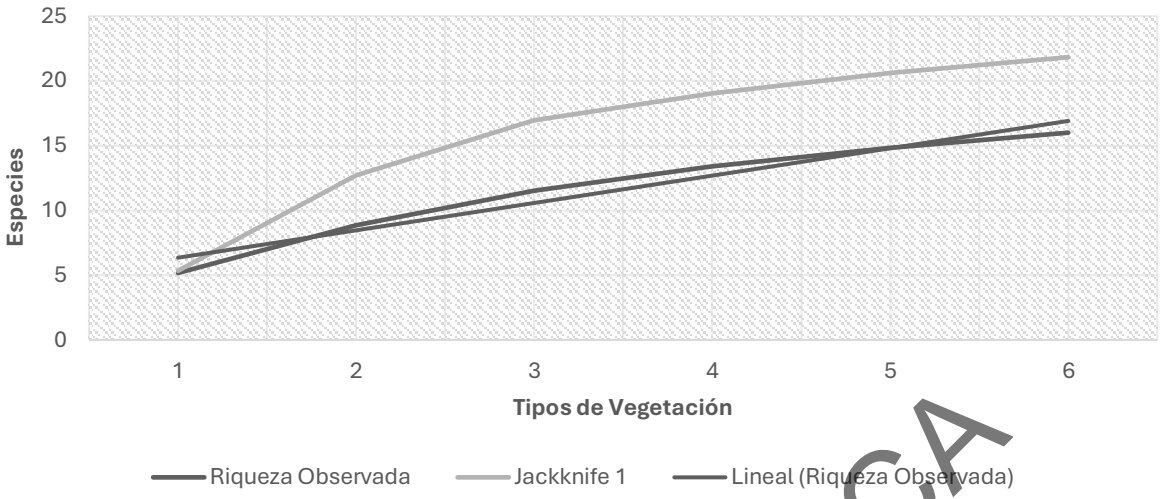


Figura 47. Curva de acumulación de especies de reptiles con tipos de vegetación como medida del esfuerzo de muestreo

Ecosistemas

De acuerdo con lo obtenido de la capa de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación del INEGI, el SA se encuentra en un sitio con tipos de vegetación en estado primario, estado secundario, así como usos de suelo distintos al forestal: Agricultura De Riego Anual **(RA)** mayormente, seguido de Agricultura De Temporal Anual **(TA)**, Vegetación Halófila Hidrófila **(VHH)** principalmente. Así mismo, en menor medida se registró Cuerpo De Agua **(H_2O)**, Asentamientos Humanos **(AH)**, Pastizal Halófilo **(PH)**, Sin Vegetación Aparente **(DV)**, Vegetación Secundaria Arbustiva De Matorral Espinoso Tamaulipeco **(VSa/MET)**, Vegetación De Dunas Costeras **(VU)**, Matorral Espinoso Tamaulipeco **(MET)**, Vegetación Secundaria Arbustiva De Vegetación De Dunas Costeras **(VSa/VU)** y Vegetación Secundaria Arbustiva De Bosque De Mezquite **(VSa/MK)**.

Esto se observa en que dentro del SA hay zonas donde se realizan actividades agrícolas y pecuarias para la subsistencia de los habitantes locales, por lo que actualmente el espacio presenta gran presión antrópica. No obstante, las condiciones de la región son idóneas para favorecer el desarrollo de estos tipos de vegetación, permitiendo que grandes extensiones de tierra presenten vegetación secundaria.

El SA presenta un grado de conservación bueno a moderado, manteniendo la estructura vertical característica de cada comunidad, con valores de diversidad que indican funcionalidad ecológica y procesos de regeneración activos. Caso contrario con el AP, que muestra un grado de conservación totalmente deteriorado, puesto que no presenta vegetación nativa.

Las fuentes de deterioro identificadas al interior del AP se asocian con factores antrópicos que tuvieron origen al momento de la construcción de la carretera que comunica con el Puerto de Matamoros.

Respecto a la fauna registrada de los diferentes grupos faunísticos muchas de estas especies son altamente tolerantes a la presencia humana, en su mayoría son especies abundantes (detectables en grandes números de individuos) y otras poco comunes (detectables en pocos números de individuos) en todo el rango de su distribución.

Actualmente algunas de las especies registradas se encuentran vulnerables o en protección especial y están protegidas por las leyes nacionales e internacionales. Cabe mencionar que ninguna de las especies presentes de aves que registraron las mayores abundancias, se encuentra bajo protección en ninguna de las normativas que aplican (Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, la lista roja de la IUCN

VERSIÓN PÚBLICA

y los apéndices de la CITES). La mayoría de las especies registradas son de hábitos gregarios, caso contrario de las especies que son solitarias y son menos probables de observar.

La importante diversidad de seres vivos en general requiere de condiciones específicas en sus hábitats para sobrevivir, por lo cual el factor climático incide en gran manera la permanencia de las especies de los diversos grupos faunísticos que tienen como hábitat el SA. A nivel estatal, Tamaulipas presenta una diversidad climática ya que se clasifica como cálido subhúmedo, que abarca la mayor parte del territorio; pero también se clasifica como seco y semiseco, seguido del cálido húmedo en menor proporción.

En Tamaulipas confluyen las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical, lo que favorece la presencia de una amplia diversidad de ecosistemas a distintas latitudes. Esta riqueza, sumada a la compleja topografía accidentada del territorio, otorga a México un elevado número de especies endémicas (Espinosa et al., 2008).

Las especies indicadoras son organismos cuya presencia, ausencia o abundancia reflejan el estado de salud de un ecosistema, es por ello por lo que, funcionan como sensores biológicos porque son especialmente sensibles a cambios físicos, químicos o biológicos en su entorno. Su estudio permite evaluar la calidad ambiental y detectar perturbaciones antes de que sean visibles en el ecosistema.

De forma general, los anfibios han sido propuestos como especies centinelas e indicadoras de la calidad ambiental debido a sus características ecológicas y biológicas. A pesar de ser un grupo muy diverso y presentar una amplia distribución, las poblaciones en diferentes regiones del mundo están disminuyendo e incluso extinguiéndose. La presencia de estas especies aporta elementos para la realización de estudios de calidad del ambiente de ecosistemas asociados con problemáticas ambientales complejas, empleando un conjunto de biomarcadores a diferentes niveles de organización, utilizando anuros autóctonos como bioindicadores a partir del diagnóstico integral del estado de salud de los individuos.

Estas especies indicadoras son sensibles al ambiente, es decir, reaccionan rápidamente a cambios producidos por la contaminación, temperatura, humedad o disponibilidad de recursos, por lo que permiten anticipar riesgos ecológicos y orientar a medidas de conservación.

En el caso particular de las aves, las especies de la familia Accipitridae registradas en el SA prefieren el dosel de la vegetación; sin embargo, también buscan otras estructuras antrópicas como los postes eléctricos para acechar a sus presas desde las alturas. El resto de las especies (incluyendo los otros grupos faunísticos) tiene una distribución vertical heterogénea.

Todas las especies registradas en el SA cumplen funciones ecológicas esenciales, ya que muchas de ellas (de los diferentes grupos faunísticos) se alimentan de insectos y actúan como controladoras naturales de poblaciones que podrían afectar la zona agrícola, otras consumen carroña y contribuyen al reciclaje de nutrientes al eliminar restos orgánicos y evitar la proliferación de patógenos, mientras que las que se alimentan de semillas favorecen la restauración de ecosistemas al dispersarlas y las que consumen polen aseguran la reproducción de las plantas. En conjunto, estas especies no solo aprovechan los recursos disponibles, sino que participan activamente en las relaciones tróficas y brindan servicios ambientales que garantizan la variabilidad genética, la sucesión de especies y la resiliencia de los ecosistemas en áreas amplias.

En el caso de las aves, así como de los mamíferos medianos y grandes que poseen un rápido desplazamiento, realizan movimientos diarios de varios kilómetros entre los sitios de descanso, refugio y alimentación, lo que les permite aprovechar distintos recursos distribuidos en el territorio; mientras que los reptiles, anfibios y pequeños mamíferos de desplazamiento lento suelen permanecer en áreas más reducidas, condicionadas principalmente por la disponibilidad de alimento y refugio, lo que refleja la diversidad de estrategias de movilidad y uso del hábitat entre los distintos grupos de fauna.

El área del SA y de influencia del AP atraviesan una porción del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo (APFFLMDRB) ubicada en Tamaulipas y se considera una de las

VERSIÓN PÚBLICA

áreas naturales protegidas costeras de mayor relevancia a nivel nacional. Por su ubicación geográfica, se encuentra en el límite y la transición de las regiones biogeográficas neártica y neotropical, lo que propicia que se presente una entremezcla de especies de flora y fauna de ambas regiones, resultando con ello una elevada riqueza biológica que se incrementa aún más gracias a que incluye importantes refugios y rutas migratorias de aves acuáticas y otros grupos biológicos (SEMARNAT-CONANP, 2015).

Respecto a las especies migratorias de invierno (VI) que tienen distribución potencial en el SA se registraron 11 en la NOM-059-SEMARNAT-2010: avetoro norteño (*Botaurus lentiginosus*), playero occidental (*Calidris mauri*) y picopando canelo (*Limosa fedoa*) como Amenazadas (A); chorlo chiflador (*Charadrius melodus*) en Peligro de extinción (P) y gavilán pecho canela (*Accipiter striatus*), grulla gris (*Antigone canadensis*), búho sabanero (*Asio flammeus*), gavilán de Cooper (*Astur cooperii*), aguililla pecho rojo (*Buteo lineatus*), halcón peregrino (*Falco peregrinus*) y cigüeña americana (*Mycteria americana*) en Protección especial (Pr).

La enorme diversidad de humedales de diferentes características físicas y ecológicas permite que las aves acuáticas encuentren alimento y refugio durante la temporada de invierno para satisfacer esta importante etapa en su ciclo de vida, donde la mayor diversidad de estas aves suele ser anátidos. La búsqueda de estas zonas, principalmente de agua dulce, permiten que puedan beber y lavarse el exceso de sales obtenidas de las áreas de alimentación (DUMAC, 2024). La importante diversidad de seres vivos en general requiere de condiciones específicas en sus hábitats para sobrevivir, por lo cual la protección del APFFLMDRB favorece en gran manera la permanencia de las especies de los diversos grupos faunísticos que tienen como hábitat estos sitios.

Ecosistemas ambientalmente sensibles

Los ecosistemas ambientalmente sensibles son aquellos que, por su fragilidad ecológica, biodiversidad única o funciones ecológicas críticas, requieren especial atención en su conservación y manejo. En México, este concepto es particularmente relevante porque el país es considerado megadiverso, albergando cerca del 10% de la biodiversidad mundial, lo que implica una enorme responsabilidad en su protección.

La importancia de estos ecosistemas se asocia a diferentes valores, tales como su a) biodiversidad, son sitios con presencia de especies endémicas o bajo algún estatus de protección; b) servicios ecosistémicos, mantienen procesos naturales esenciales como los ciclos de nutrientes, polinización, regulación hídrica, regulación del clima, protección de suelos, recarga de acuíferos y mantienen la calidad del agua, entre otros servicios; c) bienestar humano, proveen alimentos, medicinas y recursos, además de sostener actividades culturales y económicas; y d) resiliencia climática, es decir, ayudan a mitigar los efectos del cambio climático, como sequías e inundaciones.

Dentro de los tipos de uso de suelo y vegetación presentes en el SA, algunos se consideran ecosistemas ambientalmente sensibles en México, principalmente porque son frágiles, cumplen funciones ecológicas críticas y están altamente amenazados por actividades humanas, tales como:

- Vegetación de Dunas Costeras VU: es considerada como pionera de los principales fijadores de sustrato, dando comienzo a las sucesiones ecológicas de las comunidades vegetativas terrestres. Son consideradas patrimonio biocultural y primera línea de defensa frente a fenómenos hidrometeorológicos como tormentas y huracanes, amortiguando la energía del oleaje, albergan especies endémicas adaptadas a condiciones extremas de salinidad y viento. Son frágiles debido a la urbanización y el turismo desordenado degradan rápidamente su estructura (Biodiversidad, 2026).

- Cuerpos de agua H_2O (Humedales): Los ecosistemas acuáticos (ríos, lagos, humedales) son altamente sensibles por su papel en la regulación hidrológica, provisión de agua y hábitat de especies acuáticas. Son considerados ecosistemas sensibles, ya que mantienen la biodiversidad al ser hábitat de aves acuáticas, peces y anfibios; proveen agua dulce, regulan el microclima y

VERSIÓN PÚBLICA

purifican el agua; son vulnerables a la contaminación, sobreexplotación y cambios en el uso de suelo, por esto y más favorecen el bienestar de comunidades locales (Biodiversidad, 2026).

- Vegetación Halófila Hidrófila VHH: estos tipos de vegetación son considerados frágiles, porque su distribución es restringida y depende de condiciones hidrológicas muy específicas, cualquier alteración (urbanización, drenaje, contaminación) puede degradarla rápidamente. Son de importancia ecológica ya que se desarrollan en zonas costeras inundables y salinas, donde pocas especies pueden sobrevivir; regulan la salinidad del suelo y protegen contra la erosión, además es vulnerable a la alteración hidrológica y a la expansión urbana (INEGI, 2021; SEMARNAT, 2026).

- Pastizales Halófilos PH: Son comunidades vegetales dominadas por pastos adaptados a suelos salinos, por lo que su importancia ecológica radica en que es un hábitat especializado con alta diversidad, además de que albergan especies endémicas; en algunos sitios sirven como áreas de pastoreo en sistemas ganaderos extensivos. Se considera un ecosistema sensible ya que se encuentra amenazado por la ganadería intensiva, la modificación del suelo y la pérdida de hábitat (SEMARNAT, 2026).

En el caso de los asentamientos humanos y las áreas agrícolas (de riego y de temporal) no se consideran ecosistemas sensibles, caso contrario sí son relevantes en términos de impacto ambiental debido la presión que ejercen sobre los ecosistemas naturales.

La conservación de los ecosistemas es un tema central en el contexto de cambio climático. Por una parte, los ecosistemas se ven afectados por el cambio climático, y por otra, juegan un papel muy importante en la regulación del clima y en el secuestro de carbono de la atmósfera. El cambio climático, junto con la destrucción del hábitat, la contaminación, la sobreexplotación, el desarrollo urbano y la presencia de especies invasoras son algunas de las causas de la pérdida de la diversidad biológica.

El impacto del cambio climático puede provocar cambios en la distribución de especies, disrupciones en las redes tróficas, alteraciones en la sincronía de los ciclos de vida, lo cual puede afectar la funcionalidad y la resiliencia de los ecosistemas. Generar conocimiento sobre los impactos del cambio climático en la biodiversidad es fundamental para desarrollar políticas y acciones que permitan atenuar dichos impactos.

La Dirección de Vulnerabilidad y Adaptación Ecológica (DVAE) contribuye al cumplimiento de los compromisos nacionales e internacionales en materia de cambio climático y biodiversidad, a través del conocimiento científico sobre la conservación de ecosistemas, con una perspectiva de “Adaptación basada en Ecosistemas” (AbE), y sobre los impactos del cambio climático en los hábitats y las especies que habitan en ellos. El enfoque AbE menciona de que los ecosistemas saludables y el mantenimiento de sus servicios ambientales, reducen la vulnerabilidad al cambio climático de las comunidades humanas, secuestran y almacenan carbono, lo cual constituye un vínculo con la mitigación al cambio climático.

Los factores ambientales son las dimensiones específicas del entorno natural y social que pueden ser alteradas por un proyecto, cada factor representa un componente del sistema (vegetación, fauna, aire, agua, suelo, paisaje, sociedad) cuya fragilidad indica qué tan vulnerable es frente a impactos, por lo que la finalidad es presentar indicadores que reflejen el nivel de fragilidad de cada factor y sus umbrales, de manera que se pueda evaluar los impactos y orientar las medidas de prevención, mitigación o compensación. La clave es que un indicador de fragilidad debe reflejar la vulnerabilidad de un sistema frente a presiones externas y su capacidad de recuperación.

También se le asignó un nivel de significancia de cada impacto ambiental, que se mide considerando la magnitud del impacto (leve, moderado, severo), extensión espacial (local,), duración temporal (corto, mediano, largo plazo) y reversibilidad (reversible, parcialmente reversible, irreversible), con lo que se puede clasificar cada impacto en bajo, medio o alto nivel de significancia.

VERSIÓN PÚBLICA

IV.2.3. Medio socioeconómico

El municipio de Matamoros se localiza en el extremo noreste del estado de Tamaulipas, en una posición colindante con los Estados Unidos y con frente al Golfo de México. Su localización geográfica le confiere un papel relevante dentro de la dinámica económica, al integrarse al corredor fronterizo industrial y comercial del norte del país. La economía municipal se sustenta en industria maquiladora orientada a exportación, comercio transfronterizo, actividades agropecuarias en su zona rural y aprovechamientos pesqueros en el litoral, configurando una estructura productiva diversificada con fuerte vinculación a mercados internacionales.

La localización del AP se encuentra en una franja territorial que vincula la zona portuaria del litoral del Golfo de México con áreas continentales de uso predominantemente agropecuario y de baja densidad poblacional. Desde el contexto socioeconómico, el área de influencia se inserta en una región con vocación logística y estratégica para el comercio exterior, dada su proximidad fronteriza y su conexión con corredores carreteros y portuarios de relevancia. Es relevante señalar la superposición con el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo, lo que introduce condicionantes regulatorias y de gestión territorial específicas.

En términos de estructura territorial, el AP se emplaza en una zona con baja concentración urbana inmediata, caracterizada por usos de suelo predominantemente rurales y por la presencia de infraestructura estratégica vinculada a actividades portuarias y energéticas.

Población

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI), el municipio de Matamoros registró una población total de 541,979 habitantes, conformada por 274,281 mujeres (50.6%) y 267,898 hombres (49.4%). Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 15 a 19 años (47,900 habitantes), 10 a 14 años (47,820 habitantes) y 20 a 24 años (47,084 habitantes). Entre ellos concentraron el 26.3% de la población total.

Tabla 75. Población a nivel nacional, estatal y municipal en 2020

Indicador	Matamoros	Tamaulipas	México
Población Total	541,979	3,527,735	126,014,024
Mujeres (%)	50.6	50.8	51.2
Hombres (%)	49.4	49.2	48.8
Crecimiento Poblacional	10.8	7.93	11.96
Densidad Poblacional (Hab/Km2)	118	44	64
Hablantes de lengua indígena (%)	1.01	0.88	6.5

La pirámide poblacional presenta una base relativamente amplia y un ensanchamiento en los grupos de edad y adultos jóvenes, particularmente entre los 10 y 39 años, lo que indica una elevada proporción de población en edades potencialmente productivas y de incorporación al mercado laboral. Este patrón sugiere una dinámica demográfica asociada con crecimiento urbano sostenido y una demanda relevante de empleo, servicios educativos, vivienda y equipamiento urbano.

Los grupos de edad de infancia temprana (0 a 9 años) presentan una ligera reducción, lo que sugiere una tendencia reciente hacia la disminución de la fecundidad, fenómeno consistente con los procesos de transición demográfica observados en diversas regiones urbanas del norte del país. En contraste, la población de 60 años y más muestra una participación proporcionalmente menor dentro del total poblacional, aunque con un incremento progresivo de la representación femenina en los grupos de edad avanzada, situación asociada con una mayor esperanza de vida de las mujeres.

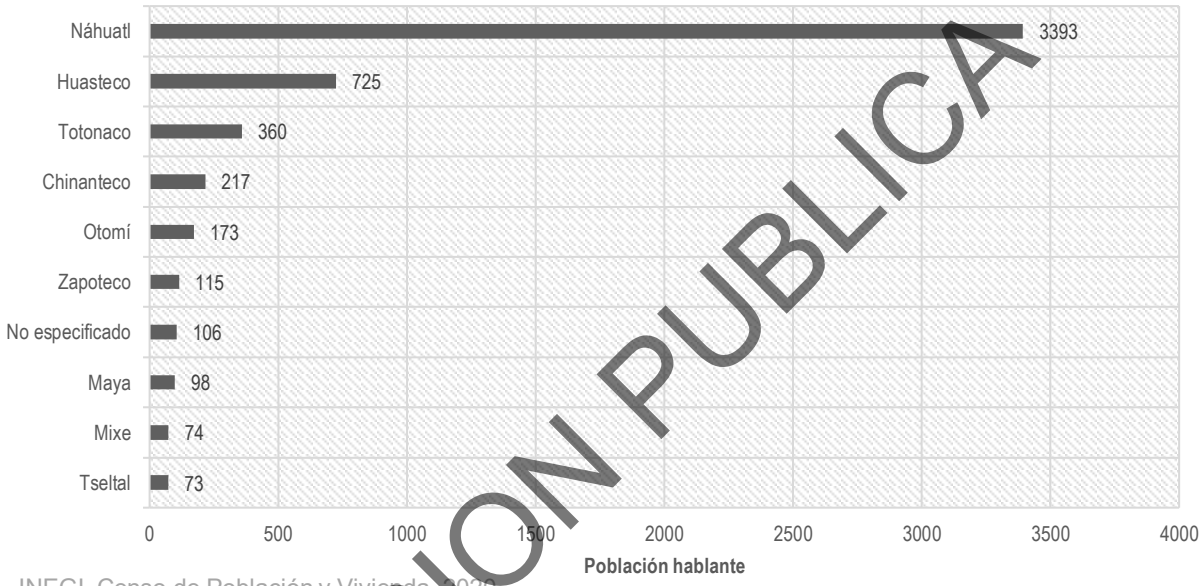
En términos generales, la estructura poblacional observada indica que el municipio mantiene una base demográfica predominantemente joven-adulta, con un volumen significativo de población en edad laboral

VERSIÓN PÚBLICA

que, en el corto y mediano plazo, puede incidir en la dinámica económica local y en la demanda de infraestructura, servicios públicos y oportunidades de empleo. Este comportamiento demográfico constituye un elemento relevante para el análisis del medio socioeconómico, ya que refleja tanto el potencial de crecimiento de la población económicamente activa como las necesidades futuras de planificación urbana y provisión de servicios en el territorio municipal.

Población indígena

La población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena fue 5,334 personas, lo que corresponde a 1.01% del total de la población de Matamoros. Las lenguas indígenas más habladas fueron Náhuatl (3,393 habitantes), Huasteco (725 habitantes) y Totonaco (360 habitantes).



INEGI. Censo de Población y Vivienda. 2020.

Figura 48. Principales lenguas indígenas habladas en Matamoros

De acuerdo con la capa Localidades Indígenas INPI 2020, basada en el Censo de Población y Vivienda 2020 de INEGI, en el área del AP se reporta la presencia de ocho comunidades indígenas. La población máxima reportada para estas localidades es 14 personas, siendo las más pobladas Antonio Silva y Revolución (Pablo Criado Garza), Daniel Ayala reporta 5 personas, Santa Rita 4 personas y Las Rusias (Pedro Báez) 2 personas, para el resto de las localidades no se reportó población.

Tabla 76. Comunidades indígenas en la zona del AP

Clave	Clave de localidad	Nombre de localidad	Tipo de localidad	Población total
2802207610073800	0761	Antonio Silva	B	14
2802210040073800	1004	Revolución (Pablo Criado Garza)	B	14
2802208861917800	0886	Daniel Ayala	A	5
2802204370209800	0437	Santa Rita	A	4
2802212801103800	1280	Las Rusias (Pedro Báez)	A	2
2802212691103800	1269	Guadalupe (Juan Degollado)	B	0
2802218950020800	1895	Everardo Sandoval Buenrostro	B	0
2802219900035800	1990	El Realito (Mario Zolezi)	A	0

Población afrodescendiente

La población de 3 años y más que se identifica como afrodescendiente fue de 7,029 personas, lo que corresponde a 1.3% del total de la población de Matamoros. En hombres, el rango de edad que concentró

VERSION PUBLICA

mayor población fue 20 a 24 años, representando un 5.76%, seguido de 25 a 29 años con 5.02%. En mujeres, el rango de edad que concentró mayor población fue 20 a 24 años con 4.52%, seguido de 25 a 29 años con 3.94%.

Inmigración

La mayor cantidad de personas migrantes que ingresó a Matamoros en los últimos 5 años provino de Estados Unidos (3,400), Honduras (107), Cuba (72), Belice (57), Ecuador (40), Guatemala, Argentina y Brasil (37) y El Salvador (34). Las principales causas de migración a Matamoros en los últimos años fueron familiares (1,615 personas), legales (573 personas) y personales (404 personas).

Calidad de vivienda

El análisis de las características de la vivienda en Matamoros constituye un componente fundamental para la evaluación del medio socioeconómico, ya que permite identificar las condiciones de habitabilidad, el nivel de consolidación urbana y la cobertura de servicios básicos, elementos directamente vinculados con la calidad de vida de la población y con la capacidad del territorio para absorber nuevos desarrollos productivos.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, la estructura física de las viviendas particulares habitadas en el municipio de Matamoros muestra una composición predominantemente intermedia en cuanto a número de cuartos y dormitorios, lo que refleja un nivel de consolidación urbana característico de una ciudad capital de tamaño medio. En ese año, el 19.5% de las viviendas contaban con cuatro cuartos, mientras que el 43.2% disponían de tres cuartos, concentrando entre ambas categorías más de la mitad del parque habitacional. Esta configuración sugiere que una proporción importante de viviendas ofrece espacios relativamente amplios para la vida familiar.

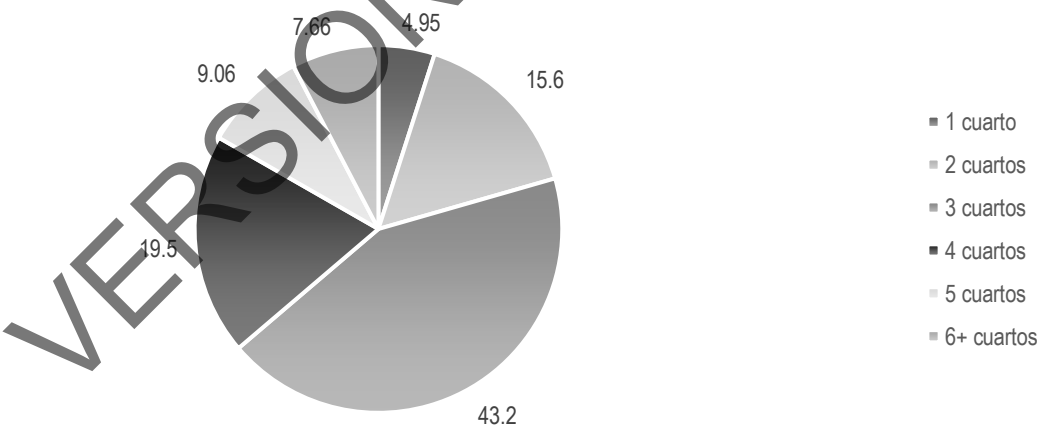


Figura 49. Porcentaje de viviendas que disponen de (n) cuartos

En cuanto al número de dormitorios, el 53.6% de las viviendas disponían de dos dormitorios y el 30.2% de uno solo, lo que indica que aproximadamente ocho de cada diez viviendas se concentran en rangos de uno a dos dormitorios. Esta distribución sugiere una predominancia de viviendas de tamaño reducido, asociadas generalmente a hogares nucleares o de menor tamaño promedio.

Si se considera que el tamaño promedio del hogar reportado es de 3.4 integrantes por vivienda y que el 53.6% de las viviendas dispone de dos dormitorios, puede inferirse que, en su mayoría, la distribución de los ocupantes por habitación se mantiene dentro de parámetros aceptables de ocupación, lo que sugiere condiciones de habitabilidad relativamente adecuadas en términos de disponibilidad de espacio para el

VERSIÓN PÚBLICA

descanso. Bajo este supuesto, el promedio indicaría una relación aproximada de entre 1.5 y 2 personas por dormitorio, valor que generalmente no se asocia con condiciones de hacinamiento crítico.

Respecto al acceso a servicios básicos, el panorama general es favorable comparando el contexto estatal con nacional, únicamente presentando una cifra baja en acceso a drenaje. Tamaulipas registra un 89.4% de cobertura de agua entubada, indicando una cifra superior al promedio nacional de 78%. En relación con el acceso a electricidad reporta un 99.2%, encontrándose ligeramente por encima del promedio nacional de 99%. En el acceso al drenaje demostró una cifra más baja (86.9%) con respecto al promedio nacional de 96%.

A nivel municipal, en Matamoros se presenta un acceso a agua entubada del 79.4%, por encima del promedio nacional, pero por debajo del estatal, en acceso a electricidad presenta un 80.7%, dato inferior a ambos promedios de comparación. Por último, respecto al acceso al drenaje reporta un 78.1%, cifra inferior tanto al promedio estatal como nacional.

Tabla 77. Acceso a servicios básicos y características de viviendas a nivel nacional, estatal y municipal

Indicador	Matamoros	Tamaulipas	México
Viviendas Con Agua Entubada (%)	79.4	89.4	78
Viviendas Con Electricidad (%)	80.7	99.2	99
Viviendas Con Drenaje (%)	78.1	86.9	96
Viviendas Con 4 Cuartos (%)	19.5	23.4	N/A
Viviendas Con 2 Dormitorios (%)	53.6	47.1	42
Tamaño Promedio Del Hogar (2020)	3.4	3.6	3.6

En conjunto, la información analizada indica que el municipio de Matamoros presenta un nivel de consolidación urbana intermedio–alto, con una estructura habitacional predominantemente formal, de tamaño moderado y funcionalmente compatible con el tamaño promedio de los hogares. La distribución de cuartos y dormitorios sugiere condiciones habitacionales adecuadas para núcleos familiares pequeños, aunque con capacidad limitada para absorber incrementos significativos en la densidad sin procesos de ampliación o densificación planificada.

En materia de servicios básicos, el abastecimiento de agua entubada se encuentra ligeramente superando el promedio nacional, lo que refleja una base de infraestructura sólida; no obstante, la cobertura de drenaje y electricidad aún presenta rezagos relativos que deben considerarse en escenarios de crecimiento urbano. En términos socioeconómicos, el municipio cuenta con condiciones estructurales favorables para sostener nuevos desarrollos productivos, siempre que éstos se acompañen de una planeación territorial y de infraestructura que anticipe presiones adicionales sobre el suelo urbano y los servicios públicos.

Población económicamente activa

El análisis de la Población Económicamente Activa (PEA) constituye un elemento fundamental dentro del diagnóstico socioeconómico, ya que permite evaluar la capacidad productiva del territorio, el dinamismo del mercado laboral y el grado de integración de la población en actividades económicas formales e informales. Este indicador resulta particularmente relevante en APs de infraestructura estratégica, dado que permite estimar la disponibilidad de mano de obra, la presión sobre el empleo local y la posible generación de encadenamientos económicos.

A nivel estatal, Tamaulipas registró durante el primer trimestre de 2025 una tasa de participación laboral del 59.6%, lo que representa un incremento de 0.23 puntos porcentuales en comparación con el trimestre inmediato anterior, cuando este indicador registró un valor de 59.4%. Por su parte, la tasa de desocupación alcanzó 3.39%, equivalente a aproximadamente 57.3 mil personas sin empleo. Este valor representa un aumento de 0.38 puntos porcentuales respecto al trimestre previo, en el cual la tasa se situó en 3.01%. Estos datos reflejan una ligera expansión de la participación de la población en el mercado laboral, acompañada de un incremento moderado en los niveles de desocupación.

VERSIÓN PÚBLICA

Durante el primer trimestre de 2020, Tamaulipas contaba con una población total de 12 años y más de 2,821,271 personas, de los que 1,646,601 conforman la población ocupada y 52,920 la población desocupada, conformando una población económicamente activa de 1,699,521 personas, representando un aproximado en tasa de participación laboral de 60.2% y una tasa de desocupación de 3.11% para el primer trimestre de dicho año.

Respecto al nivel municipal, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda, en 2020 Matamoros registró que el total de población de 12 años y más es de 432,267 personas, de las cuales, 267,394 conforman la población ocupada y 6,627 la población desocupada, en conjunto, 274,021 personas constituyen la población económicamente activa en el municipio de Matamoros. Para el municipio se presenta un participación laboral del 63.39% y una tasa de desocupación del 2.42%.

Tabla 78. Población económicamente activa a nivel estatal y municipal

Indicador	Matamoros	Tamaulipas
Población total de 12 años y más	432,267	2,821,271
Población Económicamente Ocupada (PEA)	274,021	1,699,521
Población total de 12 años y más ocupada	267,394	1,646,601
Población total de 12 años y más desocupada	6,627	52,920
Tasa de participación laboral (%)	63.39	60.2
Tasa de desocupación (%)	2.42	3.11

Los indicadores laborales disponibles muestran que el mercado de trabajo en el estado de Tamaulipas mantiene niveles relativamente estables de participación económica, con una proporción importante de población integrada a actividades productivas y niveles de desocupación moderados, no obstante, el incremento reciente en la tasa de desocupación, sugiere la presencia de presiones en el mercado laboral derivadas del crecimiento de la población económicamente activa y de la necesidad de ampliar las oportunidades de empleo. A escala municipal, en Matamoros se refleja una dinámica económica ligeramente más favorable que el promedio estatal, caracterizada por una mayor proporción de población integrada al mercado de trabajo y menores niveles de desocupación relativa. Este patrón es consistente con el perfil productivo del municipio, vinculado a actividades industriales, comerciales y logísticas asociadas a su localización fronteriza.

La ejecución de obras suele implicar contratación de mano de obra directa e indirecta, incremento en la demanda de servicios locales y participación de proveedores es, lo que puede traducirse en ingresos temporales adicionales para la población local.

En el mediano y largo plazo, la presencia del AP puede contribuir a mejorar la seguridad y competitividad logística del municipio, facilitando el transporte de mercancías hacia el puerto y fortaleciendo la articulación con cadenas productivas es e internacionales. Esta conectividad puede favorecer la atracción de inversión, el establecimiento de nuevas actividades industriales y la expansión del comercio, generando condiciones para la creación de empleos permanentes y el incremento del ingreso en sectores vinculados al transporte, logística y servicios asociados.

Escolaridad

El nivel educativo de la población constituye un indicador clave para la caracterización del medio socioeconómico, ya que refleja el grado de formación de la población, su capacidad de inserción en el mercado laboral y las condiciones estructurales de desarrollo social del territorio, así como identificar tanto el acceso efectivo a los sistemas educativos como las brechas existentes en la formación básica de la población, elementos que inciden directamente en la productividad, la movilidad social y el desarrollo económico del municipio de Matamoros.

En 2020, los principales grados académicos de la población de Matamoros fueron Secundaria (33.3%), Preparatoria o Bachillerato General (25.7%) y Primaria (19%).

VERSIÓN PÚBLICA

En 2020, la tasa de analfabetismo promedio para el municipio de Matamoros era de 2,18%, correspondiendo a 8,837 personas, donde 46.8% de la población corresponde a hombres y 53.2% a mujeres.

Marginación

De acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), los niveles de marginación se identifican en cinco categorías:

La pobreza extrema se caracteriza por ingresos insuficientes para adquirir la canasta alimentaria básica, aun destinando la totalidad de los recursos disponibles a este fin, además de presentar múltiples carencias sociales. La pobreza moderada, por su parte, se refiere a personas cuyos ingresos son insuficientes para cubrir necesidades básicas ampliadas y que presentan al menos una carencia social.

Las personas vulnerables por carencias sociales toman en cuenta indicadores como ingreso corriente per cápita, rezago educativo promedio en el hogar, acceso a servicios de salud y seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, acceso a servicios básicos de la vivienda, acceso a la alimentación, grado de inseguridad alimentaria y grado de cohesión social. Las personas vulnerables por ingresos son aquellas que no presenta carencias sociales, pero cuyo ingreso es inferior o igual a la línea de bienestar, lo que significa que no tienen recursos suficientes para adquirir la canasta básica completa. Por último, se encuentran las personas no vulnerables.

En 2020, 181,929 personas (31.3%) de la población del municipio de Matamoros se encontraba en situación de pobreza moderada y 19,549 personas (3.36%) en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales fue de 129,068 personas (22.2%), mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 85,379 personas (14.7%).

Tabla 79. Nivel de marginación en Matamoros en 2010-2020

Indicador	2010	2015	2020
Moderada pobreza (%)	35.68	35.49	31.3
Extrema pobreza (%)	5.53	4.23	3.36
Vulnerables por carencias sociales (%)	23.73	22.76	22.17
Vulnerables por ingresos (%)	12.82	10.99	14.67
No vulnerable (%)	22.23	26.53	28.55

Respecto a cada categoría, a través de los años la pobreza moderada se mantuvo arriba de 180,000 personas, siendo el año más alto 2015 con 187,287 afectadas, y el menor 2020 con 181,929, indicando una ligera disminución en las cifras. La pobreza extrema presentó su menor cifra en 2020 con 19,549 personas afectadas, y el año más afectado fue 2010 con 28,497 personas. Las personas vulnerables con carencias sociales aumentaron en 2020, con 129,068 personas afectadas, presentando un incremento de +9000 personas desde el año más bajo, 2015, de 120,062 personas afectadas. A su vez, también aumentaron en 2020 las personas vulnerables por ingresos, afectando a 85,379 personas, igualmente aumentando su cifra más baja en 2015, de 57,963 afectadas, un aumento de +27,000 personas.

VERSIÓN PÚBLICA

IV.2.4. Paisaje

El concepto de paisaje se define como la extensión del terreno que puede apreciarse desde un sitio, es decir, todo aquello que ingresa en el campo visual desde un determinado punto donde se cuenta con la presencia de un sujeto observador y del objeto observado (el terreno). El paisaje está formado por las características naturales del entorno y por la influencia humana (construcciones, contaminación, actividades antrópicas, etc.). En otras palabras, el paisaje es un área de la superficie terrestre que resulta de la interacción entre distintos factores (bióticos, abióticos y antrópicos) y que cuentan con un reflejo visual en el espacio (Forman y Godrón, 1986).

El paisaje constituye un elemento para la evaluación de impacto ambiental, ya que proporciona una visión conjunta de cada uno de los elementos de un territorio. Para la evaluación de impacto ambiental sobre el paisaje los parámetros a utilizar varían de un área a otra y su relación con las características del AP. Por lo anterior, existen distintas técnicas utilizadas para inventariar, identificar y evaluar el estado del paisaje, donde principalmente se abordan a través de sus cualidades de visibilidad, fragilidad y calidad (Espinoza, 2001).

En el paisaje dentro del SA se observan dunas embrionarias que se distribuyen sobre toda la costa, inmediata a la línea de marea, aunque en mayor densidad en la zona suroeste. La altura de estas dunas es muy diversa, desde aquellas que no superan los 30 cm de altitud, hasta las que tienen más de dos metros de alto. Estas dunas se han formado alrededor de obstáculos de diferentes orígenes como desechos orgánicos (guijarros, ramas y troncos de árboles) y desechos inorgánicos (basura y rocas). Es importante mencionar que en las dunas existe vegetación herbácea que actúa como estabilizadores (*Ipomoea pes-caprae* y *Sporobolus virginicus*).

También se observan dunas transgresivas, la vegetación sobre estas dunas es escasa; sin embargo, sobresalen montículos de arena estabilizada por *Croton punctatus* que superan la altura promedio. La geomorfología de estos montículos evidencia la fuerte influencia de los vientos sobre todo el sistema, ya que presentan escarpes y exposición de raíces, como un indicador de erosión eólica. En los bordes de los fragmentos la vegetación de matorral juega un papel importante ya que forman una barrera que limita el movimiento de arena tierra adentro; estos son conocidos como bordes de precipitación.

En cuanto a la Vegetación Halófila Hidrófila presente en el SA se caracteriza por ser un humedal hipersalino con vegetación halófila e hidrófila, dominado por matorrales salinos y pastizales que se adaptan a suelos salinos y húmedos, por lo que forma un ambiente único en México y Norteamérica vital para aves migratorias y especies acuáticas. La Laguna Madre es una laguna hipersalina considerada la más extensa de México y forma parte del humedal costero más grande de Norteamérica junto con la Laguna Madre de Texas, es de profundidad muy somera, con una media de apenas 1 metro, lo que favorece la formación de extensas planicies fangosas y salinas.

Parte del AP y el SA se encuentran en el Delta del Río Bravo, al borde de la carretera Matamoros-El Mezquital, la cual divide el flujo de agua en una extensa zona de inundación intermitente, provocando una mayor salinización del suelo, lo que permite apenas, la presencia de algunas especies de halófilas, debido a la alta concentración de sal en el suelo y la poca humedad, con presencia de recursos que son esenciales para el desarrollo social y que pueden ser explotadas sin deteriorar el ecosistema, modificar el paisaje de forma sustancial ni causar impactos ambientales irreversibles en los elementos naturales que las conforman.

En la zona también se identificaron actividades agrícolas y ganaderas donde se observa una fuerte presión por parte de las comunidades locales, así como de los propietarios de terrenos que se dedican a la cría y engorda de ganado. Estas prácticas como la agricultura y ganadería ponen en riesgo a las especies de fauna de lento desplazamiento, ya que las desplazan de sus hábitats de origen, al disminuir los requerimientos para vivir. Un ejemplo de ello es la tortuga del desierto tamaulipeco (*Gopherus berlandieri*), que es una especie que se encuentra incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y

VERSIÓN PÚBLICA

actualmente se encuentra seriamente amenazada por la caza ilegal, incendios forestales, tráfico de especies, reducción de su hábitat y fragmentación.

A pesar de lo expuesto en el párrafo anterior, las comunidades presentes y las colindantes al SA contrastan con el paisaje natural, dada la falta de planificación referente al desarrollo urbano, lo cual ha generado diversos entornos poco armónicos que vuelven al paisaje poco atractivo para visitar. Por ello resulta de vital importancia regular la expansión y desarrollo de las comunidades que se encuentran en la región, para fortalecer el aspecto estético de la misma y con ello incentivar una mayor derrama económica.

En este sentido, el paisaje debe valorarse como un componente más del ambiente y su valoración debe sustentarse en dos aspectos fundamentales: el concepto paisaje como elemento perceptual, donde el interés se centra en el estudio del paisaje como indicador o fuente de información sintética del territorio, en donde el paisaje es un conjunto de fenómenos naturales y culturales referidos a un territorio; y el efecto negativo o positivo que produce el desarrollo del AP en un contexto determinado.

La descripción del paisaje encierra la dificultad de identificar y aplicar un sistema efectivo para medirlo, puesto que, en todos los métodos propuestos, en cierto modo, se trata de un componente subjetivo y de enfoque conceptual, ya sea al considerar al paisaje como ensamblaje de elementos y procesos naturales o como el resultado de la interacción de las actividades humanas con el ambiente.

Para la descripción, delimitación, caracterización y valoración del paisaje, se utilizaron datos existentes sobre atributos que configuran los diferentes aspectos territoriales, adaptándolos al ámbito del estudio. De esta forma se manejó la siguiente información:

- Conjunto de datos vectoriales de información Topográfica (INEGI, 2021. Escala 1:50 000. Serie III. México).
- Capa vectorial de Tipo de Usos de Suelo y Vegetación (INEGI, 2021. Escala 1:250 000. Serie VII).
- Capa vectorial de Cuencas Hidrológicas (CONAGUA, 2016).
- Imágenes satelitales de Google Earth como apoyo foto interpretativo.

Para evaluar la calidad del paisaje se siguió la metodología de Bureau of Land Management (BLM, 1980), donde destacan tres criterios básicos: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual, los cuales se definen a continuación:

- *Visibilidad.* Se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Dada una superficie del terreno y un punto de vista, el problema clásico de la visibilidad es detectar la porción de terreno visible desde dicho punto, lo que se conoce como la cuenca visual. Esta visibilidad suele estudiarse mediante datos topográficos tales como altitud, orientación, pendiente, etc. Posteriormente puede corregirse en función de otros parámetros como la altura de la vegetación y su densidad, las condiciones de transparencia atmosférica, distancia, etc.

- *Calidad paisajística*. Incluye tres elementos de percepción, las características intrínsecas del sitio, que se definen habitualmente en función de su morfología, vegetación, puntos de agua, etc.; la calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia por ejemplo de 500 y 700 m; en él se aprecian otros valores tales como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc.; y la calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual. Incluye parámetros como intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales, su diversidad y geomorfológicos.

- *Fragilidad del paisaje*. Es la capacidad del paisaje para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

VERSIÓN PÚBLICA

Además, se consideraron otros dos criterios:

• Frecuencia de la presencia humana: No es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso. Las carreteras, núcleos urbanos, puntos escénicos y demás zonas con población temporal o estable deben ser tomados en cuenta.

• Singularidades paisajísticas: o elementos sobresalientes de carácter natural o artificial.

A continuación, en la siguiente tabla se presenta cada uno de los atributos de los componentes del paisaje presentes en el SA:

Tabla 80. Evaluación del paisaje en el SA

CONCEPTO	VALOR	COMPONENTE	CARACTERÍSTICAS VISUALES	ATRIBUTOS	COMENTARIOS
Visibilidad	Bajo	Forma del terreno	La Llanura Costera del Golfo Norte evidencia que el entorno está dominado por superficies planas a ligeramente onduladas, desarrolladas sobre depósitos sedimentarios recientes.	Prácticamente no existen elevaciones considerables dentro del SA.	La Llanura Costera del Golfo Norte presenta las características de una costa emergida y se ve interrumpida por algunas sierras aisladas. Debido a la baja altura, resulta difícil la visibilidad, excepto en zonas de dunas de más de 2 m.
Calidad paisajística	Medio	Suelo y roca	En la mayor parte del SA se distribuye el suelo Vertisol.	El suelo dominante genera procesos de expansión y contracción estacional asociados a los cambios de humedad, estas propiedades provocan la formación de grietas durante periodos secos y una elevada plasticidad en condiciones húmedas	Son comunes en planicies aluviales y zonas de acumulación sedimentaria, condiciones características de la planicie costera del noreste de Tamaulipas.
		Clima	El clima en el área de estudio corresponde a dos tipos: semicálido subhúmedo (A)C(w0) y semiseco cálido BS1(h') x'.	La temperatura media anual del clima con mayor proporción en el SA es de 18 °C, mientras que la temperatura del mes más frío es menor de 18 °C y la temperatura del mes más cálido es superior a 22 °C.	La precipitación se concentra principalmente durante el verano y un porcentaje de lluvia invernal superior al 10.2 % del total anual, lo que refleja una marcada estacionalidad hídrica.
		Agua	La red hidrográfica está influenciada principalmente por la dinámica del río Bravo y sistemas lagunares costeros, los cuales forman parte del complejo lagunar asociado a la Laguna Madre.	La hidrología está relacionada con las precipitaciones, ya que presenta una marcada estacionalidad, concentrándose principalmente durante los meses de verano y principios de otoño. Durante este periodo se incrementa la generación de escurrimientos superficiales, así como la recarga de cuerpos de agua y zonas inundables.	El alcance del SA dentro de la RHA Río Bravo implica que la disponibilidad y manejo del recurso hídrico superficial se encuentra regulado bajo los lineamientos de la CONAGUA, considerando la importancia del río Bravo y sus sistemas asociados para el abastecimiento de agua, la agricultura y el equilibrio ambiental en el norte del país.
		Vegetación	Diferentes tipos de usos de suelo y vegetación.	Las comunidades vegetales reflejan que	La presencia de Matorral Espinoso

VERSION PUBLICA

CONCEPTO	VALOR	COMPONENTE	CARACTERÍSTICAS VISUALES	ATRIBUTOS	COMENTARIOS
				están adaptadas a condiciones de aridez, donde conviven cactus, arbustos leñosos y plantas trepadoras, cada uno con estrategias particulares de crecimiento y sobrevivencia. Además, también están impactadas por actividades humanas, principalmente aquellas agropecuarias y algunos tipos de vegetación secundaria. La diversidad florística es baja a media, algunas especies demuestran disturbio en la zona.	Tamaulipeco es baja y la agricultura de temporal anual y la presencia de Asentamientos Humanos ha remplazado la vegetación primaria, lo cual es evidencia de un cierto grado de perturbación.
		Fauna	A pesar de la perturbación que ya existe en el área, existen especies de fauna silvestres habitando en el área de estudio, de las cuales algunas son endémicas y se encuentran en alguna categoría de riesgo.	La diversidad faunística en el área es relativamente media para herpetofauna y mastofauna, mientras que para la avifauna es alta.	Las dinámicas faunísticas se han venido adecuando a condiciones de aridez y al nivel de perturbación actual. La zona del SA es importante para la migración de aves, principalmente visitantes de invierno que utilizan cuerpos de agua existentes, así como playas y zonas agrícolas.
		Actividad humana	En el área de estudio se llevan a cabo actividades agropecuarias y de pesca, principalmente.	La presencia humana es baja en la zona, y las actividades agropecuarias y de pesca son las principales.	Las localidades rurales y urbanas dentro del SA están conectadas por vías de comunicación (carreteras y caminos de terracería). Existen la agricultura y actividades asociadas a esto. En algunas áreas se realiza la pesca como actividad principal y la producción de sal. Existe ganado disperso, principalmente ganado bovino, equino y caprino. Se practica la ganadería extensiva. Existen una importante cantidad de perros asociados a los asentamientos humanos, pero sin un control de natalidad ni tenencia responsable.
Fragilidad del paisaje	Medio	El SA se encuentra fragmentado, siendo la agricultura una de las actividades principales que ha derivado en cambio de uso de suelo, quedando algunos remanentes de vegetación primaria de MET. De igual manera, esta actividad ha creado alta demanda en el uso de agua. En las áreas de vegetación halófita-hidrófila y cuerpos de agua salobres, las mareas, lluvias y fenómenos meteorológicos rigen la dinámica de la biodiversidad, así como de las actividades pesqueras. Muchos de los cuerpos de agua permanecen con un Espejo de agua mínimo o bien, secas; sin embargo, estos sitios continúan siendo funcionales como hábitat para vida silvestre.		

VERSIÓN PÚBLICA

CONCEPTO	VALOR	COMPONENTE	CARACTERÍSTICAS VISUALES	ATRIBUTOS	COMENTARIOS
		En la zonas de dunas costeras el impacto es menor, y son un ecosistema altamente dinámico, con dunas móviles que cubren vegetación principalmente por erosión eólica. Las playas son zonas de anidación de aves y de tortugas marinas, así como zona de alimentación para diversas especies. Estas zonas son principalmente impactadas por el turismo y elevada presencia de residuos tanto arrastrados por marea como por los visitantes.			

Ahora bien, las Unidades de Paisaje (UP) que se observen deben ser homogéneas en cuanto a tipo de usos de suelo y vegetación, así como topografía. Las unidades establecidas corresponden a sitios donde se realizaron muestreos y áreas que generan atributos y características específicas para la evaluación del paisaje. A continuación, se enlistan las UP establecidas:

1. Asentamientos humanos (urbana y rural).
2. Vías de comunicación (carreteras, caminos).
3. Cuerpos de agua (corrientes y cuerpo de agua con distinta condición [perenne e intermitente]).
4. Fragmentos de vegetación natural (distintos tipos de vegetación primaria y secundaria).
5. Matriz agropecuaria (diferentes tipos de agricultura y pastizales).

Valoración del paisaje

De manera general, el área del AP corresponde a un sitio con perturbación preexistente, atribuible a actividades antrópicas desarrolladas en años previos —principalmente atribuible a la construcción de la carretera que conecta a la Ciudad de Matamoros con el Puerto de Matamoros—, por lo que en la actualidad no cuenta con cobertura vegetal. El paisaje se caracteriza por superficies abiertas de suelo desnudo de textura arenosa, relieve plano, horizontes visuales amplios y ausencia de elementos verticales de origen natural que interrumpan la línea del horizonte. Bajo esta condición, la modificación antropogénica del entorno constituye el factor dominante dentro de la perspectiva paisajística del sitio. Integrando estos aspectos es posible establecer que el potencial estético del paisaje es relativamente medio, asimismo la diversidad florística y la diversidad faunística influyen en la estética del paisaje dentro del sitio, así como en el potencial visual.

VERSIÓN PÚBLICA

IV.3. Diagnostico ambiental

Para el diagnóstico del SA se utilizaron los indicadores por componente ambiental. De acuerdo con la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), un indicador ambiental es un parámetro o valor derivado de parámetros que proporciona información para describir el estado de un fenómeno, ambiente o área con un significado que va más allá del directamente asociado con el valor del parámetro en sí mismo (SEMARNAT, 2005, Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México).

La definición formal de indicador es: "Relativo a indicar. Dar a entender o significar una cosa con indicios o señales. Señalar, advertir, manifestar, apuntar, mostrar". En otras palabras, la información clave que usamos para conocer algo de forma frecuentemente, tomar una decisión, es un indicador. Los indicadores de impacto deben cumplir, al menos, los siguientes requisitos:

- Relevantes: La información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto
- Fiables: Representativos del impacto que se quiere medir
- Exclusivos: Es decir que en su valor intervenga principalmente el impacto a medir y no otros factores
- Realizables: Identificables y cuantificables (aunque el hecho de cuantificarlo todo no debe obsesionarnos, puesto que siempre se puede acudir a categoría semicuantitativas o a medidas cualitativas).

Los componentes del SA descritos en los apartados anteriores permiten tener un mejor panorama de las condiciones actuales del área y a su vez entender la dinámica de la modificación de las condiciones del paisaje, para identificar y describir de manera concreta la estructura y la función de los ecosistemas, la dinámica de los componentes bióticos, abióticos, así como la parte social dentro del SA.

Por lo antes mencionado, se elaboró una lista de indicadores ambientales del estado del SA, la cual se muestra en la siguiente tabla en la que se hace una descripción del estado actual de cada uno de los componentes ambientales para el medio físico, biótico y socioeconómico.

Tabla 81. Componentes considerados para el diagnóstico ambiental

Componente ambiental	Descripción
Clima	Particularmente dentro del SA, el clima dominante corresponde al semicálido subhúmedo del grupo C (A)C(w0)x', que es equivalente al 94.12 % de la superficie. Este clima se caracteriza por presentar temperatura media anual mayor a 18 °C, temperatura del mes más frío menor de 18 °C y temperatura del mes más cálido superior a 22 °C. Este tipo de clima favorece la presencia de diversas especies de fauna y flora silvestre y tiene implicaciones directas en las actividades agrícolas y la disponibilidad de recursos hídricos en la región. En menor proporción se identificó el clima semiseco cálido BS1(h') x', representando 4.51 % del SA. Este subtipo climático se caracteriza por presentar temperatura media anual superior a 22 °C, con temperatura del mes más frío mayor a 18 °C y un régimen de precipitación relativamente bajo, con lluvias distribuidas a lo largo del año y un porcentaje de lluvia invernal mayor al 18 % del total anual, condiciones típicas de zonas con tendencia hacia ambientes más áridos del noreste del país.
Atmósfera	En el SA existen actividades agropecuarias, en las cuales se practica comúnmente la quema. Además, en zonas de asentamientos rurales es común también la quema de residuos al cono contar con colecta periódica por el municipio. En el SA cruzan carreteras con tráfico pesado y vehículos y maquinaria para la agricultura. El ruido es bajo debido a los pocos asentamientos humanos por lo que no existe un disconfort sonoro generalizado en el SA.
Suelo	El AP se ubica en una zona con depósitos recientes del Cenozoico (Cuaternario), conformados por materiales aluviales integrados por arenas, limos, arcillas y gravas; depósitos lagunares donde predominan sedimentos finos como arcillas, limos y materia orgánica; depósitos eólicos como sedimentos transportados y acumulados por la acción del viento, comúnmente asociados a sistemas de dunas costeras y campos de arena; depósitos litorales asociados a procesos de sedimentación costera relacionados con la dinámica marina, tales como oleaje, corrientes litorales y transporte de sedimentos; así como áreas clasificadas como

VERSIÓN PÚBLICA

Componente ambiental	Descripción
	cuerpos de agua correspondientes principalmente a lagunas costeras, cuerpos lagunares y otros sistemas hidrológicos. Estas características geológicas son representativas de los ambientes de Provincia fisiográfica Llanura Costera del Golfo Norte, donde la interacción entre los procesos hidrológicos continentales, la dinámica marina y los fenómenos meteorológicos ha favorecido la acumulación progresiva de sedimentos y la formación de extensos sistemas lagunares y litorales. La Llanura Costera del Golfo Norte evidencia que el entorno está dominado por superficies planas a ligeramente onduladas, desarrolladas sobre depósitos sedimentarios recientes. Esta provincia se caracteriza por pendientes suaves, amplias planicies aluviales, procesos de sedimentación fluvial, escurrimientos superficiales de baja pendiente y acumulación de materiales cuaternarios. Además, esta geología tiene implicaciones importantes ya que los depósitos cuaternarios suelen ser más permeables y dinámicos, influyen en la recarga de acuíferos y en la estabilidad del terreno para el desarrollo urbano, la formación de suelos. En la superficie del SA existe una diversidad edafológica significativa, dominada principalmente por suelos del tipo Vertisol que ocupan la mayor proporción, seguido del Solonchak, Chernozem, Calcisol, Arenosol y Phaeozem, así como por pequeñas superficies correspondientes a Solonetz, Technosol y áreas sin clasificación edafológica definida (ND). La presencia de los suelos Vertisoles se caracteriza por presentar altos contenidos de arcillas expansivas, principalmente del tipo montmorillonita, que generan procesos de expansión y contracción estacional asociados a los cambios de humedad. Estas propiedades provocan la formación de grietas durante periodos secos y una elevada plasticidad en condiciones húmedas. Los Vertisoles se desarrollan generalmente sobre materiales finos en ambientes con relieve plano o ligeramente ondulado, por lo que son comunes en planicies aluviales y zonas de acumulación sedimentaria, condiciones características de la planicie costera del noreste de Tamaulipas. Otro grupo importante corresponde a los Solonchak, los cuales se desarrollan en ambientes donde existe acumulación de sales solubles en el suelo, generalmente asociada a zonas de drenaje deficiente, proximidad a cuerpos de agua salobre o procesos de evaporación intensa. Este tipo de suelos es común en ambientes costeros, marismas y planicies lagunares, donde la dinámica hidrológica y la influencia marina favorecen la concentración de sales en el perfil del suelo. Los Chernozems constituyen otro grupo relevante dentro del SA. Estos suelos se caracterizan por presentar horizontes superficiales ricos en materia orgánica, color oscuro y buena estructura granular. Generalmente se desarrollan en ambientes con vegetación de pastizal o matorral y presentan condiciones relativamente favorables para actividades agrícolas, debido a su fertilidad natural y capacidad de retención de humedad.
Hidrología superficial	El Sistema Ambiental (SA) se localiza dentro de la planicie costera del Golfo de México, una región caracterizada por un relieve predominantemente plano y con pendientes muy suaves, lo cual favorece la formación de extensas planicies de inundación, humedales costeros y sistemas lagunares. Estas condiciones geomorfológicas influyen directamente en la dinámica hidrológica superficial, promoviendo escurrimientos de baja velocidad y la acumulación temporal de agua en zonas de depresión. La dinámica hidrológica superficial en la región se encuentra estrechamente relacionada con el régimen de precipitaciones, el cual presenta una marcada estacionalidad, concentrándose principalmente durante los meses de verano y principios de otoño. Durante este periodo se incrementa la generación de escurrimientos superficiales, así como la recarga de cuerpos de agua y zonas inundables. Por el contrario, durante los meses de invierno y primavera temprana los escurrimientos disminuyen considerablemente debido a la reducción de las precipitaciones y al aumento de los procesos de evaporación. Asimismo, los sistemas hidrológicos superficiales de la región pueden verse influenciados por eventos meteorológicos extremos, tales como tormentas tropicales, huracanes y frentes fríos intensos, los cuales pueden generar incrementos significativos en los escurrimientos superficiales, inundaciones temporales y modificaciones en la dinámica hidro sedimentaria de la planicie costera. En términos generales, la hidrología superficial del SA está dominada por procesos de escurrimiento de baja energía asociados a planicies costeras, sistemas lagunares y humedales, donde la interacción entre el clima, la topografía y los sedimentos cuaternarios determina la dinámica del agua superficial y su relación con los ecosistemas presentes en la región.
Hidrología subterránea	Hidrológicamente, el SA se localiza dentro de los acuíferos Bajo Río Bravo y Méndez–San Fernando; el acuífero Bajo Río Bravo abarca alrededor del 71.78 % del área total del SA, se localiza principalmente en la planicie costera del noreste del estado de Tamaulipas y se encuentra estrechamente vinculado a la dinámica hidrológica del río Bravo y a los sistemas sedimentarios asociados a su planicie de inundación. El acuífero se desarrolla principalmente en depósitos aluviales conformados por arenas, limos, arcillas y gravas, producto de los procesos de transporte y sedimentación fluvial, los cuales presentan porosidad intergranular moderada a alta, lo que permite el almacenamiento de agua subterránea dentro de los espacios existentes entre los granos sedimentarios. Es importante mencionar que cuenta con disponibilidad de agua subterránea, lo que indica que existe un volumen potencial para su aprovechamiento bajo condiciones de regulación y manejo sustentable del recurso.

VERSIÓN PÚBLICA

Componente ambiental	Descripción
	En el caso del acuífero Méndez–San Fernando representa el 28.21 % del SA y su recarga se debe principalmente a la infiltración de agua de lluvia, así como mediante aportaciones provenientes de escurrimientos superficiales y de los sistemas hidrológicos es. Este acuífero se desarrolla principalmente en depósitos de materiales aluviales, litorales y lagunares, estos sedimentos están constituidos principalmente por arenas finas, limos y arcillas, con variaciones locales que influyen en las propiedades hidráulicas del subsuelo; es decir, en gran parte del acuífero provoca que la permeabilidad del medio geológico sea generalmente baja a media, lo que limita la infiltración profunda y favorece la presencia de niveles freáticos relativamente someros en algunas zonas. De igual forma, el acuífero Bajo Río Bravo se encuentra clasificado como un acuífero con disponibilidad de agua subterránea, lo que indica que existe un volumen potencial de extracción bajo condiciones de manejo regulado del recurso hídrico.
Vegetación	De acuerdo con lo obtenido de la capa de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación del INEGI, el SA se encuentra en un sitio con tipos de vegetación en estado primario, estado secundario, así como usos de suelo distintos al forestal: Agricultura De Riego Anual **(RA)** mayormente, seguido de Agricultura De Temporal Anual **(TA)**, Vegetación Halófila Hidrófila **(VHH)** principalmente. Así mismo, en menor medida se registró Cuerpo De Agua **(H_2O)**, Asentamientos Humanos **(AH)**, Pastizal Halófilo **(PH)**, Sin Vegetación Aparente **(DV)**, Vegetación Secundaria Arbustiva De Matorral Espinoso Tamaulipeco **(VSa/MET)**, Vegetación De Dunas Costeras **(VU)**, Matorral Espinoso Tamaulipeco **(MET)**, Vegetación Secundaria Arbustiva De Vegetación De Dunas Costeras **(VSa/VU)** y Vegetación Secundaria Arbustiva De Bosque De Mezquite **(VSa/MK)**. Esto se observa en que dentro del SA hay zonas donde se realizan actividades agrícolas y pecuarias para la subsistencia de los habitantes locales, por lo que actualmente el espacio presenta gran presión antrópica. No obstante, las condiciones de la región son idóneas para favorecer el desarrollo de estos tipos de vegetación, permitiendo que grandes extensiones de tierra presenten vegetación secundaria. En el caso particular del MET, es una comunidad arbustiva o subarbórea formada por la dominancia de especies espinosas, caducifolias una gran parte del año o áfilas (sin hojas), se localiza en la porción norte de la Llanura Costera del Golfo Norte y el extremo sur de la Gran Llanura de Norteamérica, en donde se presentan algunas sierras de laderas tendidas y en su mayoría llanura con lomeríos, en altitudes empezando desde el noreste del estado de Tamaulipas que van de los 100 a 200m. Este matorral está constituido por especies arbustivas de 1.5 a 2m de altura, las principales son: gavia y huizache (*Acacia* spp.), palo verde (*Cercidium* spp.), cenizo (*Leucophyllum* spp.), mezquite (*Prosopis* spp.), amargoso (*Castela tortuosa*), abrojos (*Condalia* spp.), etcétera. En sitios con acumulación de humedad, puede formarse un matorral alto con individuos hasta de 4 o 6 m de altura, con hojas o folio los pequeños y con la presencia de espinas laterales. La composición de especies refleja una comunidad vegetal adaptada a condiciones de aridez, donde conviven cactus, arbustos leñosos y plantas trepadoras, cada uno con estrategias particulares de crecimiento y sobrevivencia. En el caso de la vegetación de VU es una comunidad que se establece a lo largo de las costas y se caracteriza por plantas pequeñas y suculentas. Las especies presentes son pioneras y fijadoras de arena, evitando con ello que sean arrastradas por el viento y el oleaje, algunas de estas son el nopal (*Opuntia dillenii*), riñonina (*Ipomoea pes-caprae*), alfombrilla (*Abronia marítima*), (*Croton* spp.), verdolaga (*Sesuvium portulacastrum*), etcétera. También se pueden encontrar algunas leñosas y gramíneas como el uvero (*Coccoloba uvifera*), pepe (*Chrysobalanus icaco*), cruceto (*Randia* sp.), espino blanco (*Acacia sphaerocephala*), mezquite (*Prosopis juliflora*), zacate salado (*Distichlis spicata*), zacate (*Sporobolus* sp.) entre otros. Este tipo de vegetación está adaptada a condiciones de estrés hídrico y salinidad, con distintas composiciones morfológicas y fisiológicas que van desde cactus y arbustos leñosos hasta hierbas rastreras y trepadoras, las cuales son propias de ambientes costeros y semiáridos. La VHH está constituida por comunidades dominadas por especies herbáceas o raramente arbustivas, que se distribuyen en ambientes litorales (lagunas costeras, marismas salinas y playas) que reciben aportación de agua salina en sitios de muy baja altitud, con climas cálidos húmedos o sub-húmedos, sobre suelos generalmente arenosos con altas concentraciones de sales y que en algún periodo están sujetos a grandes aportaciones de humedad. Generalmente la VHH está constituida por un solo estrato herbáceo de plantas perennes suculentas, pero puede estar constituida por elementos arbustivos como los del género Atriplex. Algunas especies comunes son: vidrillo (*Batis maritima*), hierba reuma (*Frankenia* spp.), chamizo (*Atriplex* spp.) y diversos pastos marinos como *Zostera marina* y *Spartina foliosa*. Los datos de campo coinciden de que se trata de una comunidad halófita donde conviven arbustos leñosos, suculentas y gramíneas, cada uno con adaptaciones específicas a la salinidad y el estrés hídrico. Es importante mencionar que se identificaron algunas especies de flora listadas en el Apéndice II del CITES: *Opuntia alta, Opuntia lindheimeri* y *Thelocactus setispinus;* sin embargo, de las registradas ninguna se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

VERSIÓN PÚBLICA

Componente ambiental	Descripción
	De acuerdo con los párrafos anteriores y al análisis realizado de flora, el SA presenta un grado de conservación bueno a moderado, manteniendo la estructura vertical característica de cada comunidad, con valores de diversidad que indican funcionalidad ecológica y procesos de regeneración activos. Caso contrario con el AP, que muestra un grado de conservación regular a deteriorado, evidenciando por la simplificación de la estructura vertical, la pérdida de estratos completos como el rosetófilo en el MET, el aumento de la dominancia en componentes clave como los bejucos en dunas y el estrato arbustivo en humedales, y de forma generalizada la reducción de la riqueza y diversidad. La presión antrópica principalmente por el cambio de uso de suelo y aprovechamiento no controlado de los recursos forestales son factores que influyen en el grado de conservación del ecosistema y la fauna presente, los cuales también provocan la contaminación del aire a causa de vehículos y maquinaria, contaminación de los cuerpos de agua, cambio de uso de suelo para reconversión agrícola y pecuaria (predominante en el área), uso de plaguicidas e insecticidas de riesgo químico y biológico, incremento de la contaminación por ruido y el transporte de agentes patógenos por la presencia de especies exóticas invasoras y el ganado.
Fauna	Respecto a la fauna registrada de los diferentes grupos faunísticos muchas de estas especies son altamente tolerantes a la presencia humana, en su mayoría son especies abundantes (detectables en grandes números de individuos) y otras poco comunes (detectables en pocos números de individuos) en todo el rango de su distribución. Actualmente algunas de las especies registradas se encuentran vulnerables o en protección especial y están protegidas por las leyes nacionales e internacionales. Cabe mencionar que ninguna de las especies presentes de aves que registraron las mayores abundancias, se encuentra bajo protección en ninguna de las normativas que aplican (Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, la lista roja de la IUCN y los apéndices de la CITES). La mayoría de las especies registradas son de hábitos gregarios, caso contrario de las especies que son solitarias y son menos probables de observar. La mariposa monarca *Danaus plexippus* se menciona como un caso aislado del resto de los grupos faunístico; ya que es una especie de enorme relevancia tanto ecológica como cultural y tiene presencia tanto en el SA y AP. Su importancia se puede entender en varios niveles: • Es de gran relevancia ecológica. La mariposa monarca es un polinizador clave, en su etapa adulta se alimenta de néctar y contribuye a la polinización de diversas plantas, favoreciendo la salud de los ecosistemas, lo que, a su vez, la convierte en un indicador ambiental, ya que su presencia y abundancia reflejan el estado de conservación de los ecosistemas, generalmente depende de hábitats sanos y conectados para completar su ciclo migratorio. Además, realiza una de las migraciones más largas y espectaculares del mundo de los insectos, viajando desde Canadá y Estados Unidos hasta los bosques de oyamel en el estado de Michoacán, México. Este fenómeno conecta ecosistemas de todo el continente. • Es de importancia cultural y social. Es considerada un emblema de la naturaleza mexicana y aparece en expresiones culturales, educativas y de conservación; es de atracción ecoturística, ya que, los santuarios de hibernación en Michoacán y Estado de México son Patrimonio Natural de la Humanidad y atraen visitantes de todo el mundo, generando beneficios económicos y conciencia ambiental; es considera de valor espiritual: En algunas comunidades, la llegada de las monarcas coincide con celebraciones como el Día de Muertos, donde se les asocia con las almas que regresan. • Finalmente, tiene relevancia científica, ya que ha sido ampliamente estudiada por su biología, migración y ecología, convirtiéndose en un referente para comprender la resiliencia y vulnerabilidad de los insectos frente al cambio climático y la pérdida de hábitat. Sin duda alguna, su presencia en el SA, la convierte en un referente como indicador ambiental al ser zona de paso en su ruta migratoria por los ecosistemas presentes. La importante diversidad de seres vivos en general requiere de condiciones específicas en sus hábitats para sobrevivir, por lo cual el factor climático incide en gran manera la permanencia de las especies de los diversos grupos faunísticos que tienen como hábitat el SA. A nivel estatal, Tamaulipas presenta una diversidad climática ya que se clasifica como cálido subhúmedo, que abarca la mayor parte del territorio; pero también se clasifica como seco y semiseco, seguido del cálido húmedo en menor proporción. Las especies indicadoras son organismos cuya presencia, ausencia o abundancia reflejan el estado de salud de un ecosistema, es por ello por lo que, funcionan como sensores biológicos porque son especialmente sensibles a cambios físicos, químicos o biológicos en su entorno. Su estudio permite evaluar la calidad ambiental y detectar perturbaciones antes de que sean visibles en el ecosistema.
Paisaje	Las fuentes de deterioro identificadas al interior del AP podrían estar asociadas a perturbaciones antrópicas como fragmentación, cambios en el régimen hidrológico, contaminación o invasión de especies exóticas, las cuales representan amenazas reales y documentadas para estos ecosistemas.

VERSIÓN PÚBLICA

Componente ambiental	Descripción
	En Tamaulipas confluyen las regiones biogeográficas Neártica y Neotropical, lo que favorece la presencia de una amplia diversidad de ecosistemas a distintas latitudes. Esta riqueza, sumada a la compleja topografía accidentada del territorio, otorga a México un elevado número de especies endémicas (Espinosa et al., 2008).
Socioeconómico	El municipio de Matamoros se localiza en el extremo noreste del estado de Tamaulipas, en una posición colindante con los Estados Unidos y con frente al Golfo de México. Su localización geográfica le confiere un papel relevante dentro de la dinámica económica, al integrarse al corredor fronterizo industrial y comercial del norte del país. La economía municipal se sustenta en industria maquiladora orientada a exportación, comercio transfronterizo, actividades agropecuarias en su zona rural y aprovechamientos pesqueros en el litoral, configurando una estructura productiva diversificada con fuerte vinculación a mercados internacionales. Los indicadores laborales disponibles muestran que el mercado de trabajo en el estado de Tamaulipas mantiene niveles relativamente estables de participación económica, con una proporción importante de población integrada a actividades productivas y niveles de desocupación moderados, no obstante, el incremento reciente en la tasa de desocupación, sugiere la presencia de presiones en el mercado laboral derivadas del crecimiento de la población económicamente activa y de la necesidad de ampliar las oportunidades de empleo. A escala municipal, en Matamoros se refleja una dinámica económica ligeramente más favorable que el promedio estatal, caracterizada por una mayor proporción de población integrada al mercado de trabajo y menores niveles de desocupación relativa. Este patrón es consistente con el perfil productivo del municipio, vinculado a actividades industriales, comerciales y logísticas asociadas a su localización fronteriza. Además, dentro del SA se encuentra el Puerto de Matamoros, un importante sitio en crecimiento que apuesta por atraer recurso nacional y extranjero a la región y el municipio.

El funcionamiento del SA está determinado por el equilibrio dinámico entre los componentes ambientales descritos previamente, de modo que el incremento o la disminución de cualquiera de ellos repercute, en mayor o menor grado, sobre los demás. Reconocer estas relaciones de dependencia resulta fundamental para predecir los impactos sobre las unidades funcionales del sistema, pues permite estimar los efectos potenciales de la reducción del tamaño poblacional de una especie: el desbalance trofodinámico, la pérdida de la capacidad natural de regeneración o la generación de nuevos nichos ecológicos, entre otros, y con ello anticipar la respuesta del conjunto ante una perturbación.

Actualmente el SA presenta, en general, un mejor estado de conservación que el AP, evidenciado diversidad y riqueza notables en comparación con la nula cubierta vegetal y ausencia de elementos biológicos dentro del AP. En el caso particular de la Vegetación de Dunas Costeras es considerado como uno de los ambientes extremos donde las condiciones de salinidad, viento y sustrato inestable limitan severamente el establecimiento de especies leñosas, lo que a su vez atrae a menos especies que requieren refugio, alimento y disponibilidad de agua dulce.

El AP no destruirá ecosistemas, ni anulará sus interrelaciones, y tampoco causará problemas de aislamiento o de fragmentación hábitat.

La implementación del presente AP permitirá incentivar la ejecución de programas y planes de trabajo orientados a mantener la armonía entre los componentes del Sistema Ambiental y área de influencia del AP, asegurando la dinámica de las interrelaciones y flujos entre las condiciones físicas y biológicas del sitio, los factores abióticos y el medio socioeconómico; además, se desarrollará con la profundidad y el tiempo necesarios para que las proyecciones a mediano y largo plazo consideren los procesos permanentes o secuenciales propios del entorno, como los períodos de lluvia y de estiaje, garantizando así una visión integral y sostenible. Además, la implementación del AP permitirá contar con mayor seguridad en la zona, incrementando el flujo económico y favoreciendo el tránsito normal de personas que podría incentivar el desarrollo turístico y mejorar las condiciones de los habitantes locales que actualmente carecen de buenas oportunidades de desarrollo.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla 82. Matriz de identificación de factores ambientales que podrían ser modificados por el cambio climático.

COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	NIVEL DE SIGNIFICANCIA	INDICADOR DE FRAGILIDAD	UMBRAL DE FRAGILIDAD
Vegetación	Vegetación forestal	Disminución de la riqueza específica del sitio.	Alto: impacto severo, irreversible si se pierden especies endémicas.	Número de especies presentes vs. línea base*	Bajo: ≥ 80% de especies originales Medio: 50–79% Alto: < 50%
		Cambios de la composición original.	Medio: reversible parcialmente con revegetación.	Índice de similitud florística (ej. Sørensen)	Bajo: ≥ 0.8 Medio: 0.5–0.79 Alto: < 0.5
		Disminución en el tamaño poblacional.	Medio-Alto: puede ser reversible con restauración, pero crítico si se afectan especies clave.	Densidad de individuos/ha	Bajo: ≥ 70% del valor de referencia* Medio: 40–69% Alto: < 40%
	Vegetación no forestal	Disminución de la riqueza específica por desmonte.	Alto: impacto severo, irreversible si se pierden especies endémicas.	Número de especies en áreas desmontadas vs. conservadas	Bajo: ≥ 70% Medio: 40–69% Alto: < 40%
		Cambios de la composición original por la remoción de la cubierta vegetal no forestal (desmonte).	Medio: reversible parcialmente con revegetación.	% de cobertura no forestal	Bajo: ≥ 70% Medio: 40–69% Alto: < 40%
		Disminución en el tamaño poblacional.	Medio-Alto: puede ser reversible con restauración, pero crítico si se afectan especies clave.	Abundancia relativa de especies clave	Bajo: ≥ 60% del valor de referencia* Medio: 30–59% Alto: < 30%
Fauna	Hábitats	Afectación directa y deterioro de los hábitats faunísticos.	Alto: afecta directamente la supervivencia.	% de superficie con condiciones adecuadas	Bajo: ≥ 60% del valor de referencia* Medio: 30–59% Alto: < 30%
		Disminución de superficie con condiciones adecuadas para ser utilizada como hábitat.			
		Déficit de desplazamiento.	Medio-Alto: reversible parcialmente, pero con riesgo de pérdida de conectividad.	Continuidad de hábitat (Índice de conectividad)	Bajo: ≥ 0.7 Medio: 0.4–0.69 Alto: < 0.4
	Anfibios y reptiles	Afectación de hábitat.	Alto: afecta directamente la supervivencia.	Abundancia y riqueza de especies vs. línea base*	Bajo: ≥ 60% del valor de referencia* Medio: 30–59% Alto: < 30%
		Desplazamiento de especies.	Medio-Alto: reversible parcialmente, pero con riesgo de pérdida de conectividad.	% de registros en hábitats originales	Bajo: ≥ 70% del valor de referencia* Medio: 40–69% Alto: < 40%
		Atropellamiento de especies.	Medio: local, reversible con medidas de mitigación.	Número de individuos atropellados/km de vía	Bajo: ≤ 2 Medio: 3–5 Alto: > 5
	Aves	Afectación de hábitat.	Alto: afecta directamente la supervivencia.	Abundancia y riqueza de especies vs. línea base*	Bajo: ≥ 80% Medio: 50–79% Alto: < 50%
		Uso de infraestructura como área de anidación.	Moderada–alta: local, parcialmente reversible, si se implementan medidas de control	Uso de infraestructura como área de anidación.	Bajo: ≤ 20% Medio: 21–50% Alto: > 50%
		Colisión por infraestructura presente cercana.	Medio-Alto: local pero recurrente, reversible con infraestructura adaptada.	Número de colisiones registradas/mes	Bajo: ≤ 2 Medio: 3–5 Alto: > 5
	Mamíferos	Afectación de hábitat.	Alto: afecta directamente la supervivencia.	Abundancia y riqueza de especies vs. línea base*	Bajo: ≥ 70% Medio: 40–69% Alto: < 40%
		Desplazamiento de especies.	Medio-Alto: reversible parcialmente, pero con riesgo de pérdida de conectividad.	% de registros en hábitats originales	Bajo: ≥ 70% del valor de referencia Medio: 40–69% Alto: < 40%
		Atropellamiento de especies.	Medio: local, reversible con medidas de mitigación.	Número de individuos atropellados/km de vía	Bajo: ≤ 2 Medio: 3–5 Alto: > 5
	Movilidad de las especies	Efecto barrera por la infraestructura.	Alto: , irreversible si no se diseñan pasos de fauna.	Índice de conectividad de paisaje	Bajo: ≥ 0.7 Medio: 0.4–0.69 Alto: < 0.4
		Limitación de la movilidad por alta actividad humana	Alta: local a , parcialmente reversible si se implementan medidas de mitigación.	% de rutas de movilidad funcionales	Bajo: ≥ 70% Medio: 40–69% Alto: < 40%
	Hábitos y comportamientos de las especies	Afectación del comportamiento por altos niveles de ruido	Medio: reversible cuando cese la actividad.	Nivel de ruido (dB) vs. umbral tolerado de acuerdo con la NOM-081-SEMARNAT-1994	Bajo: ≤ 55 dB Medio: 56–70 dB Alto: > 70 dB

VERSIÓN PÚBLICA

COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	NIVEL DE SIGNIFICANCIA	INDICADOR DE FRAGILIDAD	UMBRAL DE FRAGILIDAD
		Afectación del comportamiento por alta actividad humana.		Frecuencia de avistamientos en horarios críticos	Bajo: ≥ 70% Medio: 40–69% Alto: < 40%
Aire	Calidad del aire	Emisión de gases por parte de equipos, maquinaria y vehículos.	Medio: , reversible con control de emisiones.	Concentración de CO, NOx, SO_2 (ppm)	Bajo: ≥ 50% del límite normativo Medio: 51–80% Alto: < 80%
		Incremento en cantidad de partículas suspendidas por circulación de maquinaria y vehículos y movimiento de tierras.	Medio-Alto: afecta salud humana y ecosistemas, reversible con mitigación.	PM_{10} / $PM_{2.5}$ (µg/m³)	Bajo: ≥ 50% del límite normativo Medio: 51–80% Alto: < 80%
	Confort sonoro	Generación de ruido por parte de la maquinaria	Medio: local, reversible al parar la actividad.	Nivel de ruido (dB) de acuerdo con la NOM-081-SEMARNAT-1994	Bajo: ≤ 55 dB Medio: 56–70 dB Alto: > 70 dB
		Generación de ruido durante la construcción de infraestructura		Nivel de ruido (dB) de acuerdo con la NOM-081-SEMARNAT-1994	Bajo: ≤ 55 dB Medio: 56–70 dB Alto: > 70 dB
Agua	Drenaje superficial	Infiltración de combustibles/sustancias químicas en caso de derrames accidentales.	Alto: impacto severo, difícilmente reversible.	Concentración de hidrocarburos o metales en agua (mg/L)	Bajo: ≥ 50% del límite normativo Medio: 51–80% Alto: < 80%
		Alteración de la calidad de las aguas superficiales por vertidos y/o arrastres.	Alto: , reversible solo con tratamiento intensivo.	Índice de calidad del agua (ICA)	Buena: ≥ 80 Regular: 50–79 Mala: < 50
	Calidad del agua	PotabilRegionalización de agua	Medio-Alto: afecta salud humana directamente	Parámetros de la Norma NOM-127-SSA1-2021	Bajo: ≥ 90% del límite permisible Medio: 60–89% Alto: < 60%
	Cuerpos de agua	Contaminación por vertidos y/o arrastres	Alto: irreversible si afecta acuíferos.	Presencia de coliformes fecales (NMP/100 ml)	Bajo: ≥200 Medio: 201-1000 Alto: < 1000
	Disponibilidad del agua	Acceso a agua potable para la población	Alto: impacto social crítico.	Litros/habitante/día	Bajo: ≥ 100 Medio: 50-99 Alto: < 50
Suelos	Calidad del suelo	Alteración en las propiedades del suelo	Medio-Alto: reversible parcialmente con restauración.	% de parámetros físico-químicos de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012	Bajo: ≥ 80% Medio: 50–79% Alto: < 50%
		Contaminación por residuos	Alto: irreversible si se infiltra en acuíferos.	Concentración de metales pesados (mg/kg)	Bajo: ≥ 50% del límite normativo Medio: 51–80% Alto: < 80%
		Derrames por el almacenamiento de materiales y residuos peligrosos	Medio: reversible con manejo adecuado.	Presencia de hidrocarburos en suelo (mg/kg)	Bajo: ≥ 50% del límite normativo Medio: 51–80% Alto: < 80%
		Generación de residuos de manejo especial producto del desazolve	Medio: reversible con manejo adecuado.	Volumen de residuos generados (kg/mes)	Bajo: ≥ 20% de capacidad de manejo Medio: 21–50% Alto: < 50%
		Perdida de la fertilidad por remoción de la capa superficial	Alto: irreversible si se pierde capa superficial.	% de materia orgánica en capa superficial	Bajo: ≥ 3% Medio: 1-2.9% Alto: < 1%
	Relieve-topografía	Alteración de las geoformas y topología natural de los terrenos.	Alto: irreversible, afecta paisaje.	% de superficie con relieve natural conservado	Bajo: ≥ 80% Medio: 50–79% Alto: < 50%
	Compactación	Perdida de vegetación forestal	Medio-Alto: reversible parcialmente con técnicas de recuperación.	Índice de compactación (g/cm³)	Bajo: ≥ 1.4 Medio: 1.41-1.6 Alto: < 1.6
		Perdida de vegetación no forestal			
		Tránsito constante de vehículos y maquinaria pesada			
	Erosión	Pérdida de vegetación forestal	Alto: irreversible si se pierde suelo fértil.	Tasa de erosión (ton/ha/año)	Bajo: ≥ 5 Medio: 6-10 Alto: < 10
		Pérdida de vegetación no forestal			
		Perdida de fertilidad por remoción de la capa superficial rica en materia orgánica			
		Tránsito constante de vehículos y maquinaria pesada			
Contaminación sonora/lumínica	Ruido diurno	Alteración por maquinaria presente en el sitio	Medio: local, reversible al cesar actividad.	Nivel de ruido (dB) de acuerdo con la NOM-081-SEMARNAT-1994	Bajo: ≤ 55 dB Medio: 56–70 dB Alto: > 70 dB
	Intrusión lumínica	Contaminación lumínica por la iluminación nocturna del AP	Medio-Alto: afecta fauna nocturna, reversible con medidas de control.	Nivel de luminancia (lux) en áreas sensibles de acuerdo con la NOM-025-STPS-2008	Bajo: ≥ 10 lux Medio: 11-30 lux Alto: < 30 lux
Paisaje	Paisaje intrínseco	Presencia de maquinaria	Medio: local, reversible	% de área afectada visualmente	Bajo: ≥ 20 % Medio: 21–50% Alto: < 50%
		Desorden general por obra			

VERSIÓN PÚBLICA

COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	NIVEL DE SIGNIFICANCIA	INDICADOR DE FRAGILIDAD	UMBRAL DE FRAGILIDAD
		Aumento de la presencia escénica	Alto: , irreversible	% de infraestructura visible en el paisaje	Bajo: ≥ 20 % Medio: 21–50% Alto: < 50%
		Aumento de la infraestructura de seguridad tramo La Rosita-Puerto de Matamoros y sus servicios			
	Potencial de vistas	Incremento de actividades antropogénicas	Medio-Alto: local, parcialmente reversible	% de vistas alteradas	Bajo: ≥ 20 % Medio: 21–50% Alto: < 50%
	Fondo escénico	Alteración del paisaje por la infraestructura de seguridad tramo La Rosita-Puerto de Matamoros y sus servicios	Alto: , irreversible.	% de fondo escénico modificado	Bajo: ≥ 20 % Medio: 21–50% Alto: < 50%
	Singularidad o rareza	Alteración visual por la instalación de la infraestructura y obras asociadas	Alto: irreversible, afecta patrimonio visual	% de elementos singulares afectados	Bajo: ≥ 10 % Medio: 11-30 % Alto: < 30 %
	Actuaciones humanas	Presencia de actividades antropogénicas	Medio: local, reversible	Frecuencia de actividades visibles	Bajo: ≥ 20 % Medio: 21–50% Alto: < 50%
Socioeconómico	Actividades comerciales	Incidencia del AP y su funcionamiento sobre las economías locales	Medio-Alto: , reversible parcialmente.	% de comercios afectados	Bajo: ≥ 20 % Medio: 21–50% Alto: < 50%
	Generación de empleos	Aumento en la generación de empleos locales	Bajo: positivo, reversible.	Número de empleos generados	Bajo: ≥ 100 Medio: 50–99 Alto: < 50
	Infraestructura y servicios	Aumento en infraestructura y servicios	Bajo-Medio: positivo, reversible.	% de población beneficiada	Bajo: ≥ 70% Medio: 40–69% Alto: < 40%
		PotabilRegionalización de agua	Medio-Alto: crítico si no se cumple.	Parámetros de la Norma NOM-127--SSA1-2021	Bajo: ≥ 90% del límite permisible Medio: 60–89% Alto: < 60%
		Calidad del agua	Alto: afecta salud pública.		
		Disponibilidad del agua (evitar el desabasto de agua)	Alto: impacto social severo	Litros/habitante/día	Bajo: ≥ 100 Medio: 50-99 Alto: < 50

*Valor de referencia y Línea base se refiere al primer registro obtenido durante el primer mes de muestreo.

La LGEEPA en su Artículo 3°, Fracción XXXVI señala que se entenderá por *Servicios ambientales: Los beneficios tangibles e intangibles, generados por los ecosistemas, necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y para que proporcionen beneficios al ser humano* (DOF, 2021). La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), en su Artículo 7, Fracción LXI, define como *Servicios ambientales: Beneficios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales, y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que proporcionan beneficios al ser humano* (DOF, 2021). Finalmente, de acuerdo con la definición de la SEMARNAT (2016), los servicios ambientales son: *los beneficios intangibles que los diferentes ecosistemas ponen a disposición de la sociedad, ya sea de manera natural o por medio de su manejo sustentable*.

Los servicios ambientales se clasifican conforme a lo señalado por la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (2005) (MEA, por sus siglas en inglés) en:

- *Servicios de soporte o apoyo:* son los que mantienen los procesos de los ecosistemas y son necesarios para la producción y presencia de los otros servicios, sus beneficios son indirectos y se dan a través de periodos muy largos.

- *Servicios de regulación*: Son los que mantienen los procesos y funciones naturales del ecosistema.

- *Servicios de provisionamiento*: son aquellos recursos tangibles renovables o no renovables obtenidos de los ecosistemas y que pueden ser consumidos y finitos.

- *Servicios culturales*: estos son los beneficios tangibles o intangibles del ecosistema que resultan de la precepción y apreciación del hombre y pueden estar ligados o no a expresiones culturales, espirituales y de cosmovisión.

VERSIÓN PÚBLICA

Tal como se ha manifestado anteriormente, el AP no presenta vegetación y/o cubierta vegetal de cualquier tipo, por lo cual no se realizará un cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Sin embargo, es necesario determinas los servicios ambientales que podrían verse afectados, mismos que son independientes de la presencia de cubierta vegetal en el AP. Por ejemplo, la erosión de los suelos es un elemento que actualmente está presente en el AP, sin embargo, con el establecimiento del proyecto se sellará totalmente el suelo, por lo cual el efecto erosivo se reducirá a 0.

En la siguiente tabla se muestran los servicios ambientales, por categoría o tipo de servicio que presta, así como la magnitud de afectación por unidad de área.

Tabla 83. Servicios ambientales identificados en el AP y SA, demanda y categoría, que podrían ser afectados por el AP.

Servicios ambientales	Categoría o tipo de servicio				Sitio de Afectación por actividades	Magnitud de afectación del servicio ambiental/ unidad de área
	Soporte o Apoyo	Regulación	Provisión	Cultural		
Ciclo de nutrientes: Generación de oxígeno	X				AP	Nula
Ciclo de nutrientes: Captura de carbono		X			AP	Nula
Formación de suelos: Control de la erosión y generación, conservación y recuperación de suelos	X				AP	Baja
Producción primaria: Polinización de plantas	X				AP	Nula
Regulación climática		X			AP	Nula
Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales		X			AP	Nula
Regulación de enfermedades: Control biológico de plagas		X			SA	Nula
Agua dulce: Provisión y Regulación de agua en calidad y cantidad suficientes*		X	X		SA	Nula
Alimentos: Pesca			X		AP, SA	Nula
Madera y fibras: Degradación de desechos orgánicos			X		AP	Nula
Estético: Belleza del paisaje				X	AP, SA	Baja
Educación				X	AP, SA	Nula
Recreación				X	AP, SA	Nula
Protección de la biodiversidad, ecosistemas y las formas de vida	X				AP	Nula
SA: Sistema Ambiental						
AP: AP						

***Respecto de la provisión del agua dulce, el sitio se ubica dentro de un ANP que se caracteriza por presentar suelos hipersalinos, así como cuerpos de agua con la misma condición. Por lo tanto, la provisión de agua dulce no se verá afectada, y por el contrario, el agua que no se logre infiltrar en el área sellada del AP se podrá canalizar hacia la periferia para permitir su posterior infiltración.**

A continuación, se describe cada uno de los servicios ambientales localizados de acuerdo con lo observado en campo y trabajo de gabinete, así como la situación actual de los servicios respecto al área del AP y SA, los cuales requieren atención prioritaria y cuáles es la contribución al calentamiento global:

Servicio ambiental: Formación de suelos, control de la erosión y generación, conservación y recuperación de suelos	
Descripción del servicio	El suelo es un elemento clave al formar parte de los ecosistemas, se clasifica como servicios de soporte, regulación y provisión principalmente. El suelo provee una gran variedad de microambientes por lo que es fundamental en los ciclos biogeoquímicos. Este elemento tiene un papel importante en el ciclo hidrológico, ya que el agua que almacena representa cerca del 90% que es aprovechada por los cultivos alrededor del mundo, junto con la capacidad del suelo para absorber y emitir calor, lo convierten en un importante regulador climático. Otro servicio ambiental que provee el suelo es el de provisión, ya que es el sustrato para la obtención de cultivos comestibles para forraje, fibras y combustible, se estima que 95% de los alimentos se producen directa o indirectamente en los suelos; actúa como la veta de materiales utilizados en la construcción (arenas, gravas y arcillas) y para diversos objetos (piedras y metales preciosos).
Vinculación con el área del AP y/o SA	Uno de los problemas principales relacionado con los suelos, es la degradación ocasionada principalmente por las actividades humanas, como el cambio de uso del suelo asociada al desarrollo urbano e industrial (SEMARNAT, 2003). La degradación de la tierra en áreas áridas, semiáridas y subhúmedas secas ocurre de forma gradual y provoca la pérdida de productividad del suelo y

VERSIÓN PÚBLICA

Servicio ambiental: Formación de suelos, control de la erosión y generación, conservación y recuperación de suelos	
	adelgazamiento de la cubierta vegetal debido a las actividades humanas y las variaciones climáticas, como sequías prolongadas e inundaciones. Los tipos de suelo presentes en el SA tienen propiedades que contribuyen a los cambios de humedad. Los suelos vertisoles se desarrollan sobre materiales finos en ambientes con relieve plano o ligeramente ondulado, por lo que son comunes en planicies aluviales y zonas de acumulación sedimentaria; los Solonchak son comunes en ambientes costeros, marismas y planicies lagunares, donde la dinámica hidrológica y la influencia marina favorecen la concentración de sales en el perfil del suelo; los chernozems y phaeozems se caracterizan por presentar horizontes superficiales ricos en materia orgánica, color oscuro y buena estructura granular, se desarrollan en vegetación de pastizal o matorral y presentan condiciones relativamente favorables para actividades agrícolas, debido a su fertilidad natural y capacidad de retención de humedad. El cambio de uso de suelo para la construcción del AP generará una afectación directa sobre la formación y conservación de los suelos.
Contribución al calentamiento global	• El suelo es un elemento clave en el cambio climático, debido a la gran capacidad de almacenamiento del carbono, ya que se ha estimado que contiene mucho más carbono que el que se encuentra en la vegetación y en la atmósfera. • Cuando se interrumpe la formación de suelos por retiro de vegetación, se reduce la capacidad de almacenar carbono en la materia orgánica. • La degradación del suelo libera CO_2 previamente fijado y disminuye la capacidad de actuar como sumidero, esto convierte al suelo en una fuente de emisiones contribuyendo al aumento de gases de efecto invernadero. • La erosión expone la materia orgánica y acelera su descomposición, liberando CO_2 a la atmósfera. • La pérdida de suelos fértiles reduce la capacidad de los ecosistemas para sostener vegetación, lo que disminuye la captura futura de carbono. A largo plazo, la degradación del suelo genera un círculo vicioso: menos vegetación → menos captura de carbono → más emisiones.

El Sistema Ambiental del AP se ubica en la zona A de la Regionalización Sísmica de la República Mexicana, la cual es una zona donde se tienen registros históricos de sismos muy ligeros (normalmente inferiores a 4.0 en la escala de Saffir-Simpson). Se puede apreciar que el área de estudio está libre de una actividad sísmica intensa, donde los sismos que han ocurrido en otras partes del país se asocian principalmente con las grandes fallas geológicas, donde se presentan los eventos sísmicos de magnitudes entre 5, 6 y 7. 1 en la escala de Richter.

Según datos del Centro Nacional de Prevención de Desastres Naturales (CENAPRED) en una parte de la zona de estudio no se tiene susceptibilidad a los deslizamientos, ni a los derrumbes ni a movimientos de roca, por lo que el AP se encuentra en susceptibilidad “baja”. De igual forma, en la región donde se pretende establecer el AP no se encuentra ningún volcán y se localiza en la zona sísmica “A” que indica bajo según el mapa de “Zonas sísmicas y principales volcanes en México”.

Es bien sabido que el cambio climático intensifica tanto sequías como inundaciones, generando riesgos directos que pueden ser operativos; ambientales, ya que genera degradación de suelos, contaminación y pérdida de biodiversidad; y sociales, inherentemente se produce una afectación a las comunidades locales y mayor vulnerabilidad socioeconómica. Considerando estos riesgos, a continuación, se desglosan una serie de tendencias que podrían desencadenarse en el AP, producto del cambio climático.

1. Aumento de temperatura: México se ha calentado más rápido que el promedio mundial, lo que intensifica fenómenos extremos.
2. Sequías más frecuentes y prolongadas: El norte y centro del país presentan estrés hídrico creciente, afectando la disponibilidad de agua y por ende, la agricultura. Con esto aumenta la competencia por los recursos hídricos entre diferentes sectores (agricultura, industria, población).
3. Inundaciones más intensas: En las zonas costeras y regiones con lluvias torrenciales, los ciclones y tormentas generan inundaciones más severas y recurrentes. Esto desencadenaría daños a la infraestructura del AP (carreteras, instalaciones, drenajes).
4. Variabilidad climática: Mayor irregularidad en patrones de lluvia, con temporadas de sequía seguidas de lluvias extremas.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla 84. Tendencias o riesgos en el AP relacionado con desastres naturales ante el cambio climático

RIESGOS	TENDENCIA CLIMÁTICA	IMPACTO EN EL AP	CONSECUENCIAS PRINCIPALES
Sequías prolongadas	Alta en zonas áridas y semiáridas	Alto	Escasez de agua para los distintos procesos constructivos. Así mismo, pérdida de productividad agrícola y degradación de suelos.
Inundaciones intensas	Alta en regiones con lluvias torrenciales	Alto	Daños a infraestructura, contaminación de cuerpos de agua por el arrastre de residuos y afectación a las comunidades cercanas.
Variabilidad climática (sequía seguida de lluvias extremas)	Media-Alta	Medio-Alto	Desajuste en ciclos agrícolas, pérdida de biodiversidad y mayor vulnerabilidad social ante los eventos climáticos.
Eventos extremos (tormentas)	Media	Alto	Daños severos a instalaciones, infraestructura, interrupción de actividades, afectaciones a las comunidades de fauna, flora y humanas.

Los Ciclones Tropicales constituyen uno de los riesgos principales en la Cuenca del Atlántico, que incluye al Golfo de México y al Mar Caribe (Rubiera, 2003).

El Sistema Ambiental se localiza en la planicie costera del Golfo de México, en el noreste del estado de Tamaulipas, región que históricamente ha sido influenciada por la trayectoria de ciclones tropicales que se desarrollan en el Atlántico tropical y el Golfo de México. Debido a su proximidad con la costa y su ubicación dentro de la franja latitudinal donde suelen desplazarse estos sistemas, el área presenta susceptibilidad moderada a la influencia directa o indirecta de tormentas tropicales y huracanes.

Entre los sistemas ciclónicos más relevantes registrados históricamente en la región destacan el Huracán Allen (1980) que alcanzó categoría 5, con vientos máximos cercanos a 165 mph y presión mínima de 899 mb, siendo uno de los huracanes más intensos registrados en el Atlántico; el huracán Beulah (1967), de categoría 5, que impactó severamente la costa del Golfo de México generando lluvias extraordinarias e inundaciones en el noreste del país; el huracán Erika (2003), clasificado como categoría 1, que transitó por el Golfo de México generando precipitaciones intensas en el norte de Tamaulipas; el huracán Cosme (1989) y Barry (1983), ambos de categoría 1, los cuales también presentaron trayectorias cercanas a la costa de Tamaulipas.

Además de los ciclones tropicales, la región también se ve influenciada por frentes fríos provenientes del norte del continente, que durante la temporada invernal generan eventos conocidos localmente como “nortes”, caracterizados por vientos fuertes del norte y noreste, descenso abrupto de temperatura, incremento del oleaje y precipitaciones ocasionales. Estos eventos meteorológicos son comunes en la costa del Golfo de México y pueden presentarse varias veces durante la temporada invernal.

En conjunto, la presencia histórica de ciclones tropicales y la recurrencia de frentes fríos indican que el Sistema Ambiental se encuentra expuesto a fenómenos meteorológicos extremos que pueden modificar temporalmente las condiciones hidrometeorológicas del área, influyendo en procesos como escurrimientos superficiales, inundaciones temporales, erosión costera y dinámica sedimentaria en ambientes lagunares y costeros, los cuales para el caso del AP, con las adecuaciones y consideraciones se puede mitigar y prevenir el impacto de estos fenómenos.

VERSIÓN PÚBLICA

Contenido

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales. 2
V.1. Identificación de impactos 2
V.2. Identificación de Componentes y factores ambientales 2
V.3. Identificación de Obras y actividades del Proyecto 3
V.4. Métodos seleccionados para la evaluación del impacto ambiental 3
V.5. Procedimiento de la EIA 4
V.6. Indicadores de Impacto 9
V.7. Resultado de la Matriz Causa - Efecto 10
V.8. Resultados de la valoración de impactos 13

Índice de Tablas

Tabla 1. Componentes y factores ambientales susceptibles a ser impactados 2
Tabla 2. Metodología empleada para la identificación y descripción de los impactos dentro de la EIA 4
Tabla 3. Atributos para la determinación de "I" 7
Tabla 4. Características de atributos 7
Tabla 5. Valor de I, Código y Significado 8
Tabla 6. Indicadores de impacto 9
Tabla 7. Identificaciones de Impactos Positivos y Negativos derivados de la EIA 11
Tabla 8. Valoración de los impactos por Etapa 14
Tabla 9. Valoración resultante de "I" por Componente y Factor Ambiental por Etapas 20

VERSIÓN PÚBLICA

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

V.1. Identificación de impactos

La modificación que los componentes ambientales sufren al entrar en contacto con uno o varios agentes de cambio es lo que nos indica si determinada actividad dentro del sistema da lugar a un impacto en el mismo.

Para la identificación y valorización de los impactos ambientales ligados al desarrollo de todas las etapas del proyecto, se consideraron características propias del proyecto, en este caso, la ubicación física, los componentes que podrán ocasionar impactos al ambiente, así como las características del medio biótico y abiótico de la zona donde se establecerá el proyecto, atendiendo a lo descrito en los Capítulos II y IV de la presente MIA-P. Asimismo, se consideró de manera integral la ubicación del proyecto dentro del Área Natural Protegida denominada "Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo".

En el actual capítulo, se analizará el impacto de cada uno de los componentes ambientales por la implementación del proyecto en el sitio durante cada una de las etapas de desarrollo del mismo, considerando en todo momento las condiciones actuales presentes y las modificaciones que el proyecto traerá consigo, para lo cual se tomará como referencia las condiciones bióticas y abióticas del SA y su correspondencia con el polígono del proyecto.

V.2. Identificación de Componentes y factores ambientales

Para el presente proyecto el ejercicio de identificar los componentes ambientales susceptibles a los factores de cambio, generados a partir del desarrollo de actividades vinculadas con el proyecto; tales componentes ambientales se presentan en la siguiente tabla, donde además se señalan los factores ambientales sensibles al proyecto y los subsistemas de este.

Tabla 1. Componentes y factores ambientales susceptibles a ser impactados

Sistema	Subsistema	Componente	Factor
Medio físico	Medio abiótico	Agua	Calidad (Riesgo de contaminación por combustibles, lubricantes o residuos sólidos)
			Calidad (Riesgo de contaminación por uso de maquinaria, equipo y vehículos)
			Escurrimientos superficiales
			Infiltración
		SUELO	Erosión hídrica
			Erosión eólica
			Compactación
			Fertilidad
			Contaminación (Combustibles, aceites y lubricantes)
			Contaminación (Acumulación inadecuada de residuos sólidos)
		Aire	Emisión de partículas
			Emisión de gases (Maquinaria y vehículos)
			Emisión de gases (Tránsito vehicular)
			Ruido
		Paisaje	Calidad visual
			Alteración del paisaje
	Medio biótico	Flora	Cobertura vegetal
			Diversidad de especies
			Regeneración natural
			Riesgo de incendio
			Cobertura vegetal (Conservación de la cobertura forestal remanente)
			Regeneración natural
			Productividad forestal

VERSIÓN PÚBLICA

		Fauna	Hábitat (Reducción temporal de la disponibilidad de hábitat)
			Desplazamiento
			Disponibilidad de refugios
			Disponibilidad de alimento
			Riesgo de incendio
			Hábitat (Recuperación gradual del hábitat)
Medio socioeconómico		**Socioeconómico**	Empleo
			Servicios de Vigilancia
			Beneficios sociales ciudadanos (Orden, vigilancia y prevención)
			Uso del suelo
			Prevención de incendios

V.3. Identificación de Obras y actividades del Proyecto

El proyecto comprende tres etapas principales:

- Etapa I. Preparación del sitio y acondicionamiento
- Etapa II. Construcción de estación de vigilancia
- Etapa III. Operación y mantenimiento

V.4. Métodos seleccionados para la evaluación del impacto ambiental

Una vez identificado los componentes y factores ambientales, así como las etapas y actividades del Proyecto, se procedió a la identificación de los impactos ambientales, atendiendo a los Métodos de:

a) Matriz de relación Causa-Efecto de Leopold (Leopold, F.E.C, B.B.H., & J.R.B., 1971)
b) Metodología de evaluación de Fernández Conesa- Vítora (Fernández Vítora, 2010).

La Matriz de Leopold, constituye la denominada declaración del impacto ambiental; permite establecer un sistema para el análisis dentro del proceso de Evaluación del Impacto Ambiental (**EIA**), sin que sea un resultado cuantitativo, pero sí cualitativo, a través de una lista bidimensional (acciones del proyecto y componentes del medio ambiente afectados), con el cual se garantiza que se realice una estimación integral de los impactos identificados y que éstos consideren todas las etapas y actividades del Proyecto.

Fernández Conesa- Vítora, propone a través de su Metodología, que la valoración del EIA considere diferentes aspectos que cuantifican los impactos; este método, de carácter analítico, desarrolla la denominada ***Ecuación para el Cálculo de la Importancia (I)*** de un impacto ambiental.

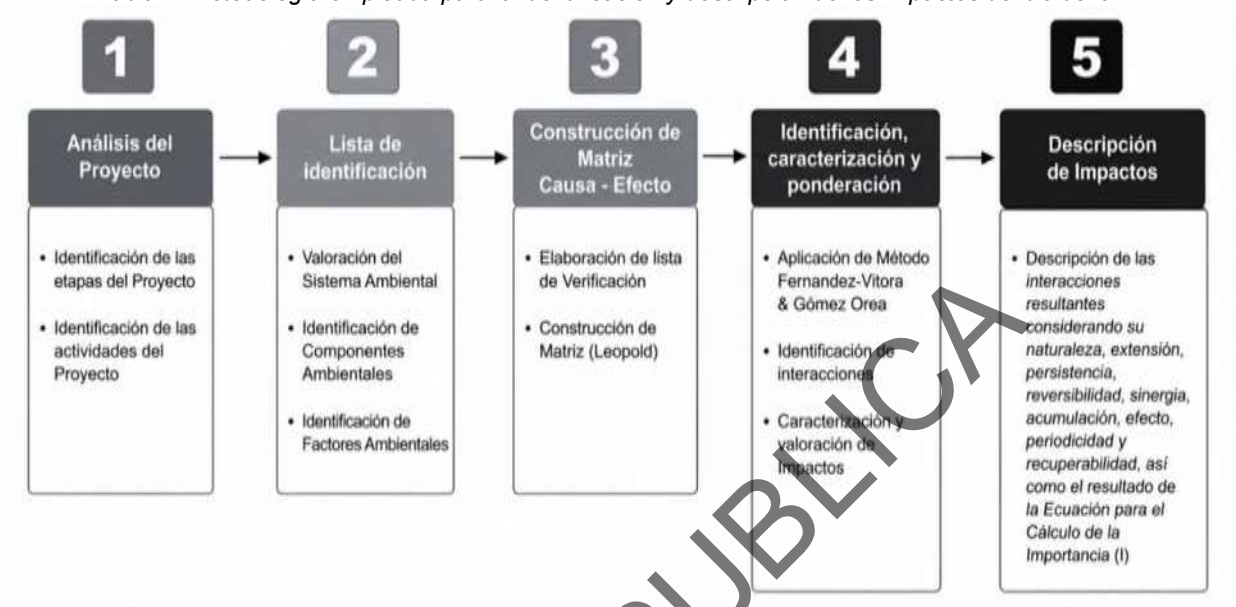
La ecuación anterior, asigna la importancia a cada impacto ambiental posible por la ejecución del Proyecto en todas y cada una de las etapas, identificando y ponderando los impactos a partir de valores otorgados individualmente a un conjunto de criterios utilizados de manera combinada y que en conjunto dan cuenta de la importancia del impacto que una acción determinada generaría sobre un factor puntual.

La valoración o ponderación, representa un aspecto básico que es la composición subjetiva del factor ponderante. Esto permite realizar una evaluación multi e interdisciplinaria y bajo un concepto de transdisciplinariedad.

Considerando ambos métodos (Leopold y Fernández Conesa- Vítora), el proceso de EIA empleado para el Proyecto, es el descrito en la figura siguiente.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla 2. Metodología empleada para la identificación y descripción de los impactos dentro de la EIA



Fuente: Elaboración propia a partir de Método Leopold y Fernández – Vitora

Cabe precisar que, adicional al Método de Fernández Conesa- Vítora, en los parámetros empleados, se consideró la combinación establecida por Gómez Orea[1], que permite establecer un procedimiento de selección de los parámetros (factores y componentes) más afectados a fin de establecer la máxima utilidad para la valoración del EIA, como lo es empleando la Matriz de Leopold conjuntada con listas de control descriptivas.

V.5. Procedimiento de la EIA

Para analizar y evaluar las afecciones medioambientales del proyecto, se consideraron dos conceptos básicos: el **Factor Ambiental** conjuga los componentes ambientales y son los elementos susceptibles a ser modificados por las actividades humanas y las relaciones con el medio ambiente; y el **Impacto Ambiental** atendiendo la definición del artículo 3 fracción XX de la LGEEPA, corresponde a la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza; para los efectos de la EIA, son la alteración (positiva o negativa) de los componentes y factores ambientales.

Bajo esta premisa, la presente EIA, se realiza considerando la valoración conjunta a través de la Matriz de relación Causa-Efecto de Leopold y la Metodología de evaluación de Fernández Conesa-Vítora.

Es a partir de este método conjunto que es factible evaluar de forma general a específica la tipología de los impactos negativos generados por las diversas etapas del proyecto de acuerdo con su significancia, considerando parámetros como la naturaleza (+/), intensidad (I), extensión (EX), momento (MO), persistencia (PE), reversibilidad (RV), sinergia (SI), acumulación (AC), efecto (EF), periodicidad (PR) y recuperabilidad (MC). A su vez, esta metodología permite identificar la importancia o significancia del impacto (irrelevante, moderado, severo o crítico), siendo de vital importancia para proponer las medidas de mitigación necesarias.

[1]Gómez-Orea, D. 1984. Metodología General para Evaluación de Impacto Ambiental. Dirección del Medio Ambiente, Madrid.

VERSIÓN PÚBLICA

La descripción de los valores empleados conforme el Método de Fernández-Vitora, son los siguientes:

- **Naturaleza**. Hace alusión al carácter beneficioso o perjudicial de la acción que va a actuar sobre el factor considerado. Existe la posibilidad de incluir en algunos casos concretos, un tercer carácter previsible pero difícil de cualificar o sin estudios específicos (x) que reflejaría efectos cambiantes difíciles de predecir. Este carácter (x), también reflejaría afectos asociados con circunstancias externas al proyecto, de manera que solamente a través de un estudio global de todas ellas sería posible conocer su naturaleza dañina o beneficiosa.
  Signo: + Positivo; -Negativo.

- **Intensidad (i).** Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa, expresa el grado de destrucción del factor en el área en el que se produce el efecto. Específicamente, este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. El balance de valoración estará comprendido entre 1 y 12, en el que el 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 una afección mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias.
  Valores: Baja 1, Media 2, Alta 4, Muy alta 8 y Total 12

- **Extensión (EX).** Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% 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 efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto parcial (2) y extenso (4). En el caso de que el efecto sea puntual, pero se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas correctoras, habrá que buscar inmediatamente otra alternativa al proyecto, anulando la causa que nos produce este efecto.
  Valores: Puntual 1, Parcial 2, Extenso 4, Total 8, Crítica (+4)

- **Momento (MO).** Es el plazo de manifestación del impacto, es decir, el tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año será Corto Plazo, asignándole en ambos casos un valor (4). Si es un periodo de tiempo que comprendede uno a cinco años se considerará como Medio Plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años será de Largo Plazo (1).
  Valores: Largo plazo 1, Medio plazo 2, Inmediato 4, Crítico (+4)

- **Persistencia (PE).** Se refiere al tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iníciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras. Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor de (1). Si dura entre 1 y 10 años se considerará temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como permanente asignándole un valor de (4). La persistencia, es independiente de la reversibilidad.
  Valores: Fugaz 1, Temporal 2, Permanente 4

- **Reversibilidad (RV).** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción,

VERSIÓN PÚBLICA

por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio. Si es a corto plazo, se le asigna un valor de uno (1), si es a medio plazo dos (2) y si el efecto es irreversible le asignamos el valor cuatro (4). Los intervalos de tiempo que comprende estos periodos son los mismos asignados al parámetro anterior.
Valores: Corto plazo 1, Medio plazo 2, Irreversible 4

- **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 de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente y no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor uno (1), si presenta un sinergismo moderado toma el valor dos (2) y si es altamente sinérgico su valor es cuatro (4). Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la Importancia del Impacto.
Valores: Sin sinergismo 1, Sinérgico 2 y Muy sinérgico 4

- **Acumulación (AC).** Se refiere al incremento progresivo de la manifestación de un efecto dado, cuando persiste de forma continuada o se reitera la acción que lo genera.
Valores: Simple 1, Acumulativo 4.

- **Efecto (EF).** Se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de esta. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. Este término toma el valor de 1 en el caso de que el efecto sea secundario y el valor 4 cuando sea directo.
Valores: Indirecto 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). A los efectos continuos se les asigna un valor de cuatro (4), a los periódicos de dos (2) y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia y a los discontinuos le es asignado el valor de uno (1).
Valores: Irregular, aperiódico y discontinuo 1, Periódico 2, Continuo 4.

- **Recuperabilidad (MC).** Es la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).En ciertas ocasiones es posible, mediante la aplicación de medidas correctoras, disminuir el tiempo de retorno a las condiciones iniciales previas a la implantación de la actividad, por medios naturales, o sea, acelerar la reversibilidad y, consecuentemente, disminuir la persistencia.
Valores: Recuperable de manera inmediata 1, Recuperable a medio plazo 2, Mitigable 4, Irrecuperable 8

- **Ecuación para el Cálculo de la Importancia (I) de un impacto ambiental.** La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce, mediante el modelo propuesto en el cuadro Importancia del Impacto, en función del valor asignado a los criterios considerados.

VERSIÓN PÚBLICA

La fórmula integrada por los términos descritos anteriormente para llevar a cabo la evaluación:

I = ± [3 i + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]

Dónde:

± =Naturaleza del impacto.
I = Importancia del impacto
i = Intensidad o grado probable de destrucción
EX = Extensión o área de influencia del impacto
MO = Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto
PE = Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto
RV = Reversibilidad
SI = Sinergia o reforzamiento de dos o más efectos simples
AC = Acumulación o efecto de incremento progresivo
EF = Efecto (tipo directo o indirecto)
PR = Periodicidad
MC = Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos

Tabla 3. Atributos para la determinación de "I"

Naturaleza (Signo)	
Impacto Beneficioso + Impacto Perjudicial -	
INTENSIDAD (I)	**EXTENSION (EX)**
(Grado De Destrucción) Baja 1 Media 2 Alta 4 Muy Alta 8 Total 12	(Área De Influencia) Puntual 1 Parcial 2 Extenso 4 Total 8 Crítica 12
Momento (Mo)	**Persistencia (Pe)**
(Plazo De Manifestación) Largo Plazo 1 Medio Plazo 2 Inmediato 4 Critico 8	(Permanencia Del Efecto) Fugaz 1 Temporal 2 Permanente 4
Reversibilidad (Rv)	**Sinergia (Si)**
Corto Plazo 1 Medio Plazo 2 Irreversible 4	(Regularidad De La Manifestación) Sin Sinergismo (Simple) 1 Sinérgico 2 Muy Sinérgico 4
Acumulación (Ac)	**Efecto (Ef)**
(Incremento Progresivo) Simple 1 Acumulativo 4	(Relación Causa-Efecto) Indirecto (Secundario) 1 Directo 4
Periodicidad (Pr)	**Recuperabilidad (Mc)**
(Regularidad De La Manifestación) Irregular O Aperiódico Y Discontinuo 1 Periódico 2 Continuo 4	(Reconstrucción Por Medios Humanos) Recuperable De Manera Inmediata 1 Recuperable A Medio Plazo 2 Mitigable 4 Irrecuperable 8

El empleo de ambas metodologías permite establecer que éstas son semi cuantitativas, toda vez que la valoración deriva de atributos cualitativos, que parten de significado numérico sujeto a la evaluación que considera los atributos indispensables para un diagnóstico integral de los posibles impactos, principalmente negativos, sobre el entorno y su influencia.

Las características de los atributos evaluados se definen la siguiente forma:

Tabla 4. Características de atributos

VERSION PUBLICA

Importancia del impacto	Valores
Negativo	13 y 100
Intermedios	40 y 60

Los impactos considerados “Intermedios”, con valores de 40 y 60, serán siempre y cuando se cumplan las siguientes especificaciones:

- Intensidad total, y afectación mínima de los restantes símbolos.
- Intensidad muy alta o alta, y afectación alta o muy alta de los restantes símbolos.
- Intensidad alta, efecto irrecuperable y afectación muy alta de alguno de los restantes símbolos.
- Intensidad media baja, efecto irrecuperable y afectación muy alta de al menos dos de los restantes símbolos.

En función de este modelo, la valoración de las interacciones dentro de la EIA, considera únicamente los impactos de naturaleza **NEGATIVA,** de los cuales sus valores extremos de la Importancia (I) pueden variar:

Tabla 5. Valor de I, Código y Significado2

Valor I (13 y 100)	Calificación	Código	Significado
< 25	Irrelevante (Bajo)		La afectación de este es irrelevante en comparación con los fines y objetivos del Proyecto en cuestión.
25≥ <50	Moderado		La afectación del mismo no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas.
50≥ <75	Severo		La afectación de este exige la recuperación de las condiciones del medio a través de medidas correctoras o protectoras. El tiempo de recuperación necesario es en un periodo prolongado.
≥ 75	Crítico		La afectación del mismo es superior al umbral aceptable. Se produce una perdida permanente de la calidad en las condiciones ambientales. NO hay posibilidad de recuperación alguna.

Para determinar una selección preliminar de impactos, se consideraron sus características, mismas que los pueden definir como significativos (positivo o negativos), considerándose como tal, cuando un componente ambiental o factor recibe el efecto directo del impacto, adquiere una importancia relevante, siendo plasmada así en los marcos jurídicos normativos en materia.

Acorde a lo anterior, el diseño de la presente metodología permitió una EIA con adecuada ponderación de la significancia del impacto, permitiendo así generar un valor numérico y su correspondiente estadística por cada componente y factor ambiental evaluado, lo que permitirá facilitar la identificación de “I”, además de determinar si el impacto es sinérgico, residual o acumulativo.

Una vez identificados los impactos con mayor alcance e intensidad, se procedió a la elaboración de medidas preventivas y de mitigación.

La valorización de los impactos ambientales significativos se encuentra sujeto a la ejecución de cada una de las etapas del Proyecto, analizándose la información desde una perspectiva de ejecución de la obra civil en conjunto con la información desarrollada en la descripción del SA, particularmente a lo señalado para los componentes bióticos y abióticos, su incidencia directa.

[2] Conesa Fernández-Vitoria, Vicente (2009). *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. Editorial Mundi-Prensa.

VERSION PUBLICA

De igual forma, la EIA tuvo como premisa que los impactos incidirán directamente sobre la superficie donde se ejecutará el proyecto.

La conjugación de las metodologías descritas dio como resultado un panorama completo de las implicaciones directas del proyecto sobre el medio ambiente, es decir, contemplan las actividades constructivas y operacionales del proyecto, así como la fase de abandono de sitio haciendo más evidente la presencia de los impactos sobre cada componente al mostrar las interacciones.

En cuanto a la valoración de los impactos es posible categorizarlos resaltando así aquellos que pueden comprometer la integridad del sitio donde se desarrollará el proyecto, es por ello por lo que las metodologías utilizadas resultaron adecuadas para identificar y valorar los impactos ambientales que generará la ejecución del proyecto.

V.6. Indicadores de Impacto

Dentro de la EIA, un indicador de un factor ambiental es la expresión por la que es capaz de ser medido. Cuando éste sea de tipo cuantitativo, la cuantificación será directa y el indicador será muy similar al propio factor. Los indicadores propuestos para el presente proyecto son los siguientes:

Tabla 6. Indicadores de impacto

Componente	Codigo	Factor	Descripción del impacto
Agua	IA-01	Calidad (Riesgo de contaminación por combustibles, lubricantes o residuos sólidos)	Riesgo de contaminación por combustibles, lubricantes o residuos sólidos
	IA-02	Calidad (Riesgo de contaminación por uso de maquinaria, equipo y vehículos)	Riesgo de contaminación por uso de maquinaria, equipo y vehículos
	IA-03	Escurrimientos superficiales	Modificación temporal de los patrones de escurrimiento superficial
	IA-04	Infiltración	Disminución temporal de la infiltración por compactación del suelo
Suelo	IA-05	Erosión hídrica	Incremento del riesgo de erosión hídrica
	IA-06	Erosión eólica	Incremento del riesgo de erosión eólica
	IA-07	Compactación	Compactación del suelo por tránsito de maquinaria, equipo y vehículos
	IA-08	Fertilidad	Alteración temporal de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo
	IA-09	Contaminación (Combustibles, aceites y lubricantes)	Contaminación accidental por combustibles, aceites y lubricantes
	IA-10	Contaminación (Acumulación inadecuada de residuos sólidos)	Acumulación inadecuada de residuos sólidos
Aire	IA-11	Emisión de partículas	Generación de partículas por tránsito vehicular
	IA-12	Emisión de gases (Maquinaria y vehículos)	Emisión de gases provenientes de maquinaria y vehículos
	IA-13	Emisión de gases (Tránsito vehicular)	Emisión temporal de humo de parque vehicular empleado para vigilancia
	IA-14	Ruido	Incremento temporal de los niveles de ruido
Paisaje	IA-15	Calidad visual	Modificación temporal de la calidad visual del paisaje
	IA-16	Alteración del paisaje	Cambio temporal en la estructura visual del entorno (ANP)
Flora	IA-17	Cobertura vegetal	Disminución temporal de la cobertura vegetal
	IA-18	Diversidad de especies	Modificación temporal de la composición florística
	IA-19	Regeneración natural	Daños accidentales a la regeneración natural existente
	IA-20	Riesgo de incendio	Incremento temporal del riesgo de incendios por presencia humana

VERSION PUBLICA

	IA-21	Cobertura vegetal (Conservación de la cobertura forestal remanente)	Conservación de la estructura vegetal del área y entorno (ANP)
	IA-22	Regeneración natural	Favorecimiento de la regeneración natural
	IA-23	Productividad forestal	Conservación de la productividad de la vegetación forestal del entorno, SA y el ANP
Fauna	IA-24	Hábitat (Reducción temporal de la disponibilidad de hábitat)	Reducción temporal de la disponibilidad de hábitat
	IA-25	Desplazamiento	Fragmentación temporal del hábitat
	IA-26	Disponibilidad de refugios	Ahuyentamiento temporal de fauna silvestre por ruido y presencia humana
	IA-27	Disponibilidad de alimento	Disminución temporal de refugios naturales
	IA-28	Riesgo de incendio	Reducción temporal de la disponibilidad de alimento
	IA-29	Hábitat (Recuperación gradual del hábitat)	Recuperación gradual del hábitat mediante la regeneración natural y las acciones de restauración
Socioeconómico	IA-30	Empleo	Generación y mantenimiento de empleos directos e indirectos
	IA-31	Servicios de Vigilancia	Dinamización de la economía local mediante la contratación de mano de obra, adquisición de bienes y prestación de servicios sociales como lo es la Estación de Vigilancia
	IA-32	Beneficios sociales ciudadanos (Orden, vigilancia y prevención)	Aprovechamiento ordenado, legal y sustentable del área para instalación de Estación de Vigilancia
	IA-33	Uso del suelo	Consolidación del uso compatible con la vocación natural del ANP conforme Programa de Manejo
	IA-34	Prevención de incendios	Disminución del riesgo de incendios mediante brigadas, planes y programas de contingencias.

VERSIÓN PÚBLICA

V.7. Resultado de la Matriz Causa - Efecto

Es importante señalar que si bien el área de afectación para el proyecto de la Estación de Vigilancia, éste corresponde a 2,500 m², la ubicación de la misma, dentro del Área Natural Protegida denominada "Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo", hizo necesario analizar los impactos por las etapas del proyecto, desde una perspectiva integral. Esto tuvo como consecuencia el identificar, posterior al cruce de actividades que serán ejecutadas para la realización del Proyecto con los componentes y factores ambientales, un total de **351** interacciones, de las cuales **177** son de naturaleza benéfica y **174** de naturaleza adversa (negativa).

El desglose de las interacciones identificadas se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 7. Identificaciones de Impactos Positivos y Negativos derivados de la EIA

COMPONENTE	FACTOR	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	ETAPAS DEL PROYECTO																		
			ETAPA I. PREPARACIÓN DEL SITIO Y ACONDICIONAMIENTO				ETAPA II. CONSTRUCCIÓN DE ESTACIÓN DE VIGILANCIA								ETAPA III. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO						
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
AGUA	Calidad (Contaminación por combustibles y/o residuos sólidos)	Riesgo de contaminación por combustibles, lubricantes o residuos sólidos			N	N	N	N	N	N	N	N		P				N		
	Calidad (Riesgo de contaminación por uso de maquinaria, equipo y vehículos)	Riesgo de contaminación por uso de maquinaria, equipo y vehículos									N									
	Escurrimientos superficiales	Modificación temporal de los patrones de escurrimiento superficial			N	N				N		N						N		
	Infiltración	Disminución temporal de la infiltración por compactación del suelo			N	N	N	N	N	N	N	N						N		P
SUELO	Erosión hídrica	Incremento del riesgo de erosión hídrica			N	N	N	N		N		N		P	P			N		P
	Erosión eólica	Incremento del riesgo de erosión eólica			N	P	N	N		N	N	N		P	P			N		P
	Compactación	Compactación del suelo por tránsito de maquinaria, equipo y vehículos			N	N	N	N	N	N	N	N					N	N		P
	Fertilidad	Alteración temporal de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo			N	N	N	N	N	N	N	N		P	P		N	N		P
	Contaminación (combustibles y lubricantes)	Contaminación accidental por combustibles, aceites y lubricantes			N	N	N	N	N	N	N	N		P				N		
	Contaminación (residuos sólidos)	Acumulación inadecuada de residuos sólidos				N		N	N	N	N	N		P	P					P
AIRE	Emisión de partículas	Generación de partículas por tránsito vehicular			N	N	N	N	N	N	N	N		P	P			N		
	Emisión de gases	Emisión de gases provenientes de maquinaria y vehículos			N	N	N	N	N	N	N	N						N		
	Emisión de gases	Emisión temporal de humo de parque vehicular empleado para vigilancia									N									
	Ruido	Incremento temporal de los niveles de ruido			N	N	N	N	N	N	N	N						N		
PAISAJE	Calidad visual	Modificación temporal de la calidad visual del paisaje			N	N	N	N	N	N	N	N		P	P	P	P	N	P	P
	Alteración del paisaje	Cambio temporal en la estructura visual del entorno (ANP)			N	N	N	N	N	N	N	N		P	P	P	P	N		P
FLORA	Cobertura vegetal	Disminución temporal de la cobertura vegetal			N	N	N	N								P	P	N		P
	Diversidad de especies	Modificación temporal de la composición florística		P	N	N	N	N								P	P	N		P
	Regeneración natural	Daños accidentales a la regeneración natural existente			N	N	N	N	N	N				P	P	P	P	N		P

VERSIÓN PÚBLICA

	Riesgo de incendio	Incremento temporal del riesgo de incendios por presencia humana			N	N	N	N	N	N	N	N		P	P	P	P	P	P	P
	Cobertura vegetal	Conservación de la estructura vegetal del área y entorno (ANP)	P	P			P									P	P	P		P
	Regeneración natural	Favorecimiento de la regeneración natural	P	P			P							P	P	P	P	P		P
	Productividad forestal	Conservación de la productividad de la vegetación forestal del entorno, SA y el ANP	P	P			P						P	P	P	P	P	P		P
FAUNA	Hábitat	Reducción temporal de la disponibilidad de hábitat			N	N	N	N		N						P	P	N	P	P
	Desplazamiento	Fragmentación temporal del hábitat			N	N	N									P	P	N		P
	Disponibilidad de refugios	Ahuyentamiento temporal de fauna silvestre por ruido y presencia humana		N	N	N	N	N	N	N	N	N				P	P	N	P	P
	Disponibilidad de alimento	Disminución temporal de refugios naturales			N	N	N									P	P	N		P
	Riesgo de incendio	Reducción temporal de la disponibilidad de alimento			N	N	N									P	P	N		P
	Hábitat	Recuperación gradual del hábitat mediante la regeneración natural y las acciones de restauración	P	P										P	P	P	P	P		P
SOCIOECONÓMICO	Empleo	Generación y mantenimiento de empleos directos e indirectos	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	Actividad económica (generación de valor económico)	Dinamización de la economía local mediante la contratación de mano de obra, adquisición de bienes y prestación de servicios sociales como lo es la Estación de Vigilancia	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	Actividad económica (aprovechamiento legal y sustentable)	Aprovechamiento ordenado, legal y sustentable del área para instalación de Estación de Vigilancia	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	Uso del suelo	Consolidación del uso compatible con la vocación natural del ANP conforme Programa de Manejo	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
	Prevención de incendios	Disminución del riesgo de incendios mediante brigadas, planes y programas de contingencias.												P	P	P	P	P	P	P

VERSIÓN PÚBLICA

V.8. Resultados de la valoración de impactos

Como se indicó previamente, una vez identificados y descritos los posibles impactos identificados dentro del proceso de EIA, como consecuencia de la ejecución del Proyecto, se procede a realizar la valoración de éstos, considerando los métodos señalados previamente.

En la tabla siguiente se detallan los resultados de la ponderación de los impactos negativos, descritos por componente y factor ambiental y categorizados conforme la puntuación obtenida mediante la aplicación del método analítico descrito previamente, en la cual se mide la importancia del Impacto, atendiendo la Ecuación para el Cálculo de la Importancia (I) de un impacto ambiental, propuesta por Vicente Conesa Fernández-Vitora[3]

Ecuación para el Cálculo de la Importancia de Impacto

$$I = \pm [3\,i + 2\,EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Donde:

± =Naturaleza del impacto.
I = Importancia del impacto
i = Intensidad o grado probable de destrucción
EX = Extensión o área de influencia del impacto
MO = Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto
PE = Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto
RV = Reversibilidad
SI = Sinergia o reforzamiento de dos o más efectos simples
AC = Acumulación o efecto de incremento progresivo
EF = Efecto (tipo directo o indirecto)
PR = Periodicidad
MC = Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos

VERSION PUBLICA

[3] Fernández Vítora, V. C. (2010). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa.

Tabla 8. Valoración de los impactos por Etapa

ETAPA I. PREPARACIÓN DEL SITIO Y ACONDICIONAMIENTO																
Componente	**Factor**	**Descripción del impacto**	**Interacciones negativas**	**NA**	**i**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**SI**	**AC**	**EF**	**PR**	**MC**	**I**	**Categoría**
AGUA	Calidad (Riesgo de contaminación por combustibles, lubricantes o residuos sólidos)	Riesgo de contaminación por combustibles, lubricantes o residuos sólidos	6	-	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	15	Irrelevante
	Escurrimientos superficiales	Modificación temporal de los patrones de escurrimiento superficial		-	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	15	Irrelevante
	Infiltración	Disminución temporal de la infiltración por compactación del suelo		-	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	16	Irrelevante
SUELO	Erosión hídrica	Incremento del riesgo de erosión hídrica	10	-	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	16	Irrelevante
	Erosión eólica	Incremento del riesgo de erosión eólica		-	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	14	Irrelevante
	Compactación	Compactación del suelo por tránsito de maquinaria, equipo y vehículos		-	2	2	2	2	2	1	2	4	2	2	27	Moderado
	Fertilidad	Alteración temporal de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo		-	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	16	Irrelevante
	Contaminación (Combustibles, aceites y lubricantes)	Contaminación accidental por combustibles, aceites y lubricantes		-	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	15	Irrelevante
	Contaminación (Acumulación inadecuada de residuos sólidos)	Acumulación inadecuada de residuos sólidos		-	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	16	Irrelevante
AIRE	Emisión de partículas	Generación de partículas por tránsito vehicular	6	-	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	20	Irrelevante
	Emisión de gases (Maquinaria y vehículos)	Emisión de gases provenientes de maquinaria y vehículos		-	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	20	Irrelevante

VERSIÓN PÚBLICA

	Ruido	Incremento temporal de los niveles de ruido		-	1	1	4	1	1	1	1	4	2	1	20	Irrelevante
PAISAJE	Calidad visual	Modificación temporal de la calidad visual del paisaje	4	-	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1	18	Irrelevante
	Alteración del paisaje	Cambio temporal en la estructura visual del entorno (ANP)		-	1	2	2	2	1	1	1	4	2	1	21	Irrelevante
FLORA	Cobertura vegetal	Disminución temporal de la cobertura vegetal	8	-	1	2	2	2	1	1	1	4	2	1	21	Irrelevante
	Diversidad de especies	Modificación temporal de la composición florística		-	1	2	2	2	1	1	1	4	2	1	21	Irrelevante
	Regeneración natural	Daños accidentales a la regeneración natural existente		-	1	1	2	2	1	1	1	4	2	1	19	Irrelevante
	Riesgo de incendio	Incremento temporal del riesgo de incendios por presencia humana		-	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	16	Irrelevante
FAUNA	Hábitat (Reducción temporal de la disponibilidad de hábitat)	Reducción temporal de la disponibilidad de hábitat	11	-	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1	18	Irrelevante
	Desplazamiento	Fragmentación temporal del hábitat		-	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1	18	Irrelevante
	Disponibilidad de refugios	Ahuyentamiento temporal de fauna silvestre por ruido y presencia humana		-	1	2	4	1	1	1	1	4	2	1	22	Irrelevante
	Disponibilidad de alimento	Disminución temporal de refugios naturales		-	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1	18	Irrelevante
	Riesgo de incendio	Reducción temporal de la disponibilidad de alimento		-	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1	18	Irrelevante
SUBTOTAL ETAPA I			**45**													

VERSION PUBLICA

ETAPA II. CONSTRUCCIÓN DE ESTACIÓN DE VIGILANCIA																
Componente	**Factor**	**Descripción Del Impacto**	**Interacciones negativas**	**NA**	**i**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**SI**	**AC**	**EF**	**PR**	**MC**	**I**	**Categoría**
AGUA	Calidad (Riesgo de contaminación por combustibles, lubricantes o residuos sólidos)	Riesgo de contaminación por combustibles, lubricantes o residuos sólidos	15	–	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	16	Irrelevante
	Calidad (Riesgo de contaminación por uso de maquinaria, equipo y vehículos)	Riesgo de contaminación por uso de maquinaria, equipo y vehículos		-	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	16	Irrelevante
	Escurrimientos superficiales	Modificación temporal de los patrones de escurrimiento superficial		-	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	15	Irrelevante
	Infiltración	Disminución temporal de la infiltración por compactación del suelo		-	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	20	Irrelevante
SUELO	Erosión hídrica	Incremento del riesgo de erosión hídrica	32	-	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	16	Irrelevante
	Erosión eólica	Incremento del riesgo de erosión eólica		-	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	14	Irrelevante
	Compactación	Compactación del suelo por tránsito de maquinaria, equipo y vehículos		-	2	2	2	2	2	2	1	4	2	2	27	Moderado
	Fertilidad	Alteración temporal de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo		-	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1	18	Irrelevante
	Contaminación (Combustibles, aceites y lubricantes)	Contaminación accidental por combustibles, aceites y lubricantes		-	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	16	Irrelevante
	Contaminación (Acumulación inadecuada de residuos sólidos)	Acumulación inadecuada de residuos sólidos		-	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	16	Irrelevante
AIRE	Emisión de partículas	Generación de partículas por tránsito vehicular	19	-	2	2	4	2	1	1	1	4	2	1	26	Moderado
	Emisión de gases	Emisión de gases provenientes de		-	2	2	4	2	1	1	1	4	2	1	26	Moderado

VERSIÓN PÚBLICA

	(Maquinaria y vehículos)	maquinaria y vehículos															
	Emisión de gases (Tránsito vehicular)	Emisión temporal de humo de parque vehicular empleado para vigilancia		-	2	2	4	2	2	2	2	4	2	2	30	Moderado
	Ruido	Incremento temporal de los niveles de ruido		-	2	2	4	1	1	1	1	4	2	1	25	Moderado
PAISAJE	Calidad visual	Modificación temporal de la calidad visual del paisaje	12	-	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1	18	Irrelevante
	Alteración del paisaje	Cambio temporal en la estructura visual del entorno (ANP)		-	2	2	2	2	2	1	1	4	2	2	26	Moderado
FLORA	Cobertura vegetal	Disminución temporal de la cobertura vegetal	16	-	2	2	2	4	2	2	2	4	2	2	30	Moderado
	Diversidad de especies	Modificación temporal de la composición florística		-	2	2	2	2	2	1	1	4	2	2	26	Moderado
	Regeneración natural	Daños accidentales a la regeneración natural existente		-	1	2	2	2	1	1	1	4	2	1	21	Irrelevante
	Riesgo de incendio	Incremento temporal del riesgo de incendios por presencia humana		-	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	16	Irrelevante
FAUNA	Hábitat (Reducción temporal de la disponibilidad de hábitat)	Reducción temporal de la disponibilidad de hábitat	12	-	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1	18	Irrelevante
	Desplazamiento	Fragmentación temporal del hábitat		-	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1	18	Irrelevante
	Disponibilidad de refugios	Ahuyentamiento temporal de fauna silvestre por ruido y presencia humana		-	2	2	4	2	1	1	1	4	2	1	26	Moderado
	Disponibilidad de alimento	Disminución temporal de refugios naturales		-	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1	18	Irrelevante
	Riesgo de incendio	Reducción temporal de la disponibilidad de alimento		-	1	2	2	2	1	1	1	1	2	1	18	Irrelevante
SUBTOTAL ETAPA II			**106**														

VERSION PUBLICA

ETAPA III. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																
Componente	**Factor**	**Descripción Del Impacto**	**Interacciones negativas**	**NA**	**i**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**SI**	**AC**	**EF**	**PR**	**MC**	**I**	**Categoría**
AGUA	Calidad (Riesgo de contaminación por combustibles, lubricantes o residuos sólidos)	Riesgo de contaminación por combustibles, lubricantes o residuos sólidos	3	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	Irrelevante
	Escurrimientos superficiales	Modificación temporal de los patrones de escurrimiento superficial		-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	Irrelevante
	Infiltración	Disminución temporal de la infiltración por compactación del suelo		-	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	15	Irrelevante
SUELO	Erosión hídrica	Incremento del riesgo de erosión hídrica	7	-	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	15	Irrelevante
	Erosión eólica	Incremento del riesgo de erosión eólica		-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	Irrelevante
	Compactación	Compactación del suelo por tránsito de maquinaria, equipo y vehículos		-	1	1	2	2	1	1	1	4	1	1	18	Irrelevante
	Fertilidad	Alteración temporal de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo		-	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	15	Irrelevante
	Contaminación (Combustibles, aceites y lubricantes)	Contaminación accidental por combustibles, aceites y lubricantes		-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	Irrelevante
AIRE	Emisión de partículas	Generación de partículas por tránsito vehicular	3	-	1	1	2	1	1	1	1	4	1	1	17	Irrelevante
	Emisión de gases (Maquinaria y vehículos)	Emisión de gases provenientes de maquinaria y vehículos		-	1	1	2	1	1	1	1	4	1	1	17	Irrelevante
	Ruido	Incremento temporal de los niveles de ruido		-	1	1	2	1	1	1	1	4	1	1	17	Irrelevante
PAISAJE	Calidad visual	Modificación temporal de la calidad visual del paisaje	2	-	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	14	Irrelevante

VERSIÓN PÚBLICA

	Alteración del paisaje	Cambio temporal en la estructura visual del entorno (ANP)		-	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	15	Irrelevante
FLORA	Cobertura vegetal	Disminución temporal de la cobertura vegetal	3	-	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	15	Irrelevante
	Diversidad de especies	Modificación temporal de la composición florística		-	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	15	Irrelevante
	Regeneración natural	Daños accidentales a la regeneración natural existente		-	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	15	Irrelevante
FAUNA	Hábitat (Reducción temporal de la disponibilidad de hábitat)	Reducción temporal de la disponibilidad de hábitat	5	-	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	15	Irrelevante
	Desplazamiento	Fragmentación temporal del hábitat		-	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	15	Irrelevante
	Disponibilidad de refugios	Ahuyentamiento temporal de fauna silvestre por ruido y presencia humana		-	1	1	2	1	1	1	1	4	1	1	17	Irrelevante
	Disponibilidad de alimento	Disminución temporal de refugios naturales		-	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	15	Irrelevante
	Riesgo de incendio	Reducción temporal de la disponibilidad de alimento		-	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	15	Irrelevante
SUBTOTAL ETAPA III			**23**													

VERSIÓN PÚBLICA

De las evaluaciones negativas totales para los factores ambientales evaluados, que corresponden a los Componentes Ambientales de Agua, Suelo, Aire, Paisaje, Flora y Fauna considerados dentro de la EIA para el proyecto y considerando los valores extremos de la Importancia (I) del impacto, establecidos en el Modelo de Fernández Conesa- Vítora, se categorizó cada uno de los impactos negativos considerando el valor "I" (Ecuación para el Cálculo de la Importancia), lo que dio como resultado que el **85.51 %** de estas evaluaciones negativas se consideran como **Irrelevantes (Bajo)** es decir, un total de **59 factores ambientales de los 69** evaluados, mientras que el **14.49 %** de los factores son considerados como **Moderados**, es decir solo **10 factores de los 69** evaluados.

No se identificaron factores con impactos considerados como Severos o Críticos.

Tabla 9. Valoración resultante de "I" por Componente y Factor Ambiental por Etapas

ETAPA I. PREPARACIÓN DEL SITIO Y ACONDICIONAMIENTO					
Componente	**Factor**	**Descripción Del Impacto**	**Interacciones negativas**	**I**	**Categoría**
AGUA	Calidad (Riesgo de contaminación por combustibles, lubricantes o residuos sólidos)	Riesgo de contaminación por combustibles, lubricantes o residuos sólidos	6	15	Irrelevante
	Escurrimientos superficiales	Modificación temporal de los patrones de escurrimiento superficial		15	Irrelevante
	Infiltración	Disminución temporal de la infiltración por compactación del suelo		16	Irrelevante
SUELO	Erosión hídrica	Incremento del riesgo de erosión hídrica	10	16	Irrelevante
	Erosión eólica	Incremento del riesgo de erosión eólica		14	Irrelevante
	Compactación	Compactación del suelo por tránsito de maquinaria, equipo y vehículos		27	Moderado
	Fertilidad	Alteración temporal de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo		16	Irrelevante
	Contaminación (Combustibles, aceites y lubricantes)	Contaminación accidental por combustibles, aceites y lubricantes		15	Irrelevante
	Contaminación (Acumulación inadecuada de residuos sólidos)	Acumulación inadecuada de residuos sólidos		16	Irrelevante
AIRE	Emisión de partículas	Generación de partículas por tránsito vehicular	6	20	Irrelevante
	Emisión de gases (Maquinaria y vehículos)	Emisión de gases provenientes de maquinaria y vehículos		20	Irrelevante
	Ruido	Incremento temporal de los niveles de ruido		20	Irrelevante
PAISAJE	Calidad visual	Modificación temporal de la calidad visual del paisaje	4	18	Irrelevante
	Alteración del paisaje	Cambio temporal en la estructura visual del entorno (ANP)		21	Irrelevante
FLORA	Cobertura vegetal	Disminución temporal de la cobertura vegetal	8	21	Irrelevante
	Diversidad de especies	Modificación temporal de la composición florística		21	Irrelevante
	Regeneración natural	Daños accidentales a la regeneración natural existente		19	Irrelevante
	Riesgo de incendio	Incremento temporal del riesgo de incendios por presencia humana		16	Irrelevante
FAUNA	Hábitat (Reducción temporal de la disponibilidad de hábitat)	Reducción temporal de la disponibilidad de hábitat	11	18	Irrelevante
	Desplazamiento	Fragmentación temporal del hábitat		18	Irrelevante
	Disponibilidad de refugios	Ahuyentamiento temporal de fauna silvestre por ruido y presencia humana		22	Irrelevante
	Disponibilidad de alimento	Disminución temporal de refugios naturales		18	Irrelevante
	Riesgo de incendio	Reducción temporal de la disponibilidad de alimento		18	Irrelevante

VERSIÓN PÚBLICA

ETAPA II. CONSTRUCCIÓN DE ESTACIÓN DE VIGILANCIA					
Componente	**Factor**	**Descripción Del Impacto**	**Interacciones negativas**	**I**	**Categoría**
AGUA	Calidad (Riesgo de contaminación por combustibles, lubricantes o residuos sólidos)	Riesgo de contaminación por combustibles, lubricantes o residuos sólidos	15	16	Irrelevante
	Calidad (Riesgo de contaminación por uso de maquinaria, equipo y vehículos)	Riesgo de contaminación por uso de maquinaria, equipo y vehículos		16	Irrelevante
	Escurrimientos superficiales	Modificación temporal de los patrones de escurrimiento superficial		15	Irrelevante
	Infiltración	Disminución temporal de la infiltración por compactación del suelo		20	Irrelevante
SUELO	Erosión hídrica	Incremento del riesgo de erosión hídrica	32	16	Irrelevante
	Erosión eólica	Incremento del riesgo de erosión eólica		14	Irrelevante
	Compactación	Compactación del suelo por tránsito de maquinaria, equipo y vehículos		27	Moderado
	Fertilidad	Alteración temporal de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo		18	Irrelevante
	Contaminación (Combustibles, aceites y lubricantes)	Contaminación accidental por combustibles, aceites y lubricantes		16	Irrelevante
	Contaminación (Acumulación inadecuada de residuos sólidos)	Acumulación inadecuada de residuos sólidos		16	Irrelevante
AIRE	Emisión de partículas	Generación de partículas por tránsito vehicular	19	26	Moderado
	Emisión de gases (Maquinaria y vehículos)	Emisión de gases provenientes de maquinaria y vehículos		26	Moderado
	Emisión de gases (Tránsito vehicular)	Emisión temporal de humo de parque vehicular empleado para vigilancia		30	Moderado
	Ruido	Incremento temporal de los niveles de ruido		25	Moderado
PAISAJE	Calidad visual	Modificación temporal de la calidad visual del paisaje	12	18	Irrelevante
	Alteración del paisaje	Cambio temporal en la estructura visual del entorno (ANP)		26	Moderado
FLORA	Cobertura vegetal	Disminución temporal de la cobertura vegetal	16	30	Moderado
	Diversidad de especies	Modificación temporal de la composición florística		26	Moderado
	Regeneración natural	Daños accidentales a la regeneración natural existente		21	Irrelevante
	Riesgo de incendio	Incremento temporal del riesgo de incendios por presencia humana		16	Irrelevante
FAUNA	Hábitat (Reducción temporal de la disponibilidad de hábitat)	Reducción temporal de la disponibilidad de hábitat	12	18	Irrelevante
	Desplazamiento	Fragmentación temporal del hábitat		18	Irrelevante
	Disponibilidad de refugios	Ahuyentamiento temporal de fauna silvestre por ruido y presencia humana		26	Moderado
	Disponibilidad de alimento	Disminución temporal de refugios naturales		18	Irrelevante
	Riesgo de incendio	Reducción temporal de la disponibilidad de alimento		18	Irrelevante

VERSIÓN PÚBLICA

ETAPA III. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
Componente	**Factor**	**Descripción Del Impacto**	**Interacciones negativas**	**I**	**Categoría**
AGUA	Calidad (Riesgo de contaminación por combustibles, lubricantes o residuos sólidos)	Riesgo de contaminación por combustibles, lubricantes o residuos sólidos	3	13	Irrelevante
	Escurrimientos superficiales	Modificación temporal de los patrones de escurrimiento superficial		13	Irrelevante
	Infiltración	Disminución temporal de la infiltración por compactación del suelo		15	Irrelevante
SUELO	Erosión hídrica	Incremento del riesgo de erosión hídrica	7	15	Irrelevante
	Erosión eólica	Incremento del riesgo de erosión eólica		13	Irrelevante
	Compactación	Compactación del suelo por tránsito de maquinaria, equipo y vehículos		18	Irrelevante
	Fertilidad	Alteración temporal de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo		15	Irrelevante
	Contaminación (Combustibles, aceites y lubricantes)	Contaminación accidental por combustibles, aceites y lubricantes		13	Irrelevante
AIRE	Emisión de partículas	Generación de partículas por tránsito vehicular	3	17	Irrelevante
	Emisión de gases (Maquinaria y vehículos)	Emisión de gases provenientes de maquinaria y vehículos		17	Irrelevante
	Ruido	Incremento temporal de los niveles de ruido		17	Irrelevante
PAISAJE	Calidad visual	Modificación temporal de la calidad visual del paisaje	2	14	Irrelevante
	Alteración del paisaje	Cambio temporal en la estructura visual del entorno (ANP)		15	Irrelevante
FLORA	Cobertura vegetal	Disminución temporal de la cobertura vegetal	3	15	Irrelevante
	Diversidad de especies	Modificación temporal de la composición florística		15	Irrelevante
	Regeneración natural	Daños accidentales a la regeneración natural existente		15	Irrelevante
FAUNA	Hábitat (Reducción temporal de la disponibilidad de hábitat)	Reducción temporal de la disponibilidad de hábitat	5	15	Irrelevante
	Desplazamiento	Fragmentación temporal del hábitat		15	Irrelevante
	Disponibilidad de refugios	Ahuyentamiento temporal de fauna silvestre por ruido y presencia humana		17	Irrelevante
	Disponibilidad de alimento	Disminución temporal de refugios naturales		15	Irrelevante
	Riesgo de incendio	Reducción temporal de la disponibilidad de alimento		15	Irrelevante

VERSIÓN PÚBLICA

Contenido

VI. Descripción de la medida o programa de medidas de prevención o mitigación por componente ambiental. 2
VI.1. Medidas obligatorias para el proyecto 2
VI.1.1. Medidas generales para el proyecto 2
VI.1.2. Medidas preventivas, de mitigación y control para el componente Agua 3
VI.1.3. Medidas preventivas, de mitigación y control para el componente Suelo 6
VI.1.4. Medidas preventivas, de mitigación y control para el componente Aire 9
VI.1.5. Medidas preventivas, de mitigación y control para el componente Paisaje 12
VI.1.6. Medidas preventivas, de mitigación y control para el componente Flora 14
VI.1.7. Medidas preventivas, de mitigación y control para el componente Fauna 17
VI.2. Programa de Vigilancia Ambiental 20
VI.3. Seguimiento y control (monitoreo) 23
VI. 4. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas 27

Índice de Tablas

Tabla 1. Medidas preventivas, de mitigación y control para el componente agua 3
Tabla 2. Medidas preventivas, de mitigación y control para el componente Suelo 6
Tabla 3. Medidas preventivas, de mitigación y control para el componente Aire 9
Tabla 4. Medidas preventivas, de mitigación y control para el componente Paisaje 12
Tabla 5. Medidas preventivas, de mitigación y control para el componente Flora 15
Tabla 6. Medidas preventivas, de mitigación y control para el componente Fauna 18
Tabla 7. Rutas para el seguimiento ambiental 21
Tabla 8. Algunos indicadores de seguimiento en distintos componentes 25
Tabla 9.Valorización de los criterios de evaluación de medidas. 26

VERSIÓN PÚBLICA

VI. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN O MITIGACIÓN POR COMPONENTE AMBIENTAL.

VI.1. Medidas para el proyecto

VI.1.1. Medidas generales para el proyecto

Las actividades del proyecto consideradas en la presente MIA-P, serán ejecutadas observando en todo momento las disposiciones establecidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su reglamentación aplicable, las Normas Oficiales Mexicanas vigentes y las condicionantes que, en su caso, establezca la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Como parte de la gestión ambiental del proyecto se implementarán, de manera obligatoria, las siguientes medidas generales:

- Delimitar físicamente las áreas de obra civil de la Estación de Vigilancia antes del inicio de las actividades.
- Evitar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en áreas ajenas al proyecto.
- Capacitar al personal en materia de seguridad y protección ambiental.
- Restringir el tránsito de maquinaria y vehículos exclusivamente a caminos y áreas de circulación autorizadas (Carretera Estatal).
- Prohibir la caza, captura, colecta o molestia de fauna silvestre.
- Prohibir el uso del fuego.
- Dar mantenimiento preventivo a la maquinaria y vehículos en áreas autorizadas.
- Retirar todos los residuos sólidos generados durante la ejecución del proyecto.
- Cumplir permanentemente con el Programa de Vigilancia Ambiental descrito en este capítulo.

Estas medidas son aplicables durante todas las etapas del proyecto y constituyen la base para prevenir la mayor parte de los impactos ambientales identificados.

VERSIÓN PÚBLICA

VI.1.2. Medidas preventivas, de mitigación y control para el componente Agua

El componente agua desempeña un papel fundamental en el funcionamiento del ecosistema, particularmente el entorno del proyecto, dado que se ubica dentro del Área Natural Protegida denominada "Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo", al regular los procesos de infiltración, escurrimiento superficial, recarga de acuíferos y transporte de sedimentos. El proyecto de la Estación de Vigilancia no contempla obras hidráulicas, modificación de cauces naturales, extracción de agua superficial o subterránea, ni actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales; sin embargo, durante la ejecución de algunas actividades operativas pueden presentarse alteraciones temporales relacionadas con la calidad del agua, los patrones naturales de escurrimiento y la infiltración del agua en el suelo, siendo esto consecuencia natural por la ejecución de la obra civil. La evaluación de impactos ambientales, realizada mediante la metodología de **Fernández Conesa-Vítora**, permitió identificar cuatro impactos asociados a este componente. Los resultados obtenidos muestran que todos fueron clasificados como **impactos irrelevantes** durante las distintas etapas del proyecto, debido a su carácter localizado, temporal, reversible y a la aplicación de medidas preventivas que reducen significativamente su probabilidad de ocurrencia. La baja importancia asignada a estos impactos obedece, principalmente, a que el proyecto se desarrollará bajo un esquema de obra civil sustentable, sin remoción de la cobertura vegetal forestal, respetando y evitando intervenciones sobre cauces naturales y restringiendo las operaciones a las áreas autorizadas para la Estación de Vigilancia.

Con el propósito de mantener la calidad del recurso hídrico y conservar las condiciones naturales de infiltración y escurrimiento, se implementarán las siguientes medidas preventivas, de mitigación y control.

Objetivo

Evitar que la cantidad de agua disponible dentro del SA se reduzca por la inserción del proyecto en el medio; evitar la interrupción de los escurrimientos intermitentes circundantes al área del proyecto; así como el prevenir la alteración de la calidad del agua superficial y conservar los procesos naturales de infiltración y escurrimiento dentro del predio, garantizando que las actividades inherentes a la obra civil de la Estación de Vigilancia se desarrollen sin afectar el funcionamiento hidrológico del ecosistema, particularmente por los servicios ambientales hídricos del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo.

Tabla 1. Medidas preventivas, de mitigación y control para el componente agua

Impacto ambiental identificado	Resultado de la valoración	Medidas preventivas, de mitigación y control	Mecanismo de seguimiento	Indicador de cumplimiento
Riesgo de contaminación por combustibles, lubricantes o residuos sólidos.	El impacto fue clasificado como irrelevante durante todas las etapas del proyecto, debido a que su ocurrencia es eventual, localizada y puede prevenirse mediante un manejo adecuado de combustibles, lubricantes y residuos.	Se prohíbe el almacenamiento permanente de combustibles, aceites y lubricantes dentro del predio. El abastecimiento de maquinaria se realizará únicamente en sitios seguros y, cuando sea indispensable efectuarlo en campo, se utilizarán recipientes	Seguimiento y Monitoreo ambiental dentro del Plan de Supervisión Ambiental o el Programa de Vigilancia Ambiental. Vigilancia constante por parte de la residencia en frente de trabajo y el acatamiento por parte del personal de obra.	Ausencia de derrames, manejo adecuado de residuos y cumplimiento de los procedimientos establecidos durante las inspecciones de campo.

VERSIÓN PÚBLICA

		adecuados y materiales absorbentes para atender cualquier derrame accidental. Los residuos sólidos generados serán recolectados y retirados periódicamente hacia sitios autorizados para su disposición final.		
Riesgo de contaminación por uso de maquinaria, equipo y vehículos.	El impacto fue clasificado como irrelevante durante la etapa de ejecución del proyecto.	Se realizará el mantenimiento correspondiente en áreas autorizadas.		Manejo preventivo y correctivo de maquinaria, equipo y vehículos.
Modificación temporal de los patrones de escurrimiento superficial.	El impacto fue clasificado como irrelevante durante todas las etapas del proyecto, debido a que las actividades no modifican la topografía ni interrumpen el flujo natural del agua.	Se conservarán libres de obstrucciones los cauces naturales, pasos de agua y drenajes existentes. No se construirán obras que alteren la dirección del escurrimiento superficial y se respetarán las franjas de protección establecidas para escurrimientos permanentes y temporales.		Conservación del flujo natural del agua y ausencia de obstrucciones durante las supervisiones técnicas.
Disminución temporal de la infiltración por compactación del suelo.	El impacto fue clasificado como irrelevante durante todas las etapas del proyecto, debido a que la circulación de maquinaria se limitará a caminos y áreas operativas previamente definidas, manteniéndose la mayor parte del predio con cobertura vegetal.	El tránsito de maquinaria y vehículos se restringirá a caminos autorizados (Carretera Estatal). Se evitará la circulación innecesaria fuera de dichas áreas, conservando la cobertura vegetal remanente y reduciendo la compactación del suelo.		Tránsito restringido a la infraestructura autorizada y ausencia de compactación fuera de las áreas operativas.

Además de las medidas específicas descritas anteriormente, durante todas las etapas del proyecto deberán observarse las siguientes disposiciones:

- Delimitación de los frentes de trabajo conforme el programa calendarizado y la planimetría diseñada para el proyecto.
- Restringir el uso de cualquier otro espacio que no esté previsto en el proyecto.
- Realizar las obras programadas en el Capítulo II de la MIA-P.
- Realizar las actividades del Programa Integral de Vigilancia Ambiental para garantizar la realización de la obra civil de forma ordenada, integral y sustentable.
- Establecer medidas de conservación de suelos a fin de garantizar la recuperación o mantenimiento de la capacidad de infiltración.

VERSIÓN PÚBLICA

- Evitar la interrupción de los escurrimientos intermitentes circundantes al área del proyecto.

Impacto residual esperado

La aplicación de las medidas preventivas, de mitigación y control permitirá mantener los impactos asociados al componente agua dentro de la categoría de irrelevantes durante todas las etapas del proyecto.

La conservación de la cobertura vegetal, el respeto a las franjas de protección dada la ubicación dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo, la restricción del tránsito de maquinaria a la infraestructura autorizada y el manejo adecuado de combustibles y residuos reducirán significativamente la probabilidad de contaminación o alteración de los procesos hidrológicos naturales.

En consecuencia, no se prevén modificaciones permanentes en la calidad del agua, los patrones de escurrimiento o la capacidad de infiltración del predio, manteniéndose la funcionalidad hidrológica del ecosistema bajo las condiciones de manejo propuestas.

En suma, a lo anterior no se identifica residualidad que afecte el Área del proyecto, SA y el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo.

VERSION PUBLICA

VI.1.3. Medidas preventivas, de mitigación y control para el componente Suelo

El suelo constituye uno de los componentes ambientales de mayor importancia dentro del ecosistema y de la propia Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo, al proporcionar el soporte físico para la vegetación, regular los procesos hidrológicos, participar en el reciclaje de nutrientes y mantener la productividad.

En el presente proyecto, se desarrollará sin cambio de uso del suelo, conservando la vocación del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo y evitando la remoción de tierras, por lo que las alteraciones potenciales estarán asociadas principalmente al tránsito de maquinaria, las maniobras de ejecución de obra civil de la Estación de Vigilancia, así como al manejo de combustibles y residuos durante la ejecución de las actividades.

La evaluación de impactos ambientales realizada mediante la metodología de **Fernández Conesa-Vítora** permitió identificar seis impactos asociados al componente suelo. Los resultados de la valoración indican que el **incremento del riesgo de erosión hídrica**, el **incremento del riesgo de erosión eólica**, la **alteración temporal de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo**, la **contaminación accidental por combustibles, aceites y lubricantes** y la **acumulación inadecuada de residuos sólidos** fueron clasificados como **impactos irrelevantes** durante las diferentes etapas del proyecto, debido a su carácter localizado, temporal, reversible y controlable mediante la aplicación de buenas prácticas de manejo.

Por otra parte, la **compactación del suelo por tránsito de maquinaria, equipo y vehículos** fue clasificada como un **impacto moderado** durante las etapas de preparación del área, el acondicionamiento y la propia ejecución de la obra civil de la Estación de Vigilancia. Sin embargo, dicho impacto disminuye a la categoría de **irrelevante** durante la etapa de operación y mantenimiento, al cesar las actividades de obra civil y favorecerse la recuperación natural de las propiedades físicas del suelo, así como la conservación del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo.

Con el propósito de conservar la estabilidad del recurso edáfico y mantener la capacidad productiva del ecosistema, se implementarán las siguientes medidas preventivas, de mitigación y control.

Objetivo

Conservar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, prevenir procesos de erosión, compactación y contaminación, manteniendo su capacidad productiva y favoreciendo su recuperación natural.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla 2. Medidas preventivas, de mitigación y control para el componente Suelo

Clave	Impacto ambiental identificado	Resultado de la valoración	Medidas preventivas, de mitigación y control	Mecanismo de Seguimiento	Indicador de cumplimiento
IA-05	Incremento del riesgo de erosión hídrica.	El impacto fue clasificado como **irrelevante** durante todas las etapas del proyecto, debido a que la cobertura vegetal permanecerá en el entorno correspondiente al Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo; se respetarán las franjas de protección del	Se evitará la exposición innecesaria del suelo. Se conservará la cobertura vegetal fuera de las áreas de intervención y se distribuirán adecuadamente los residuos provenientes del acondicionamiento previo a la obra civil, cuando técnicamente proceda, favoreciendo la	Seguimiento y Monitoreo ambiental dentro del Plan de Supervisión Ambiental o el Programa de Vigilancia Ambiental. Vigilancia constante por parte de la	Ausencia de procesos erosivos acelerados atribuibles a las actividades del proyecto.

		ANP y no se realizará remoción del suelo ni cambio de uso del suelo, dado que el área del proyecto se encuentra desprovista de vegetación forestal.	protección superficial del suelo.	residencia en frente de trabajo y el acatamiento por parte del personal de obra.	
IA-06	Incremento del riesgo de erosión eólica.	El impacto fue clasificado como **irrelevante** durante todas las etapas del proyecto, debido a que la ejecución de la obra civil y la propia Estación de Vigilancia no genera superficies de suelo desnudo.	Se evitará la remoción de vegetación y se conservará la cobertura vegetal del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo, reduciendo la acción directa del viento sobre la superficie del suelo.		Conservación de la cobertura vegetal.
IA-07	Compactación del suelo por tránsito de maquinaria, equipo y vehículos.	El impacto fue clasificado como **moderado** durante las etapas de preparación del área y ejecución de la obra civil, para la construcción de la Estación de Vigilancia, disminuyendo a **irrelevante** durante la restauración debido al cese de las actividades operativas y a la recuperación gradual del suelo.	La circulación de maquinaria y vehículos se limitará exclusivamente a los frentes de trabajo previamente definidos. Se evitará la apertura de nuevas áreas de tránsito y, cuando las condiciones de humedad sean desfavorables, se efectuará el riego periódico para evitar compactaciones innecesarias.		Tránsito restringido a la infraestructura autorizada y ausencia de compactación fuera de áreas de circulación.
IA-08	Alteración temporal de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.	El impacto fue clasificado como **irrelevante** durante todas las etapas del proyecto, debido a que las alteraciones son localizadas y reversibles, favoreciéndose la recuperación natural mediante la permanencia del horizonte orgánico y la incorporación continua de materia orgánica.	Se minimizará el tiempo de permanencia de maquinaria sobre un mismo sitio y se evitarán remociones innecesarias del suelo. Los residuos vegetales provenientes del acondicionamiento del área de obra civil de la Estación de Vigilancia se manejarán de forma que contribuyan a la protección superficial y al reciclaje de nutrientes.		Conservación del horizonte orgánico y ausencia de alteraciones permanentes del suelo.
IA-09	Contaminación accidental por combustibles, aceites y lubricantes.	El impacto fue clasificado como **irrelevante** durante todas las etapas del proyecto, debido a su baja probabilidad de ocurrencia y a la aplicación permanente de medidas preventivas para el manejo de sustancias potencialmente contaminantes.	Se prohíbe el abandono de combustibles, aceites usados, filtros o residuos peligrosos sobre el suelo. Cualquier derrame accidental será atendido de forma inmediata mediante material absorbente y el material contaminado será retirado conforme a la normatividad aplicable.		Ausencia de manchas de hidrocarburos y residuos peligrosos durante las inspecciones ambientales.
IA-10	Acumulación inadecuada de residuos sólidos.	El impacto fue clasificado como **irrelevante** durante las etapas de preparación del área y ejecución de la obra civil, para la construcción de la Estación de Vigilancia, debido a que los residuos generados contarán con un manejo adecuado.	Se instalarán recipientes para la separación temporal de residuos. Los residuos serán recolectados periódicamente y trasladados a sitios autorizados para su disposición final, evitando		Ausencia de residuos sólidos abandonados durante las inspecciones de supervisión.

VERSIÓN PÚBLICA

			su abandono dentro del área.		

Además de las medidas específicas descritas anteriormente, durante todas las etapas del proyecto deberán observarse las siguientes disposiciones:

- Delimitación de los frentes de trabajo conforme el programa calendarizado y la planimetría diseñada para el proyecto.
- Restringir el uso de cualquier otro espacio que no esté previsto en el proyecto.
- Realizar las obras programadas en el Capítulo II de la MIA-P.
- Realizar las actividades del Programa Integral de Vigilancia Ambiental para garantizar la realización de la obra civil de forma ordenada, integral y sustentable.
- Se controlará la velocidad de los vehículos en todos los frentes de trabajo, definiendo velocidades máximas en estos sectores de accesos no afirmados, considerándose una velocidad máxima de 30 km/h, evitando con ello las emisiones excesivas de polvos.
- En la preparación del terreno se deben realizar obras de drenaje pluvial necesarias para evitar la erosión del terreno en el perímetro de la Estación de Vigilancia.
- Realizar y ejecutar un programa de conservación de suelos para el Proyecto, y el programa de trabajo para el almacenamiento y utilización del suelo, ya sea preferentemente para actividades de restauración en otros sitios.
- El despalme y acondicionamiento del área donde se construirá la Estación de Vigilancia se realizará de manera programada y gradual, de acuerdo con el avance del programa de obra, sólo en los sitios estrictamente necesarios.
- No se realizarán excavaciones, nivelación, compactación o relleno de terrenos fuera de los límites establecidos de la superficie autorizada para la implementación del Proyecto.
- La circulación de vehículos y maquinaria pesada se llevará únicamente por los caminos existentes y los acondicionados.
- Favorecer la incorporación de materia orgánica mediante el manejo adecuado de residuos vegetales provenientes del acondicionamiento del área y la construcción de la Estación de Vigilancia.
- Prevenir la quema de residuos a fin de evitar incendios.
- Atender inmediatamente cualquier derrame accidental de combustibles, lubricantes u otras sustancias potencialmente contaminantes.
- Supervisar periódicamente las áreas intervenidas para detectar oportunamente procesos de erosión, compactación o contaminación, implementando las acciones correctivas que resulten necesarias.

Impacto residual esperado

La aplicación integral de las medidas preventivas, de mitigación y control permitirá mantener los impactos asociados al componente suelo dentro de niveles ambientalmente compatibles con el obra civil sustentable. Los impactos clasificados como **irrelevantes** conservarán dicha condición durante todas las etapas del proyecto, mientras que el impacto por **compactación del suelo**, identificado como **moderado** durante las etapas operativas, disminuirá progresivamente conforme cesen las actividades de construcción y actúen los procesos naturales de recuperación del suelo. En consecuencia, no se prevén pérdidas permanentes de la capacidad productiva del recurso edáfico, alteraciones irreversibles en su estructura o modificaciones que comprometan la permanencia de la cobertura forestal y la continuidad de los procesos ecológicos del ecosistema y de la propia Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo. En suma, a lo anterior no se identifica residualidad que afecte el Área del proyecto, SA y el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo.

VERSIÓN PÚBLICA

VI.1.4. Medidas preventivas, de mitigación y control para el componente Aire

El componente aire puede experimentar alteraciones temporales durante la ejecución de la obra civil, para la construcción de la Estación de Vigilancia como consecuencia del tránsito de maquinaria y vehículos, las operaciones de la estación. Estas actividades generan emisiones de partículas suspendidas, gases de combustión y ruido, cuyos efectos se limitan a la Estación de Vigilancia.

La evaluación de impactos ambientales realizada mediante la metodología de **Fernández Conesa-Vítora** permitió identificar cuatro factores asociados al componente aire, integrados por cinco impactos ambientales.

Los resultados de la valoración muestran que la **generación de partículas por tránsito vehicular,** la **emisión de gases provenientes de maquinaria y vehículos** y la **emisión temporal de humo de parque vehicular empleado para vigilancia** fueron clasificados como **impactos moderados** durante las etapas operativas del proyecto, al tratarse de efectos directos inherentes al funcionamiento de los equipos y vehículos empleados en las labores de prevención y vigilancia de la Estación.

Por su parte, el **incremento temporal de los niveles de ruido** fue clasificado como un **impacto irrelevante**, debido a que su efecto es localizado, de corta duración y desaparece inmediatamente al concluir las actividades diarias de trabajo.

Durante la etapa de operación y mantenimiento, todos los impactos asociados al componente aire fueron clasificados como **irrelevantes**, ya que cesan las actividades que generan emisiones atmosféricas y ruido por ejecución de obra civil.

Con la finalidad de minimizar las emisiones atmosféricas y mantener la calidad del aire dentro de niveles compatibles con el funcionamiento del ecosistema y del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo, se implementarán las siguientes medidas preventivas, de mitigación y control.

Objetivo

Prevenir y reducir la generación de partículas, emisiones gaseosas y ruido derivados de las actividades inherentes a la obra civil de la Estación de Vigilancia, garantizando que sus efectos permanezcan temporales, localizados y compatibles con la capacidad de recuperación del ambiente y la conservación del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo.

Tabla 3. Medidas preventivas, de mitigación y control para el componente Aire

Impacto ambiental identificado	Resultado de la valoración	Medidas preventivas, de mitigación y control	Mecanismo de Seguimiento	Indicador de cumplimiento
Generación de partículas por tránsito vehicular.	El impacto fue clasificado como **moderado** durante las etapas de preparación del área y ejecución de la obra civil, para la construcción de la Estación de Vigilancia, disminuyendo a **irrelevante** durante la etapa de operación y mantenimiento de la estación de vigilancia, debido al cese de obra civil.	La circulación de vehículos se limitará a caminos existentes (como lo es la Carretera Estatal N°5) y el área de circulación de la Estación de Vigilancia; se controlará la velocidad de desplazamiento para reducir el levantamiento de polvo.	Seguimiento y Monitoreo ambiental dentro del Plan de Supervisión Ambiental o el Programa de Vigilancia Ambiental. Vigilancia constante por parte de la	Disminución visible de emisiones de polvo durante las actividades de obra civil y circulación únicamente por caminos y áreas autorizados.

VERSIÓN PÚBLICA

			residencia en frente de trabajo y el acatamiento por parte del personal de obra.	
Emisión de gases provenientes de maquinaria y vehículos.	El impacto fue clasificado como **moderado** durante las etapas operativas del proyecto, disminuyendo a **irrelevante** durante la etapa de operación y mantenimiento de la estación de vigilancia, al suspenderse el uso de maquinaria y equipo para obra civil.	Toda la maquinaria y los vehículos deberán mantenerse en condiciones óptimas de operación mediante programas de mantenimiento preventivo y correctivo, evitando emisiones excesivas derivadas de combustiones ineficientes. Se minimizarán los tiempos de marcha en vacío y el uso innecesario del equipo.		Maquinaria en buen estado de funcionamiento y ausencia de emisiones visibles excesivas durante las inspecciones.
Emisión temporal de humo de parque vehicular empleado para vigilancia.	El impacto fue clasificado como **moderado** durante la etapa de ejecución de la obra civil, para la construcción de la Estación de Vigilancia, debido a las emisiones del equipo y maquinaria a emplearse, desapareciendo al concluir dicha actividad.	Toda la maquinaria y los vehículos deberán mantenerse en condiciones óptimas de operación mediante programas de mantenimiento preventivo y correctivo, evitando emisiones excesivas derivadas de combustiones ineficientes. Se minimizarán los tiempos de marcha en vacío y el uso innecesario del equipo.		Maquinaria en buen estado de funcionamiento y ausencia de emisiones visibles excesivas durante las inspecciones.
Incremento temporal de los niveles de ruido.	El impacto fue clasificado como **irrelevante** durante todas las etapas del proyecto, debido a que las emisiones sonoras son temporales, discontinuas y se restringen al horario de trabajo y al área inmediata donde se desarrollan las actividades.	Las actividades se realizarán exclusivamente en horarios diurnos. La maquinaria recibirá mantenimiento periódico para reducir vibraciones y ruidos innecesarios, evitando tiempos prolongados de operación sin justificación técnica.		Cumplimiento de los horarios establecidos y funcionamiento adecuado de la maquinaria durante las supervisiones.

Además de las medidas específicas anteriormente descritas, durante todas las etapas del proyecto deberán observarse las siguientes disposiciones:

- Delimitación de los frentes de trabajo conforme el programa calendarizado y la planimetría diseñada para el proyecto.
- Restringir el uso de cualquier otro espacio que no esté previsto en el proyecto.
- Realizar las obras programadas en el Capítulo II de la MIA-P.
- Realizar las actividades del Programa Integral de Vigilancia Ambiental para garantizar la realización de la obra civil de forma ordenada, integral y sustentable.
- Prohibir la realización de fogatas y quema de cualquier tipo de material o residuo, en el sitio del Proyecto y aledaños o con vegetación forestal; así como utilizar fuentes de ignición (cerillos, encendedores) donde haya residuos peligrosos.
- La maquinaria, equipo y vehículos automotores que se empleen en el Proyecto durante su preparación y en las actividades de abandono, deberán cumplir con un programa de mantenimiento periódico, que incluya: [1] Revisión y eliminación de fallas que generen ruido; [2] Revisión del sistema de escape de gases de combustión; [3] Afinación periódica de los vehículos; [4] Revisión continua y mantenimiento de la presión y el buen estado de los neumáticos de vehículos y maquinarias de acuerdo con las especificaciones del fabricante de vehículo, para evitar el consumo excesivo; [5] Cumplir con la verificación vehicular

VERSIÓN PÚBLICA

correspondiente al estado donde están registrados los vehículos, así como con los límites permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-041-SEMARNAT-2006 y en la NOM-045-SEMARNAT-2006. En caso de realizar mantenimiento correctivo en el sitio del Proyecto, se prevé que se realice con los cuidados y técnicas especializadas para no generar impactos al suelo por contaminación con hidrocarburos u otras sustancias o materiales químicos usados.

- Para evitar y disminuir las emisiones de ruido, gases y humos a la atmósfera se debe de controlar y exigir a los transportistas que presten sus servicios, que los vehículos de carga cumplan con un riguroso programa de afinación y mantenimiento periódico.
- En función de las condiciones climáticas y cuando sea necesario, realizar riego periódico sobre caminos de acceso al Proyecto (Carretera Estatal) y en las zonas donde se lleve a cabo excavaciones, rellenos de zanjas y transporte de material.
- Durante la etapa de preparación se realizará el riego en los caminos de mayor tránsito vehicular y en los caminos más próximos a las poblaciones cercanos al área del Proyecto.
- Los vehículos que transporten el material producto del desmonte y despalme, así como materiales a utilizar en la etapa de construcción, deberán cargar sus unidades sin exceder la altura de la caja de las mismas, para evitar la dispersión de polvo o partículas. En su caso, humedecer un poco el material durante su carga.
- Hacer uso de cubiertas en los camiones, para evitar la dispersión de materiales durante el transporte de los mismos.
- Realizar el estudio de ruido ambiental bajo los criterios de las Normas Oficiales Mexicanas NOM-081-SEMARNAT-1994 y NOM-011-STPS-2001.
- Además, será proporcionado a los operarios de la maquinaria y/o vehículos tapones auditivos para evitar daños a la salud.
- Se realizará un monitoreo de ruido, puesta en marcha el proyecto como verificación de las emisiones de ruido, y se mantendrán los límites máximos permisibles.

Impacto residual esperado

La aplicación de las medidas preventivas, de mitigación y control permitirá que las emisiones atmosféricas y los niveles de ruido permanezcan restringidos al área de trabajo y exclusivamente durante el tiempo en que se desarrollen las actividades inherentes a la obra civil de la Estación de Vigilancia.

Los impactos clasificados como **moderados** durante las etapas de obra civil disminuirán progresivamente al concluir la etapa de construcción, mientras que el impacto asociado al ruido por la operación de la Estación de Vigilancia conservará su condición de **irrelevante** durante todo el proyecto debido a su carácter temporal y localizado.

En consecuencia, no se prevén alteraciones permanentes en la calidad del aire ni afectaciones acumulativas sobre el ecosistema y el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo.

VERSIÓN PÚBLICA

VI.1.5. Medidas preventivas, de mitigación y control para el componente Paisaje

El paisaje constituye la expresión visual del conjunto de elementos naturales que integran el ecosistema, reflejando la interacción entre la vegetación, el relieve, el suelo y los demás componentes ambientales. La evaluación de impactos ambientales, realizada mediante la metodología de **Fernández Conesa-Vítora**, permitió identificar dos impactos asociados al componente paisaje.

Los resultados obtenidos indican que la **Modificación temporal de la calidad visual del paisaje** fue clasificada como un **impacto irrelevante**, debido a que los cambios son de carácter localizado, temporal y reversibles mediante la recuperación natural de la vegetación aledaña y conservando el entorno inmediato, así como el del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo.

Por otra parte, el **Cambio temporal en la estructura visual del entorno (ANP)** fue clasificado como un **impacto moderado** durante las etapas de preparación del área y ejecución de la obra civil, para la construcción de la Estación de Vigilancia. No obstante, durante la etapa de operación y mantenimiento de la estación de vigilancia este impacto disminuye a la categoría de **irrelevante**, como resultado de la conservación del entorno y el establecimiento de la regeneración natural de las áreas donde se realizaron obras.

En consecuencia, las medidas ambientales estarán orientadas a conservar la continuidad visual del paisaje y favorecer la conservación de la calidad paisajística del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo.

Objetivo

Evitar la modificación de la calidad visual e intrínseca del paisaje, por la ausencia o reducción de elementos de flora y fauna del sitio, así como la modificación de los patrones de visibilidad y la disminución de los elementos bióticos, aunado al deterioro de la fragilidad paisajística por presencia de elementos no naturales, así como el conservar las características paisajísticas del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo, minimizando las modificaciones visuales derivadas del proceso de obra civil de la Estación de Vigilancia.

Tabla 4. Medidas preventivas, de mitigación y control para el componente Paisaje

Impacto ambiental identificado	Resultado de la valoración	Medidas preventivas, de mitigación y control	Mecanismos de Seguimiento	Indicador de cumplimiento
Modificación temporal de la calidad visual del paisaje.	El impacto fue clasificado como **irrelevante** durante todas las etapas del proyecto, debido a que las alteraciones visuales son temporales, localizadas y compatibles con la dinámica propia del obra civil sustentable.	Las actividades de obra se limitarán a las áreas autorizadas, evitando intervenciones innecesarias sobre la vegetación circundante. Se retirarán oportunamente residuos, materiales y equipos al concluir las actividades de la obra civil, manteniendo condiciones de orden y limpieza dentro del predio.	Seguimiento y Monitoreo ambiental dentro del Plan de Supervisión Ambiental o el Programa de Vigilancia Ambiental. Vigilancia constante por parte de la residencia en frente de trabajo y el acatamiento por parte del personal de obra.	Ausencia de residuos, materiales abandonados o alteraciones visuales innecesarias durante las inspecciones técnicas.
Cambio temporal en la estructura visual del entorno (ANP).	El impacto fue clasificado como **moderado** durante las etapas de preparación del área y ejecución de la obra civil, para la construcción de la Estación de Vigilancia, disminuyendo a **irrelevante** durante la etapa de operación y mantenimiento de la estación			

VERSIÓN PÚBLICA

	de vigilancia, debido a la recuperación progresiva de la cobertura vegetal mediante el crecimiento del arbolado residual y la regeneración natural.			

Además de las medidas específicas anteriormente descritas, durante todas las etapas del proyecto deberán observarse las siguientes disposiciones:

- Delimitación de los frentes de trabajo conforme el programa calendarizado y la planimetría diseñada para el proyecto.
- Restringir el uso de cualquier otro espacio que no esté previsto en el proyecto.
- Realizar las obras programadas en el Capítulo II de la MIA-P.
- Realizar las actividades del Programa Integral de Vigilancia Ambiental para garantizar la realización de la obra civil de forma ordenada, integral y sustentable.
- Elaboración de un Programa de limpieza periódica que incluya actividades de retiro de estructuras; limpieza del sitio (retiro de todo tipo de residuos generados durante el Proyecto); descompactación de suelo y reincorporación del material producto del despalme y acondicionamiento del área de la Estación de Vigilancia.
- Ejecutar todas las medidas de mitigación, prevención y control relacionadas con las materias de agua, aire, suelo, flora y fauna, toda vez que éstas se encuentran asociadas al Paisaje.

Impacto residual esperado

La aplicación de las medidas preventivas, de mitigación y control permitirá que las modificaciones visuales ocasionadas por el proyecto permanezcan dentro de niveles compatibles con la dinámica natural del ecosistema.

El impacto asociado a la calidad visual conservará su condición de irrelevante durante todo el desarrollo del proyecto, mientras que el Cambio temporal en la estructura visual del entorno (ANP) disminuirá progresivamente conforme concluya las actividades constructivas y se consoliden los procesos de regeneración natural del entorno.

En consecuencia, no se prevén alteraciones permanentes del paisaje, manteniéndose su funcionalidad ecológica y su vocación dado que el proyecto no implica cambio de uso del suelo ni eliminación de la cobertura vegetal, las modificaciones visuales son temporales y reversibles, considerando el cese de la obra civil, armonizando la Estación de Vigilancia como parte de la infraestructura de beneficio social.

VERSIÓN PÚBLICA

VI.1.6. Medidas preventivas, de mitigación y control para el componente Flora

El proyecto no contempla cambio de uso del suelo ni la eliminación de la cobertura vegetal, por lo que la estructura y funcionalidad del ecosistema se mantendrán durante y después de las actividades de obra civil de la Estación de Vigilancia, así como la propia operación de ésta.

La evaluación de impactos ambientales, realizada mediante la metodología de **Fernández Conesa-Vítora**, permitió identificar cuatro impactos asociados al componente flora. Los resultados obtenidos indican que la **disminución temporal de la cobertura vegetal** y la **modificación temporal de la composición florística** fueron clasificadas como **impactos moderados** durante las etapas de preparación del área y ejecución de la obra civil, para la construcción de la Estación de Vigilancia, debido a que, si bien el área del proyecto se encuentra desprovisto de vegetación, colindante con la Carretera Estatal 5 Matamoros - Puerto Matamoros, el área circundante corresponde al Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo, lo que hace que obligatorio mantener la cubierta vegetal y la estabilidad ecológica del ecosistema, motivo por el cual, el despalme y acondicionamiento a considerarse, se analizaron desde la perspectiva de procesos ecológicos que sustentan la productividad y permanencia del ecosistema del ANP.

.

En contraste, los **daños accidentales a la regeneración natural existente** y el **Incremento temporal del riesgo de incendios por presencia humana** fueron clasificados como **impactos irrelevantes**, debido a que su probabilidad de ocurrencia es baja dado que la Estación de Vigilancia es únicamente de carácter operativa y para beneficio social.

Durante la etapa de operación y mantenimiento de la estación de vigilancia, todos los impactos asociados a este componente permanecen dentro de la categoría de **irrelevantes**, favoreciendo la recuperación progresiva de la cobertura vegetal y la estabilidad ecológica del ecosistema.

Con el propósito de asegurar la permanencia del recurso florístico y mantener la productividad del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo, se implementarán las siguientes medidas preventivas, de mitigación y control.

Objetivo

Conservar la cobertura vegetal, proteger la regeneración natural, mantener la diversidad de especies y asegurar la continuidad de los procesos ecológicos que sustentan la productividad y permanencia del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla 5. Medidas preventivas, de mitigación y control para el componente Flora

Impacto ambiental identificado	Resultado de la valoración	Medidas preventivas, de mitigación y control	Mecanismos de Seguimiento	Indicador de cumplimiento
Disminución temporal de la cobertura vegetal.	El impacto fue clasificado como **moderado** durante las etapas de preparación del área y ejecución de la obra civil para la construcción de la Estación de Vigilancia, disminuyendo a **irrelevante** durante la etapa de operación y mantenimiento de la estación de vigilancia, debido a que el despalme y acondicionamiento se limita exclusivamente a los individuos de carácter herbáceo y algunas especies arbustivas, principalmente pastizales indicadores de disturbio, dada la ubicación del proyecto colindante a la Carretera Estatal Matamoros – Puerto Matamoros.	La limpieza y acondicionamiento se realizará únicamente en el área del proyecto. Se evitará cualquier remoción innecesaria de vegetación fuera de las áreas autorizadas y no se realizará cambio de uso del suelo.	Seguimiento y Monitoreo ambiental dentro del Plan de Supervisión Ambiental o el Programa de Vigilancia Ambiental. Vigilancia constante por parte de la residencia en frente de trabajo y el acatamiento por parte del personal de obra.	
Modificación temporal de la composición florística.	El impacto fue clasificado como **moderado** durante las etapas de preparación del área y ejecución de la obra civil, para la construcción de la Estación de Vigilancia, disminuyendo a **irrelevante** durante la etapa de operación y mantenimiento de la estación de vigilancia, como resultado de la conservación de la regeneración natural inherente a la ANP.			Presencia de regeneración natural y mantenimiento de la diversidad de especies durante los recorridos de supervisión técnica.
Daños accidentales a la regeneración natural existente.	El impacto fue clasificado como **irrelevante** durante todas las etapas del proyecto, debido a que los posibles daños son localizados, accidentales y pueden minimizarse mediante la supervisión de obra y vigilancia ambiental del proyecto.			Conservación de la regeneración natural del ANP.
Incremento temporal del riesgo de incendios por presencia humana.	El impacto fue clasificado como **irrelevante** durante las etapas operativas del proyecto, debido a que la probabilidad de ocurrencia disminuye significativamente mediante la aplicación permanente de medidas preventivas y vigilancia ambiental.	Durante todas las actividades se prohibirá el uso de fuego; el personal recibirá capacitación sobre prevención y atención inmediata de incendios.		Ausencia de incendios atribuibles al proyecto y la presencia humana en el ANP.

VERSIÓN PÚBLICA

Además de las medidas específicas descritas anteriormente, durante todas las etapas del proyecto deberán observarse las siguientes disposiciones:

- Implementación de un programa de rescate y reubicación de flora de manera previa a las maniobras de obra civil.
- Participación en acciones de reforestación con especies nativas.
- Implementación de medidas y buenas prácticas para la conservación de suelo.
- Implementación de talleres de educación ambiental a los trabajadores del proyecto.
- Cumplimiento de Normas oficiales aplicables al proyecto.

- Delimitación de actividades del predio; ejecución de la obra civil del proyecto conforme las especificaciones establecidas en el programa de obra y en las áreas y dimensiones establecidas a fin de reducir a su mínima expresión la vegetación (arbustiva, herbácea) a afectar por las actividades proyectadas.
- Sólo en caso de ser necesario, se dispersará suelo orgánico sobre las superficies que componen las obras e infraestructura provisionales, para mejorar las condiciones del suelo que permitan el establecimiento de nuevos organismos vegetales, y con ello estimular la restauración del ecosistema y la propia conservación del ANP.

Impacto residual esperado

La aplicación integral de las medidas preventivas, de mitigación y control permitirá que los efectos derivados del proyecto permanezcan dentro de niveles compatibles con el obra civil sustentable. Los impactos asociados a la disminución temporal de la cobertura vegetal y a la modificación de la composición florística reducirán progresivamente su importancia conforme concluya la obra civil de la Estación de Vigilancia, por lo que dichos impactos son impactos clasificados como irrelevantes conservarán dicha condición durante todo el desarrollo del proyecto.

En consecuencia, no se prevé una pérdida permanente de la cobertura vegetal, de la diversidad florística ni de la capacidad productiva, manteniéndose la continuidad de los procesos ecológicos y la vocación propia del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo.

VERSION PUBLICA

VI.1.7. Medidas preventivas, de mitigación y control para el componente Fauna

La fauna silvestre constituye un componente fundamental del ecosistema y la propia ANP, al participar en procesos ecológicos como la dispersión de semillas, la polinización, el control natural de poblaciones y el mantenimiento de las cadenas tróficas. La permanencia de estos procesos depende de la conservación de la cobertura forestal, la disponibilidad de alimento, refugio y sitios de reproducción, así como de la continuidad del hábitat.

El proyecto no implica cambio de uso del suelo ni la eliminación de la vegetación, por lo que las condiciones generales del hábitat permanecerán durante todo el desarrollo del proyecto. Las afectaciones previstas corresponden principalmente a perturbaciones temporales ocasionadas por la presencia de personal, el funcionamiento de maquinaria y las actividades propias del proyecto, las cuales cesan una vez concluidas las actividades de construcción de la Estación de Vigilancia.

La evaluación de impactos ambientales, realizada mediante la metodología de **Fernández Conesa-Vítora**, permitió identificar cinco impactos asociados al componente fauna. Los resultados obtenidos muestran que la **reducción temporal de la disponibilidad de hábitat**, la **fragmentación temporal del hábitat**, la **disminución temporal de refugios naturales** y la **reducción temporal de la disponibilidad de alimento** fueron clasificados como **impactos irrelevantes**, debido a que las modificaciones son localizadas, temporales y reversibles, conservándose la estructura general del ecosistema.

Por su parte, el **ahuyentamiento temporal de fauna silvestre por ruido y presencia humana** fue clasificado como **impacto moderado** durante las etapas de preparación del área y ejecución de la obra civil, para la construcción de la Estación de Vigilancia, al constituir una respuesta natural de la fauna frente a las actividades operativas. No obstante, durante la etapa de operación y mantenimiento de la estación de vigilancia este impacto disminuye a la categoría de **irrelevante**, debido a que cesan las actividades que generan perturbación y las especies recolonizan gradualmente las áreas intervenidas.

En este contexto, las medidas ambientales estarán orientadas a minimizar las perturbaciones sobre la fauna, conservar las condiciones del hábitat y favorecer el restablecimiento natural de las poblaciones silvestres, así como la propia conservación del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo.

Objetivo

Conservar las condiciones del hábitat para la fauna silvestre, minimizando las perturbaciones ocasionadas por las actividades de obra civil de la Estación de Vigilancia y favoreciendo la permanencia, desplazamiento y recuperación natural de las poblaciones presentes en el predio, así como las del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla 6. Medidas preventivas, de mitigación y control para el componente Fauna

Impacto ambiental identificado	Resultado de la valoración	Medidas preventivas, de mitigación y control	Mecanismos de Seguimiento	Indicador de cumplimiento
Reducción temporal de la disponibilidad de hábitat.	El impacto fue clasificado como **irrelevante** durante todas las etapas del proyecto, debido a que el proyecto conserva la cobertura forestal, no implica cambio de uso del suelo y mantiene la estructura general del ecosistema.	Realizar actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación previo al inicio de obra civil; mantener las áreas de protección y los sitios con vegetación densa que funcionan como refugio y hábitat para la fauna silvestre; conservación de los corredores naturales de vegetación. Las actividades se desarrollarán únicamente en horario diurno, evitando perturbaciones innecesarias durante periodos de mayor actividad de la fauna. Se limitará la permanencia del personal fuera de las áreas de trabajo y se reducirá al mínimo el uso innecesario de maquinaria y vehículos. En caso de observar fauna silvestre durante las operaciones, se suspenderán temporalmente las maniobras hasta permitir su desplazamiento seguro, aplicando medidas de reubicación en coordinación con la PROFEPA, en caso de ser necesario. Se protegerán el entorno del proyecto, considerado ANP, así como los sitios de anidación y vegetación localizada en ésta. Se participará en actividades de reforestación que se realicen dentro del ANP; se limitará las actividades al área del proyecto.	Seguimiento y Monitoreo ambiental dentro del Plan de Supervisión Ambiental o el Programa de Vigilancia Ambiental. Vigilancia constante por parte de la residencia en frente de trabajo y el acatamiento por parte del personal de obra.	Conservación de las áreas de protección y permanencia del entorno del ANP. Conservación de la conectividad entre el proyecto y el ANP. Ausencia de incidentes con fauna silvestre y cumplimiento de los horarios de trabajo establecidos durante las supervisiones técnicas. Permanencia de especies vegetales con importancia alimenticia para la fauna y evidencia de regeneración natural durante las supervisiones técnicas.
Fragmentación temporal del hábitat.	El impacto fue clasificado como **irrelevante** durante todas las etapas del proyecto, debido a que las áreas de maniobras de la obra civil y la propia estación de vigilancia, no interrumpen la vegetación circundante.			
Ahuyentamiento temporal de fauna silvestre por ruido y presencia humana.	El impacto fue clasificado como **moderado** durante las etapas de preparación del área y ejecución de la obra civil, para la construcción de la Estación de Vigilancia, disminuyendo a **irrelevante** durante la etapa de operación y mantenimiento de la estación de vigilancia, debido al cese de las actividades operativas y al retorno gradual de la fauna hacia las áreas intervenidas.			
Disminución temporal de refugios naturales.	El impacto fue clasificado como **irrelevante** durante todas las etapas del proyecto, debido a que permanecerá la cobertura vegetal del ANP y se conservarán sus funciones ecológicas relevantes.			

VERSIÓN PÚBLICA

Reducción temporal de la disponibilidad de alimento.	El impacto fue clasificado como **irrelevante** durante todas las etapas del proyecto, debido a que no afectan áreas de alimentación.			

Además de las medidas específicas anteriormente descritas, durante todas las etapas del proyecto deberán observarse las siguientes disposiciones:

- Delimitación de los frentes de trabajo conforme el programa calendarizado y la planimetría diseñada para el proyecto.
- Restringir el uso de cualquier otro espacio que no esté previsto en el proyecto.
- Realizar las obras programadas en el Capítulo II de la MIA-P.
- Realizar las actividades del Programa Integral de Vigilancia Ambiental para garantizar la realización de la obra civil de forma ordenada, integral y sustentable.
- Realizar y ejecutar un Programa de Protección, Rescate y Reubicación de fauna silvestre que garantice el mantenimiento de las poblaciones de fauna silvestre del sitio.
- Realizar de manera oportuna el rescate de fauna silvestre previo a las actividades de desmonte y despalme.
- Establecer sitios de reubicación que cumplan con características como similitud de hábitat y presencia de las mismas especies a fin de garantizar la permanencia de los individuos y especies rescatadas.
- Colocar señalamientos de la presencia de fauna silvestre en la zona.

Impacto residual esperado

La implementación de las medidas preventivas, de mitigación y control permitirá que los impactos sobre la fauna silvestre permanezcan dentro de niveles compatibles con la conservación del ecosistema y la propia ANP.

Los impactos clasificados como **irrelevantes** mantendrán dicha condición durante todas las etapas del proyecto, mientras que el **ahuyentamiento temporal de fauna silvestre** disminuirá progresivamente conforme concluyan las actividades de obra civil de la Estación de Vigilancia.

En consecuencia, no se prevén pérdidas permanentes de hábitat, interrupciones de los corredores ecológicos, disminuciones significativas de las poblaciones de fauna ni afectaciones irreversibles sobre la funcionalidad ecológica del ecosistema, favoreciéndose el retorno gradual de las especies a las áreas intervenidas.

Las medidas propuestas se garantizan que el hábitat mantiene su funcionalidad ecológica y permite el restablecimiento natural de las poblaciones de fauna una vez concluidas las actividades. Bajo estas condiciones, no se identifican impactos residuales siendo el proyecto ambientalmente aceptable y compatible con la conservación de la biodiversidad del predio y la del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo.

VERSIÓN PÚBLICA

VI.2. Programa de Vigilancia Ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental constituye un instrumento que permite un seguimiento de la aplicación de las medidas de control, protección, prevención, mitigación y compensación durante todas las etapas, tanto para los responsables del Proyecto como para la Autoridad Ambiental.

La correcta implementación del plan proporcionará información que podrá ser usada en la verificación de los impactos esperados y mejorar así las técnicas de predicción, comprobar la cuantía de ciertos impactos cuando su pronóstico resulta difícil e incluso detectar impactos no identificados en la Manifestación de Impacto Ambiental.

Para lograr todos estos propósitos, el desarrollo del Programa debe de constar de diferentes etapas acordes al tiempo de vida del Proyecto:

1. Etapa de diseño y toma de datos de referencia previo al inicio de las obras
2. Etapa de revisión del Estudio de Impacto Ambiental (MIA-P)
3. Etapa de adaptación del Plan a la escala del Proyecto constructivo
4. Etapa de revisión e inclusión de lo establecido en la Resolución
5. Etapa de adopción y vigilancia durante la preparación y construcción del Proyecto
6. Etapa de seguimiento y evaluación durante la operación del Proyecto

Las primeras tres etapas se complementan con los trabajos de campo realizados como parte de la elaboración de la **MIA-P** que permita definir las características ambientales en las que se encuentran inmerso el Proyecto en general con la finalidad de identificar, unificar y determinar las diferentes medidas de control, preservación, protección, prevención, mitigación y compensación que fueron propuestas en esta.

En este sentido, las medidas de mitigación tienen como objetivo moderar el efecto negativo al ambiente de cada una de las actividades que se realicen para el desarrollo del proyecto. Estas medidas pueden ser de prevención, mitigación, restauración y compensación.

Las medidas preventivas adquieren gran relevancia porque su correcta ejecución evita que ocurran ciertos impactos, en este sentido, son prioritarias.

Las medidas de restauración y compensación se refieren a aquellas que cuando no existen alternativas para su prevención o mitigación deberá aplicar una compensación por los impactos ambientales ocasionados.

Por tanto, las medidas e indicadores, así como el seguimiento ambiental están directamente relacionadas a las fases del Proyecto en que deben aplicarse.

Objetivos:

1. Controlar la ejecución, durante cada una de las fases del proyecto; de las medidas destinadas a prevenir y/o mitigar los efectos de los impactos, y garantizar que se toman todas las precauciones para reducir estos sobre los componentes ambientales.
2. Evaluar la efectividad de las medidas aplicadas, en un primer momento posterior a su aplicación y, enseguida, cuando el Proyecto entra en funcionamiento y se introducen los efectos derivados de su servicio.

Alcance:

Comprobar que las medidas de control, prevención y mitigación propuestas se realicen en tiempo y forma, proporcionando información acerca de las distintas medidas, así como monitorear la eficacia de la aplicación de estas.

VERSIÓN PÚBLICA

Los impactos ambientales identificados han sido presentados en cada una de las etapas, por tanto, en ellas es en donde se proyecta el Programa de Vigilancia. Estos impactos se resumen en los componentes suelo, aire, agua, paisaje, flora y fauna silvestre y de los cuales los impactos que destacan son:

- Suelo; remoción y pérdida del suelo.
- Aire; contaminación por generación de polvo, ruido de la maquinaria y generación de emisiones a la atmósfera.
- Paisaje; modificación al paisaje.
- Flora; Eliminación de la vegetación.
- Fauna; desplazamiento de la fauna silvestre.

Para la evaluación del desempeño de las medidas de mitigación, se proponen indicadores de desempeño ambiental, que son enunciativos más no limitativos y estarán a la dinámica de las actividades que se ejecuten durante todas las etapas del proyecto. Y es en este sentido que deben existir algunas rutas para el seguimiento ambiental:

Tabla 7. Rutas para el seguimiento ambiental

Ruta	Descripción
Prevención de incumplimientos	Para cualquier probable incumplimiento que pudiera generarse en relación con las medidas de mitigación, legislación aplicable, Términos y Condicionantes establecidas por la Autoridad Ambiental en cualquiera de las etapas del proyecto, el responsable de ejecutar el PVA realizará un acercamiento con el/los contratista(s) responsable(s), el promovente o al área correspondiente a fin de hacer de su conocimiento la situación y las recomendaciones para adoptar medidas precautorias a fin de no convertirse en un incumplimiento. Los recorridos de supervisión deberán ser diarios con el objetivo de detectar y reportar de manera inmediata o al final de la jornada (de acuerdo con la gravedad del incumplimiento) las situaciones que pudieran convertirse en incumplimientos tanto a los contratistas como al promovente
Incumplimientos e incidencias detectadas	De no ser positivo el acercamiento previo para evitar incumplimientos, el responsable de ejecutar el PVA deberá de hacer de conocimiento la situación y las recomendaciones para para su inmediata corrección y/o cumplimiento al responsable de la obra (acción correctiva) y constatar que no exista un posible daño ambiental causado por las actividades, así como mantener la zona en las condiciones ambientales. Toda incidencia será aquella que sea producto de la omisión y/o negligencia del cumplimiento de los requerimientos correspondientes al Proyecto, la cual podrá ser inmediata o al vencer algún plazo establecido. De no atenderse y no poder dar por cumplida la acción correctiva, se presentará la no conformidad y las medidas administrativas que le apliquen.
Evidencias documentales	Para dar un correcto seguimiento ambiental, se realizarán listas de chequeo (checklist) de los requisitos y evidencias solicitadas y entregadas por la(s) empresa(s) contratista(s) para determinar el porcentaje de cumplimiento de cada uno de los aspectos considerados en el PSA. Las evidencias solicitadas a la(s) contratistas podrán ser: • Información detallada sobre las obras/actividades y su implicación ambiental, las condiciones de ejecución, los materiales utilizados, imprevistos, etc.

VERSIÓN PÚBLICA

	• Documentación proporcionada por los gestores de residuos autorizados, del manejo de los residuos generados en obra de cualquier tipo (urbanos, especiales, peligrosos); plan de manejo de residuos, así como los registros de las empresas autorizadas para el manejo de residuos que se traten, autorizaciones de explotación de bancos de préstamo y/o de bancos de tiro, etc. • Relación de los materiales para la restauración de los sitios afectados por el Proyecto, así como evidencia del seguimiento. • Cualquier permiso con implicación ambiental tramitado por el Contratista (concesión temporal de aguas, compra de agua, apertura de bancos de préstamo o de tiro, etc.).

Podrá realizarse un corte semanal para que de manera económica se pueda solicitar la información y evidencias faltantes a los contratistas, así como un informe mensual y semestral de la evaluación y seguimiento ambiental (sujeto al Promovente y la Autoridad Ambiental).

La información de los avances del proyecto será conforme a las disposiciones de la autoridad ambiental y deberán de contener el avance en el proceso de remoción de vegetación (Superficie desmontada, porcentaje de avance con relación a superficie y en tiempo según lo programado, avance de la obra con respecto a lo manifestado, cumplimiento con los términos, condicionantes y medidas impuestas por la Secretaría.

Para lo anterior, se implementará un control a través de una bitácora de actividades, la cual permite llevar un control estricto de las diferentes acciones, así como para la presentación de reportes.

VERSION PUBLICA

VI.3. Seguimiento y control (monitoreo)

El seguimiento del proyecto deberá de asegurar se cumplan en todo momento con las disposiciones de la LGEEPA, sus Reglamentos y así como lo establecido en LGPGIR, reglamentos y normas respecto a contaminación atmosférica, residuos peligrosos y no peligrosos, prevención y control de la contaminación de aguas, por la emisión de ruido, las normas oficiales mexicanas aplicables, así como las medidas establecidas en la **MIA-P** y lo solicitado por la autoridad ambiental.

Para verificar la implementación del programa se realizará una supervisión en campo durante el desarrollo de todas las etapas del proyecto. Se contratará a una empresa específicamente para llevar a cabo dicha supervisión, la cual contará con personal capacitado en materia de impacto ambiental cuyo perfil se propone sea de la siguiente manera:

Supervisor coordinador: Es el responsable del cumplimiento del PSA, el cual deberá supervisar las acciones en campo personalmente, así como a través de los especialistas en campo. Deberá priorizar y facilitar todos los instrumentos metodológicos, técnicos y logísticos que las actividades de supervisión requieran. Deberá acreditar experiencia en supervisión ambiental. La formación profesional idónea debe ser en Biología, Ecología, Ciencias Ambientales.

Especialistas en campo: Son los responsables de realizar la supervisión en campo, prevenir los incumplimientos o en caso de incidencias, dar el seguimiento, así como de las evidencias documentales. Son la línea de comunicación inmediata para la resolución de conflictos e incidencias en materia ambiental. Deberán ser los necesarios para cubrir los diferentes componentes en los que se prevé impacto. Por ejemplo, Biólogo, Médico Veterinario o afín especialista en rescate y manejo de fauna silvestre; Biólogo, Ingeniero forestal o afín con experiencia en cambio de uso de suelo, rescate y reubicación de flora; Biólogo, Ingeniero ambiental o afín con experiencia en educación ambiental; Biólogo, Ingeniero ambiental o afín con experiencia en manejo de residuos y contingencias ambientales.

Asistente administrativo: quien será el responsable de recopilar y organizar la información generada, la otorgada por el promovente y contratista(s), el seguimiento a trámites y entrega de informes de la Supervisión Ambiental

El seguimiento y monitoreo serán implementados con el uso de una bitácora y fichas de Manejo Ambiental, además de la aplicación de indicadores ambientales que muestren los resultados de la implementación del PVA.

La bitácora deberá de incluir al menos la siguiente información:

- Nombre de la empresa que realiza la supervision ambiental
- Nombre de la contratista a quien se supervisa
- Descripción general de la obra o de los trabajos que se están realizando al momento de la visita
- Original y copia deberan estar foliados con números consecutivos
- Fecha y lugar
- Acontecimientos relevantes suscitados durante el recorrido, de ser el caso
- Medida establecida, causa, solución, prevención, consecuencia económica, responsabilidad si la hubiere y fecha de atención así como los períodos de la colecta de datos (diario, semanal, quincenal y mensual), para al cabo del lapso establecido, se obtenga una evaluación del cumplimiento de estas actividades.
- Deberá otorgarse una copia de las observaciones realizadas a la contratista en cuestión
- Firma de quien supervisa
- Firma del responsable ambiental de la obra/actividad

VERSIÓN PÚBLICA

Derivado de la información presentada por parte de los contratistas, personal involucrado y de lo supervisado en campo, la evidencia de cumplimiento se incorporará en los informes de supervisión a través de fichas de manejo ambiental, las cuales son un instrumento de seguimiento que permitirán enmarcar la medida de la que se trate en su conjunto y su relación con el resto del proyecto en general. Estas fichas deberán ser independientes y presentadas para cada componente aun cuando una obra/actividad deba dar cumplimiento a mas de uno.

Respecto a los indicadores, el Observatorio Urbano Global del Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, un indicador es una medición que resume información de un tema en particular y señala problemas específicos; provee una respuesta razonable a necesidades y preguntas específicas requeridas por los tomadores de decisiones; muestra tendencias, provee información cuantitativa y cualitativa.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) menciona que un indicador es un parámetro o valor, derivado de parámetros generales, que señala o provee información o describe el estado de un fenómeno dado –del ambiente o de un área específica– con un significado que trasciende al valor específico del parámetro.

Los indicadores están diseñados para un propósito específico y con un significado sintético; conlleva, por tanto, dos funciones básicas: por un lado, reducir el número de mediciones y parámetros que normalmente se requieren para reflejar una situación dada y, por otro, simplificar el proceso de comunicación con el usuario. Y en este caso, más que referenciar datos aislados deberán proporcionar una visión integral de la aplicación de las medidas de control, preservación, protección, prevención, mitigación y compensación; delimitándolas en un tiempo y espacio dado para su ejecución.

Los indicadores ambientales son estadísticas o parámetros que proporcionan información o tendencias de las medidas de prevención, mitigación y compensación para minimizar el impacto ambiental generado por el desarrollo del proyecto. Estos indicadores, pretenden proveer información de la aplicación de dichas medidas, así como la magnitud de la efectividad de las estrategias ambientales a implementar a lo largo del desarrollo del proyecto, lo que se conoce como desempeño ambiental.

La definición y observación de los indicadores permite, por tanto, conocer el grado de integración ambiental logrado por el proyecto, así como alertar sobre desviaciones o problemas detectados, de tal forma que se tomen las medidas necesarias para solucionarlo e identificar las causas que lo originaron. Siendo las características de un indicador:

- Relevante o útil para la toma de decisiones.
- Verificable, es decir que se pueda comprobar mediante información confiable.
- Libre de sesgo estadístico o personal.
- Válido, correspondencia entre la información que suministra el indicador y el fenómeno objeto del análisis.
- Confiable, debe medir lo mismo en diferentes contextos y en diferentes momentos.
- Fácil de interpretar, es decir simplificar su uso aún en el caso de no expertos en el área específica.

Los tipos de indicadores involucrados con el seguimiento y evaluación del PVA, se enfocan en la cuantificación de las medidas y sus resultados, durante las diferentes etapas del proyecto. En sentido, se proponen los indicadores de realización, que hacen referencia a la actividad desarrollada, se miden en unidades materiales o económicas (tipo de obra, costos de la obra, avance de la obra, etc.), de donde se origina el Índice de eficiencia. De manera similar los

VERSIÓN PÚBLICA

indicadores de resultados harán referencia a los efectos directos e inmediatos producidos por el PVA, los cuales podrán observarse una vez que esté concluido el proyecto, así como comparar su establecimiento y beneficios ambientales con otros desarrollos con características similares.

El número de indicadores ha de ser lo más reducido posible, debiendo procurar que un mismo índice pueda emplearse para la estimación de varios factores; sin embargo, en principio para cada elemento sujeto a vigilancia, debe existir un indicador por medio del cual se exprese su comportamiento ambiental.

De manera adicional, existen otros índices estandarizados que aplican a todas las acciones de control, y específicamente para el caso de Elaboración de Estudios, Planes y Programas, se considera adecuado el uso del Índice de Eficiencia de la Medida (ei); mismo que, aunado a la Ficha Técnica de Manejo Ambiental, pemitirá registrar y presentar las evidencias del cumplimiento de este grupo de medidas, los resultados principales de dichos trabajos.

El Índice de Eficiencia Media (ei) es aplicado en acciones de control, como la Elaboración de Estudios, Planes y Programas, el cual permite registrar y presentar las evidencias del cumplimiento de las medidas.

$$\mathbf{e_i} = \left(\frac{j}{k}\right) x\ 100$$

e = nivel de eficiencia de la medida ***i***
j = número de acciones que se realizaron en el período del informe para la medida ***i***
k = número total de acciones a realizar que integran la medida ***i***

Para las medidas incluidas en las obras, el manejo y seguimiento ambiental, se establecen una serie de indicadores adecuados a cada acción a realizar, sin dejar de lado aquellos que puedan ser establecidos en los Programas desarrollados para cada uno de los componentes ambientales a proteger durante la ejecución del Proyecto, así como su operación inicial.

De los valores obtenidos se podrá concluir la necesidad o no de aplicar medidas correctoras de carácter complementario. Algunos ejemplos simples y factibles se presentan a continuación:

Tabla 8. Algunos indicadores de seguimiento en distintos componentes

Componente	Indicadores de seguimiento
Residuos sólidos urbanos (RSU)	Volumen generado de RSU al mes
	Volumen de RSU dispuestos de acuerdo con lo que establece la legislación ambiental aplicable.
	Volumen de RSU separado para reciclaje.
Residuos de manejo especial	Volumen generado de RME al mes
	Volumen de RME dispuestos de acuerdo con lo que establece la legislación ambiental aplicable
	Volumen de RME reutilizados o separados para reciclaje
Residuos peligrosos (RP)	Volumen generado de RP al mes
	Volumen de RP dispuestos de acuerdo con lo que establece la legislación ambiental aplicable.
Uso y manejo de combustibles	Consumo de combustible utilizados para maquinaria y equipo.
	Consumo de combustible utilizados para vehículos.
Programa de capacitación y sensibilización ambiental	Porcentaje de la asistencia al curso por empresa contratista en frente de trabajo.
	Promedio de las evaluaciones aplicadas después de cada curso a los trabajadores
Emisiones a la atmósfera	Porcentaje de vehículos que cuentan con verificación vigente.
	Porcentaje de cumplimiento del programa de mantenimiento de maquinaria y equipo.
Uso y consumo de agua	Volumen de agua potable utilizada para el consumo del personal de obra.
	Porcentaje de agua tratada en el proyecto.

VERSIÓN PÚBLICA

Cambio de uso de suelo	Número de árboles marcados semanalmente y volumen extraído.
	Superficie de cambio de uso de suelo realizado semanalmente y/o área desmontada de la superficie autorizada.
Fauna	Porcentaje se sobrevivencia de individuos rescatados y liberados
	Número de individuos vivos después de haber sido rehabilitados.
	Número de nidos reubicados y con éxito de uso de la fauna.

Las acciones para el cumplimiento de las medidas propuestas deberán ser evaluadas mediante criterios que permita calificar el nivel de aplicación de las mismas, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 9.Valorización de los criterios de evaluación de medidas.

Valor	Criterio
1.00	Cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante
0.80	Cumple de manera efectiva con la medida, con alguna omisión ocasional
0.60	Cumple de manera efectiva la mayor parte de la medida
0.40	Cumple parcialmente la medida
0.20	Inicia de forma incipiente, el cumplimiento de la medida
0.00	No se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida. (Esta valoración representa un **hallazgo** mas no cuantificable en avance)
N.A.	No aplica

La escala anterior permitirá valorar el grado de avance y apego en la implementación de una medida de mitigación específica, con calificaciones que podrán ir desde 0.20 hasta 1.0, esta última una calificación satisfactoria. Al contrario, se considerará un **hallazgo** cuando no se han realizado las acciones necesarias de su adopción durante las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.

Una vez que el proyecto sea puesto en marcha, se podrán obtener otros índices que demostrarán el nivel de cumplimiento ambiental durante las diferentes etapas del mismo, como el **Índice de Cumplimiento Ambiental** (**ICA**).

$$ICA = \frac{x_{1i1j1} + x_{2i2j2} + \cdots + x_{ninjn}}{X}$$

x = número de criterio de evaluación de la medida ***i***, durante la actividad ***j***
i = medida
j = actividad
X = número total de evaluaciones por período (de acuerdo al criterio)

Finalmente, los indicadores de desempeño miden el logro de los objetivos de programas o actividades que reflejan el cumplimiento de la misión y las metas del Proyecto. En este caso, para determinar el Desempeño Ambiental de éste, se propone utilizar el promedio de las valoraciones dadas a las diferentes medidas a implementar, durante una actividad determinada por la etapa del mismo.

VERSIÓN PÚBLICA

$$\boldsymbol{IDA} = \frac{ICA_{ij}}{M}$$

i = medida
j = actividad
M = número de medidas totales del Proyecto

Estos indicadores son una herramienta importante para el seguimiento de actividades y/o evaluación de su desarrollo, además de que facilitan el reporte de las acciones y la información generada.

VI. 4. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

Para la estimación de una fianza, en caso de ser requerida, conforme lo señalado en el artículo 51 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, podrá tomarse como referencia lo señalado en la Justificación del proyecto, lo manifestado en la Inversión requerida, señalado en el Capítulo II del presente documento.

VERSION PUBLICA

Contenido

VII. Pronósticos Ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas 2
VII.1. Método para la determinación de escenarios y pronósticos ambientales 2
VII.2. Descripción y análisis del Escenario Actual 2
VII.3. Descripción y análisis del Escenario Con Proyecto 4
VII.4. Descripción y análisis del Escenario con Proyecto y medidas 5
VII.5. Pronóstico Ambiental 6
VII.6. Evaluación de alternativas 6

Índice de Tablas

Tabla 1. Componentes ambientales por emplear en la valoración 2
Tabla 2. Escenario Sin Proyecto 3
Tabla 3. Escenario Con Proyecto 4
Tabla 4. Escenario Con Proyecto y medidas 5

VERSION PUBLICA

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1. Método para la determinación de escenarios y pronósticos ambientales

Atendiendo la actualización de la información manifestada en la presente MIA-P, se procedió a evaluar los pronósticos ambientales para el desarrollo del proyecto; previo a estos escenarios, se realizó una valoración integral del estado de conservación de los componentes ambientales. Para la descripción de los posibles escenarios futuros de la región bajo estudio, se consideró en primer término al escenario sin proyecto, seguido de otro escenario con proyecto y finalmente, un escenario que incluye al proyecto con sus medidas de mitigación.

De igual forma, se realizó una valoración de las alternativas considerando los criterios para la elección del sitio, los escenarios proyectados y la ubicación estratégica del proyecto, dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo.

La determinación de la calidad actual del escenario se realizó sustentada en el inventario ambiental identificado para el área, así como los componentes ambientales susceptibles de ser impactados, como se precisó en el Capítulo V.

Tabla 1. Componentes ambientales por emplear en la valoración

Componente	Factor
Agua	Cantidad
	Calidad
	Interrupción
Suelo	Calidad
	Erosión
	Compactación
Aire	Calidad
	Ruido
	Iluminación
	Electromagnetismo
Paisaje	Visibilidad
	Elementos biológicos
	Alteración
Flora	Biodiversidad
	Abundancia
	Especies Vulnerables
Fauna	Hábitat
	Insectos
	Anfibios y Reptiles
	Aves
Socioeconómicos	Uso de suelo
	Actividades comerciales
	Generación de empleos

VERSIÓN PÚBLICA

VII.2. Descripción y análisis del Escenario Actual

Como su nombre lo indica, el primer escenario corresponde al estado actual del área donde se desarrollará el proyecto de Estación de Vigilancia, el cual presenta sus condiciones originales y mantiene su estado paisajístico, ecológico y biótico.

Para esta valoración, se considera únicamente el análisis de las condiciones actuales, así como el estado del ecosistema, lo que permitirá crear un punto de referencia para determinar o valorar, según

sea el caso, los posibles impactos sobre los componentes y factores ambientales evaluados en el Capítulo V del presente documento.

Lo anterior permitirá cuantificar el estado vital del entorno, por lo que es importante precisar que el predio donde se ubicará la Estación de Vigilancia se encuentra en un entorno perturbado, derivado de los actividades antropogénicas, particularmente agrícolas y pecuarias, lo cual queda manifestado en el componente ambiental de Flora.

Tabla 2. Escenario Sin Proyecto

Componente	Componente	Factor	Estado de conservación			Escenario sin proyecto
			Regular	Bueno	Malo	
Abiótico	Agua	Cantidad		✓		De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de la calidad de importancia de los componentes, se identifica que la calidad para el componente Agua en el área de estudio, en lo que respecta al SA, es media-alta, debido a que se presentan corrientes de agua que no se observan contaminadas; en el área del proyecto se ubican cuerpos de agua, correspondientes al ANP. Los acuíferos que están en el SA no presentan problemas de abastecimiento. El componente Suelo tiene una calidad media puesto que ya se encuentra perturbado por los cultivos agrícolas en el entorno y el propio desarrollo industrial y urbano, por lo que puede sufrir erosión. El componente Aire tiene una calidad media-alta ya que el sitio donde se implementará el proyecto es una zona alejada de una comunidad o localidad, o de actividades que generen la contaminación de este componente, no obstante, se presenta una carretera (Carretera Estatal 5 Matamoros-Puerto de Matamoros) que contribuye a la generación de gases contaminantes y ruido provenientes de vehículos automotores que circulan esta vía. El componente paisaje presenta una calidad media ya que actualmente existen modificaciones de origen humano en la zona como áreas de cultivo, desarrollo industrial y asentamientos humanos. El componente Flora presenta una calidad media, ya que existen diferentes tipos de vegetación y ya se encuentran perturbados, pudiéndose observar especies de crecimiento secundario, campos de cultivo y agostaderos en la zona, sin embargo, las condiciones de este factor en áreas cercanas a la costa, éste se ubica en una calidad media-alta, dada la ubicación dentro del ANP. El componente Fauna presenta una calidad media alta, esto debido a que en la zona ya existe una fragmentación del hábitat, no obstante, las especies que se analizan tienen una movilidad y distribución amplia por lo que siempre habrá cambios a lo largo del año en cuanto a número de especies, así como el mantenimiento de la dinámica en el ANP. Dentro del componente socioeconómico la calidad de este elemento se determina como media, debido a que la mayoría de la población se dedica a actividades primarias. Por lo tanto, la calidad del sitio sin proyecto se puede considerar, en general, media puesto que es una zona que ya se encontraba perturbada específicamente por la Carretera Estatal. En cuanto al agua y el suelo no se apreció contaminación física. En cuanto al aire se considera de calidad media- alta ya que existe una carretera cercana con tránsito vehicular que genera contaminantes y ruido. Cabe señalar que en cuanto a la calidad del paisaje los componentes que más realzan la calidad del paisaje son la vegetación, la fauna. En cuanto al componente socioeconómico la mayor proporción de la población se dedica a actividades primarias.
		Calidad		✓		
		Interrupción		✓		
	SUELO	Calidad		✓		
		Erosión		✓		
		Compactación	✓			
	AIRE	Calidad		✓		
		Ruido		✓		
		Iluminación		✓		
		Electromagnetismo		✓		
	PAISAJE	Visibilidad		✓		
		Elementos biológicos		✓		
		Alteración		✓		
Bióticos	Flora	Biodiversidad	✓			
		Abundancia		✓		
		Especies Vulnerables		✓		
	FAUNA	Hábitat		✓		
		Insectos		✓		
		Anfibios y Reptiles		✓		
		Aves		✓		
Socioeconómico				✓		

VERSIÓN PÚBLICA

VII.3. Descripción y análisis del Escenario Con Proyecto

La construcción de este escenario se realiza tomando como base las tendencias de cambio descritas anteriormente, y sobreponiendo los impactos ambientales relevantes (severos o críticos) que generará el proyecto en el Sistema Ambiental.

En este apartado se evalúa el escenario con la construcción del proyecto y los impactos generados sin incluir las medidas de mitigación.

Para la elaboración del escenario ambiental con proyecto se contemplan los componentes naturales mencionados previamente y que fueron evaluados en el capítulo V del presente documento.

Posteriormente a estos componentes se les da una valoración para ser cuantificados y así conocer su estado de vitalidad.

Por lo tanto, para desarrollar el presente escenario se utilizó la metodología antes empleada y los resultados obtenidos se muestran a continuación.

Debido a que los principales impactos ambientales se dan por la remoción de la cubierta vegetal y, por ende, en los servicios ambientales que ésta presta, se tienen los siguientes pronósticos:

Tabla 3. Escenario Con Proyecto

Componente	Componente	Factor	Estado de conservación			Escenario con proyecto
			Regular	Bueno	Malo	
Abiótico	Agua	Cantidad		✓		Para este escenario se observa que la calidad de los componentes es media a media baja, esto debido a que componentes como el agua, aire, flora, fauna y paisaje se modificarán en una medida considerable, puesto que, en las etapas de preparación del sitio y construcción, se removerá no vegetación forestal y por lo que no implica un impacto directo en la riqueza de la flora, fauna y en la erodabilidad y compactación del suelo por el desmonte y despalme. En cuanto a la calidad del aire también se verá disminuida, ya que en las etapas de preparación del sitio y construcción habrá movimientos de maquinaría, lo que generará contaminantes y ruido, además de la generación de residuos sólidos por la presencia de trabajadores en la zona. El paisaje también se verá modificado debido a la movilidad de vehículos automotores y maquinaria pesada, sobre todo en la etapa de preparación del sitio y construcción y las etapas de operación y mantenimiento (+20 años). Todo lo anterior, sin las medidas de mitigación adecuadas implica una afectación negativa a la zona, incluso cuándo dicha zona, sin la ejecución del proyecto, ya se encuentra perturbada.
		Calidad		✓		
		Interrupción		✓		
	SUELO	Calidad		✓		
		Erosión		✓		
		Compactación	✓			
	AIRE	Calidad		✓		
		Ruido		✓		
		Iluminación		✓		
		Electromagnetismo		✓		
	PAISAJE	Visibilidad		✓		
		Elementos biológicos		✓		
		Alteración		✓		
Bióticos	Flora	Biodiversidad	✓			
		Abundancia		✓		
		Especies Vulnerables		✓		

VERSION PUBLICA

	FAUNA	Hábitat		✓		
		Insectos		✓		
		Anfibios y Reptiles		✓		
		Aves		✓		
Socioeconómico				✓		

VII.4. Descripción y análisis del Escenario con Proyecto y medidas

Derivado del deterioro al que han sido expuestos los componentes ambientales por las actividades antropogénicas, y que han venido a mermar la calidad de hábitat y la diversidad biótica que conllevan a la incidencia de problemas erosivos en el área de influencia del proyecto, se considera que, con la construcción del proyecto y la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación, no se afecta significativamente el entorno.

Con apoyo del escenario ambiental elaborado en apartados precedentes, se realiza una proyección en la que se ilustra el resultado de la acción de las medidas de mitigación, sobre los impactos ambientales relevantes y críticos. Este escenario considera la dinámica ambiental resultante de los impactos ambientales residuales, incluyendo los no mitigables, los mecanismos de autorregulación y la estabilización de los ecosistemas.

En esta valoración se identificó que las actividades de desmonte y despalme consideradas dentro de las actividades de la etapa de preparación del sitio y construcción de la Estación de Vigilancia no generarán disminución en la capacidad de infiltración en el área del proyecto, tampoco modificación de la escorrentía principal, sin embargo, se implementarán medidas preventivas.

Uno de los indicadores de calidad paisajista es la visibilidad que involucra el conjunto de elementos que componen el paisaje, es decir, la presencia de características como la cobertura vegetal, la presencia de cuerpos de agua, la ausencia de estructuras antrópicas que funjan como barreras visuales de tipo panorámicas entre otras, es por ello que el desarrollo del proyecto resultará como un impacto en la visibilidad del paisaje no significativo, considerando que el proyecto se ubica de manera colindante a la Carretera Estatal 5 Matamoros – Puerto Matamoros, por lo que el impacto del proyecto es menor o nulo.

VERSIÓN PÚBLICA

Tabla 4. Escenario Con Proyecto y medidas

Componente	Componente	Factor	Estado de conservación			Escenario con proyecto y con medidas
			Regular	Bueno	Malo	
Abiótico	Agua	Cantidad		✓		Para este escenario se observa que la calidad de los componentes es de media a media alta, ya que componentes como el agua, aire, flora, fauna y paisaje no se modificarán por la Estación de Vigilancia, puesto que, en las etapas de preparación del sitio y construcción, no se removerá vegetación forestal y no se genera un impacto directo en la riqueza de la flora y fauna. En cuanto a la calidad del aire se verá disminuida de forma no significativa, ya que en las etapas de preparación del sitio y construcción habrá movimientos de maquinaría, lo que generará contaminantes
		Calidad		✓		
		Interrupción		✓		
	Suelo	Calidad		✓		
		Erosión		✓		
		Compactación	✓			
	Aire	Calidad		✓		

		Ruido		✓		y ruido de manera puntual y temporal. Sin embargo, mediante la implementación de las medidas de prevención y mitigación, permitirá disminuir la ocurrencia de los impactos previstos o los mitigan. Aunado a lo anterior, para todas las etapas, pero en especial la de operación y mantenimiento habrá un aumento en la calidad del componente socioeconómico en cuanto a la generación de empleos, por la ejecución de las obras, sin embargo, el mayor beneficio corresponde a proveer un espacio de vigilancia, monitoreo y bienestar social.
		Iluminación		✓		
		Electromagnetismo		✓		
	Paisaje	Visibilidad		✓		
		Elementos biológicos		✓		
		Alteración		✓		
Bióticos	Flora	Biodiversidad	✓			
		Abundancia		✓		
		Especies Vulnerables		✓		
	Fauna	Hábitat		✓		
		Insectos		✓		
		Anfibios y Reptiles		✓		
		Aves		✓		
Socioeconómico						

VERSIÓN PÚBLICA

VII.5. Pronóstico Ambiental

Con base en el análisis de la situación ambiental actual de la zona dónde se pretende construir el proyecto, de los impactos ambientales que se generarán con la construcción de este y de la aplicación de todas las medidas de mitigación descritas en el Capítulo VI para la construcción del proyecto, se realiza el siguiente pronóstico. Cabe aclarar que también se consideraron los impactos (Capítulo V), entendidos como aquellos cambios en el ambiente que se están generando como resultado de otras actividades antropogénicas en la región, y que pudieran tener un efecto aditivo sobre los componentes ambientales con los que el proyecto interactúa, específicamente en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo. Atendiendo que, la zona donde se asentará la Estación de Vigilancia se encuentra en una zona netamente perturbada, donde los componentes de flora y fauna poseen una riqueza baja, aunado a la presencia de la Carretera Estatal de manera colindante, el área se encuentra sujeta a un estrés; sin que exista un incremento por la Estación de Vigilancia. En cuanto al resto de los componentes y factores ambientales, no se identifican efectos negativos en ellos ni en el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo.

VII.6. Evaluación de alternativas

En cuanto a la evaluación de alternativas, la selección del sitio de la Estación de Vigilancia obedece en primera instancia, a ubicación estratégica dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Laguna Madre y Delta del Río Bravo, así como su cercanía al Puerto de Matamoros, como uno de los polos de desarrollo portuario de interés para Tamaulipas y la región norte de México.

Contenido

VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos 2
VIII.1 Presentación de la información. 2
VIII.1.1 Cartografía 2
VIII.1.2 Fotografías 2
VIII.1.3 Videos 2
VIII.2 Otros Anexos 3
VIII.2.1 Glosario De Términos 3
VIII.3. Bibliografía 7

VERSION PUBLICA

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS

VIII.1 Presentación de la información.

De acuerdo con el artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se presenta un original impreso del proyecto y dos en modo electrónico, de los cuales, uno de los electrónicos será utilizado en la evaluación y el segundo para consulta pública, en cuyo caso se eliminará la información confidencial. Se presenta, además, un Resumen del contenido del proyecto.

VIII.1.1 Cartografía

Se incluyó la Cartografía, en los Capítulos del presente estudio.

VIII.1.2 Fotografías

Las fotografías necesarias para respaldar la información se encuentran en el contenido de los Capítulos que conforman el estudio.

VIII.1.3 Videos

En el proyecto no se consideró necesaria la realización de videos.

VERSION PUBLICA

VIII.2 Otros Anexos

VIII.2.1 Glosario De Términos

- Abundancia: Valor que indica el número de individuos por especie en un ecosistema o en un área determinada.
- Agua subterránea: Agua que puede ser encontrada en la zona satura del suelo; zona que consiste principalmente en agua. Se mueve lentamente desde lugares con alta elevación y presión hacia lugares de baja elevación y presión, como los ríos y lagos.
- Alcalinidad: La cantidad de ácido fuerte (por ejemplo, ácido hidroclórico) que se requiere para titular una muestra con pH de aproximadamente 4,5. Mide la capacidad neutralizadora ácida de un agua que a menudo vuelve a imprimirse como ppm $CaCO_3$.
- Biodiversidad: La variabilidad de organismo vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.
- Calidad de agua: Un atributo distintivo o característica del agua, descrito en función de sus propiedades físicas, químicas y bacteriológicas.
- CITES (Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre): Tiene por finalidad velar por que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituya una amenaza para su supervivencia.
- Cobertura (C): Área que ocupan las partes aéreas (copas o tronos) de todos los individuos de una especie.
- Cobertura relativa (CR): Cobertura de una especie con respecto a la cobertura de todas las especies de área.
- Coliformes fecales: Bacterias gran negativas de forma alargada capaces de fermentar lactosa con producción de gas a la temperatura de 35º o 37º C (coliformes totales). Aquellas que tiene las mismas propiedades a la temperatura de 44º o 44.5º C se denominan coliformes fecales. Se utilizan como indicadores de contaminación biológica. Aquellas que tiene las mismas propiedades a 44,5 0.2º C, en 24 horas, se denominan coliformes fecales (ahora también denominados coliformes termo tolerantes).
- Composición florística: Especies que forman parte de un tipo de vegetación, de un estrato o de un tipo de forma biológica en particular.
- Comunidad: Conjunto de poblaciones animales y vegetales que viven en un lugar y tiempo determinado.
- Comunidad vegetal: Se llama así a cualquier grupo de plantas que ocupan un hábitat particular en un lugar determinado. Puede ser un tipo vegetación en un área amplia como un matorral, bosque o selva, o bien ser algo más pequeño como una comunidad de musgos, líquenes.
- Contaminación: Introducción en el agua de sustancias no deseables, no presentes normalmente en la misma, por ejemplo, microorganismos, productos químicos, residuos o vertidos que la hacen inadecuada para el uso previsto.
- Conservación: El conjunto de políticas, planes, programas, normas y acciones, de detención, rescate, saneamiento y recuperación, destinadas a asegurar que se mantengan las condiciones que hacen posible la evolución o el desarrollo de las especies y de los ecosistemas.
- Corriente intermitente: Corriente que fluye sólo en respuesta directa a la precipitación o al flujo de una fuente intermitente.
- Cuadrantes: Método de muestreo ecológico también llamado del cuadrado o parceles, es el método más utilizado para comunidades arbóreas y arbustivas (bosques, selvas, matorrales).

VERSIÓN PÚBLICA

- Cuenca hidrográfica: Superficie de la tierra delimitada por líneas divisorias de agua, donde queda comprendida una corriente principal y todos sus efluentes.
- DBO5: La cantidad de oxígeno disuelto consumido en cinco días por las bacterias que realizan la degradación biológica de la materia orgánica.
- Deforestación: Efecto destructivo de los bosques por el hombre.
- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO): La cantidad de oxígeno (medido en el mg/l) que es requerido para la descomposición de la materia orgánica por los organismos unicelulares, bajo condiciones de prueba. Se utiliza para medir la cantidad de contaminación orgánica en aguas residuales.
- Densidad (D): Número de individuos de una especie por unidad de área.
- Densidad relativa (DR): Densidad de una especie con respecto a la densidad de todas las especies de área.
- Dureza total: Se llama así la suma de las durezas temporal y permanente. La primera es la carbonatada, debida a la presencia en las aguas de carbonatos y bicarbonatos de calcio y de magnesio. La segunda es la no carbonatada, debida a los cloruros, sulfatos, etc. De calcio y de magnesio, o sea la debida a todos los aniones, excepto carbonatos y bicarbonatos, de calcio y de magnesio.
- Ecosistema: Es un lugar determinado de la naturaleza donde conviven y se relacionan mutuamente comunidades humanas, vegetales, animales, microorganismos y su medio no viviente.
- Erosión: Proceso en el cual son removidos materiales de la superficie para su posterior transporte. La erosión se produce por la acción combinada del agua, ya sea como precipitación o a manera de corriente, y del viento.
- Endémica: Especie cuya distribución es restringida a una región geográfica particular.
- Endémico: Animal o planta cuyo ámbito de distribución natural se encuentra circunscrito únicamente en una zona determinada.
- Equilibrio ecológico: Resultado del balance dinámico de las interacciones entre las especies y su entorno fisicoquímico en un ecosistema dado, cuya propiedad fundamental es el sostenimiento a largo plazo, tanto de las poblaciones de especies presentes como de los ciclos de materiales y energía que lo caracterizan. Muchos ecólogos cuestionen este concepto ya que a largo las poblaciones y las comunidades se muestran como entidades de gran dinamismo.
- Especie: La unidad básica de clasificación taxonómica, formada por un conjunto de individuos que son capaces de reproducirse entre sí y generar descendencia fértil, compartiendo rasgos fisonómicos y requerimientos de hábitat semejantes. Puede referirse a subespecies y razas geográficas
- Especies Cinegéticas: Especie de fauna silvestre susceptible a la cacería.
- Estructura del suelo: La combinación o arreglo de las partículas primarias de suelos en partículas secundarias, unidades o pedís. Esas partículas secundarias pueden estar o no arregladas en el perfil de manera de formar un patrón característico. Las unidades secundarias se caracterizan y clasifican con base en su tamaño, forma y grado de desarrollo
- Estructura de la Vegetación: Es el arreglo espacial de las especies además de la abundancia de cada una de ellas. La estructura básica incluye tres estratos principales (Arbóreo, arbustivo y herbáceo). En cada planta, los parámetros estructurales pueden ser altura, copa y ramificaciones.
- Equilibrio ecológico: Resultado del balance dinámico de las interacciones entre las especies y su entorno fisicoquímico en un ecosistema dado, cuya propiedad fundamental es el sostenimiento a largo plazo, tanto de las poblaciones de especies presentes como de los ciclos de materiales y energía que lo caracterizan. Muchos ecólogos cuestionen este concepto ya que a largo plazo las poblaciones y las comunidades se muestran como entidades de gran dinamismo.
- Evaporación: Cambio de fase del agua de un estado líquido a sólido por absorción de calor. Se produce una transformación que va de los cuerpos de agua a la atmosfera.

VERSIÓN PÚBLICA

- Fauna Silvestre: Las especies animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores, que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domésticos, que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación.
- Fragmentación: Fenómeno causado por plantas o animales, ocurre cuando se fracciona un hábitat, teniendo una repercusión entre las especies de animales o plantas que quedaron separadas por la misma.
- Frecuencia (F): Número de muestras en las que aparece una especie.
- Frecuencia Relativa (FR): Es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia de todas las especies del área.
- Geología: Es el estudio de la tierra y de los fenómenos que en ella aparecen. Si bien es una ciencia muy amplia desglosamos de ella la Geología ambiental para su aplicación específica en los estudios de impacto en el medio ambiente.
- Geomorfología: Es la clasificación, descripción, naturaleza, origen y desarrollo de las formas del terreno, su relación con la estructura geológica infrayasente, y la historia de los cambios geológicos sufridos por dichas características superficiales.
- Hábitat: Conjunto de variables bióticas y abióticas que determinan el a ambiente de una especie.
- Heladas: Fenómeno que se presenta cuando la temperatura desciende por debajo de los 0 ° C.
- Horizontes: En los suelos es el perfil o secesión de capas, más menos desarrollados y con características propias y definidas.
- Horizonte del suelo: Una capa de suelo aproximadamente paralela a la superficie del terreno y que difiere de las capas adyacentes genéticamente relacionadas con ella en propiedades físicas, químicas y biológicas y en características como color, estructura, textura, tipo y número de organismos presentes, grado de acidez o alcalinidad, etc.
- Humedad absoluta: Es un sistema de aire húmedo, es la razón de la masa de Vapor de agua respecto al volumen total del sistema; usualmente expresada en gramos por metro cúbico.
- Humedad relativa: Es la relación expresada en porcentaje entre la tensión de vapor del aire y la tendría si en las mismas condiciones de temperatura alcanzara la saturación.
- Huracán: Nombre genérico que se le da a un ciclón tropical cuando este ocurre en las siguientes regiones geográficas: Atlántico Norte, Mar Caribe, Golfo de México Pacifico Sur y Océano Indico.
- Impacto ambiental: Modificación del ambiente, ocasionado por la acción del hombre o de la naturaleza.
- Litología: Perteneciente o relativo a la piedra litología piedra estudio. Parte de la geología que trata de las rocas.
- Lutitas: Roca de origen sedimentario en cuya composición sólo hay partículas de arcillas de grano muy fino.
- Mamífero: Animal vertebrado de sangre caliente. Posee pelos y cuando es pequeño se alimenta de leche que produce la madre.
- Manejo: Conjunto de actividades que incluyen, tratándose de recursos naturales, la extracción, utilización, explotación, aprovechamiento, administración, conservación, restauración, desarrollo, mantenimiento y vigilancia; o tratándose de materiales o residuos, el almacenamiento, recolección, transporte, alojamiento, recuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final.
- Materia Orgánica: Son los restos de organismo que se encuentran formando parte del suelo, en donde se desarrolla una actividad microbiana capaz de hacer accesibles los nutrientes a las plantas.
- Migración: Movimiento de salida y regreso periódico de los individuos o sus elementos de diseminación, respecto del área de la población.

VERSIÓN PÚBLICA

- Nativa: Especie que se ha desarrollado evolutivamente en un área en cuestión a diferencia de las especies exóticas o introducidas.
- Neártica: Región biogeográfica que ocupa las zonas templadas de América del norte hasta aproximadamente la mitad del norte de México.
- Neotropical: Región biogeográfica que ocupa todo América del Sur, Centroamérica, el Caribe y la mitad de México.
- Normas oficiales: Las normas oficiales mexicanas aplicables en materia ambiental.
- Ordenamiento ecológico: La regulación ambiental obligatoria respecto de los usos del suelo fuera del suelo urbano, del manejo de los recursos naturales y la realización de actividades para el suelo de conservación y barrancas integradas a los programas de desarrollo urbano.
- Población: Grupo de organismos que habitan un espacio en un tiempo dado y se reproducen entre ellos. Conjunto de individuos de una misma especie que habitan áreas comunes y presentan un nivel de organización y estructura propia, con un patrón reproductivo, comportamiento, crecimiento y tasa de renovación similar.
- Prevención: El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente.
- Radiación solar: Radiación emitida por el sol y se le conoce como radiación de onda corta, debido a que su composición espectral o distribución de longitudes de onda, está comprendida entre los límites de 0.3-3.0 micras.
- Recursos naturales: El elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre.
- Región Hidrológica: Superficie determinada de territorio que comprende una o varias cuencas hidrológicas con características físicas y geográficas semejantes.
- Relieve: Término usado generalmente para señalar las diferencias de altura y pendiente, las desigualdades de la superficie, sus formas y volúmenes no debe confundirse con el término topografía.
- Suelo: Es la fina capa de material fértil que cubre la cubierta superficial de la mayoría de la superficie continental de la Tierra. Es un agregado de minerales y de partículas orgánicas formado, a través del tiempo, a partir de la acción conjunta del clima, el relieve, los organismos y el hombre.
- Perfil del suelo: Conjunto de horizontes o capas más o menos paralelas a la superficie del suelo con caracteres químicos, biológicos y mineralógicos homogéneos, y que se extienden hasta la roca madre.
- Taxón: Agrupación que abarca a todos los organismos incluidos en el nivel taxonómico de referencia.
- Turbidez: Medida de la no transparencia del agua debido a la presencia de materia orgánica suspendida.
- Topografía: Descripción de los rasgos de la superficie de cualquier área, incluyendo no solo formas de relieve, sino también todos los otros objetos y aspectos tanto naturales como humanos.
- Trampas: artefactos mecánicos que sirven para capturar animales.
- Vegetación: Este Término es más amplio que la flora, pues implica la descripción propia de la vegetación, desde el punto de vista fisonómico, es decir su estructura y la composición florística.

VERSIÓN PÚBLICA

VIII.3. Bibliografía

Aguilón, A. (Ed). 1992. Guía Para la Elaboración de Estudios del Medio Físico, Cap. XI. Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT). Madrid, España.

Aguilón, A., M. Aramburú, et al. 1995. Guía para la Elaboración de Estudios del Medio Físico. RHEA Consultores, S.A. Secretaría de Estado del Medio Ambiente y Vivienda. Madrid, España.

Aguirre-León, G. 2013. Métodos de estimación, captura y contención de anfibios y reptiles. Pp. 63-84. En: Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Gallina-Tessaro, S. A. y C. López-González, (Eds.). Instituto de Ecología, A. C., Universidad Autónoma de Querétaro, INE-SEMARNAT. México, D.F. 377 pp.

American Ornitologists' Union. 1998. Check-list of American Birds. 7th ed. American Ornithologists' Union. Allen Press Inc., Lawrence, Kansas, U.S.A.

Aranda, J. M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver. 212 p.

Aranda, J. M. 2015. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. CONABIO. México. 255 pp.

Arriaga, L., Aguilar, C., Espinosa, D. y R. Jiménez. (Eds.). 1997. Regionalización ecológica y biogeográfica de México. Taller de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Banks R. C., C. Cicero, J. L. Dunn, A. W. Kratter, P. C. Rasmussen, J. V. Remsen, J. D. Rising y D. F. Stotz. 2002. Forty-third supplement to the American Ornithologists' Union check-list of North American Birds. Auk 119 (3):897-906.

Blake, J. G. y B. A. Loiselle. 2001. Birds assemblages in second-growth and old-growth forest, Costa Rica: perspectives from mist nest and point counts. Auk 118: 304-326.

Bolaños González, Martín A., Paz Pellat, Fernando, Cruz Gaistardo, Carlos O., Argumedo Espinoza, Jesús A., Romero Benítez, Víctor M., & de la Cruz Cabrera, Julio C. (2016). Mapa de erosión de los suelos de México y posibles implicaciones en el almacenamiento de carbono orgánico del suelo. Terra Latinoamericana, 34(3), 271-288.

Brower, J. E., J. H. Zar y C. N. Von Ende. 1990. Field and laboratory methods for general ecology.

Bury, R. B. and M. G. Rhaphael. 1983. Inventory methods for amphibians and reptiles. In J.F. Bell and T. Atterbury, eds. Renewable resource inventories for monitoring changes, and trends. Oregon State University, Corvallins, OR. 416-419. 737 pp.

Cabrera, A. L. y Willink, S. E. 1973. Biogeografía de América Latina. Monografía 13, Serie de Biología. Washington D.C.:OEA.

Campbell, J. A. y S. P. Christman. 1982. Field technique for herpetofaunal comunity analysis. In: Herptological community. Wildl. Res. Rep. 13, Fish and Wildl. Serv., Dept. Int. Washigton, D. C. 193-200 pp.

Campbell, J. A., y W. W. Lamar. 1989. The venomous reptiles of Latin America. Comstock Publ. Associates, Division of Cornell Univ. Press, Ithaca, New York. xii + 425 pp.

Catalogo de metadatos geográficos, Base de Datos Geográfica de Áreas Naturales Protegidas Municipales de México.

Ceballos, E., J. Arroyo-Cabrales, y R. A. Medellín. 2005. Lista sistemática de las especies. Pp. 73-95. En: Los Mamíferos silvestres de México. Ceballos, G., y G. Oliva (Eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, Distrito Federal.

Ceballos, G. and D. Navarro. 1991. Diversity and conservation of Mexican

Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Fondo de Cultura Económica, México, D.F. 986 p.

Challenger, A. y J. Soberón. 2008. Los ecosistemas terrestres. En: Sarukhán, J. (Eds.), Capital natural de México. Vol. I. Conocimiento actual de la biodiversidad. pp. 87–108. Conabio.

Chan-Canché, R. J., A. González-Moreno, J. Leirana y S. Bordera. 2016. Estimación del esfuerzo mínimo de muestreo para el estudio de la riqueza de Ichneumonidae (Hymenoptera:

VERSIÓN PÚBLICA

Ichneumonoidea) en la Reserva de la Biosfera de Ría Lagartos, México. Entomología mexicana, 3: 537−542.
Chesser R. T., R. C. Banks, F. K. Barker, C. Cicero, J. L. Dunn, A. W. Kratter, I. J. Lovette, P. C. Rasmussen, J. V. Remsen, Jr., J. D. Rising, D. F. Stotz y K. Winker. 2009. Fiftieth Supplement to the American Ornithologists' Union Check-list of North American Birds. The Auk 126(3):705−714.
CITES (Convención sobre el comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). 2003. Appendix I, II, III to the Convention of International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora.
Clements, C.D. y J.A. Young. 1996. Influence of rodent predation on Antelope Bitterbrush seedlings. Journal of Range Management. 49(1):31-34.
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 2002. Áreas de importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). Disponible en: http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicaslista.html.
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 2012. Lista de regiones terrestres prioritarias. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Tlistado.html.
CONANP. 2018. Programa de Acción para la Conservación de las Especies (PACE) Serpientes de Cascabel Crotalus spp. SEMARNAT/CONANP. 144 pp.
Diario Oficial de la Federación (DOF). 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diciembre, p. 77.
Dinerstein, E. D., Olson, M., Graham, D. J., Webster, A. L., Primm, S. A., y M. P. Bookbinder. 1995. Una evaluación del estado de conservación de las ecorregiones terrestres de América Latina y el Caribe. Washington D.C.: World Bank.
DOF. 2010. Norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo.
DOF.2002. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. 78 p.
Dunham, M. 1968. A comparative food habit study of two species of kangaroo rats - Dipodomys ordi and Dipodomys merriami. M.S. Tesis, University of New Mexico, Albuquerque, NM. 25 pp.
Edwards, E.P. 1968. Finding birds in México. 2nd ed. Sweet Briar, Va. 282 pp.
Escalante, P., A. G. Navarro S. y A. T. Peterson. 1993. A geographic, ecological, and historical analysis of land bird diversity in México. Cap. 8. In Ramamoorthy, T. P., R. Bay,
Escribano M., De Frutos E., Iglesias, C. Mataix & I. Torrecilla 1991. "El Paisaje". Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones, Madrid, España. 117 pp.
Escribano, R., Mantilla, P., Saiz de Omeñaca, G, et al., 1987. Ordenación del Paisaje III. Estudio de planificación física. El Valle de Liebana. Trabajos de la Catedral de Planificación. E.T.S de Ingenieros de Montes, Madrid. 2 tomos.
Espinosa, D. y J. Llorente. 1996. Biología Comparada: Comprender la Biodiversidad. Biodiversitas, 9: 11-14.
Espinosa, T. E. (2003). ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. Elementos, 52, 53-56.
Espinosa-Organista, D., Ocegueda-Cruz, S., Aguilar-Zúñiga, C., Flores-Villela, O. y J. Llorente-Bousquets. 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
Espinosa-Organista, D., Ocegueda-Cruz, S., Aguilar-Zúñiga, C., Flores-Villela, O. y J. Llorente-Bousquets. 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización

VERSIÓN PÚBLICA

natural. En: Sarukhán, J. (Ed.), Capital natural de México. Vol. I. Conocimiento actual de la biodiversidad (pp. 33–65). Conabio.
Estades, C.F., M.A.H. Escobar, J.A. Tomasevic, M.A. Vukasovic y M. Páez. 2006. Mist–nest versus point counts in the estimation of forest birds abundances in South–Central Chile. Ornitología Neotropical 17:203–212.
Estrada-Castillón E, Villarreal-Quintanilla JA, Jurado-Ybarra E, Cantú-Ayala C, García-Aranda MA, Sánchez-Salas J, Pando-Moreno M. 2012. Clasificación, estructura y diversidad del matorral submontano adyacente a la planicie costera del Golfo Norte en el Noreste de México. Botanical Sciences 90: 37-52.
Flores- Villela, O. y I. Goyenechea, 2003. Patrones de distribución de anfibios y reptiles en México. Pp.289-296. En: Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía. J. J. Morrone y J.
Frost, D.R. 2020. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0. American Museum of Natural History, New York, USA. Online: http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html
Gallina, S. y C. López-González. 2011. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Volúmen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C. Querétaro, México. 377 pp.
González-Elizondo, M.S., M. González Elizondo and M.A. Márquez Linares. 2007. Vegetación y ecorregiones de Durango. México, D.F.: Plaza y Valdés. 221 p.
INE 2012, Planes de Ordenamientos Ecológicos decretados en el país.
Medellín, R.A., Abreu-Grobois, A., del Coro Arizmendi, M., Mellink, E., Ruelas, E., Santana, E. y J. Urbán. 2009. Conservación de especies migratorias y poblaciones transfronterizas, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, pp. 459-515.
MOPU, 1993. Guía para la elaboración de estudios del medio ambiente físico. Serie de monografías del Ministerio de Obras Públicas y Transporte, De Secretaria General Técnica, España, 809 p.
Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Boletín SEA, Serie Manuales y tesis, España, No. 1, 83 p.
Morrone, J. J. 2001. Biogeografía de América Latina y el Caribe. Zaragoza: Manuales y Tesis SEA, Sociedad Entomológica Aragonesa.
Morrone, J. J. 2005. Hacia una síntesis biogeográfica de México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 76, 207–252.
Morrone, J. J. 2006. Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean Islands based on panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. Annual Review of Entomology, 51, 467–494.
Morrone, J. J., Escalante, T. y G. Rodríguez-Tapia. 2017. Mexican biogeographic provinces: map and shapefiles. Zootaxa, 4277, 277–279.
Mostacedo B, Fredericksen TS. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Santa Cruz, Bolivia: Editorial el País. http://www.bio-nica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf (accessed February 15, 2021).
Mostacedo, B. y T. S. Fredericksen. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia
National Geographic Society. 1999. Field guide to the birds of North America. National Geographic Society. 3rd ed. USA. 480 p.
Neyra, L. y L. Durand. 1998. Biodiversidad. La diversidad Biológica de México: Estudio del país. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
Normas Oficiales Mexicanas. D.O.F. 23 de abril de 2003.
Ojasti, J. y F. Dallmeier. 2000. Manejo de fauna silvestre neotropical. SI/MAB Series # 5. Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program, Washington D.C.
Orive A. et al., 1992. Cartografía de paisaje para la conservación del territorio histórico de Ávila. En IV Jornadas sobre el Paisaje. Segovia, España.
Parra-Olea, G., Flores-Villela, O. y C. Mendoza-Almeralla. 2014. Biodiversidad de anfibios en Mexico. Revista Mexicana de Biodiversidad. 85: s460-s466.

VERSIÓN PÚBLICA

Parra-Olea, G., Flores-Villela, O. y Mendoza-Almeralla, C. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. Revista Mexicana de Biodiversidad. Supl. 85.
Peterson, R. T. y E. L. Chalif. 1989. Aves de México. Guía de Campo. Diana. México, D. F. 47 3 p.
Peterson, R. T. y E.L. Chalif. 2008. Aves de Mexico, guía de campo. Ed. Diana. Mexico. 473 pp.
Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, Programa de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PSMARN) 2007-2012.
Reichman, O. J. 1975. Relation of desert rodent diets to available resources. Journal of Mammalogy. 56(4):731-751.
Russell, A.L., R.A. Medellín y G.F. McCracken. 2005. Genetic variation and migration in the Mexican free-tailed bat (Tadarida brasiliensis mexicana). Molecular Ecology 14: 2207-2222.
Rzedowski, J. 1978. La vegetación de México. Edit. LIMUSA, S.A. México, D.F. 432 pp.
Sánchez-González, R. Ortega-Álvarez y R. Calderón-Parra. 2019. Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes. CONABIO, México D.F.

VERSION PUBLICA