

LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO

TAMIAHUA, VERACRUZ

Rodolfo Silva
Oscar Jiménez-Orocio
Patricia Moreno-Casasola
M. Luisa Martínez
Valeria Chávez
Gabriela Mendoza-González
Cesia Jaqueline Cruz Ramírez
Jorge López-Portillo
Gabriela Vázquez
Debora Lithgow
José G. García-Franco
Gonzalo Castillo-Campos



LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO

TAMIAHUA, VERACRUZ

Primera Edición 2024

D.R. © 2024 Instituto de Ecología, A.C. (INECOL)
Carretera antigua a Coatepec, No. 351,
El Haya, Xalapa, Veracruz, C.P. 91073, México
<http://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/>

ISBN: 978-607-8833-15-3

DOI: [10.21829/978-607-8833-15-3](https://doi.org/10.21829/978-607-8833-15-3)

Esta publicación fue financiada por el Consejo Veracruzano de Investigación y Desarrollo Tecnológico dentro del proyecto: “Fortalecimiento del Sistema de monitoreo de Prevención de Riesgos y Desastres de la Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave”. El trabajo se realizó bajo la supervisión de la Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz en contrato con el Instituto de Ecología A.C. que desarrolló el proyecto: “Análisis de la erosión y propuestas para promover la resiliencia en las costas de Veracruz”.

Mayo, 2024

LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO TAMIAHUA, VERACRUZ

ISBN: 978-607-8833-15-3

Autores:

Rodolfo Silva - Instituto de Ingeniería, UNAM

Oscar Jiménez-Orocio - Universidad Autónoma de Baja California

Patricia Moreno-Casasola - Instituto de Ecología, A.C., INECOL

M. Luisa Martínez - Instituto de Ecología, A.C., INECOL

Valeria Chávez - Instituto de Ingeniería, UNAM

Gabriela Mendoza-González - Instituto de Ecología, UNAM

Cesia Jaqueline Cruz Ramírez - Instituto de Ingeniería, UNAM

Jorge López-Portillo - Instituto de Ecología, A.C., INECOL

Gabriela Vázquez - Instituto de Ecología, A.C., INECOL

Debora Lithgow - Instituto de Ecología, A.C., INECOL

José G. García-Franco - Instituto de Ecología, A.C., INECOL

Gonzalo Castillo-Campos - Instituto de Ecología, A.C., INECOL

Autores de correspondencia por tema:

Caracterización del medio físico:

Rodolfo Silva - rsilvac@iingen.unam.mx

Dunas costeras:

M. Luisa Martínez - marisa.martinez@inecol.mx

Manglares:

Jorge López Portillo - jorge.lopez.portillo@inecol.mx

Humedales:

Patricia Moreno-Casasola - patricia.moreno@inecol.mx

Lagunas costeras:

Gabriela Vázquez - gabriela.vazquez@inecol.mx

Publicación en línea: DOI en trámite

Forma sugerida de citar este libro:

Silva R, Jiménez-Orocio O, Moreno-Casasola P, Martínez ML, Chávez V, Mendoza-González G, Cruz Ramírez C, López-Portillo J, Vázquez G, Lithgow D, García-Franco JG, Castillo-Campos G. 2024. *La zona costera del municipio Tamiahua, Veracruz*. INECOL, Veracruz, 87 pp.

El cuidado editorial de la obra *La zona costera del municipio Tamiahua, Veracruz*, estuvo a cargo del Instituto de Ecología, A.C. (INECOL), Xalapa, Ver., México.

Agradecimientos: Se agradece a Roberto Monroy por la elaboración de los mapas de humedales de la zona costera (Figuras 19 y 22).

En portada: La Laja.

Fotografía: Sergio Córdova

Diseño: Vinisa Romero - vinisadrive@gmail.com

Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT)

Dra. María Elena Álvarez-Buylla Roces

Directora General de CONAHCYT

Dr. José Alejandro Díaz Méndez

Unidad de Articulación Sectorial y Regional, CONAHCYT



Instituto de Ecología, A.C. (INECOL)

Dr. Héctor Armando Contreras Hernández

Director General, INECOL

Dr. Gerardo Mata Montes de Oca

Secretario Académico, INECOL

Dr. Oscar Luis Briones Villareal

Secretario de Posgrado, INECOL

Dra. Betsabé Ruiz Guerra

Secretaria Técnica, INECOL

Dra. Indra Morandín Ahuerma

Directora de Administración, INECOL



Secretaría de Protección Civil de Veracruz de Ignacio de la Llave

Ing. Cuitláhuac García Jiménez

*Gobernador Constitucional del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave,
Coordinador del Sistema Estatal de Protección Civil y
Presidente del Consejo Estatal de Protección Civil*

Dra. Guadalupe Osorno Maldonado

*Secretaria de Protección Civil y
Secretaria Ejecutiva del Consejo Estatal de Protección Civil*

Lic. Alma Angélica Fuertes Jara

Directora General de Prevención de Riesgo de Desastres

Dr. Saúl Miranda Alonso

*Subdirector de Estudios y Pronósticos Meteorológicos
Coordinador del Proyecto*

Actualización

Febrero, 2024



CONTENIDO

PÁG. 11

CAPÍTULO 1. ASPECTOS GENERALES

- Caracterización socioeconómica
- Población, grado de marginación, viviendas
- Poblaciones rurales y urbanas en la zona costera
- Actividades productivas

PÁG. 17

CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO

- Dinámica marina
- Características de las costas
- Infraestructura y alteraciones en las fuentes de sedimento
- Aspectos relevantes en la dinámica sedimentaria
- Las dunas costeras

PÁG. 40

CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA BIÓTICO

- Tipos de vegetación
- Especies vegetales de la zona costera (playas y dunas)
- Distribución y extensión de manglares
- Caracterización de humedales
- Caracterización de lagunas costeras
- Caracterización de los arrecifes de coral

PÁG. 65

CAPÍTULO 4. CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y PRESERVACIÓN DE ECOSISTEMAS COSTEROS

- Playas y dunas costeras
- Manglares
- Humedales
- Lagunas costeras y esteros

PÁG. 70

CAPÍTULO 5. DIAGNÓSTICO Y ZONIFICACIÓN

- Manejo de la zona marina, playa, manglares y humedales de agua dulce
- Resumen de recomendaciones de manejo relevantes

PÁG. 82

BIBLIOGRAFÍA

Capítulo 1.

ASPECTOS GENERALES

CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

El municipio de Tamiahua se ubica en la porción norte del estado de Veracruz, en la zona norte de la Huasteca veracruzana. Tamiahua se localiza entre las coordenadas 21° 34' 57.46" N y 21° 5' 47.26" S de latitud y -97° 42' 46.83" O y -97° 13' 38.96" E de longitud. El municipio de Tamiahua limita al norte con los municipios de Ozulama de Mascareñas y Tampico Alto, y la Laguna de Tamiahua; al oeste con los municipios de Tamalín,

Chinampa de Gorostiza, Naranjos Amatlán, Tancoco y Cerro Azul; al sur con los municipios de Temapache y Tuxpan; y al este con el Golfo de México (Figura 1). Su superficie abarca 1,009 km², lo que representa el 1.4 % del total de la superficie del estado. El litoral de Tamiahua suma alrededor de 55 km de línea de costa abierta, 7.4 % del total de Veracruz, lo que lo ubica en el tercer lugar de extensión litoral a nivel estatal. Bordea la parte sur de la tercera laguna costera más grande de México, la Laguna Tamiahua.

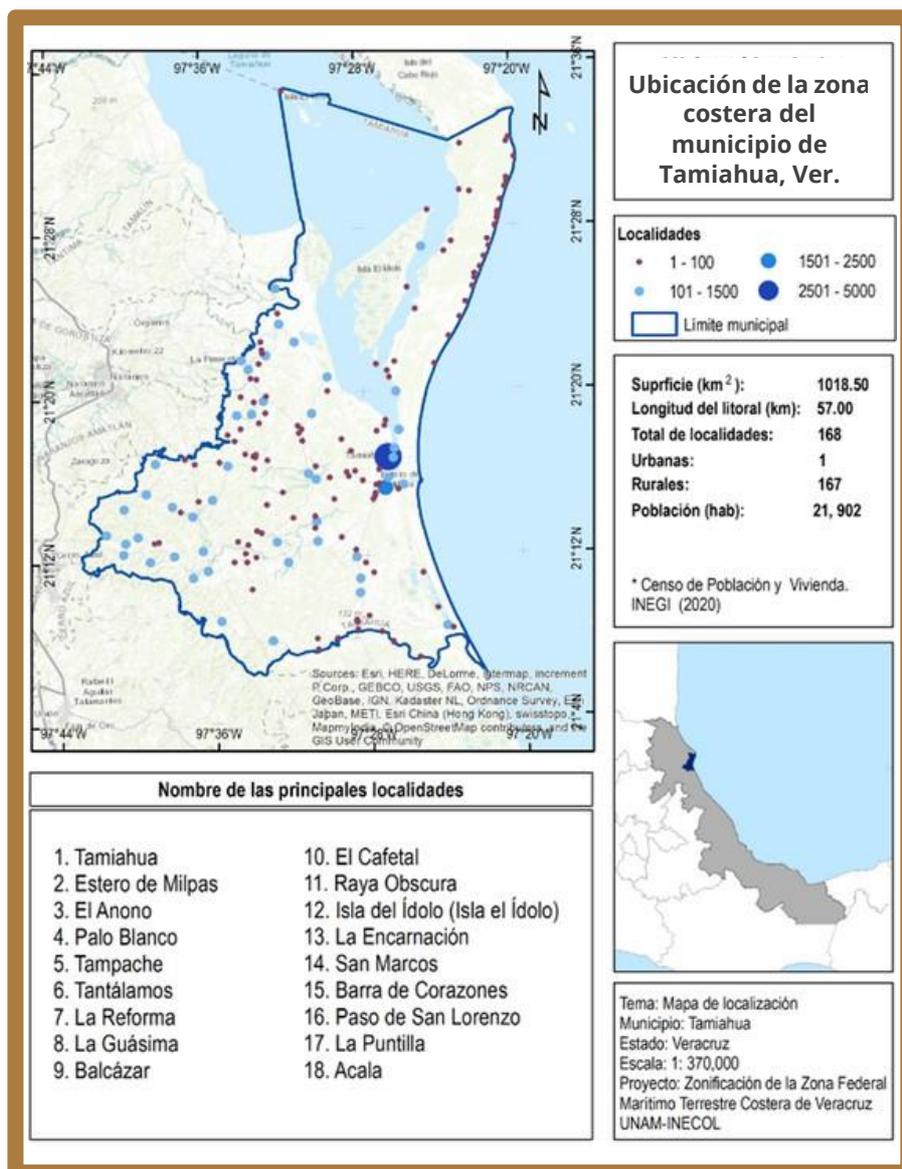


Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de Tamiahua, Ver.

POBLACIÓN, GRADO DE MARGINACIÓN, VIVIENDAS

El municipio de Tamiahua cuenta con 168 localidades que en conjunto albergan 21,902 habitantes (INEGI 2020). Las principales localidades son: Tamiahua que corresponde a la cabecera municipal, Estero de Milpas, El Anono, Palo Blanco y La Reforma. Según datos del INEGI (2020), la densidad poblacional del municipio es de 21.7 hab/km².

De acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), para el 2020 el índice de marginación fue de 50.7, considerado como "Alto"; con alta cohesión social (Índice de GINI de 0.414) y rezago social "Medio" (Figura 2).

Según los indicadores de pobreza (CONEVAL 2020), el municipio presenta un desempeño (62.74 %) muy por encima de la media nacional (43.9 %), alto porcentaje de pobreza extrema (14.6 %) y rezago educativo del 29.8 %. Lo anterior se puede constatar en los ingresos de la población, ya que el 64 % de la población tiene ingresos inferiores a la línea de bienestar, el 54 % presenta al menos tres carencias (salud, alimentación y vivienda), el 27.2 % carece de acceso a una alimentación adecuada y suficiente y el casi el 100 % de la población (95.3 %) tiene al menos una carencia. El 31.75 % de la población carece de servicios de salud, el 74.75 % carece de acceso a seguridad social y el 10.16 % de la población de 14 años o más es analfabeta.

Indicadores seleccionados de pobreza en Tamiahua, Ver. 2020

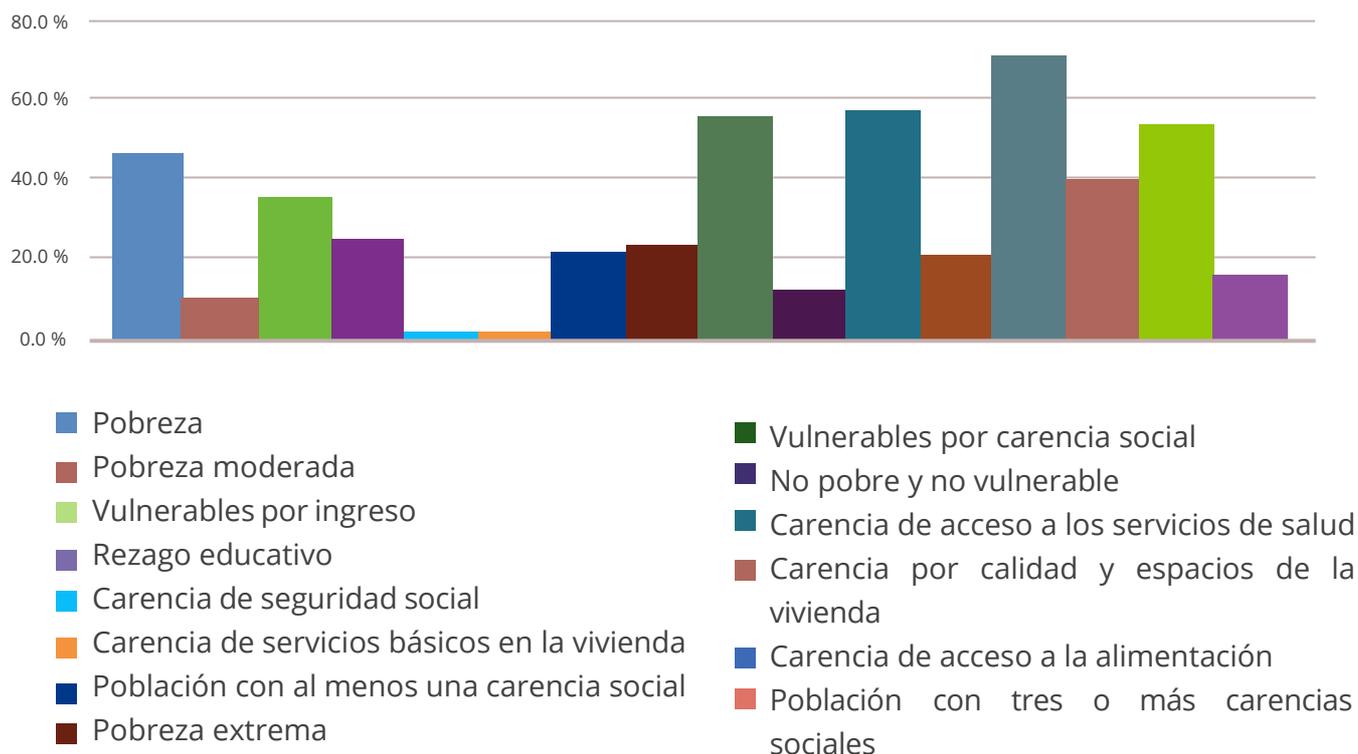


Figura 2. Indicadores de pobreza para el municipio de Tamiahua, Ver. (CONEVAL 2020).

POBLACIONES RURALES Y URBANAS EN LA ZONA COSTERA

El municipio de Tamiahua alberga 168 localidades: una localidad semiurbana (entre 2,500 y 10,000 habitantes) y 167 localidades catalogadas como rurales, ya que cuentan con menos de 2,500 habitantes. De estas últimas, el 4 % corresponde a localidades de entre 500 y 2,000 habitantes; 7 % a localidades de entre 250 y 499 habitantes; el 89 % restantes corresponde a localidades rurales de menos de 250 habitantes, de las cuales el 80 % cuenta con menos de 100 habitantes (Figura 1). En la franja costera (5 km inmediatos a la línea de costa, tierra adentro) se encuentran 56 localidades, 33 % del total de localidades

del municipio. El total de población en la franja costera es de 10,122 habitantes, de los cuales 121 (23 localidades) se encuentran en los primeros 500 m de la línea de costa, seis se encuentran entre los 500 y 1000 m, y 9,995 (31 localidades) entre los 1000 y 5000 m de la línea de costa. De las localidades que se encuentran más cerca de la línea de costa (500 m) las de mayor población son Barra Galindo (17 habitantes), Miralobos II (13 habitantes) y Santa Úrsula (11 habitantes), el resto de las localidades cuentan con menos de 10 habitantes. Todas las localidades costeras del municipio de Tamiahua están catalogadas como rurales (Cuadro 1).



Cuadro 1. Localidades ubicadas en la franja costera. Elaboración propia; Fuente: Censo de Población y Vivienda, 2020

Distancia a la línea de costa					
0 a 500 m		de 501 a 1000 m		de 1001 a 5000 m	
Nombre de Localidad	Población	Nombre de Localidad	Población	Nombre de Localidad	Población
Barra de Galindo	17	Paulo Castellanos Ortega	4	Tamiahua	4,908
Miralobos II	13	Las Palmas	2	Estero de Milpas	1,649
Santa Úrsula	11			Palo Blanco	880
La Esperanza	9			Tantálamos	687
La Bretaña	7			La Guásima	578
San José	7			Barra de Corazones	329
Dos Hermanas	6			La Puntilla	299
Cabo Coronel	5			Tarabitas	185
Dorantes III	5			Majahual	159
Miralobos I	5			La Zanjita	86
Rancho Aquilón	5			El Coyol	74
La Aurora	4			Francisco I. Madero	61
Las Gemelas	4			San Simón	21
El Resumidero	3			Barrio Pobre	17
Los Panchos	3			Chorreras	9
Mi Porvenir	3			El Chapopote	8
Rancho Alondra	3			Alto Mateo	6
Rancho del Carmen	3			Oro Verde	6
Brecha Agua Dulce	2			El Llano	5
La Templaza	2			El Recuerdo	5
Pablo Puga	2			Nicolases (Estero del Diablo)	5
					4
El Caracol	1			El Palmar	3
Miramar	1			El Moro	2
				El Vencedor	2
				La Guadalupe	2
				La Peña	1
				Agua Dulce	1
				El Crucero	1
				Guayabalillos	1
				La Ceja	1
				San Diego	1
<i>No. de localidades</i>	23		2		31
<i>Total población</i>	121		6		9,995

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Agricultura.

En 2021, la superficie sembrada en el municipio es de 7,036.9 hectáreas (70.3 km²) que corresponden al 8.6 % del total de la superficie municipal. El principal tipo de cultivo es el maíz (3,558 ha) con un valor de producción de alrededor de 25.5 millones de pesos. Otros tipos de cultivos de menor producción son la naranja (2,600 ha) y la mandarina (735.9 ha). Aunque el área destinada para el cultivo de naranja es de aproximadamente el 30 % menor que la destinada para maíz, el valor de producción es mayor, alcanzando un valor de producción de más de 110 millones de pesos (SAGARPA 2021). La

producción forestal es de 2,615 m³, con un valor aproximado de 26 millones de pesos anuales (datos de 2013) (Cuadro 2).

Ganadería.

La superficie destinada para la actividad ganadera es de 37,305 ha (307 km²), el 30.4 % de la superficie total del municipio. El principal producto pecuario es el bovino con 6,041 ton, seguido por el porcino (195.7 ton) y ovino (43.3 ton). El valor de la producción ganadera es de 318.13 millones de pesos anuales, de los cuales el 96.3 % corresponden a la producción de bovinos. La principal producción ganadera es la de carne bovina con 3,249.9 ton (\$227.8 millones) y producción de leche con 11,320 litros anuales (\$78.44 millones) (Cuadro 3).

Cuadro 2. Producción agrícola del municipio de Tamiagua, Ver. Fuente: SAGARPA. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. www.siap.gob.mx

	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Superficie siniestrada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento obtenido (ton/ha)	Precio medio rural (\$/ton)	Valor de la producción (miles de pesos)
Maíz grano	3,558.00	3,423.00	135	5,009.82	1.46	5,098.86	25,544.37
Naranja	2,600.00	2,580.00	0	38,700.00	15	2,858.08	110,607.70
Mandarina	735.9	719.9	0	7,191.80	9.99	3,000.00	21,575.40
Frijol	62	62	0	58.28	0.94	15,000.00	874.2
Chile verde	55	55	0	110	2	7,500.00	825
Limón	26	21	0	236.04	11.24	6,255.26	1,476.49
TOTAL	7,036.90	6,860.90	135	51,305.94			160,903.16



Cuadro 3. Producción ganadera del municipio de Tamiahua, Ver. *miles de litros. Fuente: SAGARPA. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. www.siap.gob.mx

	Producción (ton o miles de litros)	Producción en pie (Ton)	Precio promedio (\$/Kg)	Precio promedio en pie (\$/Kg)	Valor de la producción (Miles \$)	Valor de la producción en pie (Miles \$)
Bovino-Carne	3,249.88	6,041.99	70.12	34.6	227,868.12	209,039.41
Bovino-Leche *	11,320.40	0	6.93	0	78,441.34	0
Porcino-Carne	149	195.68	50.26	27.78	7,489.32	5,436.60
Ovino-Carne	22.13	43.25	85.58	38.64	1,893.84	1,670.84
Ave-Carne	6.11	8.05	39.49	29.29	241.27	235.88
Guajolote-Carne	6.05	8.3	67.26	43.59	406.94	361.6
Ave-Huevo plato	9.28	0	28.63	0	265.66	0
Abeja-Miel	30	0	47.68	0	1,430.49	0
Abeja-Cera	1.73	0	53.66	0	92.79	0
TOTAL					318,129.77	216,744.33

Servicios y turismo.

El municipio cuenta con 57 establecimientos de servicios de preparación de comida y 15 establecimientos de hospedaje registrados

como unidades económicas (DENUE 2018). No se tiene registro del tipo y origen de los turistas que visitan el municipio.



Capítulo 2.

CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO

DINÁMICA MARINA

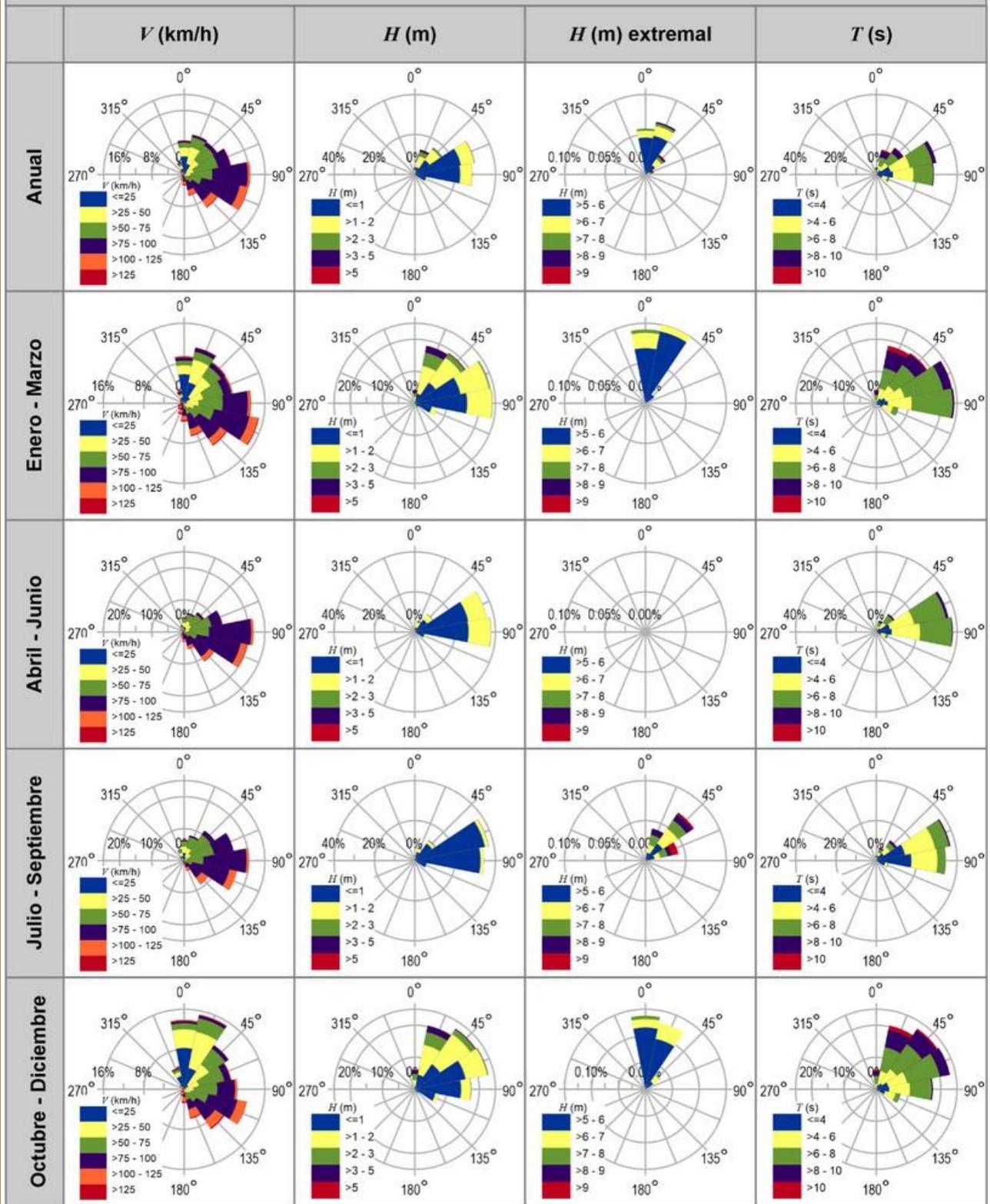
A partir del reanálisis de la base de datos de viento y oleaje (1948-2010) realizado por el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (Silva *et al.* 2008; Ruiz *et al.* 2009), en la Figura 3 se muestran las rosas de viento y oleaje en periodos anuales y estacionales. Las columnas representan las velocidades de viento de todo el registro (V), alturas de ola considerando todo el registro (H), alturas de ola que superaron el umbral de los 5 m (H extremal) y periodos de oleaje de todo el registro (T). Las filas de arriba a abajo muestran las rosas correspondientes al análisis: anual, invierno (enero-marzo), primavera (abril-junio), verano (julio-septiembre) y otoño (octubre-diciembre). Cabe señalar que la base de datos utilizada contiene información de clima marítimo espaciada una hora desde el primero de enero de 1949 al 31 de diciembre de 2010.

En orden de importancia, a lo largo del año los vientos más persistentes provienen de los sectores: este sureste, sureste y este. En menor medida, los vientos provienen de los sectores nor-noreste y noreste. Durante los meses correspondientes al otoño e invierno, los vientos más intensos provienen de los sectores este sureste y este, mientras que durante el otoño provienen de nor-noreste y norte. En los meses correspondientes a la primavera y verano es cuando se presentan los episodios menos intensos, siendo los vientos con velocidades más altas los provenientes de los sectores este y este sureste.

Del registro analizado, anualmente los oleajes más persistentes arriban con componente este noreste. Sin embargo, los oleajes más intensos arriban con componente del norte, particularmente durante los meses del otoño e invierno (asociados a vientos del norte) y excepcionalmente durante los meses de verano (asociados a huracanes), estos últimos con componente noreste. Durante el año, el periodo de oleaje reinante es de alrededor de los 8 segundos, con excepción del verano cuando es del orden de los 7 segundos. Los meses correspondientes a la primavera están caracterizados por calmas.



Municipio Tamiahua (96.75°W, 21.25°N)



De acuerdo con los datos publicados por la Secretaría de Marina, los dos mareógrafos más próximos a Tamiahua están localizados en Altamira, Tamaulipas (97° 52' 29" W, 22° 29' 09" N) y Tuxpan, Veracruz (97° 20' 48" W, 20° 57' 12" N). Aplicando una interpolación lineal, los valores de los planos de marea para Tamiahua se presentan en el Cuadro 4. Para la determinación de los niveles de sobreelevación por viento, se utilizó la base de datos del Atlas de

Clima Marítimo de la Vertiente Atlántica Mexicana (Silva *et al.* 2008). Las sobreelevaciones por viento se calcularon de acuerdo con Bautista *et al.* (2003), Posada *et al.* (2011) y Trifonova *et al.* (2014), por gradiente de presión atmosférica se utilizó la metodología de Silva *et al.* (2002) y Ruiz *et al.* (2009), alcance máximo por el ascenso de las olas (*runup*) empleando las relaciones propuestas por Stockdon *et al.* (2006; Cuadro 5).

Cuadro 4. Planos de mareas referidos al Nivel de Bajamar Media Inferior (m)

Pleamar Máxima Registrada	1.09
Nivel de Pleamar Media Superior	0.48
Nivel de Pleamar Media	0.45
Nivel Medio del Mar	0.29
Nivel de Bajamar Media	0.14
Nivel de Bajamar Media Inferior	0.00
Bajamar Mínima Registrada	-0.49

Cuadro 5. Sobreelevación del nivel del mar por la acción del viento, gradiente de presiones atmosféricas y oleaje (m)

Periodo de retorno en años	Sobreelevación por viento	Sobreelevación por presiones atmosféricas	Alcance máximo del oleaje
2	0.10	0.03	1.21
5	0.26	0.13	1.34
10	0.39	0.19	1.48
15	0.47	0.22	1.56
20	0.52	0.25	1.60
25	0.56	0.26	1.62
30	0.60	0.28	1.64
40	0.65	0.30	1.67
50	0.69	0.31	1.69
100	0.80	0.36	1.73

CARACTERÍSTICAS DE LAS COSTAS

El municipio de Tamiahua tiene una elevación promedio de 3 m s.n.m. y las mayores elevaciones se encuentran en la zona central y sur alcanzando los 28 m s.n.m. (franja de 7 km), correspondiente al perfil 60 (Figura 4a-4g). Los perfiles que se muestran en dichas figuras se extienden a lo largo de siete kilómetros tierra adentro y muestran una topografía muy heterogénea que da lugar a hábitats muy distintos para la flora y la fauna. Ello también muestra de manera indirecta la enorme cantidad de arena que se ha acumulado en la zona para formar dunas (Figura 5). Es importante resaltar que, a partir del perfil 15 (Figura 5c), los perfiles se observan divididos en dos partes debido a la separación impuesta por la presencia ya sea de un canal o por una zona angosta de la parte sur de la laguna, presentándose dunas en ambos lados del perfil.

Tamiahua está conformado por dos celdas litorales (Figura 6). La primera celda, limita al norte con la estructura ubicada en el municipio vecino del norte (Tampico Alto) y al sur con las estructuras de la desembocadura de la Laguna Tamiahua, con una longitud

lineal de su litoral de 34.38 km. El transporte de sedimentos reinante y dominante se ha modificado de manera artificial (por medio de trasvase o bypass de arena) de norte a sur y su equilibrio dinámico se ha conservado. Este segmento de playa es abierto con una orientación noreste-suroeste. La segunda celda (Figura 6) en la zona norte, limita con las estructuras de Boca de Corazones de la Laguna Tamiahua construidas aproximadamente en el 2003, mientras que, al sur con las estructuras del canal de navegación, con una longitud lineal de 19.57 km.

También se observa un cambio de orientación en la línea de costa en la segunda celda litoral que va del noroeste-sureste. El transporte de sedimentos, también por la acción del viento, va alojándose en los campos de dunas. La laguna de Tamiahua maneja un intercambio de sedimentos en esta celda. En la parte sur se presentan dos corrientes, una en dirección norte (velocidad de 22 cm/s) y otra hacia el sur con una velocidad de 12-22 cm/s, por lo que existe una mayor cantidad de sedimentos de tipo arenoso. Dichas características hidrodinámicas influyen en la suspensión de los sedimentos. En determinados periodos ocurre un intercambio de agua de mar, causado por mareas diurnas.

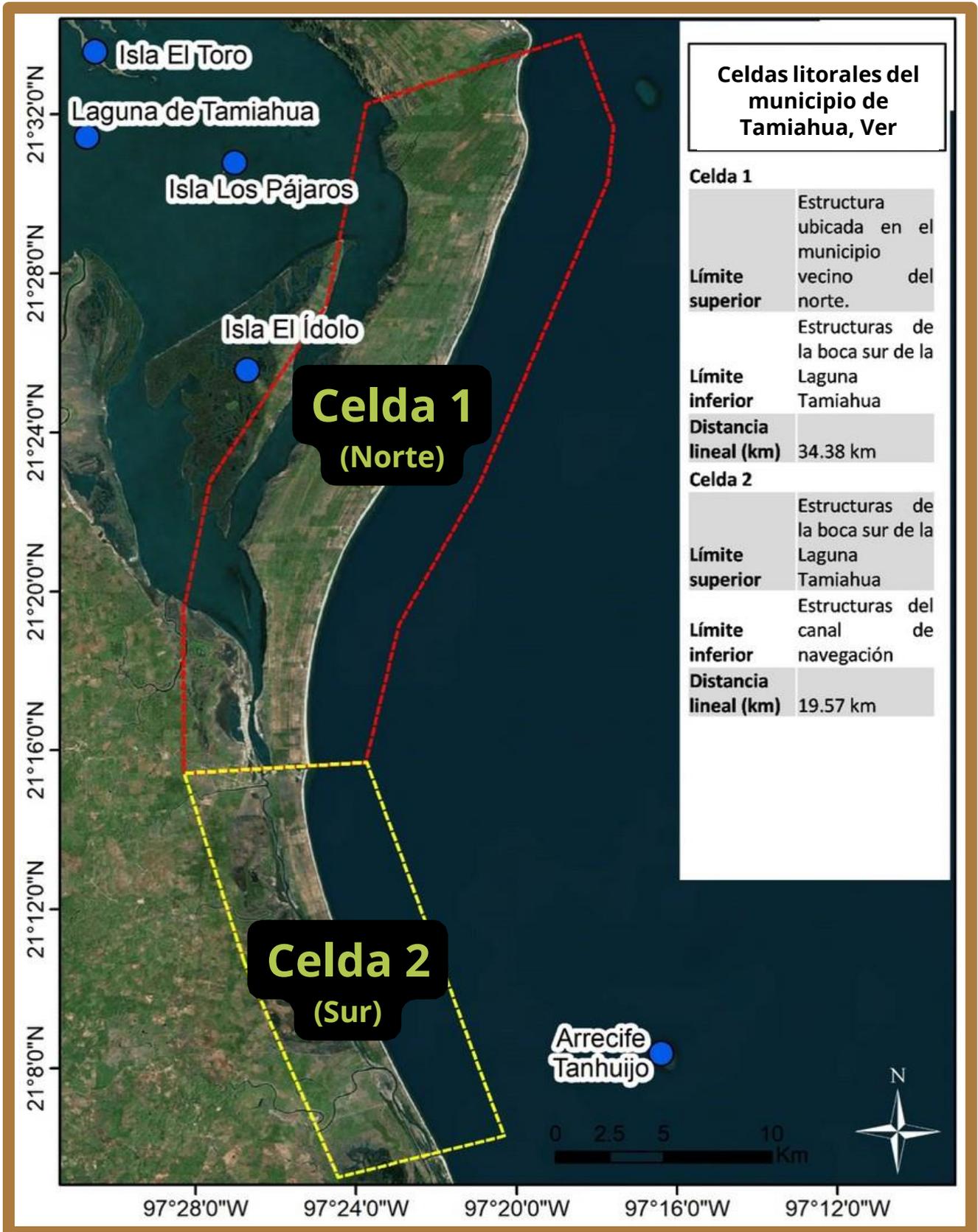


Figura 4. Celdas litorales del municipio de Tamiahua. La línea roja indica el tramo de costa analizado

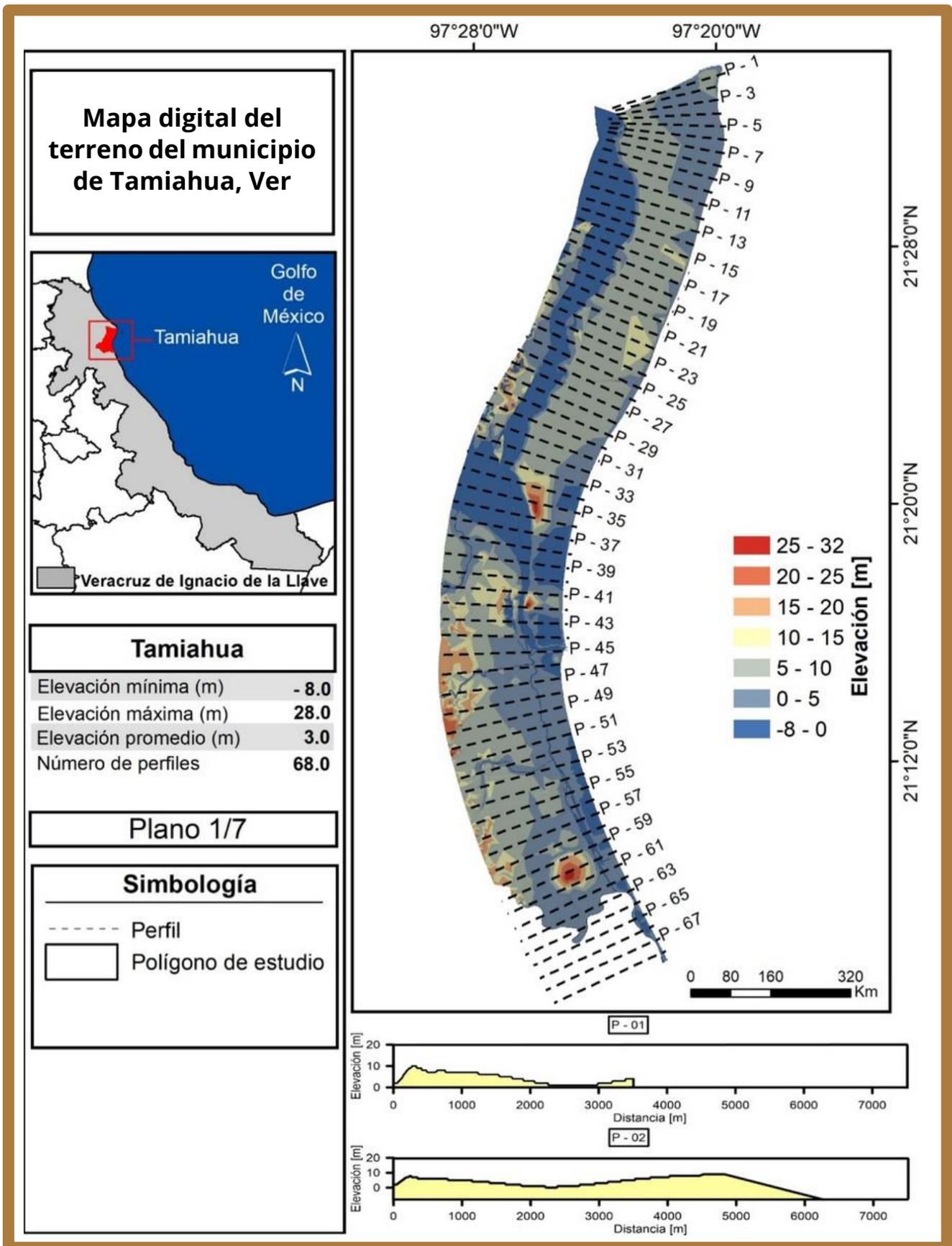


Figura 5a. Mapa digital del terreno y perfiles del terreno (1 a 68) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia es referente a la longitud de los perfiles. Del perfil 1 al 44 corresponden a la celda 1, y del 45 al 68 a la celda 2

Mapa digital del terreno del municipio de Tamiahua, Ver.



Tamiahua

Elevación mínima (m)	- 8.0
Elevación máxima (m)	28.0
Elevación promedio (m)	3.0
Número de perfiles	68.0

Plano 2/7

Simbología

-----	Perfil
□	Polígono de estudio

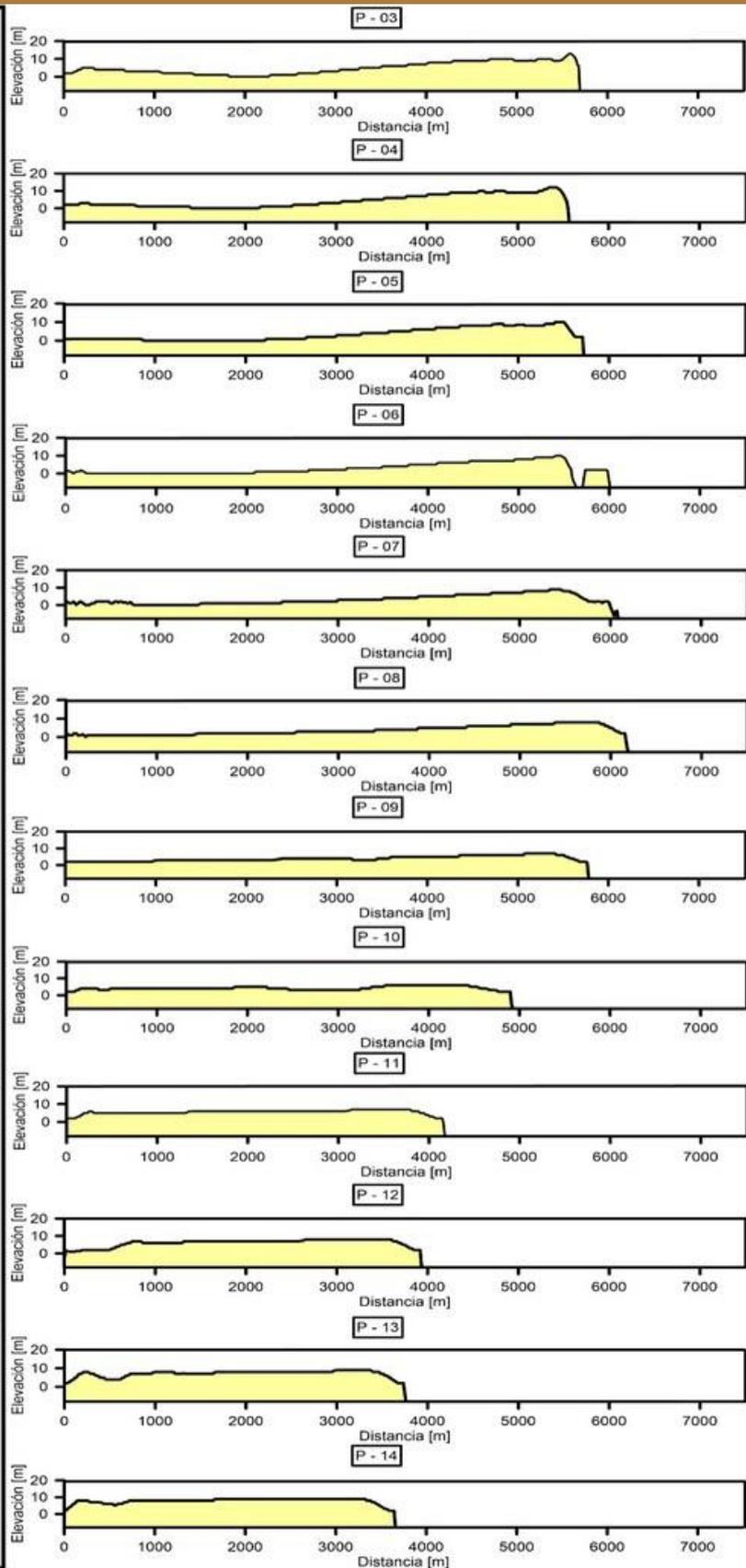


Figura 5b. Perfiles del terreno (3 al 14) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia representa la distancia desde el límite marcado en tierra. Los perfiles corresponden a la celda 1

Mapa digital del terreno del municipio de Tamiahua, Ver.



Tamiahua	
Elevación mínima (m)	- 8.0
Elevación máxima (m)	28.0
Elevación promedio (m)	3.0
Número de perfiles	68.0

Plano 3/7

Simbología	
-----	Perfil
□	Polígono de estudio

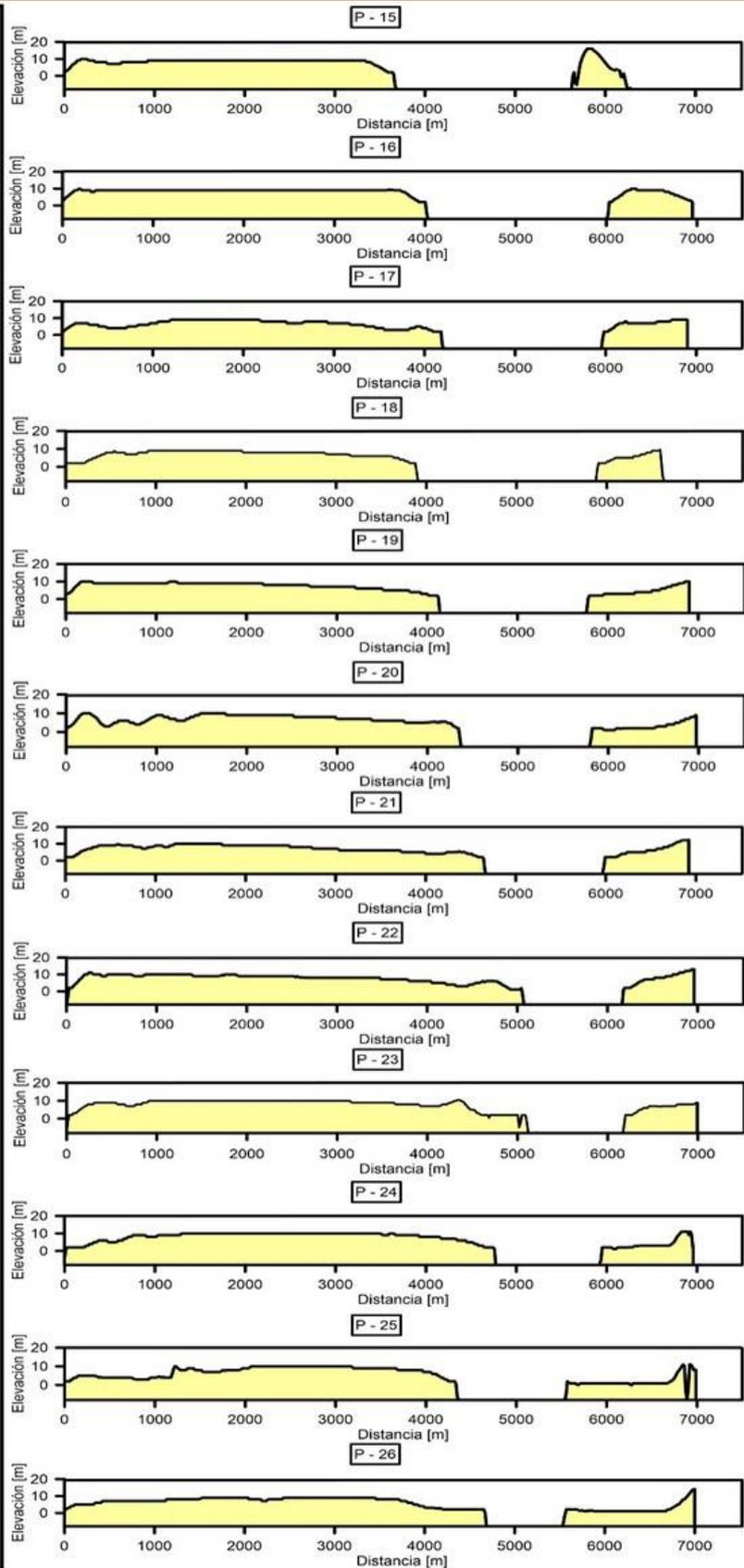


Figura 5c. Perfiles del terreno (15 al 26) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia representa la distancia desde el límite marcado en tierra. Los perfiles corresponden a la celda 1

Mapa digital del terreno del municipio de Tamiahua, Ver.



Tamiahua

Elevación mínima (m)	- 8.0
Elevación máxima (m)	28.0
Elevación promedio (m)	3.0
Número de perfiles	68.0

Plano 4/7

Simbología

- Perfil
- Polígono de estudio

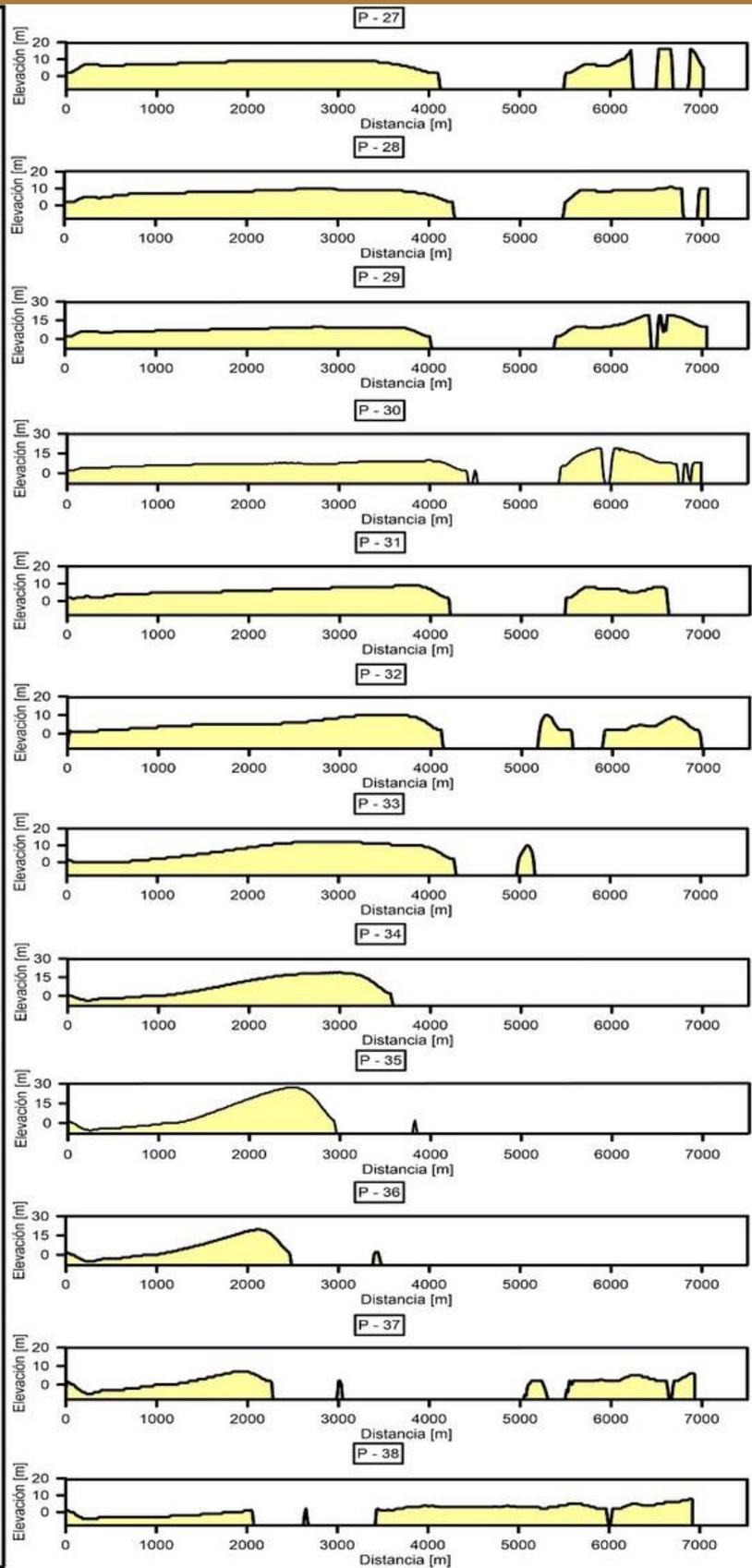


Figura 5d. Perfiles del terreno (27 al 38) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia representa la distancia desde el límite marcado en tierra. Los perfiles corresponden a la celda 1

Mapa digital del terreno del municipio de Tamiahua, Ver.



Tamiahua	
Elevación mínima (m)	- 8.0
Elevación máxima (m)	28.0
Elevación promedio (m)	3.0
Número de perfiles	68.0

Plano 5/7

Simbología	
-----	Perfil
□	Polígono de estudio

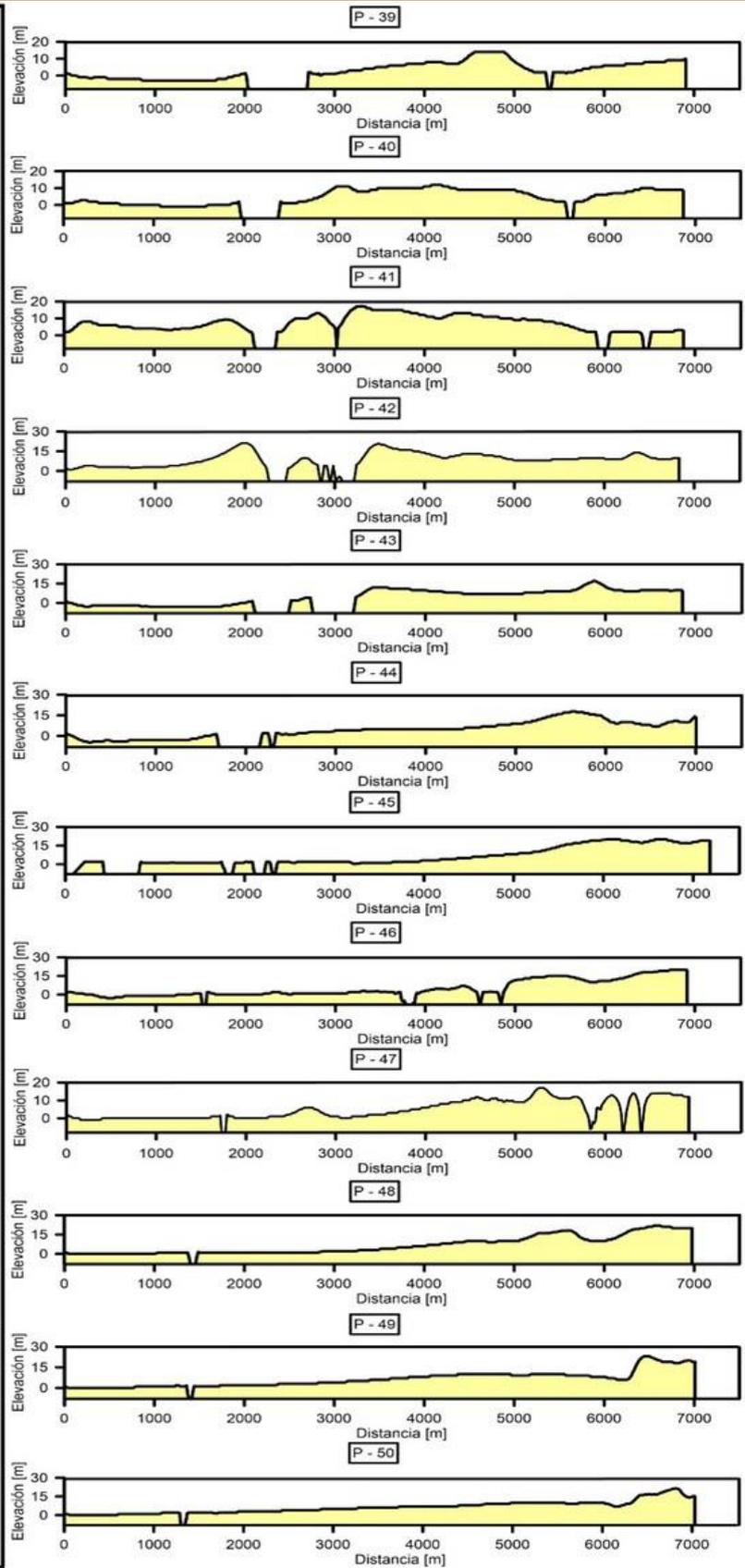


Figura 5e. Perfiles del terreno (39 al 50) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia representa la distancia desde el límite marcado en tierra. Del perfil 39 al 44 corresponden a la celda 1, y del 45 al 50 a la celda 2

Mapa digital del terreno del municipio de Tamiahua, Ver.



Tamiahua

Elevación mínima (m)	- 8.0
Elevación máxima (m)	28.0
Elevación promedio (m)	3.0
Número de perfiles	68.0

Plano 6/7

Simbología

-----	Perfil
□	Polígono de estudio

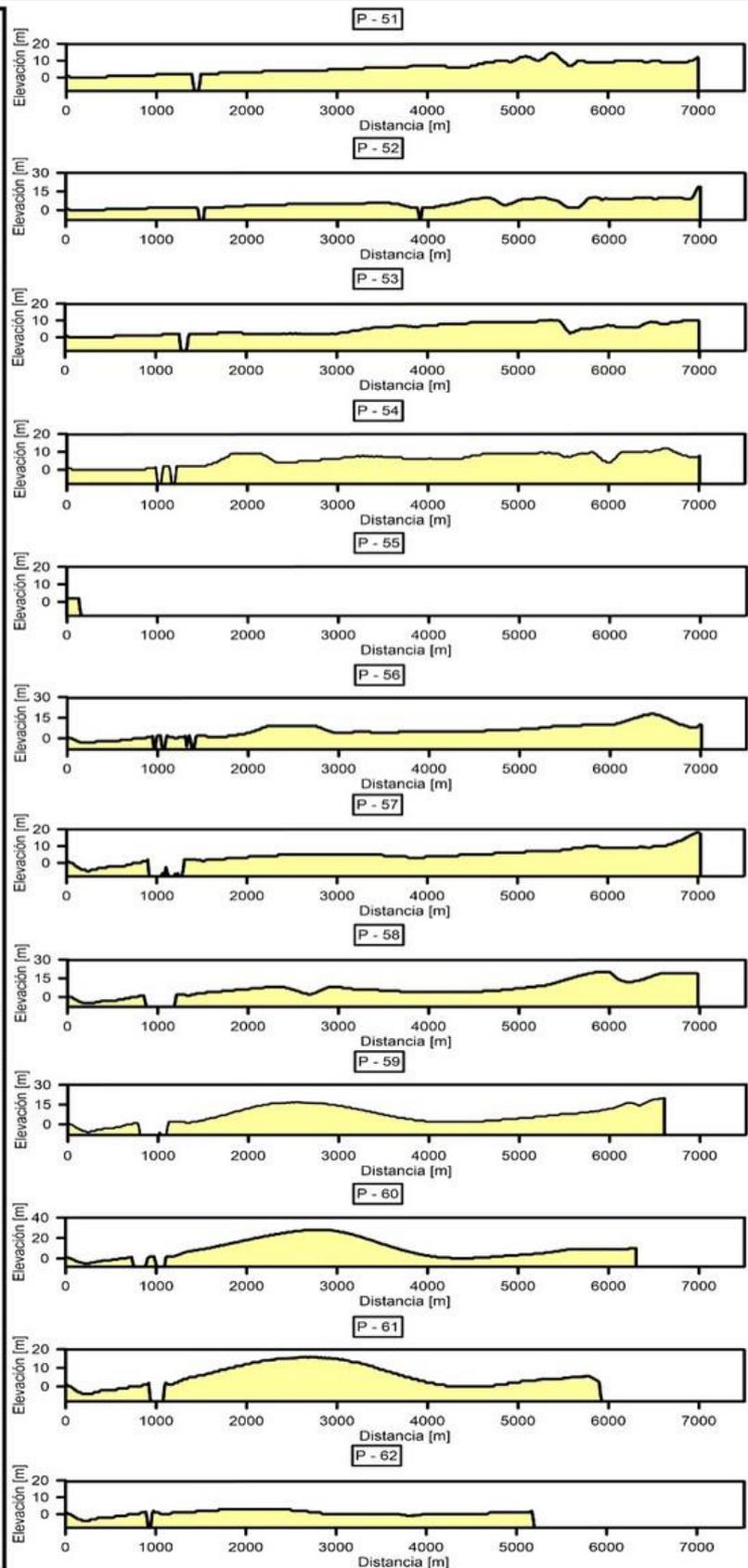


Figura 5f. Perfiles del terreno (51 al 62) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia representa la distancia desde el límite marcado en tierra. Los perfiles corresponden a la celda 2

Mapa digital del terreno del municipio de Tamiahua, Ver.



Tamiahua

Elevación mínima (m)	- 8.0
Elevación máxima (m)	28.0
Elevación promedio (m)	3.0
Número de perfiles	68.0

Plano 7/7

Simbología

-----	Perfil
□	Polígono de estudio

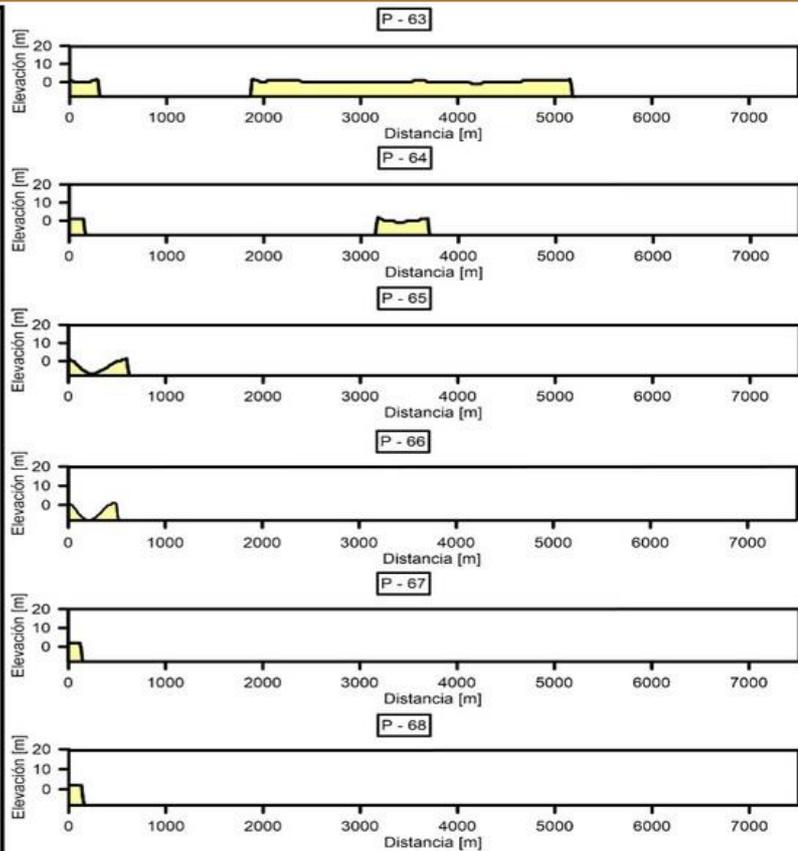


Figura 5g. Perfiles del terreno (63 al 68) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia representa la distancia desde el límite marcado en tierra. Los perfiles corresponden a la celda 2

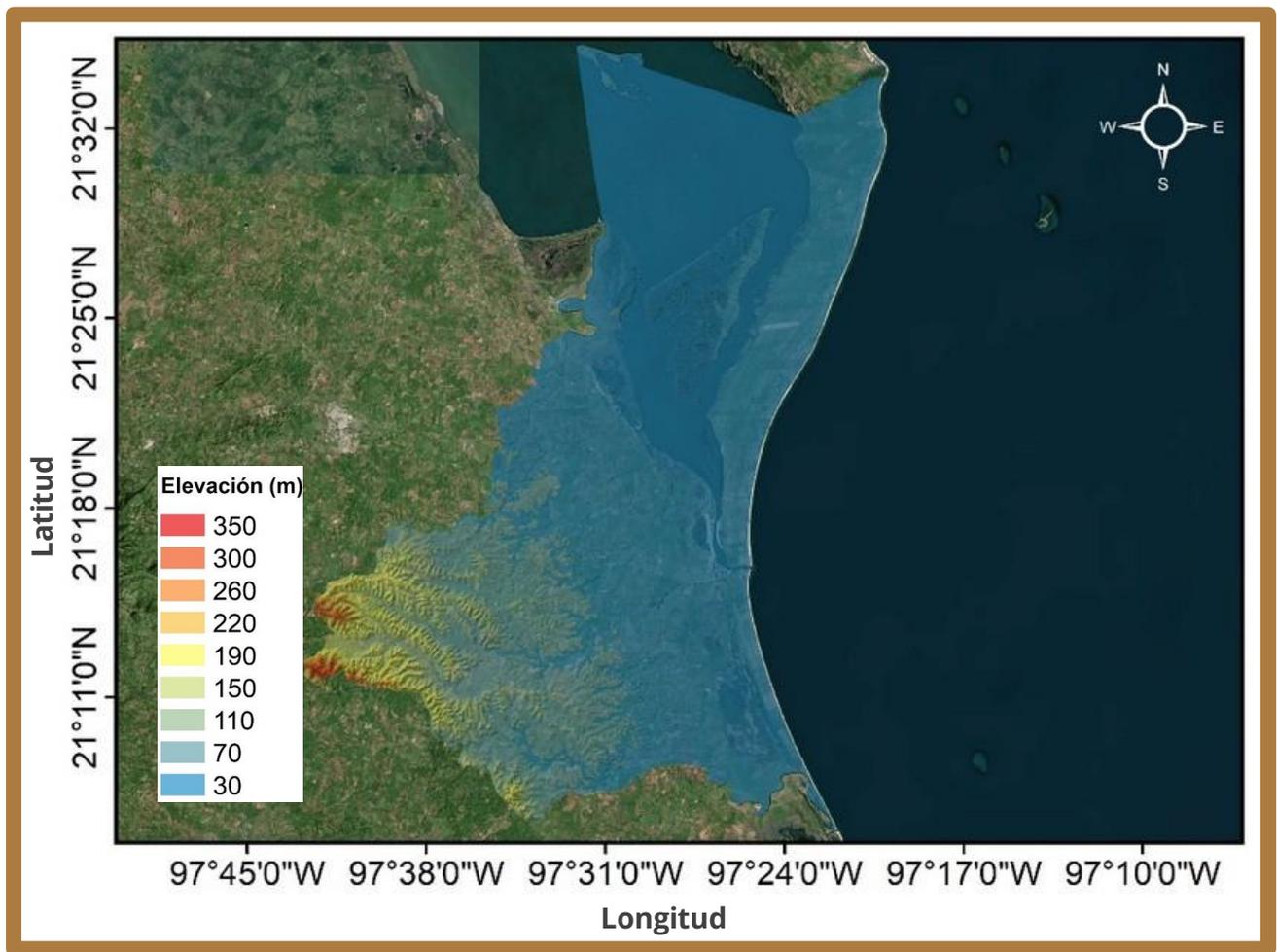


Figura 6. Relieve del terreno en el municipio de Tamiahua. Se muestran las mayores elevaciones en color rojo y las zonas más bajas en azul

En total la línea de costa cubre una distancia de 53.95 km. Para caracterizar las arenas de las playas de Tamiahua se tomaron muestras de sedimentos a lo largo del perfil de playa (Figura 7) de acuerdo con el esquema mostrado en la Figura 8. La zona de sotavento corresponde a la parte posterior de la duna, y se encuentra protegida del embate directo de los vientos que chocan con la duna. La cima es la porción superior de la duna. El barlovento es la parte frontal de la duna y recibe el

impacto directo del viento. La playa seca es la porción del perfil de playa que en condiciones de calma permanece sin la influencia de los agentes marinos. La zona de lavado es la porción del perfil de playa en la que ocurre el ascenso y descenso de los movimientos oscilatorios del oleaje. El surco se encuentra en la sección sumergida del perfil junto antes de presentarse la barra del perfil, la cual ofrece las condiciones someras para la rotura y disipación de la energía del oleaje.

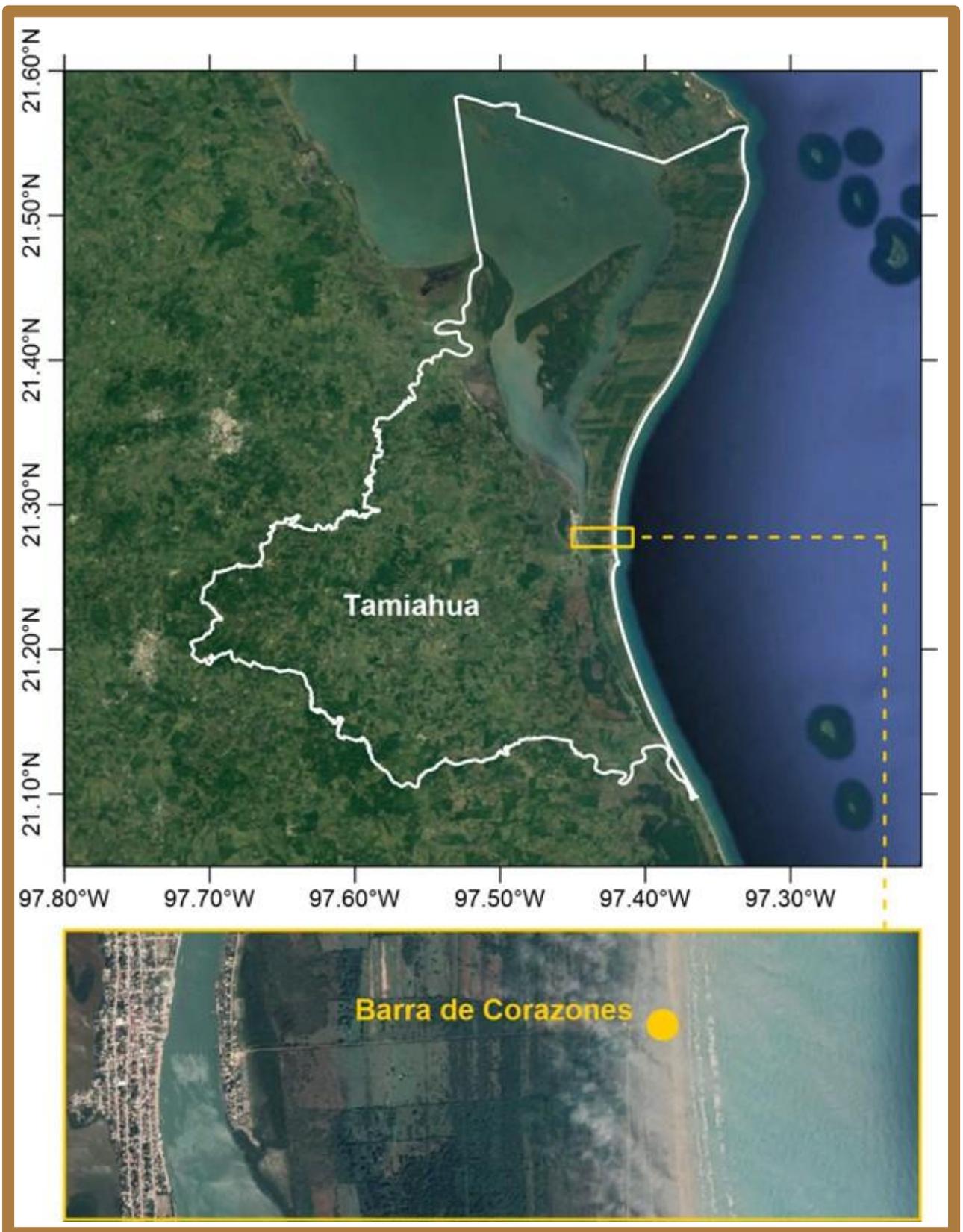


Figura 7. Localización de los sitios de muestreo de arenas

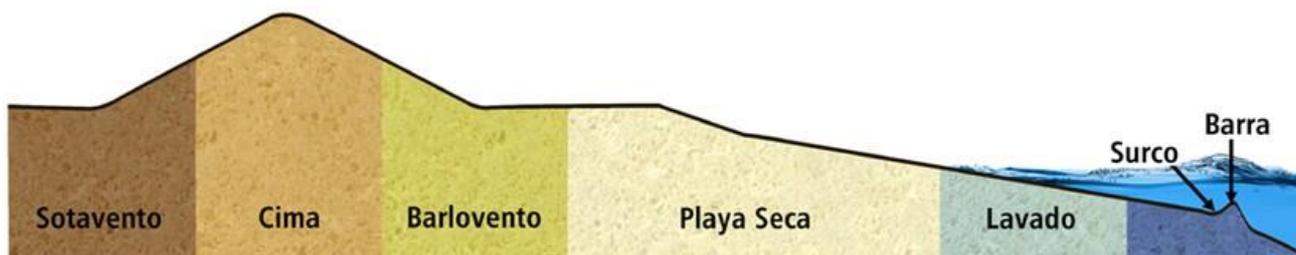


Figura 8. Zonas del perfil de playa consideradas en el muestreo de sedimentos

El análisis de los sedimentos se realizó por medio del Sistema de análisis granulométrico por imágenes CAMSIZER de la firma Retsch Technology, el cual realiza el análisis estadístico de la muestra en función del número de partículas detectadas o del volumen de la muestra. De acuerdo con los resultados (Cuadro 6), se puede concluir lo siguiente:

La playa de Barra de Corazones presenta arenas finas a lo largo de

todo el perfil con valores de redondez y esfericidad altos, lo cual revela que las partículas están bien redondeadas y son esféricas. Las características geométricas del sedimento indican que el oleaje reinante en la zona no es muy energético y que la procedencia de las arenas no es producida localmente. Como en cualquier tipo de playa disipativa (con taludes suaves), los sedimentos más finos se acumulan en la playa seca y a sotavento de las dunas.

Cuadro 6. Parámetros geométricos medios y densidad de las arenas en las playas de Barra de Corazones.

Zona	Diámetro D50 (mm)	Redondez (Symm)	Esfericidad (SPHT)	Densidad (g/cm ³)
Barra	0.186	0.867	0.825	1.767
Surco	0.191	0.86	0.818	1.827
Lavado	0.188	0.858	0.816	1.879
Playa Seca	0.178	0.863	0.819	1.781
Barlovento	0.169	0.865	0.831	1.713
Cima	0.186	0.854	0.810	1.746
Sotavento	0.168	0.856	0.820	1.654



Notas en cuanto al sedimento:

1. Los criterios para clasificar una partícula de arena son: arena muy gruesa (1-2 mm), arena gruesa (0.5-1.0 mm), arena media (0.25-0.5 mm), arena fina (0.125-0.25 mm) y arena muy fina (0.0625-0.125 mm).
2. Un sedimento puede presentar diferentes formas (esférica, cilíndrica, cúbica, etc.). El transporte de sedimentos por viento, oleaje o corrientes implica la rodadura, saltación y suspensión de las partículas.
3. Cuando se trata de partículas en suspensión, la forma (superficie de las partículas) de los granos debe ser visto desde otro ángulo. Una esfera tiene el mayor volumen relativo con el área de superficie más pequeña y, por lo tanto, tiene una velocidad de sedimentación mayor que cualquier otra forma del mismo volumen y densidad. Progresivamente, entre más diferente sea la forma a la de una esfera significa un aumento progresivo de la superficie sin cambio de volumen y, por lo tanto, también una disminución de la velocidad de sedimentación del sólido. Las partículas menos esféricas son las que tienen una mayor capacidad de estar en suspensión.
4. Un sólido puede poseer un grado máximo de redondez en sus aristas sin tener la forma de una esfera, o tener un alto grado de esfericidad y no redondez cuando las aristas son muy agudas. Es decir, la esfericidad es independiente de la redondez y mide que tan esférica o alargada es la forma de una partícula. Una partícula con mayor redondez y sin aristas está más desgastada y por tanto ha viajado distancias mayores o bien ha estado sujeta a mayor energía de transporte.
5. La redondez de las partículas sedimentarias es un atributo especial asociada al desgaste y la disolución. La redondez es reducida cuando las partículas se fracturan o fragmentan, por lo tanto, un alto grado de redondez está en ocasiones relacionada con las condiciones de desgaste en relación con su tamaño, dureza, y resistencia. Sin embargo, normalmente se asocia con la distancia transportada de la partícula, ya que las esquinas se desgastan por abrasión con otras partículas.
6. El valor de esfericidad expresa la forma, mientras que el valor de redondez da una relación resumida con cierto detalle de las características de las aristas de una partícula.

En cuanto a los escurrimientos, los principales son los ríos La Laja, Cucharas, Tancochín y Tampache (Figura 9). En este municipio hay una laguna costera (Tamiahua) (con orientación norte-sur) en la franja costera (7 km), la cual tiene un aporte de sedimentos principalmente en época de lluvias. La Laguna de Tamiahua ha sido identificada como una albufera salobre con una profundidad de 2 a 3 metros. Dentro del municipio de Tamiahua, se localizan tres estaciones climatológicas, de las cuales dos se

encuentran operando (30357 y 30377) y otra suspendida (30331), de acuerdo con la Información Estadística Climatológica de la CONAGUA. Por otro lado, según el Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS), en el municipio no existen estaciones hidrométricas. El clima de este municipio corresponde a un cálido subhúmedo con lluvias en verano. El rango de precipitación es de 1200 - 1500 mm, y el de temperatura de 24 -26 °C, según el Sistema de Información Municipal del Gobierno del Estado de Veracruz (2019).

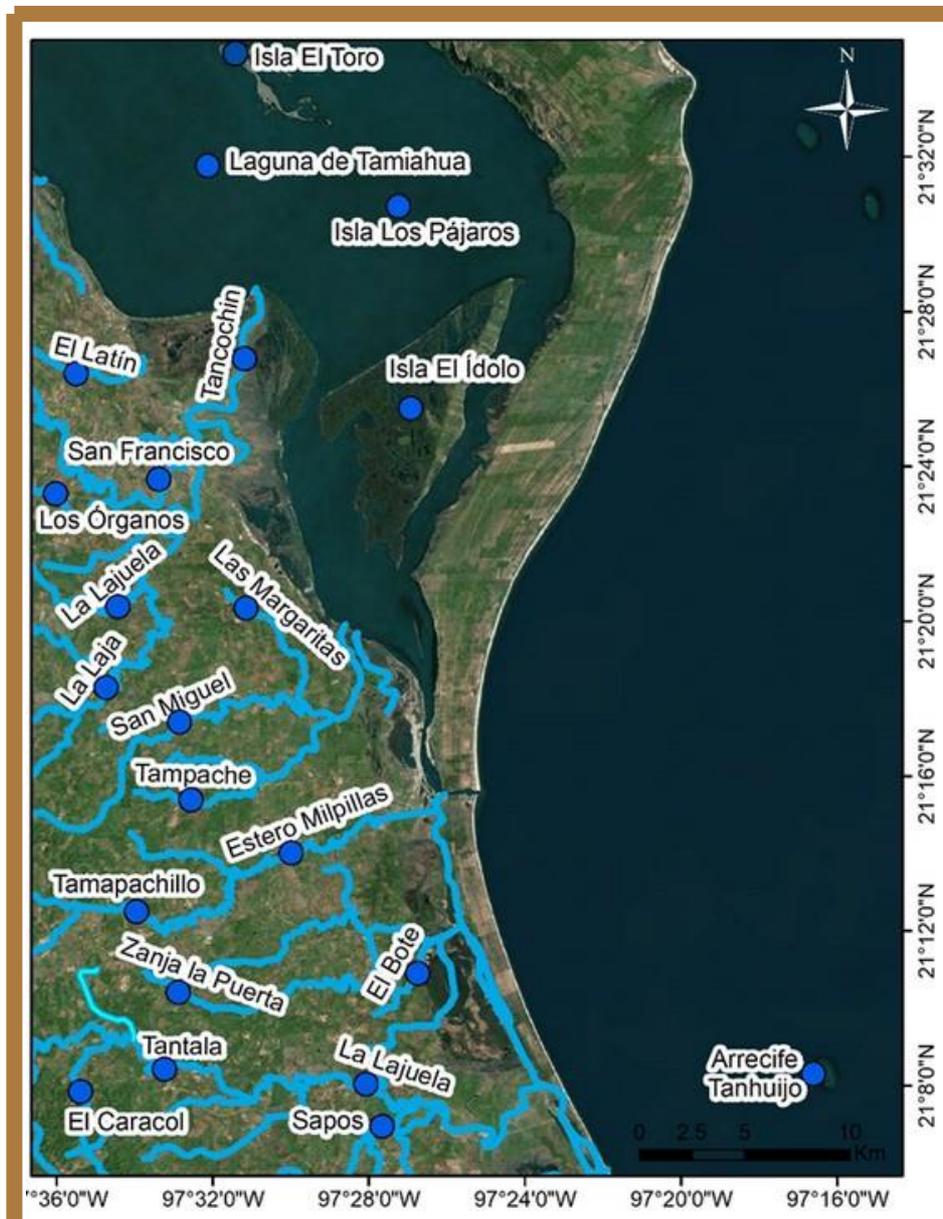


Figura 9. Ríos perennes e intermitentes del municipio de Tamiahua

INFRAESTRUCTURA Y ALTERACIONES EN LAS FUENTES DE SEDIMENTO

En el municipio de Tamiahua no se encontraron presas que tengan influencia en los aportes de sedimentos. Sin embargo, en esta zona se detectó la existencia de un par de obras civiles en la costa, que se tomaron como base para delimitar las celdas litorales. Si bien estas estructuras interrumpen el transporte de sedimentos en la boca de la Laguna Tamiahua, los sedimentos son transportados con la dirección del oleaje, alcanzando a viajar longitudinalmente a través de la costa.

A lo largo de la costa el transporte predominante de sedimentos es de tipo longitudinal con dirección de norte hacia el sur. En las playas de este municipio se presenta una alimentación de arena hacia los sistemas de dunas inducida por el efecto combinado de deposición sedimentaria en la zona de lavado por el oleaje; cuando la marea baja, el sol seca los sedimentos y es entonces que inicia el transporte de las arenas por el efecto del viento. Este material sedimentario viaja tierra adentro, una proporción importante de él queda atrapado en la vegetación y se fija por el efecto de ésta. El sedimento que no queda atrapado es capaz de viajar hacia el sur y alimenta otras playas reingresando de nuevo al sistema de transporte de sedimentos marítimo-costero. El posible déficit de ESPACIO

arena en los sistemas playa-duna de la zona se debe a las alteraciones que se realicen en los ríos que alimentan a la Laguna de Tamiahua y al establecimiento de vegetación que muchas veces es introducida para disminuir el movimiento de la arena. Asimismo, se puede agregar lo siguiente:

- El principal aporte de sedimentos que reciben las playas de Tamiahua, viene de la Laguna de Tamiahua.
- También se han realizado dragados, rehabilitación y prolongación de escolleras para mejorar la circulación hidráulica del agua y la reactivación de la pesca (SAGARPA y CONAPESCA 2008). Hace algunos años la Laguna de Tamiahua era utilizada por PEMEX como un canal de navegación para transportar maquinaria y equipo, por lo que periódicamente se realizaba el mantenimiento de los canales. Actualmente no se utiliza más con ese fin y por lo tanto no se realiza dicho mantenimiento a los canales, presentando un azolve natural. Las zonas de tiro de los sedimentos de dragado han sido sobre el cordón litoral.
- La Laguna de Tamiahua presenta niveles de contaminación bacteriana, así como la descarga de aguas residuales sin tratar (Botello *et al.* 2005) lo cual puede afectar a la biota que crece en este sistema.

Para comprobar las tendencias erosivas se realizó un análisis de la evolución espacio-temporal de la línea de costa. En las Figuras 10 y 11 se muestran gráficas del desplazamiento de la línea de costa y la tasa de erosión, respectivamente, calculadas a partir de la digitalización de la línea de costa de imágenes SPOT 5 y fotografías aéreas de los años 1970/81, 2005, 2010 y 2015.

Se observa que, en general, la costa del municipio se encuentra en proceso muy próximo al equilibrio dinámico. En cuanto a la tasa de erosión, las mayores variaciones se presentan en los

perfiles blanco 7 al 15, 18 al 22 y 28 al 53 que corresponden con algunos riachuelos y la boca sur de la Laguna Tamiahua (Figura 5). La mayor erosión está en el perfil 8 con 75.9 m de retroceso de línea de costa. Por otro lado, las mayores variaciones se presentan en el perfil 44 que corresponde con la boca sur de la Laguna Tamiahua en donde la playa ha crecido 16 m. En general, las tasas de erosión van hasta 16 m/año, siendo este valor elevado. En resumen, los desplazamientos de la línea de costa del municipio de Tamiahua indican una predominancia hacia la acreción.

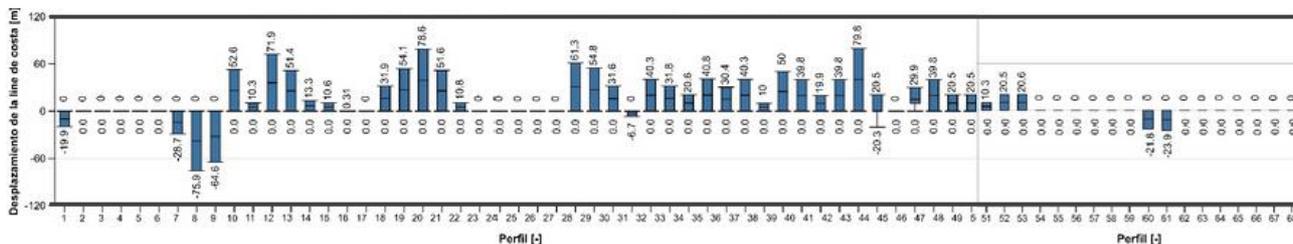


Figura 10. Desplazamiento de la línea de costa en los perfiles indicados en la Figura 4 para el Municipio de Tamiahua (de izquierda a derecha: sur a norte)

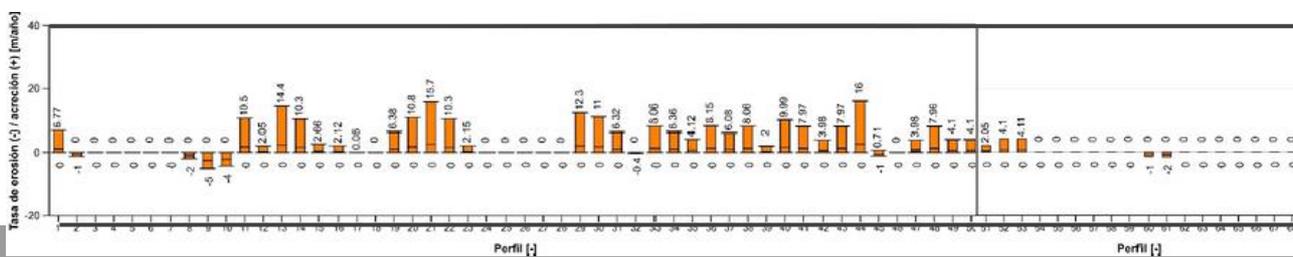


Figura 11. Tasa de erosión / acreción de la línea de costa en los perfiles indicados en la Figura 4 para el municipio de Tamiahua (de izquierda a derecha: sur a norte)



ASPECTOS RELEVANTES EN LA DINÁMICA SEDIMENTARIA

Los resultados obtenidos indican:

- Durante los meses del otoño e invierno se deben tener precauciones para actividades recreativas en playa y mar (baño, construcciones, etc.) y eventualmente durante el verano (cuando se presentan los huracanes).
- El oleaje induce un transporte de sedimentos reinante de norte hacia el sur del litoral.
- No se recomienda la construcción de más obras civiles que modifiquen la dinámica natural del transporte de sedimentos. La alteración de dicha dinámica influiría drásticamente en la alimentación de sedimentos de las playas aguas abajo.

LAS DUNAS COSTERAS

La descripción de la distribución y tipos de las dunas costeras se basa en los trabajos de López-Portillo et al. (2011) y Martínez et al. (2014).

Las costas del municipio de Tamiahua son del tipo arenoso, compuesto por playas bajas y seguidas por un cordón de dunas costeras de no más de 10.m de altura. Las dunas costeras pueden estar representadas por un solo cordón de espacio

dunas frontales, de no más de 100 m de ancho, o agrupadas formando un sistema de planicies de dunas frontales. Las dunas del municipio son, en su totalidad, del tipo duna frontal. Se encuentran a lo largo en todo el litoral y pueden extenderse hasta 7 km tierra adentro, en su parte más ancha. En total suman 14,308.4 ha; a diferencia de las dunas embrionarias (dunas en formación localizadas entre la playa y la base del primer cordón de dunas), la totalidad de las dunas costeras está totalmente estabilizada, es decir cubiertas de vegetación (Figura 12).

Debido a su geomorfología, las dunas costeras del municipio han sido utilizadas, casi en su totalidad, para el cultivo de pastizales y ganadería. Por lo tanto, el estado de conservación de estos sistemas es variado y abarca desde "Regular a Muy malo" (Jiménez-Orocio et al, 2014). Para determinar el estado de conservación de las dunas costeras del municipio se hizo una clasificación cualitativa de cinco categorías (Cuadro 7) que se describen a continuación. En general en el municipio predominan las dunas en condiciones malas (Figura 13, Cuadro 8) y están ausentes las dunas en buen estado de conservación. Estas condiciones disminuyen los servicios ambientales que prestan las dunas al sistema costero del municipio y aumentan la vulnerabilidad de la costa frente al impacto de fenómenos naturales (p.e. meteorológicos).

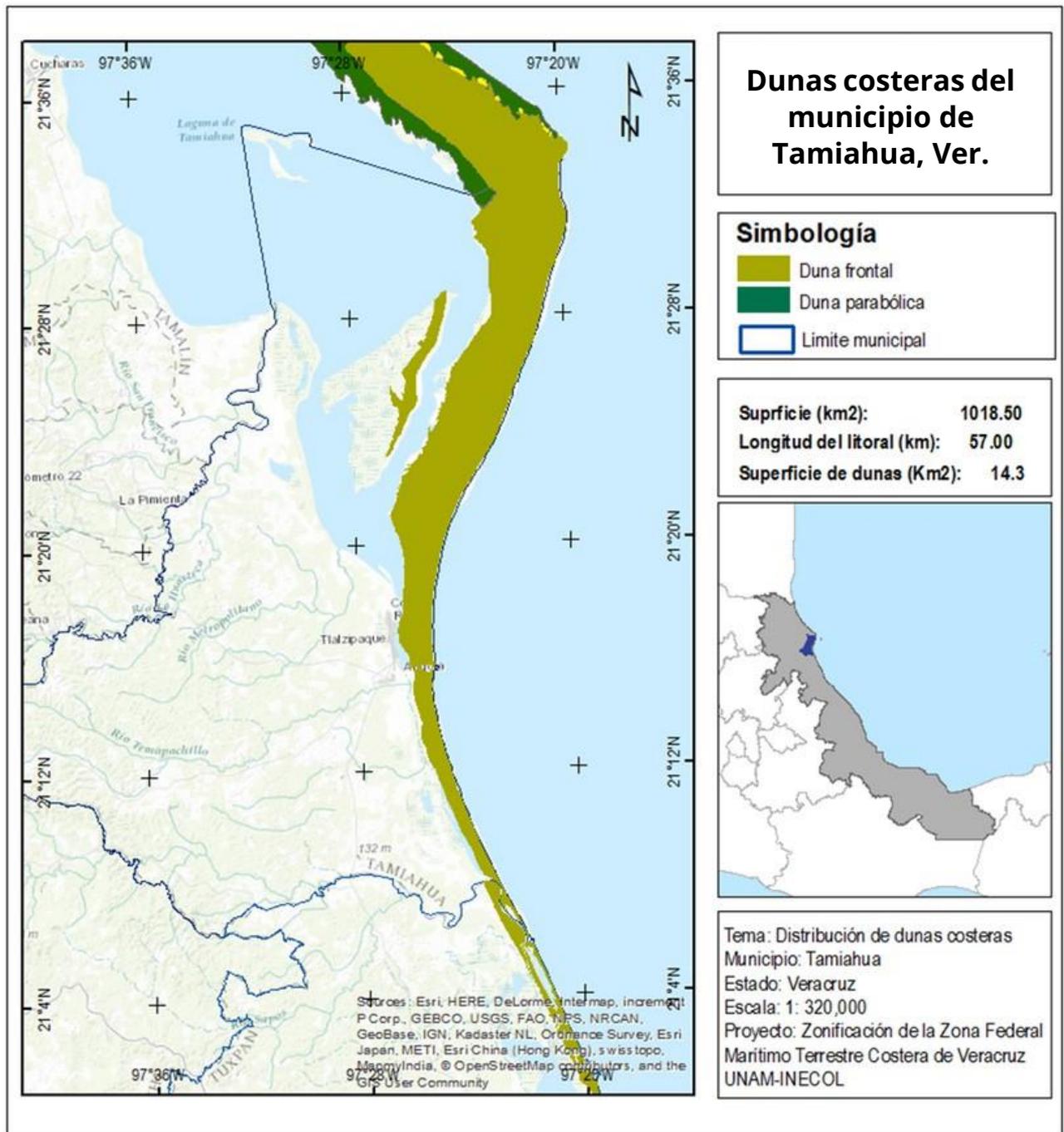


Figura 12. Distribución de dunas costeras

Cuadro 7. Características de los diferentes estados de conservación en que fueron clasificadas las dunas costeras de México

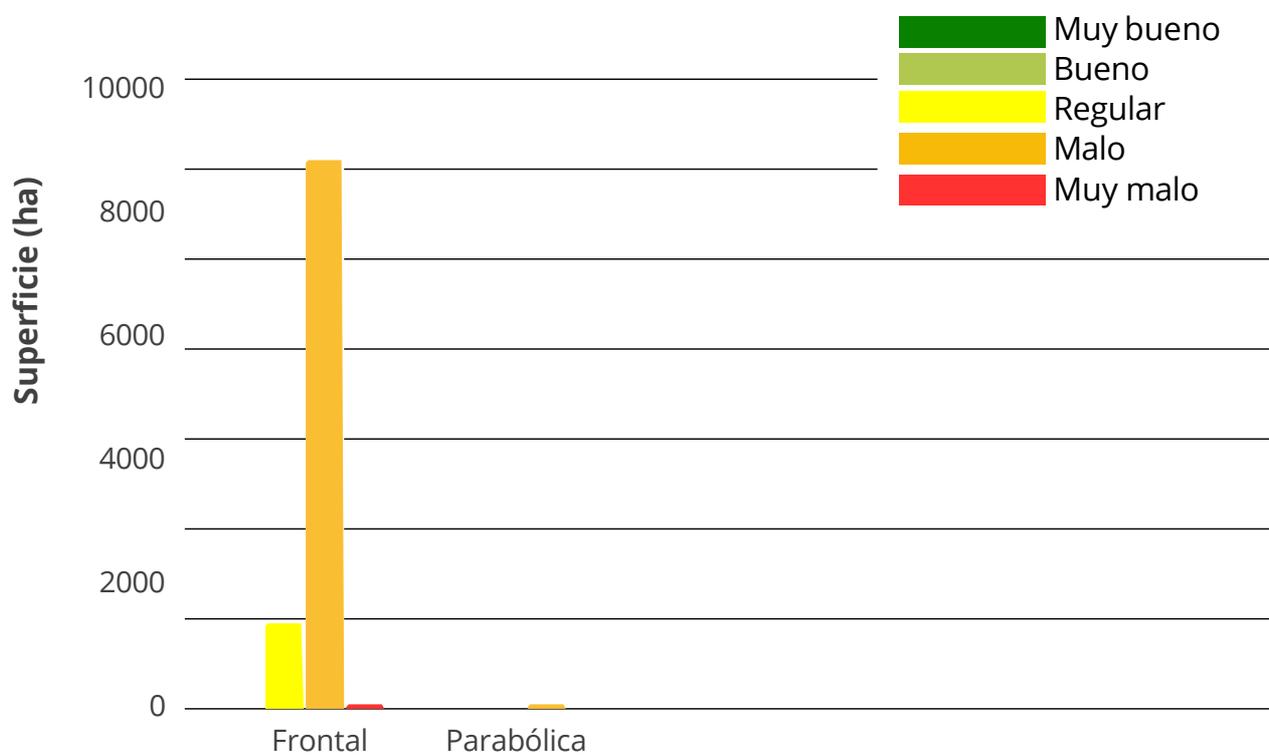
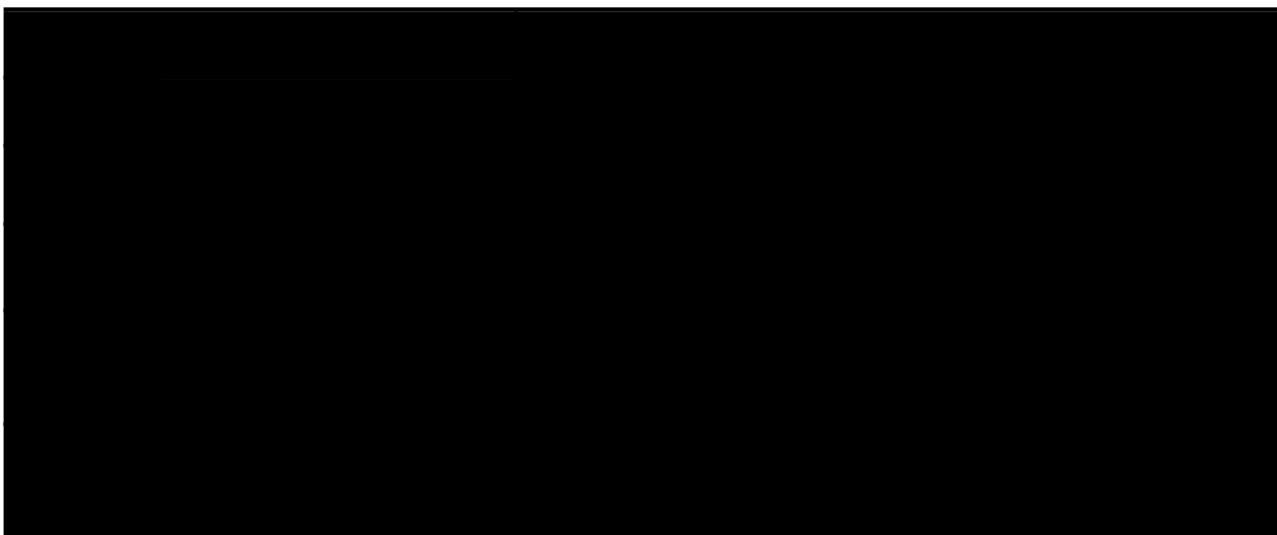


Figura 13. Estado de conservación por tipo de duna presente en el municipio de Tamiahua

Cuadro 8. Superficie (ha) que ocupa cada una de las categorías del estado de conservación de los distintos tipos de dunas del municipio de Tamiahua

Tipos de dunas	Movilidad (Fija/Móvil)	Estado de conservación (Superficie ha)					Total
		Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo	
Duna frontal	Estabilizada	-	-	1,505.3	12,566.5	135.6	14.207.73
0/100 %	100	-	-	10.6	88.4	1	-
Duna Parabólica	100	-	-	-	100.9	-	100.9
0/100 %	100	-	-	-	100	-	-



Capítulo 3.

CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA BIÓTICO

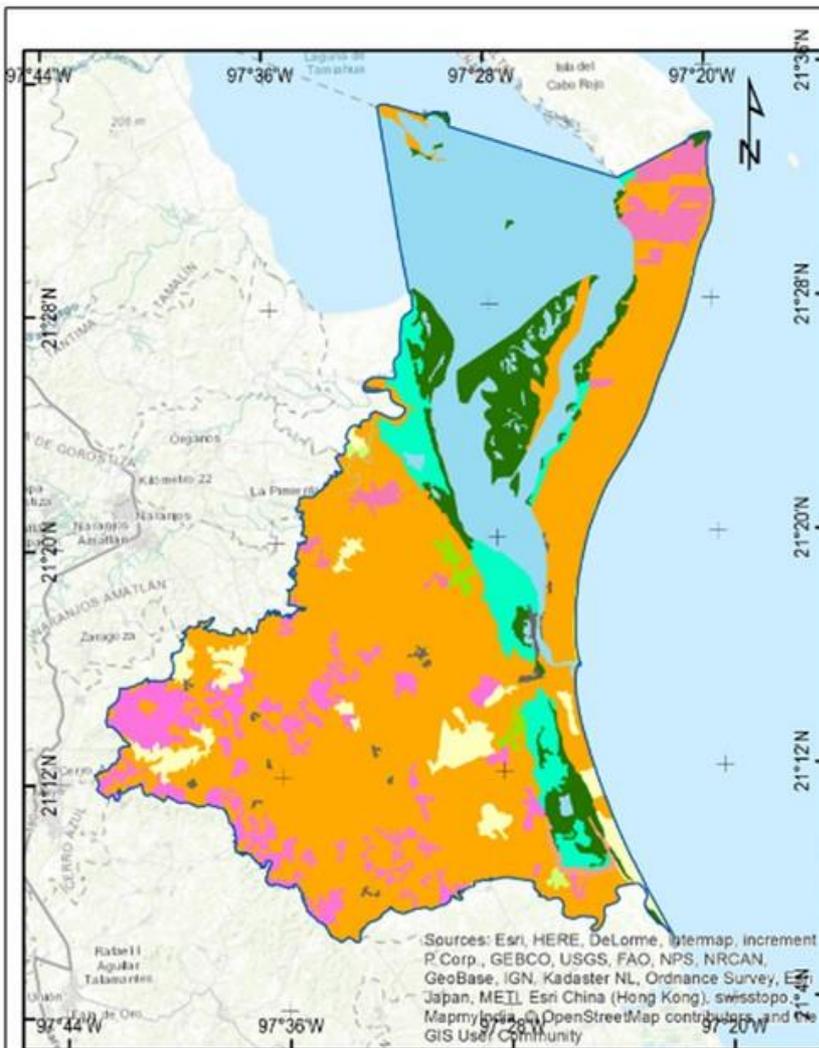
TIPOS DE VEGETACIÓN

De acuerdo con el mapa de uso de suelo y vegetación del INEGI (2018), 50.1 % de la superficie es pastizal cultivado, es decir, está asociado con actividades ganaderas. El 3.71 % de la superficie del municipio corresponde a algún tipo de agricultura; principalmente agricultura de temporal. Alrededor del 23 % de la superficie del municipio aún conserva su vegetación original, principalmente vegetación secundaria de selvas y

manglar (14.7 y 7 %, respectivamente). Es importante mencionar que casi una cuarta parte del territorio corresponde a cuerpos de aguas perennes. Debido a las características geomorfológicas e hidrológicas, el municipio aún conserva algunas extensiones de vegetación hidrófila asociadas a sistemas de manglar (Figura 14, Cuadro 9). La mayor extensión de manglar se localiza en la vertiente este de Isla El Ídolo. La importancia de este sistema inundable (lagunar-costero) radica en la interacción de diferentes tipos de vegetación como son bosques de manglar, acahuales (vegetación secundaria), pastizales, bosque de encino (*Quercus oleoides*) (Basañez-Muñoz 2005) y vegetación propia de lagunas costeras (pastos marinos, vegetación acuática).

Cuadro 9. Superficie ocupada por los diferentes tipos de usos de suelo a nivel municipal y en la franja costera (Datos INEGI 2018)

Tipo de uso de suelo	% superficie municipal	% superficie en franja costera
Transformado		
Agricultura de temporal	3.7	3.5
Pastizal cultivado	50.9	51.91
Asentamientos humanos	0.5	0.91
Total transformado	55.1	56.33
Natural		
Bosque de encino	0.52	0.71
Manglar	6.97	8.12
Pastizal halófilo	0.34	1.37
Vegetación halófila hidrófila	5.13	11.6
Vegetación secundaria de selva alta	6.66	0.97
Vegetación secundaria de bosque de encino	0.18	0.32
Vegetación secundaria de selva mediana	2.72	8.54
Vegetación de dunas costeras	0.16	0.64
Cuerpo de agua	22.21	11.41
Total natural	44.9	43.67



Uso de Suelo y Vegetación del municipio de Tamiahua, Ver.

Suprficie (km ²):	1018.50
Longitud del litoral (km):	57.00
Total de localidades:	168
Urbanas:	1
Rurales:	167
Población (hab):	21,902

* Censo de Población y Vivienda. INEGI (2020)



Uso de suelo y vegetación

Cuerpo de agua	Vegetación secundaria de selva mediana
Bosque de encino	Vegetación secundaria de bosque de encino
Manglar	Asentamientos humanos
Pastizal halófilo	Agricultura de temporal
Vegetación halófila hidrófila	Pastizal cultivado
Vegetación de dunas costeras	Acuicola
Sin vegetación aparente	
Vegetación secundaria de selva alta	

* Uso de Suelo y Vegetación Serie VII INEGI (2018)

Tema: Uso de Suelo y Vegetación

Municipio: Tamiahua

Estado: Veracruz

Escala: 1: 370,000

Proyecto: Zonificación de la Zona Federal Marítimo Terrestre Costera de Veracruz UNAM-INECOL

Figura 14. Distribución de los usos de suelos y tipos de vegetación del municipio de Tamiahua

ESPECIES VEGETALES DE LA ZONA COSTERA (PLAYAS Y DUNAS)

En la base de datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la Comisión Nacional para la Conservación y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), así como en la literatura donde se describe y analiza la vegetación de las playas y dunas costeras de Veracruz (Moreno- Casasola *et al.* 1982; García-Franco 1996; Castillo y Moreno-Casasola 1996; 1998; Moreno-Casasola *et al.* 1998; Priego-Santander *et al.* 2003; Travieso-Bello *et al.* 2005; Castillo-Campos y Travieso-Bello 2006; Peralta-Peláez y Moreno-Casasola 2009; Moreno-Casasola *et al.* 2010, Martínez *et al.* 2014; Moreno-Casasola *et al.* 2015) se tienen registradas 190 especies vegetales representativas de playas y dunas costeras. En la zona de playas y dunas se encuentra una combinación de vegetación propia de playas y dunas como: *Chamaecrista glandulosa*, *Cyperus articulatus*, *Indigofera miniata*, así como algunas especies de selva mediana perennifolia como: *Bursera simaruba*, *Coccoloba uvifera*, *Ipomoea indica*, *Psidium guajava*,

Solanum diphyllum, *Guazuma ulmifolia*, *Bromelia pinguin*. Así mismo, se pueden encontrar otras especies propias de humedales como: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Terminalia catappa*, entre otras.

En las dunas aún se ubican bosques y selvas costeras intercaladas con los potreros. Castillo-Campos *et al.* (2016) describen un encinar tropical de *Quercus oleoides*. Es un tipo de vegetación diverso en su estructura florística, variando de 16 a 28 especies por 100 m², con un estrato arbóreo que va de los 8 a los 20 m de altura, caracterizado principalmente por el encino (*Q. oleoides*), *Calyptrocalyx karwinskyana*, higo o higuera colorada (*Ficus obtusifolia*), *Faramea occidentalis*, laurelillo (*Nectandra salicifolia*), *Ardisia compressa* y *Psychotria quinqueradiata*. El estrato arbustivo mide de 1 a 3 m de alto donde las especies más frecuentes son *Psychotria gardenioides*, *Ouratea nitida* y capulincillo (*Eugenia capuli*). En las dunas de la Laguna de Tamiahua se encuentran los fragmentos de los encinares tropicales en mejor estado de conservación del estado (Figura 15).





Figura 15. Tronco de Quercus oleoides (encino) característico de los fragmentos de los encinares localizados en Tamiahua. Fotografía: Gonzalo Castillo-Campos

En la zona de la Ribera se establece una selva baja caducifolia está caracterizada por árboles de uvero o uva de playa (*Coccoloba uvifera*) (Figura 16). Es una comunidad vegetal leñosa que se encuentra en buen estado de conservación, aunque poco diversa, donde el estrato arbóreo no supera los

12 m de alto, dominado por el uvero (Figura 17) y laurelillo o capulincillo (*Nectandra salicifolia*); se asocian con otras especies menos frecuentes como crucetilla o jicaquillo (*Randia tomatillo*), icaco o jicaco (*Chrysobalanus icaco*) y palo mulato o chaca (*Bursera simaruba*) (Castillo-Campos *et al.* 2016).



Figura 16. Selva baja del uvero o uva de playa (*Coccoloba uvifera*) en las dunas de La Ribera de La Laguna de Tamiahua, Veracruz. Fotografía: Gonzalo Castillo-Campos



Figura 17. Árbol de *Coccoloba uvifera*, que caracteriza a la selva baja caducifolia de uvero o uva de playa, ubicada al norte de la Laguna de Tamiahua. Fotografía: Gonzalo Castillo-Campos

La selva mediana subperennifolia de chicozapote o sapodilla (*Manilkara zapota*) es una comunidad en buen estado de conservación, caracterizada en el estrato arbóreo principalmente por chicozapote. El estrato arbóreo varía en altura de 15 a 25 m (Figura 18), caracterizado por ramón u ojite (*Brosimum alicastrum*), *Calyptanthes*

karwinskyana, *Faramea occidentalis*, chicozapote (*M. zapota*) y *Alchornea latifolia* (Castillo-Campos *et al.* 2016). Se establece en las superficies planas de las dunas. Es una comunidad vegetal diversa, con 16 a 32 especies por 100 m². En la zona existe un manejo de este bosque por parte del ejido.



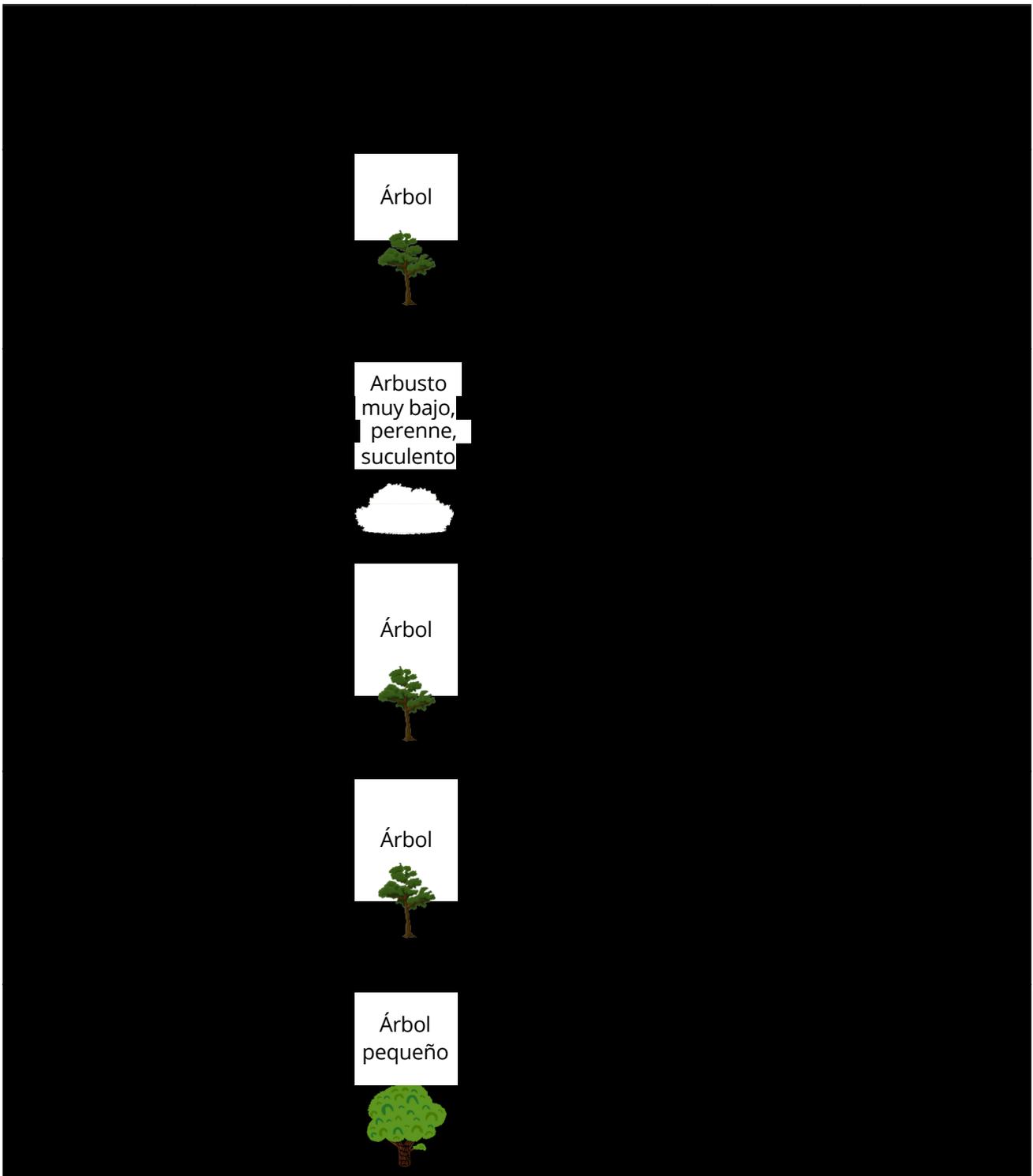
Figura 18. En esta figura se pueden apreciar los troncos de los árboles de chicozapote (*Manilkara zapota*) que caracterizan a la selva mediana en las dunas de la Laguna de Tamiahua. Fotografía: Gonzalo Castillo-Campos

Las características particulares de las especies vegetales representativas de playas y dunas más importantes en el municipio de Tamiahua se presentan en el Cuadro 10. Se consideró a las especies bajo alguna categoría de riesgo tanto a nivel nacional ([NOM-O59-SEMARNAT-2010](#)) como global ([IUCN Red List of threatened species](#)), aquellas especies amparadas contra su explotación excesiva debido al comercio internacional (CITES), las especies de árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación (marcados con un asterisco; Vázquez-Yanes *et al.* 1999 proyecto J084 CONABIO) así como las especies con un ámbito de distribución restringido (endemismo). Se indican la familia, forma biológica, hábitat, tipo de vegetación y estatus (NOM-O59-SEMARNAT-2010, IUCN y CITES). Los criterios para los nombres y estado taxonómico de las especies se siguieron con base en lo presentado en *The Plant List*, 2013 v. 1.1 (www.theplantlist.org).

En el Cuadro 10 se muestran seis columnas. En dichas columnas se encuentran la familia a la que pertenece cada especie, el nombre común, el nombre científico y la forma biológica. La forma biológica fue determinada a partir de Castillo y Moreno-Casasola, 1998 y Moreno-Casasola *et al.* 2011. En la cuarta columna se encuentran los tipos de vegetación en los que se puede encontrar cada especie, basados en Rzedowski (2006).

En la quinta columna se clasificaron las especies que pueden encontrarse en playas, dunas primarias o secundarias, así como aquellas especies encontradas en otros tipos de ecosistemas, diferentes a las dunas, pero costeros. Esta clasificación se hizo con base en los patrones de distribución de las especies propuesto por Castillo y Moreno-Casasola (1996): C= especies con una distribución predominantemente costera tales como dunas, marismas o manglares; S= especies distribuidas tierra adentro y frecuentemente encontradas en áreas perturbadas tales como orillas de camino, campos abandonados o bien con crecimiento secundario, y O= especies distribuidas tierra adentro pero características de otro tipo de vegetación, como bosques caducifolios, humedales o pastizales. Finalmente, se muestra el estatus de protección bajo el que se encuentra cada especie. El estatus de conservación hace referencia a tres fuentes: NOM-059-2010 (P= En peligro de extinción; A= Amenazada; Pr= Sujeta a protección especial); IUCN (EX= Extinta; EW= Extinta en medio silvestre; CR= En peligro crítico; EN= En Peligro; VU= Vulnerable; NT= Casi Amenazada; LR/nt= Menor riesgo, casi amenazada; LR/cd= Menor riesgo, dependiente de la conservación; LR/lc= Menor riesgo, menor preocupación; LC= Preocupación menor; DD= Datos Insuficientes) y CITES (I, II, III, para ver descripción de las categorías visitar www.cites.org).

Cuadro 10. Listado de especies vegetales más importantes registradas a la fecha, que crecen principalmente en manglares, playas y dunas del municipio de Tamiahua, Ver. Los nombres comunes se basaron en distintas fuentes de información del sitio web de la CONABIO. C= especies con una distribución predominantemente costera tales como dunas, marismas o manglares; S= especies distribuidas tierra adentro y frecuentemente encontradas en áreas perturbadas tales como orillas de camino, campos abandonados o bien con crecimiento secundario, y O= especies distribuidas tierra adentro, pero características de otro tipo de vegetación, como bosques caducifolios, humedales o pastizales



Árbol



Árbol



Árbol



Hierba



Hierba



Hierba



Árbol



Arbusto o árbol pequeño, frecuentemente trepador



Árbol



Árbol



Hierba



Hierba



Árbol



Árbol



Arbusto



Hierba emergente



Hierba enraizada de hojas flotantes



Árbol



Árbol



Árbol



Hierba



Hierba
amacollada



Hierba
emergente



Hierba
amacollada



Hierba
emergente



Hierba
emergente



Árbol
pequeño o
bien un
arbusto
grande



Helecho
grande



Árbol



Arbusto



Árbol



Hierba
emergente



Arbusto



DISTRIBUCIÓN Y EXTENSIÓN DE MANGLARES

La Laguna de Tamiahua es una de las más grandes del país. En esta zona los manglares crecen en planicies lodosas con suelos arcillosos-limosos y con poco contenido de arenas. Una de las especies que predomina las áreas salinas en las planicies de inundación y en islas es *A. germinans* con alturas que van desde los 5 a los 12 metros. En la Isla del Ídolo, ubicada en la parte sur de la Laguna de Tamiahua se encuentra el manglar con mejor estado de conservación y el que cuenta con la mayor extensión en la zona. El manglar ubicado en las islas interiores del ídolo, Aguacatal, Juan Ramírez y El Toro tiene una extensión de 4,208 ha. En la zona noroeste de la Isla del Ídolo domina el mangle rojo (*R. mangle*) con alturas que van desde los 5 a 8 metros, y el mangle negro (*A. germinans*) se encuentra en la porción suroeste y sureste de la Isla del ídolo y al interior de la Isla Aguacatal (López-Portillo *et al.* 2011).

Otro gran sistema de manglares se encuentra en el Estero el Mahajual; el cual bordea al canal de Chijol; actual corredor biológico (aunque de origen antrópico) que conecta dos grandes sistemas lagunares: Tamiahua y Tampamachoco. Los manglares ubicados en el estero de Mahajual crecen en un planicie muy baja y plana debido a los sedimentos generados por el manglar; colinda al oeste con una planicie baja sujeta a procesos de erosión abrasivos y denudativos, y al este colinda con una planicie baja con procesos de acumulación, este tipo de colindancias genera los cuerpos de agua que se localizan dentro del manglar. En el estero se encuentra el mangle negro (*A. germinans*) cerca de una franja de mangle rojo (*R. mangle*) contiguo del Canal de Chijol y en las partes internas se encuentran bosques mixtos de mangle negro y blanco (*L. racemosa*) (López-Portillo *et al.* 2011).



CARACTERIZACIÓN DE HUMEDALES

Ortiz-Pérez y de la Lanza Espino (2006) sugieren que los sistemas lagunares de la región norte del estado de Veracruz, entre ellos los de Tamiahua, surgieron a partir de la formación de islas de barrera, que quedaron separadas de la porción continental por antiguas lagunas, la mayoría de las cuales ahora son de fondo somero y que forman complejos inundables. Estos procesos geológicos han permitido la formación de planicies de inundación y marismas con vegetación de humedales (Moreno-Casasola e Infante-Mata 2010). Las islas de barrera continuamente fueron ganado terreno al mar, dejando a su paso canales o esteros estrechos, paralelos a la línea de costa. Las características biofísicas de estos canales permitieron una colonización rápida de vegetación de humedales, principalmente con manglares en las zonas salobres y con humedales de agua dulce tanto arbóreos como herbáceos (Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2010).

Así, en la isla de barrera hay hondonadas donde se establecen comunidades diversas de humedales de distintos tipos, y son humedales que dependen del manto freático, es decir del agua dulce acumulada en el subsuelo (Figura 19 y 20). Al igual que en el municipio de Tampico Alto en la zona norte de la laguna, se forma un complejo de dunas y humedales fuertemente interconectado y dependiente entre sí. La superficie que ocupa cada tipo de humedal herbáceo, es pequeña y están entremezclados, haciendo el mapeo difícil a las escalas que se maneja actualmente por parte de INEGI. Por ello en los tipos de vegetación de humedales de agua dulce del Cuadro 10 solamente se indica pastizal halófilo y vegetación halófila hidrófila (es decir vegetación acuática de zonas salobres). En el mapa los pastizales cubren la mayor superficie, tanto sobre dunas como sobre humedales ya que la ganadería es una actividad importante. La mayoría de los humedales tropicales en México son usados para la cría de ganado (Moreno-Casasola *et al.* 2019).

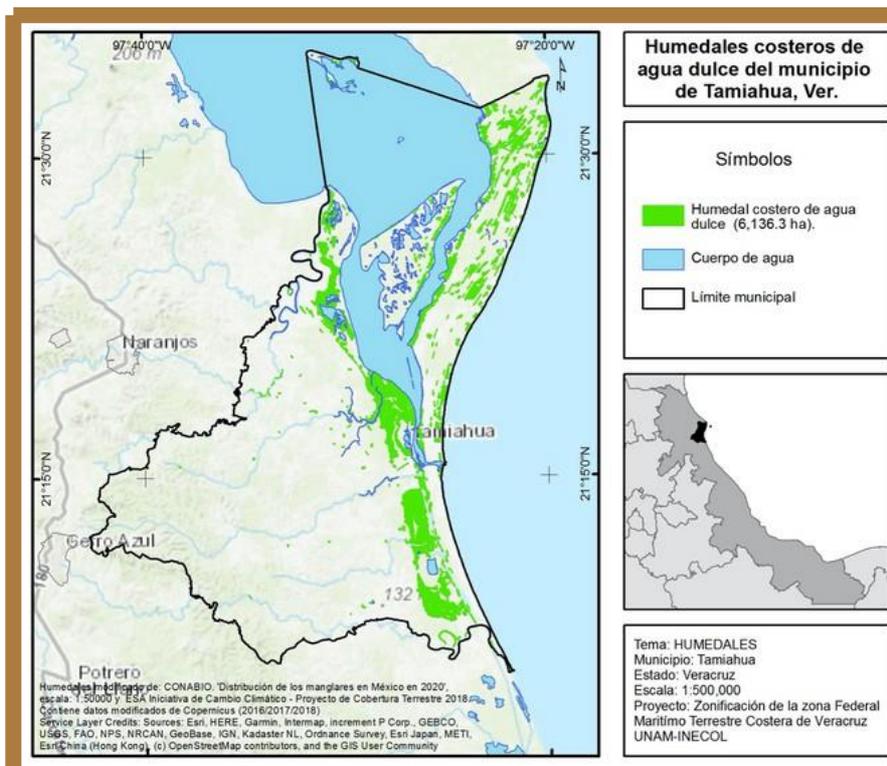


Figura 19. Mapa de distribución de los humedales herbáceos y arbóreos de agua dulce del municipio de Tamiahua



Figura 20. Complejo de dunas y humedales que caracteriza la isla de barrera de la Laguna de Tamiahua. Fotografía de Gerardo Sánchez Vigil

En la parte continental de la laguna también se establecen humedales de agua dulce, sobre todo herbáceos, que

reciben los escurrimientos de tierra adentro, tanto de aguas superficiales como subterráneas (Figura 21).



Figura 21. Humedales de agua dulce que se establecen formando parte de potreros inundables. Fotografía de Gerardo Sánchez Vigil

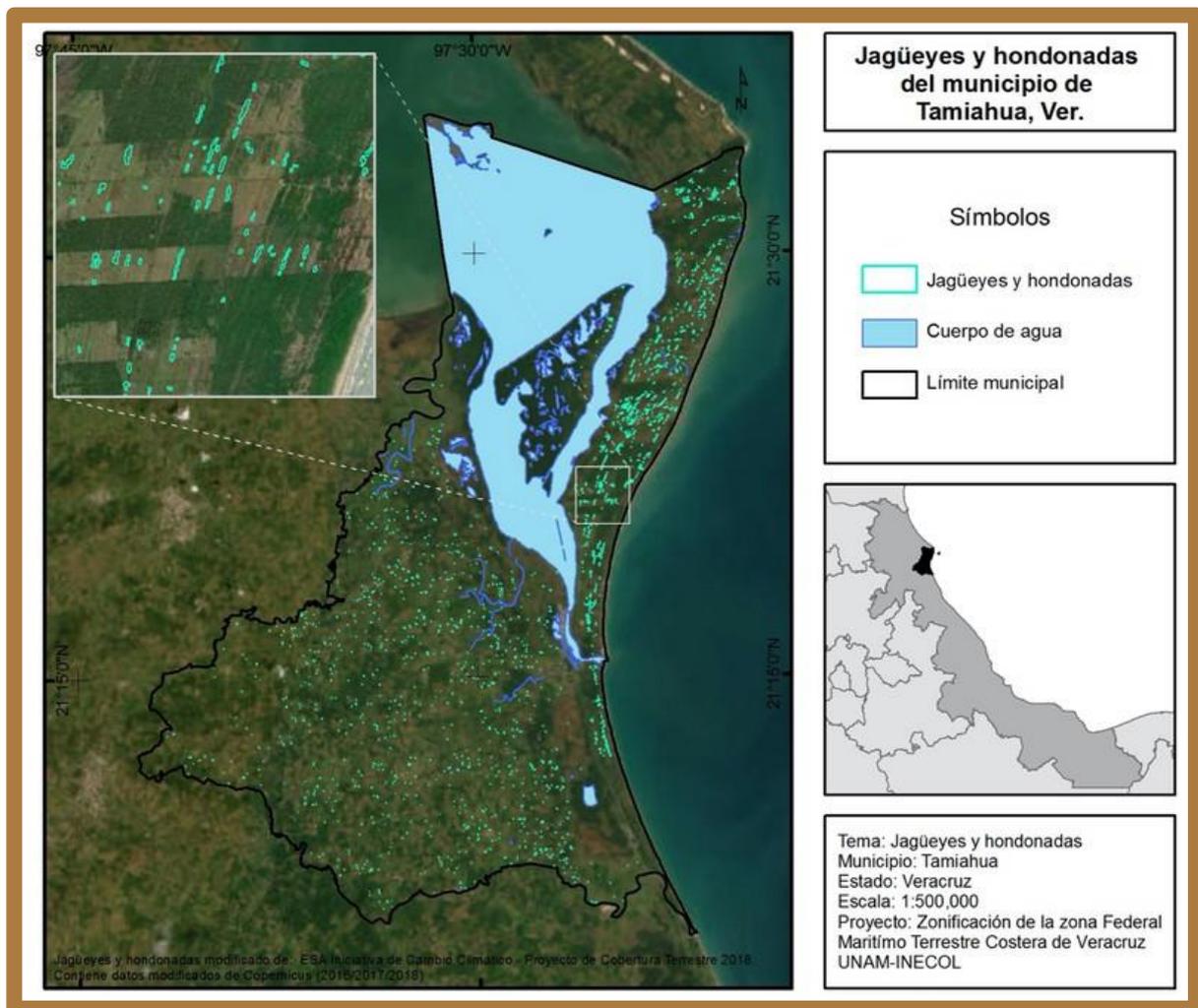


Figura 22. Distribución de hondonadas y jagüeyes en el municipio de Tamiahua. Elaboración propia Roberto Monroy.

No hay estudios detallados de los humedales de agua dulce de este municipio. Entre las principales fuentes están la Ficha Ramsar Tamiahua 2023, actualizada y algunos capítulos del libro de Moreno-Casasola (2016). Han sido transformados para crear potreros para ganadería extensiva. Se presentan manchones de selvas baja perennifolia y subperennifolia con especies como *Salix* spp. (sauces), *Baccharis* spp. (escobilla), *Chilopsis linearis* (mimbre), *Senecio* spp., *Pachira aquatica* (apopo) y *Anonna glabra* (anona) (Ficha Ramsar Tamiahua 2023, actualizada). La selva de ébano (*Terminalia buceras*) es una comunidad vegetal que se establece en las hondonadas o canales interconectados de las depresiones de las dunas costeras de la Laguna de Tamiahua,

donde el agua es permanente o semipermanente. El estrato arbóreo mide de 15 a 25 m de altura, y está representado principalmente por el ébano (*T. buceras*), *Ardisia densiflora*, zapote negro (*Diospyros nigra*), *Sapindus saponaria* y *Tabernaemontana alba*. El estrato arbustivo está caracterizado por *Psychotria quinquerediata*, *Ouratea nitida*, *Ardisia compressa* y capulincillo (*Eugenia capuli*). En esta comunidad vegetal las lianas son abundantes; entre las más comunes están *Hippocratea volubilis*, mucal o junco (*Dalbergia brownei*), *Doliodarpus dentatus*, *Rourea glabra* y *Pisonia aculeata*. La mayoría de las especies de árboles de esta comunidad vegetal son características de ambientes ribereños o de humedales costeros (Figura 23).



Figura 23. Árboles del ébano o *Terminalia buceras* y el ambiente donde se desarrollan. Fotografía: Gonzalo Castillo-Campos

Frecuentemente bordeando los manglares aparecen comunidades de halófitas formadas por *Acrostichum aureum*, *Batis maritima*, *Sesuvium maritimum*, *S. portulacastrum*, *Trianthema portulacastrum*, *Hymenocallis ittoralis*.

En bordes de terrenos inundables se ubica *Spartina spartinae*, *Eleocharis cellulosa*, *Cyperus interstincta*, *Sporobolus spartinae*, *Distichlis spicata*, *Spartina alteniflora* y *Crinum americanum* (Ficha Ramsar Tamiahua 2023, actualizada; Figura 24).



Figura 24. Especies de las familias Cyperaceae y Juncaceae que se establecen en la localidad de La Ribera de la Laguna de Tamiahua, Veracruz. Fotografía: Gonzalo Castillo-Campos.

En las depresiones de agua dulce hay humedales herbáceos de diversos tipos. Hay juncales con *Schoenoplectus* (*Scirpus*) sp., tulares con *Typha domingensis* y *Cyperus* sp. También hay popales formados

por *Thalia geniculata*, *Calathea ovandensis*, *Heliconia* spp., así como carrizales con *Phragmites communis* y *Arundo donax*. Estas dos últimas especies son invasoras y desplazan a las especies locales.

CARACTERIZACIÓN DE LAGUNAS COSTERAS

Es la laguna costera más grande del estado de Veracruz, con una superficie aproximada de 880 km², longitud de 100 km y ancho de 25 km (Díaz-Ruiz *et al.* 2000). De acuerdo con la clasificación de Cruz-Orozco (1968), la laguna de Tamiahua es una laguna costera de forma alargada en la cual desembocan varios arroyos tales como La Laja, Cucharas, Carbajal, Tancochín, Tampache, Milpas, San Lorenzo, entre otros. Como ya se mencionó anteriormente, la laguna de Tamiahua está delimitada en su borde oeste por una gran barrera arenosa (Cabo Rojo), la cual interrumpe la curvatura dominante de la costa del Golfo de México. La laguna es de poca profundidad (2 a 3 m); existe un canal un poco más profundo situado hacia sotavento de la barrera arenosa, posiblemente a causa del flujo y reflujo de la marea. En el norte se localiza una boca que la comunica con el mar, conocida como la boca de Tampachichi que es artificial y otra al sur, la boca de

Corazones, de origen natural y siempre está abierta. En la década del 2000 se dragaron sus 2 bocas y se rehabilitaron las escolleras que se construyeron para controlar los sedimentos provenientes del río Pánuco (Ocaña-Luna y Sánchez-Ramírez 2016).

Cruz-Orozco (1968) describe 5 grandes grupos de tipos sedimentarios de la laguna: Grupo I, compuesto de arenas finas, distribuidas en la parte norte de la laguna y áreas cercanas al sotavento de la barrera arenosa; originadas del transporte eólico de las dunas. Grupo II, formado por arenas muy finas, de transición, muy pobremente clasificadas. Grupo III, corresponde a limos muy pobremente clasificados, distribuidos en las porciones occidental y sur de la laguna, procedentes de los ríos y esteros del sur de la laguna. Grupo IV, formado por arcillas pobremente a muy pobremente clasificadas, ubicadas en la porción subcentral de la laguna. Grupo V, constituido por arcillas pobremente clasificadas, que aparecen en la porción central de la laguna.



Existen diferentes ambientes en la laguna, incluyendo pantanos de manglar salobre y de baja salinidad, pastos marinos (*Halodule wrightii* y *Ruppia maritima*), áreas de alta sedimentación, arrecifes de ostión y la cuenca central oligohalina (Díaz-Ruiz *et al.* 2000). La extensión de la laguna de Tamiahua permite la presencia de ictiofauna de importancia ecológica y comercial. Franco-López y Chávez-López (1992) registraron 112 especies de peces agrupados en 41 familias, de las cuales las mejor representadas fueron la familia Sciaenidae (14 especies), Gerreidae y Gobiidae (8 especies, cada una), Carangidae (7 especies) y Clupeidae (6 especies).

En un estudio realizado en 2011 sobre la comunidad ictioplanctónica de la laguna,

se determinaron 40 especies de peces pertenecientes a 37 géneros y 19 familias. Las especies dominantes de peces fueron *Anchoa mitchilli*, *Lagodon rhomboides*, *Membras martinica*, *Lupinoblennius nicholsi*, *Ctenogobius boleosoma* y *Brevoortia gunteri*. En este estudio se reportan nuevos registros para la laguna (*Lutjanus campechanus*, *Chasmodes bosquianus*, *Ctenogobius shufeldti*, *Microgobius thalassinus* y *Citharichthys actifrons*) (Ocaña-Luna y Sánchez-Ramírez 2016).

También se han encontrado otros grupos faunísticos como crustáceos (*Uca panacea*, *U. rapax*, *U. spinicarpa*, *U. virens* y *U. vocator*; Pérez-Mozqueda *et al.* 2014); aves (*Ardea herodias*, *A. Alba*, *Egretta thula*, *E. Caerulea*, *Bubulcus ibis*, *Butorides virescens*, *Himantopus mexicanus*), entre otros.



Fitoplancton en la Laguna de Tamiahua.

Se han realizado diferentes estudios del fitoplancton de la laguna en diferentes fechas, entre los que destacan los de dinoflagelados como el de Gómez-Aguirre (1988) quien encontró los géneros *Pyrodinium* sp., *Prorocentrum* sp., *Gonyaulax* sp., *Peridinium* sp., *Ceratium* sp., *Dinophysis* sp. y *Noctiluca* sp. En otro estudio se registraron 6 familias, 6 géneros y 7 especies de origen marino (Ochoa y Martínez 1981). Las especies *Ceratium fusus* y *Ceratium pentagonum* que son eurihalinas fueron encontradas ampliamente distribuidas en la laguna. Dichas especies representaron el 98 % de los organismos registrados. Las especies restantes representaron solamente el 2 % del total de organismos entre las cuales *Peridinium* sp., *Ceratium trippos* y *Ceratium massiliensis* presentaron un mayor rango de distribución. Bulit y Signoret (1988), reportan la presencia de *Asterionella japonica* y *Nitzschia longissima* (diatomeas), *Peridinium*, *Ceratium*, *Dinophysis* (dinoflagelados) y *Merismopedia* (cianobacteria).

Un aspecto importante de los dinoflagelados que se han encontrado en esta laguna es que algunos son potencialmente tóxicos y formadores de mareas rojas. En diferentes estudios (Gómez-Aguirre y Licea, 1998; Figueroa-Torres y Weiss-Martínez 1999; Ochoa 2003)

se registraron especies formadoras de mareas rojas y algunas potencialmente tóxicas como *Ceratium furca* var. *hircus*, *Dinophysis caudata*, *Gymnodinium brevis*, *Gymnodinium* sp., *Scrippsiella trochoidea*, *Prorocentrum micans*, *Gyrodinium spirale*, *Oxyphysis oxitoxoides*, *Protoperidinium conicum*, *Pyrodinium bahamense* y *Noctiluca scintillans*. Otro aspecto importante de algunas especies de dinoflagelados es que se pueden encontrar en organismos que actúan como vectores como es el caso de los ostiones y que son de consumo humano. En un estudio reciente (Paredes-Flores 2020) se registraron biotoxinas marinas relacionadas con estos dinoflagelados en el ostión (*Crasostrea virginica*) que pueden provocar diarrea, entre otras enfermedades.

Otro grupo presente en la laguna es el de las diatomeas. Avendaño (1972) reportó 12 géneros y 15 especies de diatomeas. En otro estudio se identificaron 25 especies de especies bentónicas del género *Nitzschia* presentes en sustratos sumergidos en diferentes puntos de la laguna (Herrera y Moreno 1989). Se ha reportado a *Nitzschia granulata*, *Nitzschia marginulata* y *Nitzschia panduriformes* que son especies de amplia distribución. También encontró a *Nitzschia dissipata*, *Nitzschia paradoxa*, *Nitzschia tenuis* y *Nitzschia tryblionella* que fueron poco abundantes.

Calidad del agua.

Contreras (2001) realizó un estudio sobre los nutrientes que hay en la Laguna de Tamiahua. Se ha encontrado que en Tamiahua la calidad del agua está fuertemente influenciada por la época de lluvias, que es cuando se han registrado altas concentraciones nutrientes. Algunas de las variables físico-químicas más importantes en este sistema son el oxígeno, la relación N:P, el pH y en particular los fosfatos. Se han registrado altos valores de oxígeno disuelto por lo que se ha considerado una laguna hiperóxica. Las altas concentraciones de oxígeno (6 a 7 mg/L), se han asociado a un patrón de circulación y de renovación de sus aguas interiores muy eficiente (Lara-Domínguez *et al.* 2011).

De acuerdo con los datos obtenidos de salinidad, la Laguna de Tamiahua es polihalina (20 a 30 ups) (Contreras 2001;

Lara-Domínguez *et al.* 2011). Se encuentra entre las lagunas costeras con amonio entre 0 a 5 $\mu\text{g-at/l}$, de 5 a 10 $\mu\text{g-at/l}$ de nitratos más nitritos y 0-5 $\mu\text{g-at/l}$ de fosfatos. Se ha encontrado una relación N:P>10 lo que indica que es un sistema con influencia marina (Contreras 2001). También se ha encontrado que su dinámica está fuertemente influenciada por las lluvias, principalmente el oxígeno y los nutrientes. Es un sistema eutrófico por las altas concentraciones de clorofila a (>5 mg/m^3) que se han registrado en un ciclo anual. Los máximos valores de clorofila pueden ocurrir en el verano, cuando se registran las mayores temperaturas del año (Salas-Pérez y González-Gándara 2016). Presenta problemas de contaminación principalmente de bacterias coliformes provenientes de asentamientos humanos, e incluso se reportan derrames de hidrocarburos (Lara-Domínguez *et al.* 2011).

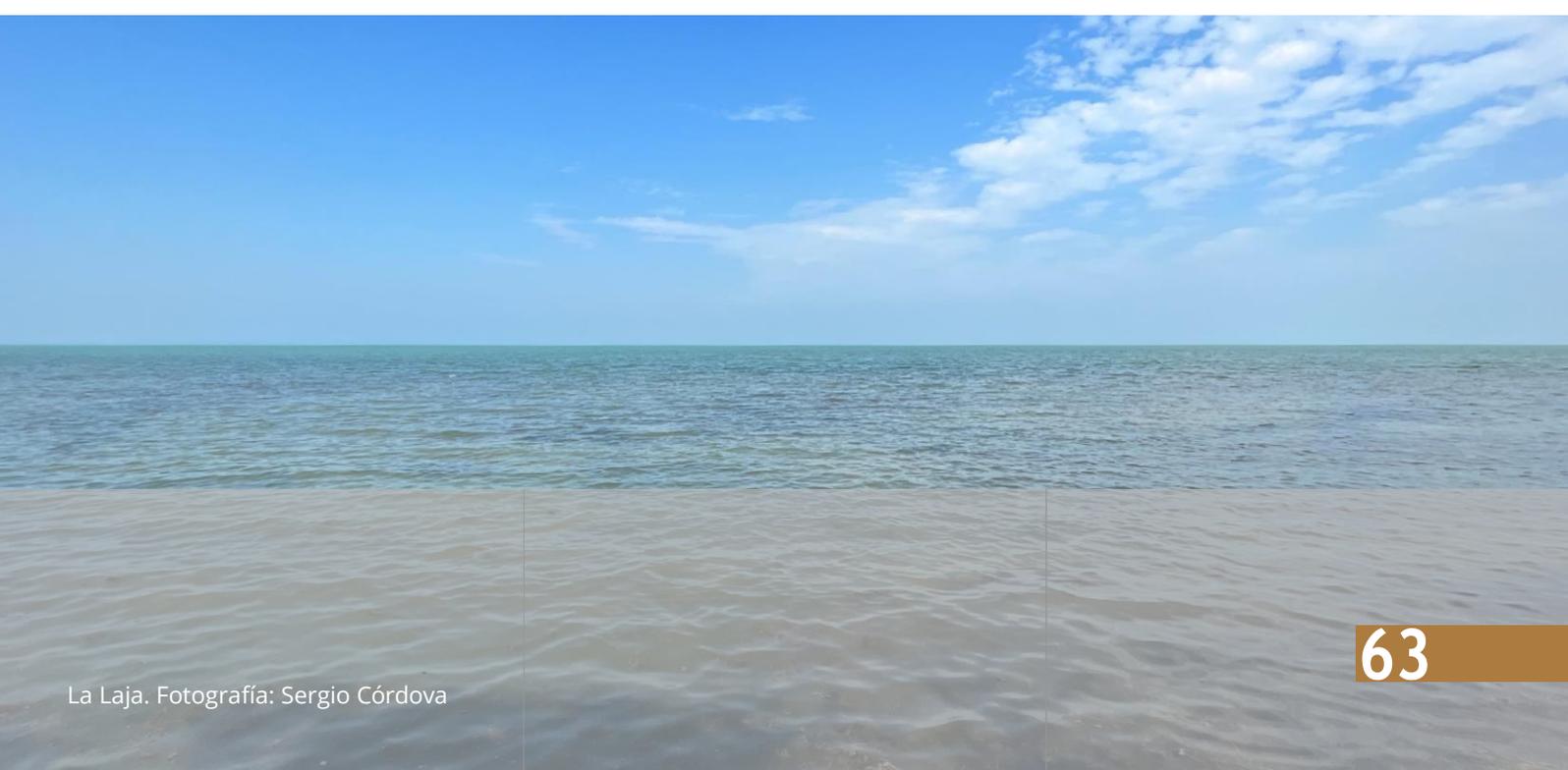


CARACTERIZACIÓN DE LOS ARRECIFES DE CORAL

En la costa norte del municipio se localiza el Sistema arrecifal Lobos-Tuxpan. Ortiz-Lozano y colaboradores (2013), en su clasificación de los arrecifes del sureste mexicano, mencionan que este sistema tiene seis arrecifes sumergidos y 4 emergidos. Particularmente en la costa de Tamiahua le corresponden cuatro estructuras arrecifales emergidas: Blanquilla, Medio, Lobos y Tanhuijo y dos estructuras sumergidas: Cabo Verde y Oro Verde. Los arrecifes denominadas Lobos, Medio y Blanquilla, en conjunto tienen una superficie total de 12 mil hectáreas, y los arrecifes Tuxpan, En Medio y Tanhuijo, en conjunto cuentan con una superficie de 17 mil hectáreas (CONANP 2014). La temperatura media anual es de 24.4 °C en la región del sistema. Sin embargo, la temperatura del agua en el sistema arrecifal va de los 30 °C en el verano y los 17° C en invierno (CONANP 2014).

El sistema arrecifal en su conjunto está compuesto por 28 especies de coral (Cuadro 11). Además de las especies coralinas, se tienen identificadas 1,110 especies de flora y fauna en los seis

arrecifes sumergidos (plataforma) del sistema arrecifal (González-Gándara *et al.* 2013). La diversidad biológica del arrecife es de gran importancia ya que se han registrado 18 especies de esponjas (13 familias; González-Gándara *et al.* 2009a), 299 especies de moluscos (Tunnell *et al.* 2007) y 155 géneros (González-Gándara *et al.* 2013) pertenecientes a 282 especies de peces (74 familias; González-Gándara *et al.* 2009b), lo que equivale al 31 % de la ictiofauna marina registrada en el sureste del Golfo de México (González-Gándara *et al.* 2013) y aproximadamente el 75 % con respecto al total registrado para los arrecifes de coral de la región (Whiters & Tunnell 2010). Cabe destacar que en el sistema arrecifal Lobos-Tuxpan se incluyen dos especies endémicas de Veracruz *E. jarocho* y *E. redimiculus* (González-Gándara *et al.* 2009b). Específicamente, el arrecife En Medio cuenta con 68 especies sésiles, siendo los corales los más dominantes, representando el 37.3 % de la cobertura de corales en el arrecife (Escobar-Vásquez y Chávez 2012). Las especies más importantes en cobertura son, *Oculina annularis*, *Colpophyllia natans* y *Pseudodiploria clivosa*, las cuales contribuyen con 20 % de la cobertura total (González-González *et al.* 2016).



Cuadro 11. Composición de especies de coral del arrecife Lobos-Tuxpan (Modificada de Ortiz-Lozano et al. 2013).

Familia	Especie
Acroporidae	<i>Acropora cervicornis</i>
	<i>Acropora palmata</i>
Agariciidae	<i>Agaricia agaricites</i>
	<i>Agaricia fragilis</i>
Mussidae	<i>Colpophyllia natans</i>
	<i>Diploria clivosa</i>
	<i>Diploria strigosa</i>
	<i>Manicina areolata</i>
	<i>Mussa angulosa</i>
	<i>Mycetophyllia daniana</i>
	<i>Mycetophyllia ferox</i>
	<i>Mycetophyllia lamarckiana</i>
<i>Scolymia cubensis</i>	
Pocilloporidae	<i>Madracis decactis</i>
Montastraeidae	<i>Montastraea annularis</i>
	<i>Montastraea cavernosa</i>
	<i>Montastraea faveolata</i>
	<i>Montastraea franksi</i>
Oculinidae	<i>Oculina diffusa</i>
	<i>Oculina varicosa</i>
Poritidae	<i>Porites astreoides</i>
	<i>Porites colonensis</i>
	<i>Porites divaricata</i>
	<i>Porites furcata</i>
	<i>Porites porites</i>
Siderastreidae	<i>Siderastrea radians</i>
	<i>Siderastrea siderea</i>
Astrocoeniidae	<i>Stephanocoenia intersepta</i>

■ Capítulo 4.

CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y PRESERVACIÓN DE ECOSISTEMAS COSTEROS

El complejo de laguna-dunas-humedales se considera como un Humedal Prioritario para la Distribución de Aves acuñaticas en México. Nawca (2021) reporta para la zona las siguientes poblaciones: *Mycteria americana* (Cigüeña americana) con más de 100,000 individuos, *Rynchops niger* (Rayador americano) con 2,857

ejemplares, *Pelecanus erythrorhynchos* (Pelícano blanco) con 7,143 ejemplares, *Anhinga anhinga* (Ahinga americana) con más de 50,000, *Eudocimus albus* (Ibis blanco) con más de 5,000, *Chlidonias niger* (Charrán negro) con más de 4,500 y *Thalasseus maximus* (Charrán real) con 1,000 ejemplares.



PLAYAS Y DUNAS COSTERAS

En general, se considera que las dunas del municipio de Tamiahua están en un estado de conservación considerado entre regular y malo (Figura 25). Esta zona es considerada de baja vulnerabilidad ya que las actividades humanas que se realizan en ella también son consideradas de bajo impacto, y por eso el sistema de dunas se mantiene relativamente estable (Martínez *et al.* 2006). Las dunas tienen una alta prioridad para su conservación, ya que se ubican dentro de la de la Región Terrestre Prioritaria para la conservación que se encuentra en la zona costera del estado (RTP 103 Laguna de Tamiahua), así como en la Región Marina Prioritaria (RMP 47) para la conservación (Pueblo Viejo- Tampico Alto), según la clasificación

de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Arriaga 2000a 1998).

Las dunas de esta zona albergan selvas y bosques que ya han desaparecido de otras regiones costeras de Veracruz, como son las selvas de uvero y las selvas de zapote.

En esta región también se encuentran sitios Ramsar de la Laguna de Tamiahua (1596), cuya ficha se actualizó recientemente, y Manglares y Humedales de Tuxpan (1602). Finalmente, cabe recalcar que también se localiza el sistema arrecifal Lobos-Tuxpan, lo que la hace una zona de mayor relevancia ecológica. Por otro lado, el índice Re-Duna revela que existe heterogeneidad en las condiciones de conservación de las playas (Lithgow *et al.* 2015).

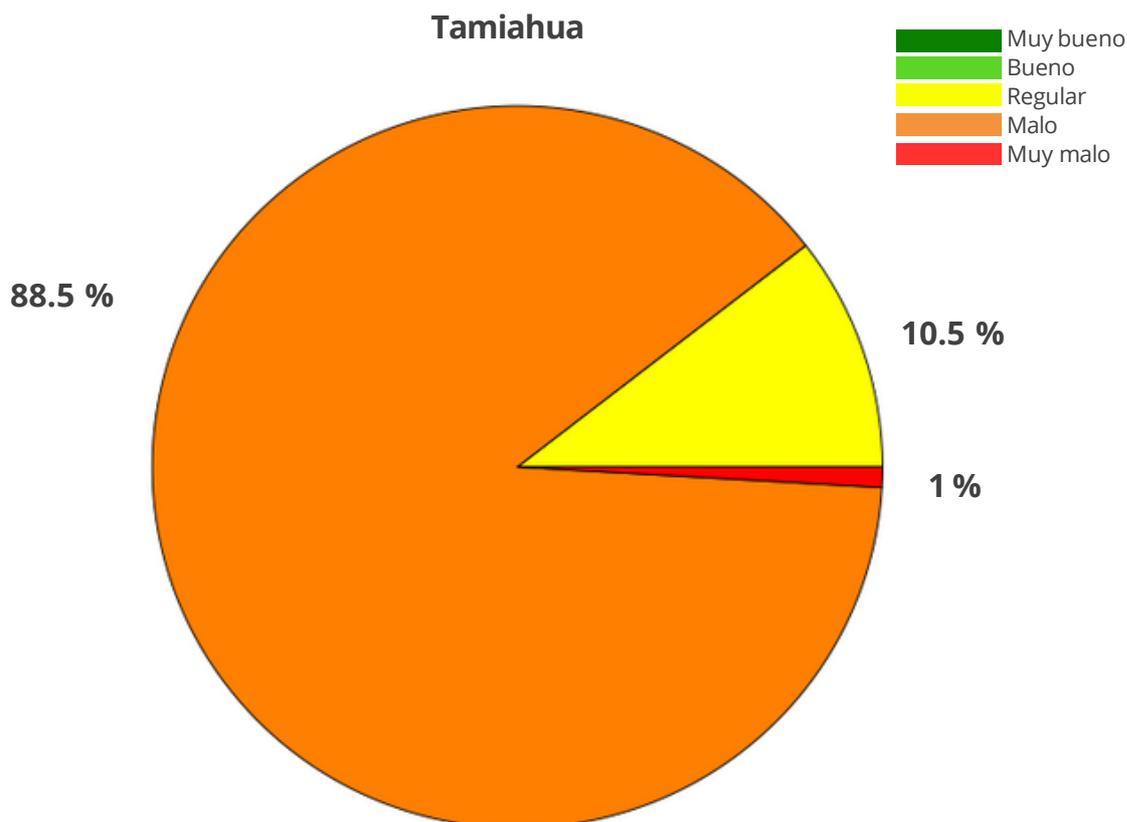


Figura 25. Estado de conservación de las dunas costeras del municipio de Tamiahua, con base en el diagnóstico de Martínez *et al.* (2014).

MANGLARES

La conservación del sistema de manglar que se localiza en este municipio (Laguna de Tamiahua y Estero Majahual) se encuentra amenazada por los cambios en el uso de suelo de las actividades agropecuarias, de la contaminación de los vasos por actividades petroleras (tanto de pozos activos como de líneas de conducción en desuso), así como de la sobreexplotación de madera de mangle y de pesca (López-Portillo *et al.* 2011).

Por su riqueza biológica esta región está incluida en la Región Terrestre Prioritaria Laguna de Tamiahua (RTP 103) y la Región Marina Prioritaria Pueblo

Viejo-Tamiahua (RMP 47). Además, constituye el sitio Ramsar 1596. También se tiene al arrecifal Lobos-Tuxpan, que tiene influencia directa con la corriente del río Tuxpan.

El manejo de mangle blanco para las charangas o tapos es tradicional y se refleja en la forma de crecimiento de los árboles que forman "varales" es decir árboles con muchos tallos de diámetros de 2.5 a 5 cm que ramifican desde la base o desde una altura de corte no mayor de 1 m. El efecto de este tipo de manejo debe evaluarse ya que si hay sobre explotación podría afectar la regeneración de los manglares al generar una reducción de este recurso.



HUMEDALES

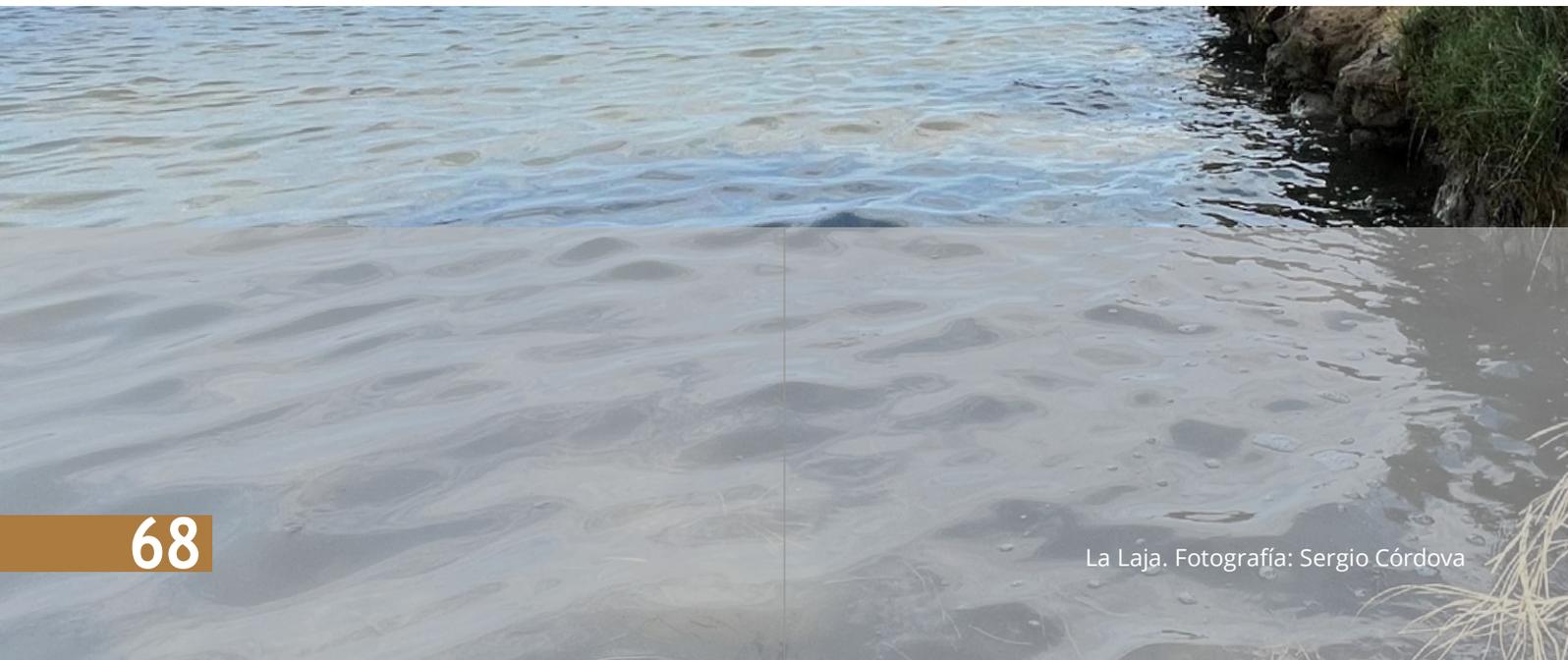
Los humedales costeros de agua dulce como juncales, carrizales y popales y los humedales salobres como espartales forman parte de la franja de vegetación que rodea y mantiene el agua de la laguna de Tamiahua. Son zonas de amortiguamiento frente a las escorrentías y sus arrastres de sedimentos, nutrientes y otros contaminantes que bajan de tierra adentro. Proporcionan el servicio ecosistémico de depuración de agua a través de la retención de sedimentos finos -previniendo la colmatación- y la depuración de nutrientes. Contribuyen a los hábitats, zonas de refugio y nidación y proporcionan nutrientes a la laguna favoreciendo la presencia de muchas especies sobre todo de aves. Así mismo, este ecosistema proporciona alimento, empleo y recreación a las poblaciones que lo rodean.

La conservación de humedales de agua dulce debe ser una prioridad estatal y nacional por su alta biodiversidad y por los servicios ecosistémicos que proporcionan. En esta zona quedan manchones de selvas inundables de ébano, las cuales han desaparecido de otras zonas costeras de Veracruz, por el

valor de su madera. Se entremezclan con otros bosques y selvas de dunas y humedales herbáceos de agua dulce, por lo que la región es de gran valor ecológico. Algunas de estas comunidades deben no solo protegerse sino ampliar la superficie que ocupan, restaurándolas.

Es importante eliminar contaminantes del río y reforestar las orillas del mismo, con manglar (*Rhizophora mangle*) en las zonas más salinas y tule (*Typha domingensis*) donde es ligeramente salino, así como con árboles nativos de humedales, selvas inundables y bosques ribereños en las zonas de agua dulce (*Salix humboldtiana*, *Pachira aquatica*, entre otras).

La ganadería extensiva es el principal agente que modifica a nivel local y a nivel de Cuenca y regional las zonas que alimenta la laguna de Tamiagua y hay extensas zonas modificadas para pastizales. El crecimiento urbano de algunas zonas incrementará la demanda de agua potable y por lo tanto se reducirán los aportes a la laguna, Y aumentará la descarga de aguas negras residuales a los humedales propiciando mayor autorización del cuerpo lagunar especialmente en la desembocadura de ríos y arroyos se requiere transitar hacia una ganadería sustentable y recuperar extensiones de vegetación de Humedales.



LAGUNAS COSTERAS Y ESTEROS

La laguna es alimentada por los Ríos Cucharas, San Diego, Tancochín y Pánuco, de este último por medio del canal artificial intercostero Chijol (construido a principios del siglo pasado). La laguna posee un sistema de inundación periódica por efecto de las mareas y las lluvias que ocasionan el desbordamiento del Río Pánuco y por las crecientes de los afluentes que lo alimentan. Se desconoce la magnitud de los aportes de aguas subterráneas a las áreas de manglar.

El estero Majahual perteneciente a este municipio presenta su máximo embalse en época de lluvias y debido a mareas de tormenta. Recibe aportaciones de agua dulce a través de numerosos esterillos y arroyos intermitentes, así como del canal intercostero, que lo comunica con estero Boca de Corazones (Boca de Tamiahua) por donde penetra la cuña salina; por las características del sitio, los aportes de agua del subsuelo al manglar pueden ser importantes en forma estacional. Una de las principales amenazas son las actividades agropecuarias y uso de la madera para la construcción de artes de pesca.



Capítulo 5.

DIAGNÓSTICO Y ZONIFICACIÓN

La costa de Tamiahua puede ser dividida en dos celdas litorales (Figura 4). Dicha división facilita la planeación y la implementación de acciones de manejo integral. Sus celdas fueron delimitadas con la evaluación de sus características físicas, geomorfológicas y biológicas. En esta región, las actividades realizadas se consideran de bajo impacto, por lo que

se pueden favorecer acciones para preservar la dinámica sedimentaria de los ecosistemas (humedales herbáceos, relictos de selvas inundables, manglares, playas y dunas).

En el Cuadro 12 se muestra un resumen de las principales características de la zona costera del municipio de Tamiahua, donde se describen los rasgos generales, la presencia de infraestructura, así como la síntesis diagnóstica de la situación en general de la costa del municipio. Posteriormente, en el Cuadro 13, se muestra a manera de semáforo los usos para los que esta costa puede ser apta y no apta.

Cuadro 12. Síntesis diagnóstica de la zona costera del municipio de Tamiahua

OBSERVACIONES

- Forma parte de un sitio Ramsar, por lo que se debe tomar en cuenta su plan de manejo para asegurar la compatibilidad con cualquier actividad.
- La costa del municipio es del tipo arenoso, compuesto por playas bajas. Las dunas costeras están representadas por cordones de dunas frontales.
- Es uno de los sistemas de dunas más extensos del estado, abarca una superficie de 12,890 ha y una longitud sobre la línea de costa de 35 km. Las dunas pueden extenderse hasta 5.6 km desde la línea de costa hasta arriba adentro.
- Las dunas del municipio son, en su totalidad, del tipo de duna frontal.
- El transporte de sedimentos predominante se ha modificado de manera artificial de norte a sur y su equilibrio dinámico se ha conservado. Presenta sedimentos arcilloso franco a arcilloso-limoso, con contenido variable de arenas, así como lagunares y autóctonos formados por vegetación.
- El estado de conservación de la zona costera es regular, sin embargo, alberga manchones de selvas sobre dunas costeras y selvas inundables que ya han desaparecido de otras regiones de Veracruz.
- A pesar de su transformación en potreros la interconexión entre dunas y humedales y los complejos vegetales que se forman son de gran valor paisajístico y ecológico.
- Encuentran refugio y alimento poblaciones importantes de aves protegidas y/o emblemáticas.

Cuadro 12. Semáforo de acciones para la zona costera del municipio de Tampico Alto, para las dos celdas litorales mostradas en la figura 2. Nota: El equilibrio de la zona costera se refiere a la ocurrencia de procesos de erosión o acreción, y no necesariamente se relaciona con el deterioro ambiental. Por ejemplo, puede haber una zona con erosión donde los ecosistemas estén bien conservados.

SEMÁFORO DE ACCIONES		Celda 1 (norte)	Celda 2 (sur)
		De alto riesgo de inundación y fragilidad de dunas y humedales	Moderadamente restringidos
VALORES	GEOMORFOLÓGICOS	Alta restricción: Sistema de dunas costeras más extenso del estado, entremezclado con humedales	Alto: Dunas móviles y estabilizadas de alto valor geomorfológico
	ECOLÓGICOS	Medio: Baja cobertura vegetal con especies endémicas. Contiene manchones de selvas y bosques sobre dunas y de selvas inundables de gran valor. Presenta humedales de agua dulce herbáceos y arbóreos	Medio: en las dunas estabilizadas existen fragmentos de matorral costero y selva baja, relictos de este tipo de vegetación sobre dunas. Presenta humedales de agua dulce herbáceos y arbóreos
PROBLEMÁTICA	EROSIÓN	Baja erosión	Baja erosión: Dunas móviles que aportan arena para evitar erosión de playas
	ASENTAMIENTOS AFECTADOS	Ninguna	
	INFRAESTRUCTURA DE PROTECCIÓN	Nulo	

MANEJO DE LA ZONA MARINA, PLAYA, DUNAS Y HUMEDALES DE AGUA DULCE

A continuación, se enlistan algunas recomendaciones particulares para cada uno de los ecosistemas costeros presentes en el municipio (zona marina, manglares

humedales de agua dulce, dunas, entre otros). Además, se proponen acciones de manejo que son consideradas como aptas y no aptas para la zona.

ZONA MARINA

ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

- ♦ Pesca extractiva.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

- ♦ Deportes acuáticos, cultivo parcial de fauna de interés comercial como pulpos, ecoturismo.

MANEJO - APTO:

- ♦ Apto para nadar con precauciones en invierno y durante huracanes.
- ♦ Se permiten deportes acuáticos. Si se construye un muelle este debe estar piloteado en toda su extensión.
- ♦ Se debe establecer un plan de manejo de pesca responsable y sustentable acordado con la cooperativa.

MANEJO NO APTO

- ♦ No se permite la construcción de espigones, escolleras, muelles de madera, puertos.
- ♦ Se debe monitorear el funcionamiento de los rompeolas y buscar alternativas para recuperar la playa, que pueden incluir hasta la reubicación o retiro de infraestructura.
- ♦ Analizar las dunas que requieren acciones de restauración, e implementarlas.

PROTECCIÓN:

- ♦ La zona del arrecife requiere un manejo adecuado para garantizar su protección.

ZONA DE PLAYA Y DUNAS FRONTALES

ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

- Restaurantes rústicos y permanentes, hotelería, asentamientos urbanos.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

- Proyecto de restauración de playas, restaurantes móviles sobre la playa y deportes de playa.

MANEJO - APTO:

- Delimitar la zona bajo administración de ZOFEMAT (Zona Federal Marítimo Terrestre) tomando en cuenta tasas de erosión y haciendo público el resolutivo a lo largo de los 27 km de costa.
- Las nuevas construcciones deben hacerse sobre pilotes considerando los niveles de desplante mínimos establecidos en este documento.
- Se permite construcción de infraestructura de material degradable y piloteadas (Ej: casas tipo palafito o andadores) por detrás de la cara posterior del primer cordón y evitando la invasión sobre la corona o cresta de estas dunas.
- Estas construcciones no deben talar o alterar las selvas y vegetación de dunas y humedales.
- Se procurará que la orientación de las construcciones disminuya la superficie de choque del viento. Se recomienda orientarlas en sentido que genere la mínima resistencia al viento (norte-sur).
- Cuando se utilice cimentación directa para edificar, se permite la construcción de infraestructura solo si la pendiente del terreno es menor a 20° a una distancia de 100 m de la cresta del primer cordón de dunas, sin alterar vegetación selvas y bosques de dunas y humedales.
- Se deben tener estudios de impacto hidrológico para estos desarrollos que garanticen que se mantiene el afloramiento de agua dulce y por lo tanto los humedales.
- Establecer accesos a la playa e inscribirlos en actas en el cabildo municipal.

MANEJO - NO APTO:

- Debido a la presencia de erosión, la playa no es apta para construcción en los primeros 20 m de zona federal.
- No introducir especies exóticas e invasoras.
- No se permite el tránsito vehicular por la playa o estacionarse en la misma.
- No se permite el aplanamiento de la playa.
- No se debe hacer ningún tipo de intervención en las zonas de alimentación y refugio de las especies de aves de valor en la zona, enlistadas en la FIR del sitio Ramsar.
- Actividades que degraden o deterioren las dunas y los humedales.

CONSERVACIÓN Y/O RESTAURACIÓN:

- La playa debe ser conservada para proteger tanto a los ecosistemas como a los habitantes.
- Investigación y monitoreo.
- El ecoturismo y construcciones turísticas de baja densidad sobre pilotes son posibles.

PROTECCIÓN:

- Se deben proteger las dunas frontales que aún están sin impacto por las actividades humanas.
- El agua dulce acumulada en el subsuelo tiene como fuente principal las lluvias, por lo que deben generarse estudios que garanticen que actividades turísticas potenciales no la contaminen o reduzcan y como consecuencia se afecten los humedales.

DUNAS TRANSGRESIVAS Y PARABÓLICAS

ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

- Ecoturismo, ganadería de baja densidad, agricultura.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

- Pastoreo bajo plan de manejo, turismo sustentable, ecoturismo, deportes sobre arena, a excepción de vehículos (cuatrimotos, jeeps, etc.). Se requiere calcular la capacidad de carga para el pastoreo del ganado y para los deportes sobre arena.

MANEJO - APTO:

- Se permite el establecimiento de estructuras temporales como camastros y casas de campaña para actividades de ecoturismo, sobre palafitos.
- Debe haber un manejo de agua de deshecho y basura que no impacte los ecosistemas.

MANEJO - NO APTO:

- En dunas mayores a 6 m de altura con cobertura vegetal menor al 90 % no se debe permitir la construcción de infraestructura temporal o permanente, que ponga en riesgo su estabilidad.
- En dunas móviles que sirven de fuente de arena para las playas o para otros sistemas no se debe construir.
- Extracción de agua de los humedales
- Tala de vegetación arbórea o arbustiva

CONSERVACIÓN:

- Zona con alto valor ecológico y geomorfológico, debe permanecer inalterado por el establecimiento de infraestructura permanente o temporal o cualquier tipo de actividad que ponga en peligro su riqueza.
- Se permite ecoturismo y construcciones turísticas de baja densidad sobre pilotes.

PROTECCIÓN:

- Se debe priorizar la conservación de campos dunares que alimentan la playa donde se desarrollan actividades turísticas y protegen de los vientos del norte.

MANGLARES

ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

- Pesca.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

- Ecoturismo.

MANEJO - APTO:

- Construcción de caminos con pasos de agua frecuentes y de preferencia sobre pilotes.
- Construcción y mejoramiento de carreteras con pasos de agua frecuentes y de preferencia sobre pilotes.
- Se permite el establecimiento de embarcaderos rústicos.
- Promover el establecimiento de Unidades de Manejo para la conservación de la Vida Silvestre (UMAs) para extracción de materiales para artesanías, construcción, crianza de especies acuáticas, etc. Esto siempre deberá realizarse cuando exista el permiso por parte de SEMARNAT.

MANEJO - NO APTO:

- Cambio de uso de suelo, eliminando el ecosistema original.
- Introducción de especies exóticas e invasoras.
- Establecimiento de caminos que obstruyan flujos de agua. Especialmente aquellos que alimentan a los manglares y humedales de la zona.
- En zonas de manglar (actual o pasada) no se permite la construcción de infraestructura permanente.

RESTAURACIÓN:

- Propiciar esta actividad cuando sea necesario con uso de especies nativas.

CONSERVACIÓN:

- Se permite investigación y monitoreo. - Se permite ecoturismo y construcciones turísticas de baja densidad sobre pilotes. - Se deben impulsar acciones de restauración del manglar en las zonas donde se requieren.

PROTECCIÓN:

- Evitar la tala de manglares, ya que protegen contra las inundaciones y son sumideros de carbono.

HUMEDALES DE AGUA DULCE

ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

- Pastoreo.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

- Ecoturismo, pastoreo de baja densidad (una cabeza por hectárea), permitiendo el uso de algunos humedales como jagüeyes, pero protegiendo los más valiosos.

MANEJO - APTO:

- Impulsar la delimitación de los humedales por parte de CONAGUA haciendo público el resolutivo.
- Accesos por medio de pasarelas que no interrumpen los flujos de agua y cualquier edificación debe ser de madera y sobre pilotes.
- Caminos y/o carreteras con pasos de agua frecuente y sobre pilotes.
- Creación de humedales artificiales para limpiar el agua.
- UMAs para extracción de materiales para artesanías, construcción, etc. Cuando exista el permiso por parte de SEMARNAT.
- Ganadería de baja intensidad (una cabeza por hectárea), sin modificar la hidrología o composición florística del humedal.
- Controlar la extracción de agua dulce para actividades turísticas y monitorear los niveles para asegurar la permanencia de los humedales.

MANEJO - NO APTO:

- Construcción de drenajes que des sequen humedales, canalización, o relleno de humedales.
- Introducción de especies exóticas e invasoras.
- Establecimiento de caminos que obstruyan el flujo de agua que alimenta a manglares y humedales de la zona.
- En zonas de humedales (actual o pasada) no se permite la construcción de infraestructura permanente.
- Uso de agroquímicos en cultivos y zonas de pastoreo ubicadas sobre humedales.

RESTAURACIÓN:

- Se deben impulsar acciones de restauración de selvas inundables, popales y tulares en las zonas donde están degradados.
- Recuperar el gradiente manglar-selva inundable.

CONSERVACIÓN:

- Se deben proteger los últimos relictos de selvas inundables que existen en este municipio.

LAGUNAS COSTERAS Y ESTEROS

ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

- ♦ Pesca.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

- ♦ Pesca, acuacultura, ecoturismo.

MANEJO - APTO:

- ♦ Delimitar la zona bajo administración de ZOFEMAT haciendo público el resolutivo.
- ♦ Pesca en lagunas y canales, por ejemplo, de camarón de río.
- ♦ UMAs de tortugas de agua dulce, cocodrilos y otras especies silvestres de humedales.
- ♦ Establecimiento de embarcaderos rústicos.
- ♦ Establecimiento de actividades de acuacultura con tratamiento de agua de desecho con niveles de calidad de agua de acuerdo con la normatividad vigente.

MANEJO - NO APTO:

- ♦ Modificación permanente de la dinámica de apertura de la boca, a menos que se demuestre mediante un estudio de modelación del intercambio de agua y sedimentos.
- ♦ Dragado de cuerpos de agua, a menos que se demuestre la necesidad por medio del estudio ambiental correspondiente.
- ♦ Desagüe de aguas residuales de ningún tipo sin tratamiento previo. Introducción de especies exóticas e invasoras.

RESTAURACIÓN:

- ♦ Se deben impulsar acciones de restauración de pastos marinos y calidad de agua en las zonas donde se requiere.

CONSERVACIÓN:

- ♦ Promover la investigación y monitoreo que permitan proveer información para la toma de decisiones.
- ♦ Ecoturismo y construcciones turísticas de baja densidad sobre pilotes.
- ♦ Riego por goteo en las orillas.
- ♦ Se debe impulsar en conjunto con CONAGUA la depuración del agua, evitando el vertimiento de aguas negras en los ríos y arroyos que desembocan en la costa.
- ♦ Conjuntamente con CONAGUA se deben desazolvar los canales de navegación en el estero y el río, para dar vida al mismo, tanto económica como de recreación.
- ♦ La apertura o cierre de las barras deben ser de acuerdo con su dinámica natural.

RESUMEN DE RECOMENDACIONES DE MANEJO RELEVANTES

RECOMENDACIONES GENERALES

1. No introducir especies exóticas ni invasoras.
2. Facilitar actividades de investigación y monitoreo.
3. Regular y controlar los cambios de uso de suelo y la pérdida de ecosistemas naturales.
4. Fortalecer y fomentar actividades de educación ambiental.
5. No alterar los flujos de sedimentos y de agua.



PLAYAS Y DUNAS COSTERAS

- ◆ Hay playas y zonas de dunas con potencial de desarrollo de densidad baja y media, pero debe ser bajo normas estrictas de construcción que garanticen la conservación de la playa y den vida al proyecto por varias decenas de años a pesar de la alta erosión que existe.
- ◆ Se permite el proyecto de restauración de playas, restaurantes móviles sobre la playa y deportes de playa
- ◆ Las nuevas construcciones deben hacerse sobre pilotes considerando los niveles de desplante mínimos establecidos en este documento.
- ◆ Se permite construcción de infraestructura de material degradable y piloteadas (Ej: casas tipo palafito o andadores) por detrás de la cara posterior del primer cordón y evitando la invasión sobre la corona o cresta de estas dunas.
- ◆ Se procurará que la orientación de las construcciones disminuya la superficie de choque del viento. Se recomienda orientarlas en sentido que genere la mínima resistencia al viento (norte-sur).
- ◆ Cuando se utilice cimentación directa para edificar, se permite la construcción de infraestructura solo si la pendiente del terreno es menor a 20° a una distancia de 100 m de la cresta del primer cordón de dunas.
- ◆ Establecer accesos a la playa e inscribirlos en actas en el cabildo municipal.
- ◆ Debido a la presencia de erosión, la playa no es apta para construcción en los primeros 20 m de zona federal.
- ◆ No se deben introducir especies exóticas e invasoras.
- ◆ No se debe realizar tránsito vehicular por la playa o estacionarse en la misma.
- ◆ Las playas no deben ser aplanadas, para mantener su funcionalidad.
- ◆ La playa debe ser conservada para proteger tanto a los ecosistemas como a los habitantes.
- ◆ Fomentar actividades de investigación y monitoreo.
- ◆ El ecoturismo y construcciones turísticas de baja densidad sobre pilotes son deseables.

MANGLARES

1. Delimitar la zona federal considerando que los 20 m de distancia deben ser a partir del nivel máximo de embalse del estuario u otro cuerpo de agua.
2. Cualquier obra o intervención debe comprometerse a mantener el flujo hídrico desde y hacia el manglar.
3. Evitar el desmonte de los manglares en las colindancias con los potreros.
4. Evitar la ampliación de los potreros a costa de los manglares colindantes.
5. Recuperar la cobertura vegetal original en sitios perturbados. Reforestar las orillas de ríos, lagunas y esteros para recuperar y mantener o mejorar la calidad del agua.
6. Integrar a las comunidades locales a los proyectos de rehabilitación hidráulica y de restauración de manglar.
7. No verter aguas negras o grises en el cuerpo de agua sin haberlas tratado previamente. Promover la instalación de una infraestructura para el tratamiento de las aguas y desechos sólidos que sea proporcional al tamaño de los asentamientos humanos para dar atención adecuada a este problema crónico.
8. Evitar las modificaciones artificiales en el flujo de sedimentos.
9. Realizar solo pesca de bajo impacto y promover la construcción de muelles de calidad que permitan el libre flujo de agua.
10. Fortalecer la legislación relativa a la protección de flora y fauna en los manglares (por ejemplo, prohibir la cacería o la colecta de organismos que suelen venderse ilegalmente, como pericos o serpientes).

HUMEDALES

Se deben conservar los gradientes de manglares y humedales de agua dulce alrededor de los ríos y esteros, ya que ayudan a la contención de inundaciones. Se deben conservar los complejos de dunas y humedales característicos de esta isla de barrera. No se deben desecar humedales ni obstruir los flujos de agua para un futuro desarrollo turístico de muy baja densidad, sino buscar las zonas más altas. Se debe garantizar suficiente agua en el manto freático para garantizar la permanencia de los humedales.

LAGUNAS COSTERAS Y ESTEROS

1. Evitar la apertura de canales y construcción de puentes, carreteras, ductos y terraplenes ya que pueden cambiar los patrones hidrológicos y favorecer el azolvamiento.
2. No permitir el vertimiento de desechos agrícolas, industriales y urbanos sin tratamiento a los ríos que drenan la laguna para evitar su contaminación y eutrofización.
3. No permitir la extracción de agua del subsuelo para la agricultura.
4. Un impacto que tendría que regularse es que se ha detectado la alteración del hidroperiodo por los pescadores, ya que deciden cuando abrir la boca de conexión de la laguna y no de manera natural, repercutiendo directamente en el período de inundación en las áreas de manglar.
5. Regular el impacto turístico y la presión del sector pesquero sobre el ostión y robalo.

BIBLIOGRAFÍA

- ♦ Arriaga-Cabrera, L., Vázquez-Domínguez, E., González-Cano, J., Jiménez-Rosernberg, R., Muñoz-López, E., Aguilar-Sierra, V. (coords.). 1998. Regiones Marinas Prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. (<http://www.conabio.gob.mx>).
- ♦ Arriaga-Cabrera, L., Espinoza, J.M., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L., y Loa, E. (coord.). 2000a. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México. (<http://www.conabio.gob.mx>).
- ♦ Avendaño, S.H. 1972. Contribución al conocimiento de las diatomeas (Chrysophytas: Bacillariophyceae), del plancton de Tamiahua, Ver., México. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. 47 pp.
- ♦ Bautista, G., Silva, R., y Salles, P. 2003. Predicción de marea de tormenta generada por ciclones tropicales. *Revista de Ingeniería Hidráulica*, 18: 5-19 pp.
- ♦ Basañez-Muñoz, A. J. 2005. Características estructurales y usos del manglar en el ejido Cerro de Tumilco, Tuxpan, Veracruz. México. *Revista UDO Agrícola*, 6(1): 114-120 pp.
- ♦ Botello, F.J., Illoldi, P., Linaje, M., Monroy, G., y Sánchez-Cordero, V. 2005. Nuevos registros del tepezcuintle (*Agouti paca*), para el norte del estado de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 76:103-105 pp.
- ♦ Bulit, C., y Signoret, M. 1988. Phytoplankton distribution and tidal currents in a tropical coastal lagoon. Distribución del fitoplancton y corrientes mareales en una laguna costera tropical. 23rd European Marine Biology Symposium. Poster Abstract. Swansea, 5th-9th September. 4. En: Castañeda L. O. y F. Contreras E. 1995. Ecosistemas costeros mexicanos. UAMI- CONABIO. CD ROM.
- ♦ Castillo, S., y Moreno-Casasola, P. 1996. Coastal sand dune vegetation: an extreme case of species invasion. *Journal of Coastal Conservation*, 2: 13-22 pp.
- ♦ Castillo, S., y Moreno-Casasola, P. 1998. Análisis de la flora de dunas costeras del litoral atlántico de México. *Acta Botánica Mexicana*, 45: 55-80 pp.
- ♦ Castillo-Campos, G., y Travieso-Bello, A.C. 2006. La flora. En: Moreno-Casasola P. (Ed.). *Entornos veracruzanos: la costa de La Mancha*. Instituto de Ecología. Xalapa, Veracruz, 171-204 pp.
- ♦ Castillo-Campos, G., P. Moreno-Casasola y J. Laborde Dovalí. 2016. Bosques y selvas en las dunas. En: Moreno-Casasola, P. (Ed.) *Servicios ecosistémicos de selvas y bosques costeros de Veracruz*. Costa Sustentable no 8. INECOL-ITTO-CONAFOR-INECC, Xalapa. 60-75 pp.
- ♦ CONAPESCA y SAGARPA, 2008. Manifestación de impacto ambiental, modalidad particular para la rehabilitación y prolongación de escolleras y dragado en la boca de Tampachiche, Laguna de Tamiahua, Veracruz. 167 pp.
- ♦ CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social). 2020. Indicadores de pobreza, pobreza por ingresos, rezago social y gini 2020 (municipal). <https://datos.gob.mx/busca/dataset/indicadores-de-pobreza-pobreza-por-ingresos-rezago-social-y-gini-2020-municipal>
- ♦ Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) 2014. Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 180 pp.
- ♦ Contreras, E.F. 2001. Caracterización de lagunas costeras mexicanas a través de variables ecológicas seleccionadas. Tesis de doctorado. Doctorado en Ciencias Biológicas. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana. Mexico.
- ♦ Cruz-Orozco, R. 1968. Geología marina de la laguna de Tamiahua, Ver., México. *Bol. Inst. Geol. UNAM*. 88: 1-47 pp.
- ♦ Díaz-Ruiz, S., Aguirre-León, A., y Pérez-Solís, O. 2000. Distribución y abundancia de *Syngnathus louisianae* y *Syngnathus scovelli* (Syngnathidae) en la Laguna de Tamiahua, Golfo de México. *Ciencias Marinas*, 26 (1): 125-143 pp.
- ♦ Escobar-Vásquez, C. y Chávez, E. 2012. Coral community structure at Isla Lobos reef, Gulf of Mexico. *Proceedings of the 12th International Coral Reef Symposium*, Cairns, Australia.
- ♦ Figueroa-Torres, M. G., y Weiss-Martínez, I. 1999. Dinoflagelados (Dinophyceae) de la laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Revista de biología tropical*, 47(S1), 43-46 pp.

- ♦ Franco-López J. y Chávez-López, R. 1992. Síntesis sobre el conocimiento de la inctiofauna de la laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Hidrobiológica*, 4: 53-63.
- ♦ García-Franco, J.G. 1996. Distribución de epifitas vasculares en matorrales costeros de Veracruz, México. *Acta Botánica Mexicana*, 37: 1-9 pp.
- ♦ Gómez-Aguirre, S. 1988. Dinoflagelados de la laguna de Tamiahua durante el período Abril de 1984-Abril de 1986. Res. II SOMPAC. 53 pp. En: Castañeda L. O. y F. Contreras E. 1995. Ecosistemas costeros mexicanos. UAMI- CONABIO. CD ROM.
- ♦ González-Gándara, G., A. Patiño-García¹, U. Asís-Anastasio¹, A. Serrano¹ y P. Gómez. 2009a. Lista de esponjas marinas asociadas al arrecife Tuxpan, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80: 1- 5 pp.
- ♦ González-Gándara, G., M. de L. Lozano-Vilano, V. de la Cruz-Francisco y C. Domínguez-Barradas. 2009b. Peces del Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, Veracruz, México. *Universidad y Ciencia*, 28(2):191-208 pp.
- ♦ González-Gándara, G., Lozano-Vilano, M. de L., De la Cruz-Francisco, V., y Domínguez-Barradas, C. 2013. Peces del Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, Veracruz, México. *Universidad y Ciencia*, 29 (2), 191-208 pp.
- ♦ González-González, M., de la Cruz-Francisco, V. Morales-Quijano, I. y Orduña-Medrano, R.E. 2016. Diversidad y cobertura de la comunidad bentónica del arrecife Enmedio, Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan, México. *Rev. Mar. Cost.* 8(2): 47-65 pp.
- ♦ Herrera, G., J. E., y Moreno, J. R. 1989. Análisis de las diatomeas bénticas del género *Nitzschia* (Hassall) en la laguna de Tamiahua, Veracruz. Res. IV SOMPAC. En: Castañeda L. O. y F. Contreras E. 1995. Ecosistemas costeros mexicanos. UAMI- CONABIO. CD ROM.
- ♦ INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2018. Uso de Suelo y Vegetación. Serie V 1:250 000. INEGI-Dirección General de Geografía.
- ♦ INEGI. 2020. Censo de Población. Vivienda 2020. Resultados definitivos. México (2021).
- ♦ Lara-Domínguez, A.L., Contreras, E., F., Castañeda-López, O., Barba-Macías, E., y Pérez-Hernández, M.A. 2011. Lagunas costeras y estuarios.
- ♦ López-Portillo, J., Martínez, M.L., Hesp, P.A., Hernández Santana, J.R., Vásquez-Reyes, V.M., Gómez Aguilar, L.R., Méndez Linares, A.P., Jiménez-Orocio, O.A. y Gachuz Delgado, S. 2011. Atlas de las costas de Veracruz: manglares y dunas. Secretaría de Educación y Cultura del estado de Veracruz.
- ♦ Martínez, M.L., Moreno-Casasola, P., Espejel, I., Jiménez-Orocio, O., Infante-Mata, D. y Rodríguez-Revelo, N. 2014. Diagnóstico de las dunas costeras de México. CONAFOR. Guadalajara, Jalisco, 350 pp.
- ♦ Moreno-Casasola, P., Van Der Maarel, E., Castillo-Argüero, S., Huesca, M.L., y Pisanty-Baruch, I. 1982. Ecología de la vegetación de dunas costeras: estructura y composición en el Morro de La Mancha, Ver. I. *Biótica*, 7:491-526 pp.
- ♦ Moreno-Casasola, P., Espejel, I., Castillo-Argüero, S., Castillo-Campos, G., Durán, R., Pérez-Navarro, J.J., León, J.L., Olmsted, I., y Trejo-Torres, J. 1998. Flora de los ambientes arenosos y rocosos de las costas de México. En: Halffter, G.E. (Ed.). *Diversidad Biológica de Iberoamérica*. Vol. II. *Acta Zoológica Mexicana*, nueva serie. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Veracruz, 177-258 pp.
- ♦ Moreno-Casasola, P., Cejudo-Espinosa, E., Capistrán-Barradas, A., Infante-Mata, D., López-Rosas, H., Castillo-Campos, G., Pale-Pale, J., y Campos-Cascaredo, A. 2010. Composición florística, diversidad y ecología de humedales herbáceos emergentes en la planicie costera central de Veracruz, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 87: 29-50 pp.
- ♦ Moreno-Casasola, P., Castillo-Argüero, S., y Martínez-Vázquez, M.L. 2011. Flora de las playas y los ambientes arenosos (dunas) de las costas. En: Cruz-Angón, A. (Ed.). *La biodiversidad en Veracruz: estudio de estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C. México, 229-238 pp.
- ♦ Moreno-Casasola, P., Castillo Campos, G., Infante Mata, D.M., Cázares Hernández, E., Aguirre León, G., González-García, F., y Gerwert Navarro, M. 2015. Plantas y animales de las costas de Veracruz. Una guía ilustrada. Colección Veracruz Siglo XXI. Serie Patrimonio Natural.

- Gobierno del Estado de Veracruz, Secretaría de Educación y Cultura del Estado de Veracruz. Universidad Veracruzana, 542 pp.
- ◆ Moreno-Casasola, P. E. Cejudo, R. Monroy, D. Infante Mata, H. López Rosas, L.A. Peralta Peláez, I. Neri Flores, G. Castillo-Campos, C. Madero Vega, A. Capistrán, M. Rincón y S. Pérez Torres. 2016. Manglares, selvas inundables y humedales herbáceos. En: Moreno-Casasola, P. (Ed.) *Servicios ecosistémicos de selvas y bosques costeros de Veracruz*. Costa Sustentable no 8. INECOL-ITTO-CONAFOR-INECC, Xalapa: 76-94 pp.
 - ◆ Moreno-Casasola, P., Hernández, M.E., Campos, A., Vázquez, C., López-Rosas, H., Peralta-Peláez, L.A., Monroy, R. 2019. La ganadería en los humedales: ¿tiene futuro? En: Halffter, G., Cruz M. y Huerta C. (Compiladores). *Ganadería Sustentable en el Golfo de México*. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México. 285-314.
 - ◆ Moreno-Casasola P. y D. Infante-Mata. 2010. Veracruz tierra de Ciénegas y pantanos. Capítulo IV. Los humedales de Veracruz. Gobierno del Estado de Veracruz, Secretaría de Educación del Estado de Veracruz, Comisión del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave para la conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución. Pag. 109-140 pp.
 - ◆ Ocaña-Luna, A., y Sánchez-Ramírez, M. 2016. Estructura de la comunidad ictioplanctónica en la laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 87(1), 123-132.
 - ◆ Ochoa, F., E. y Martínez, R., F. 1981. Variación estacional de algunos dinoflagelados en la laguna de Tamiahua, Ver., México. *Res. VI1 Simp. Latinoamér. Oceanogr. Biol.* 265-274. En: Castañeda L. O. y F. Contreras E. 1995. *Ecosistemas costeros mexicanos*. UAMI-CONABIO. CD ROM.
 - ◆ Ortiz-Lozano, L., H. Pérez-Peña, A. Granados-Barba, C. González-Gándara, A. Gutiérrez-España y J. Martos. 2013. The Reef Corridor of the Southwest Gulf of Mexico: Challenges for its management and conservation. *Ocean & Coastal Management* 86:22-32 pp.
 - ◆ Peralta-Peláez, L.A., y Moreno-Casasola, P. 2009. Composición florística y diversidad de la vegetación de humedales en los lagos interdunarios de Veracruz. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 85: 89-99 pp.
 - ◆ Pérez-Mozqueda, L., V. del Castillo-Falconi y J. L. Bortolini-Rosales. 2014. Registros adicionales del género *Uca* (Brachyura: Ocypodidae) en la laguna de Tamiahua, Veracruz, México.
 - ◆ Posada-Vanegas, G., Durán-Valdez, G., Silva-Casarín, R., Maya-Magaña, M.E., y Salinas-Prieto, J.A. 2011. Vulnerability to coastal flooding induced by tropical cyclones. *Coastal Engineering Proceedings*, 1:19 pp.
 - ◆ Priego-Santander, A., Moreno-Casasola, P., Palacio Prieto, J.L., López-Portillo, J., y Geissert, D. 2003. Relación entre la heterogeneidad del paisaje y la riqueza de especies de flora en cuencas costeras del estado de Veracruz, México. *Investigaciones Geográficas*, 52: 31-52 pp.
 - ◆ Ruiz, G., Silva, R., Pérez, D.M., Posadas, G., y Bautista, E.G. 2009. Modelo híbrido para la caracterización del oleaje. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 24: 5-22 pp.
 - ◆ Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, 504 pp.
 - ◆ Salas-Pérez, J.D.J., y González-Gándara, C. 2016. Fluctuaciones temporales y espaciales de la temperatura de la superficie del mar y los niveles de clorofila debido al forzamiento atmosférico en una laguna costera tropical. *Ciencias marinas*, 42(1), 49-65 pp.
 - ◆ Silva, R., Govaere, G., Salles, P., Bautista, G., y Díaz, G. 2002. Oceanographic vulnerability to hurricanes on the Mexican coast. *ASCE, Coastal Engineering*, 39-51 pp.
 - ◆ Silva, R. 2005. Análisis y descripción estadística del oleaje. Instituto de Ingeniería. Instituto de Ingeniería, UNAM, México, 177 pp.
 - ◆ Silva, R., Ruíz, G., Posada, G., Pérez, D., Rivillas, G., Espinal, J., y Mendoza, E. 2008. Atlas de clima marítimo de la vertiente Atlántica Mexicana. Universidad Nacional Autónoma de México.

- ◆ Stockdon, H.F., Holman, R.A., Howd, P.A., y Sallenger, A.H. 2006. Empirical parameterization of setup, swash, and runup. *Coastal Engineering*, 53: 573-88 pp.
- ◆ Travieso-Bello, A.C., Moreno-Casasola, P., y Campos, A. 2005. Efecto de diferentes manejos pecuarios sobre el suelo y la vegetación en humedales transformados a pastizales. *Interciencia*, 30: 12-18 pp.
- ◆ Trifonova, E., Valchev, N., Keremedchiev, S., Kotsev, I., Eftimova, P., Todorova, V., Konsulova, T., Doncheva, V., Flipova, M., Vergiev, S., Petkov, J., Nikolaev, R., de Vries, W., Silva, R., Andreeva, N., Galiatsotou, P., Kirilova, D., Krestenitis, Y., Polonsky, A., Androulidakis, I., Kombiadou, K., Weisse, R., Mendoza, E., Durán, G., Karambas, T., Koftis, T., Prinos, P., Kuznetsov, S., y Saprykina, Y. 2014. Mitigating flood and erosion risk using sediment management for a touristic city: Varna, Bulgaria. En: Zanuttigh, B., Nicholls, R., Vanderlinden, J.P., Thompson, R., y Burcharth, H. (Eds.). *Coastal risk management in a changing climate*. Elsevier, 358-383 pp.
- ◆ Tunnell, J.W., Barrera, N. Beaver, C.R., Davidson, J., Gourley, J.E., Moretzsohn, F., Nañes-James, S., Pearce, J.J., y Vega, M.E. 2007. Checklist of the Biota Associated with Southern Gulf of Mexico Coral Reefs and Coral Reef Islands. GulfBase (online database at www.gulfbase.org). Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies, Texas A&M University-Corpus Christi. Corpus Christi, Texas, 135 pp.
- ◆ Vázquez-Yanes, C., Batis-Muñoz, A.I., Alcocer-Silva, M.I., Gual-Díaz, M., y Sánchez-Dirzo, C. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. CONABIO. Instituto de Ecología, UNAM.
- ◆ Villatoro, M., Silva, R., Méndez, F., Zanuttigh, B., Shunqi, P., Trifonova, E., Losada, I., Izaguirre, C., Simmonds, D., Reeve, D., Mendoza, E., Martinelli, L., Bagli, S., Galiatsatou, P., y Eftimova, P. 2014. Flood and erosion at open beaches in a changing climate. *Coastal Engineering*, 87: 50-76 pp.
- ◆ Whithers K. y J.W. Tunnell Jr. 2010. Biodiversidad de los arrecifes. En: Tunnell, Jr. JW, Chávez E.A. y Withers K. (Eds), *Arrecifes Coralinos del sur del Golfo de México*. IPN. México, 293 pp.

El municipio de Tamiahua se ubica en la región norte del estado de Veracruz. En la zona costera de este municipio se encuentran 56 localidades con 10,122 habitantes. Todas las localidades de la franja costera del municipio de Tamiahua están catalogadas como rurales.

La costa del municipio es del tipo arenoso, compuesto por playas bajas. Las dunas costeras están representadas por cordones de dunas frontales. Es uno de los sistemas de dunas más extensos del estado, abarcando una superficie de 12,890 ha y una longitud sobre la línea de costa de 35 km. Las dunas pueden extenderse hasta 5.6 km desde la línea de costa hasta arriba adentro.

El transporte de sedimentos predominante se ha modificado de manera artificial de norte a sur y su equilibrio dinámico se ha conservado. Presenta sedimentos arcilloso franco a arcilloso-limoso, con contenido variable de arenas, así como lagunares y autóctonos formados por vegetación.

El estado de conservación de la zona costera es regular, sin embargo, alberga manchones de selvas sobre dunas costeras y selvas inundables que ya han desaparecido de otras regiones de Veracruz. A pesar de su transformación en potreros la interconexión entre dunas y humedales y los complejos vegetales que se forman son de gran valor paisajístico y ecológico.

Otros ecosistemas de la franja costera presentes en el municipio son humedales herbáceos, manglares y una laguna costera con conexión al mar. Diversas especies de aves protegidas encuentran refugio y alimento en la zona costera de Tamiahua. Forma parte de un sitio Ramsar, por lo que se debe tomar en cuenta su plan de manejo para asegurar la compatibilidad con cualquier actividad.

En este libro se presenta la caracterización socioeconómica (grado de marginación, principales actividades productivas), así como la descripción del medio físico (dinámica marina, aspectos relevantes de la dinámica sedimentaria) y de los ecosistemas naturales (dunas costeras, humedales, manglares, esteros) presentes en la zona costera del municipio.

Se proponen medidas de manejo orientadas a garantizar la conservación de los ecosistemas naturales, así como la provisión de servicios clave para las poblaciones que habitan la zona.



ISBN: 978-607-8833-15-3

