

LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO TATAHUICAPAN DE JUÁREZ, VERACRUZ

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



LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO

TATAHUICAPAN DE JUÁREZ, 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: 978-607-8833-19-1

DOI: [10.21829/978-607-8833-19-1](https://doi.org/10.21829/978-607-8833-19-1)

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 TATAHUICAPAN DE JUÁREZ, VERACRUZ

ISBN: 978-607-8833-19-1

Autores:

Valeria Chávez - Instituto de Ingeniería, UNAM
Oscar Jiménez-Orocio - Universidad Autónoma de Baja California
Rodolfo Silva - Instituto de Ingeniería, UNAM
M. Luisa Martínez - Instituto de Ecología, A.C., INECOL
Cesia Jaqueline Cruz Ramírez - Instituto de Ingeniería, UNAM
Gabriela Vázquez - Instituto de Ecología, A.C., INECOL
Jorge López-Portillo - Instituto de Ecología, A.C., INECOL
Patricia Moreno-Casasola - Instituto de Ecología, A.C., INECOL
Gabriela Mendoza-González - Instituto de Ecología, UNAM
José G. García-Franco - Instituto de Ecología, A.C., INECOL
Gonzalo Castillo-Campos - Instituto de Ecología, A.C., INECOL
Debora Lithgow - 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:

Chávez V, Jiménez–Orocio O, Silva R, Martínez ML, Cruz C, Vázquez G, López–Portillo J, Moreno–Casasola P, Mendoza–González G, García–Franco JG, Castillo–Campos G, Lithgow D. 2024. *La zona costera del municipio Tatahuicapan de Juárez, Veracruz*. INECOL, Veracruz, 50 pp.

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

En portada: Mural en Tatahuicapan de Juárez.
Fotografía: Vinisa Romero

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

Enero, 2024



PC

Secretaría de
Protección Civil



PROTECCIÓN CIVIL
VERACRUZ

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. 16

CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO

- ♦ Dinámica marina
- ♦ Características de la costa
- ♦ Infraestructura y alteraciones en las fuentes de sedimento
- ♦ Aspectos relevantes en la dinámica sedimentaria

PÁG. 31

CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA BIÓTICO

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

PÁG. 40

CAPÍTULO 4. CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y PRESERVACIÓN DE ECOSISTEMAS COSTEROS

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

PÁG. 41

CAPÍTULO 5. DIAGNÓSTICO Y ZONIFICACIÓN

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

PÁG. 47

BIBLIOGRAFÍA

Capítulo 1.

ASPECTOS GENERALES

CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

El municipio de Tatahuicapan de Juárez se localiza entre las coordenadas 18° 30' 31.54" N y 18° 11' 24" S de latitud; y -94° 53' 47.46" O y -94° 47' 27.47" E de longitud (Figura 1). Limita al norte con el Golfo de México y con el municipio de

Mecayapan, al sur también con el municipio de Mecayapan, al oeste con los municipios de Soteapan y Catemaco, y al este con el Golfo de México y el municipio de Pajapan (Figura 1). La superficie del municipio es de 294.2 km², lo que representa el 0.37 % del total de la superficie del estado. El litoral de Tatahuicapan de Juárez suma alrededor de 22.55 km de línea de costa abierta, 3 % del total del estado.

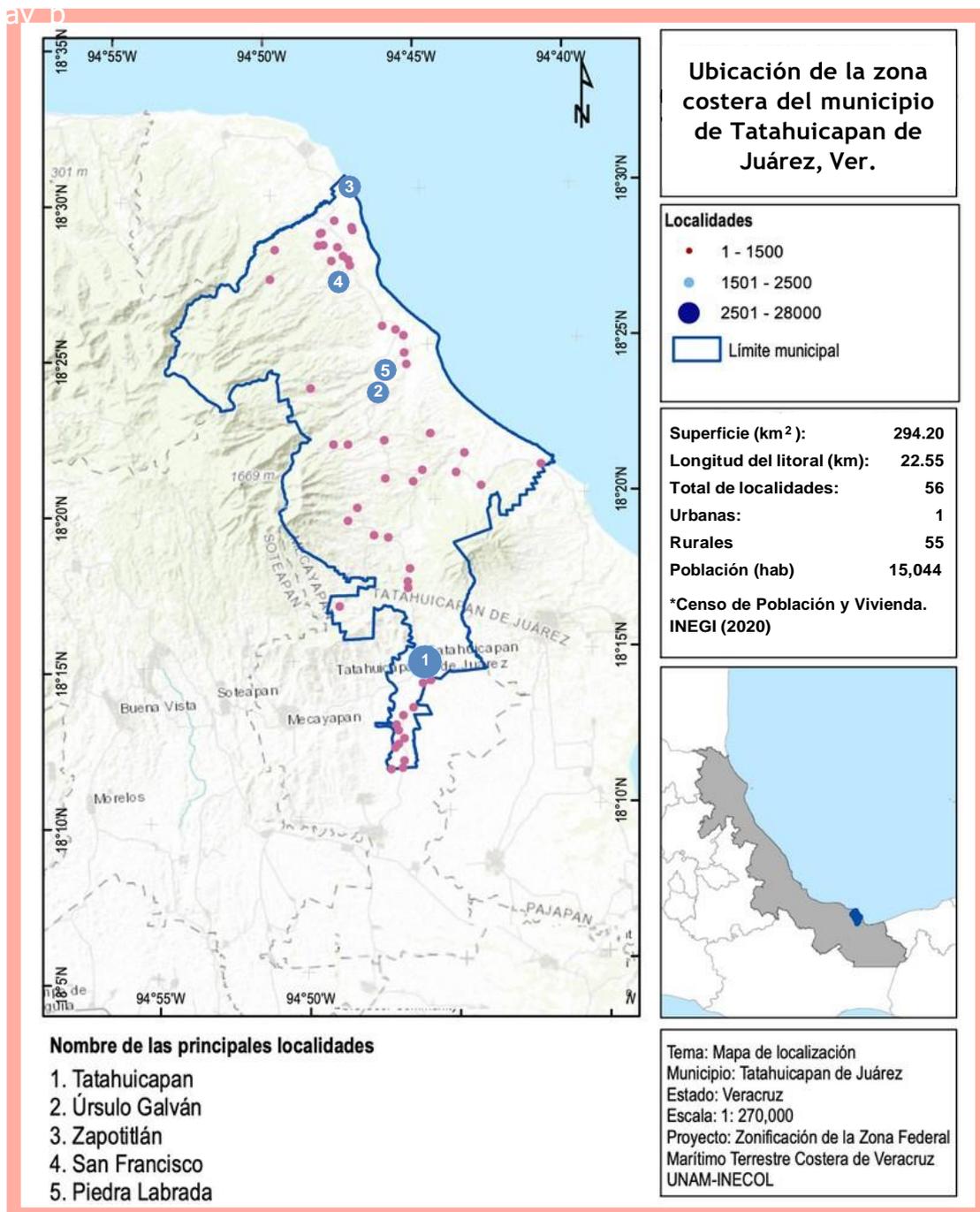


Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de Tatahuicapan de Juárez, Veracruz.

POBLACIÓN, GRADO DE MARGINACIÓN, VIVIENDAS

El municipio de Tatahuicapan de Juárez cuenta con 56 localidades que en conjunto albergan 15,044 habitantes (INEGI, 2020). Las principales localidades son: Tatahuicapan (cabecera municipal), Úrsulo Galván, Piedra Labrada, Zapotitlán y San Francisco. La densidad poblacional del municipio es de 51.1 hab/km². De acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), para el 2010 el índice de marginación fue de 51.5, considerado como “Alto” grado de marginación; con baja cohesión social (Índice de GINI de 0.363). Según los

indicadores de pobreza (CONEVAL, 2020), el municipio presenta un índice de pobreza de 86.74, alto grado de pobreza, muy por encima de la media nacional (43.9), y superior de la media estatal (60.8); porcentaje alto de pobreza extrema (40.15 %) y rezago educativo del 34.8 %. El 87.4 % de la población tiene ingresos inferiores a la línea de bienestar, el 71 % presenta al menos tres carencias (salud, alimentación y vivienda), el 46.77 % carece de acceso a una alimentación adecuada y suficiente, y el 98.1 % tiene al menos una carencia. El 19 % de la población carece de servicios de salud, y el 87.7 % carece de acceso a seguridad social (Figura 2). El 20.2 % de la población mayores de 14 años son analfabetas.

Indicadores seleccionados de pobreza en Tatahuicapan de Juárez, Ver. 2020

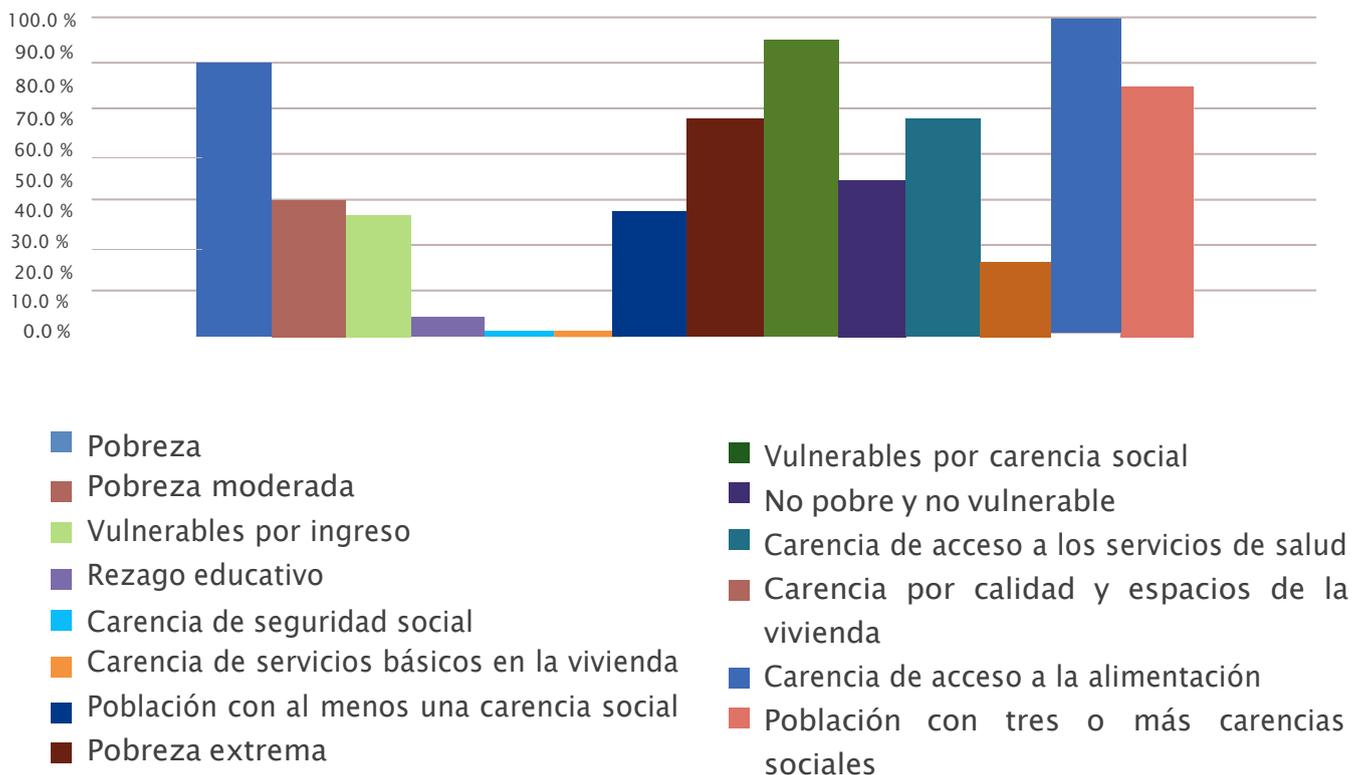


Figura 2. Indicadores de desempeño municipal (Modificado de CONEVAL, 2020).

POBLACIONES RURALES Y URBANAS EN LA ZONA COSTERA

El municipio de Tatahuicapan de Juárez alberga 56 localidades; solo una es considerada como urbana (más de 2,500 habitantes): Tatahuicapan (8,611 habitantes). Las 55 localidades restantes están catalogadas como rurales, ya que cuentan con menos de 2,500 habitantes. De estas últimas, dos localidades tienen entre 500 y 1,000 habitantes (Úrsulo Galván y Zapotitlán); 16 tienen entre 100 y 500 habitantes; y las 37 localidades restantes corresponden a localidades rurales de menos de 100 habitantes (Figura 2).

La franja costera del municipio de Tatahuicapan de Juárez ocupa el 37 % del territorio municipal (Cuadro 1).

En esta franja se encuentran 27 localidades. En la zona inmediata a la línea de costa, hasta los 500 m tierra adentro, se ubican una localidad rural, con una población de 528 habitantes. En la zona intermedia, entre los 500 y 1,000 m de la línea de costa, se encuentra tres localidades (100 habitantes). Después de los 1,000 m y hasta los 5,000 m se encuentran 23 localidades (4,128 habitantes), igualmente rurales. De todas las localidades que se encuentran en la franja costera, la de mayor población (Úrsulo Galván) tiene 648 habitantes. En total, en la franja costera, habitan 4,756 personas (31.6 % del total de la población del municipio). En todo el municipio, la población con mayor número de habitantes es la cabecera municipal, y se localiza aproximadamente a 14 km de la línea de costa.



Cuadro 1. Localidades ubicadas en la franja costera.

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
Zapotitlán	528	Playa hermosa	89	Úrsulo Galván	648
		El Tesoro	10	San Francisco (Agua Fría)	480
		El Valor	1	Piedra Labrada	464
				El Mirador Pilapa	418
				Sochapa de Álvaro Obregón	401
				Tecuanapa	382
				Mezcalapa	305
				Zapoapan	300
				Pilapillo	272
				La Valentina	244
				Santanón Rodríguez	103
				Los Laureles	47
				Domínguez Sosa	13
				La Ceiba	10
				El Repartidero	8
				San Miguel	8
				Las Dos Higueras	6
				La Nueva Esperanza	5
				Los Chiflos	5
				Santa Rosa	4
				Los Gavilanes	2
				San Felipe	2
				Sóstenes Montero	1
<i>No de localidades</i>	<i>1</i>		<i>3</i>		<i>23</i>
<i>Total población</i>	<i>528</i>		<i>100</i>		<i>4,128</i>

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Agricultura:

La superficie sembrada en el municipio es de 2,852 hectáreas (2.8 km²) que corresponden al 1 % del total de la superficie municipal. El principal tipo de cultivo cosechado es el maíz en grano (2,468 ha) con un valor de producción de alrededor de 20.5 millones de pesos. Además, se cuenta con 337 ha de frijol (SADER, 2021).

Ganadería:

De acuerdo con el mapa de uso de suelo y vegetación (INEGI, 2018) la cobertura de pastizal cultivado, el cual está asociado con la actividad ganadera, ocupa el 72.4 % del territorio municipal. El principal tipo de ganado producido es el bovino con 1,692 ton, seguido de la producción porcina (116.4 ton), avícola

(40.1 ton) y la producción de ganado ovino (37.8 ton). El valor de la producción ganadera es de 79.7 millones de pesos anuales, de los cuales el 85.5 % corresponden a la producción de bovinos (SAGARPA, 2014) (Cuadro 2).

Servicios y turismo:

Al 2018 (DENUE, 2018) el municipio contaba con dos establecimientos de hospedaje y 48 de servicios de preparación de comida registrados. Sin embargo, no se cuenta con las características de estos establecimientos y tampoco se presenta información sobre el origen de los turistas que visitan el municipio. El municipio se encuentra cercano a los cerros de San Martín y Santa Martha, en la reserva de Los Tuxtlas, no obstante, no se tiene registro de la afluencia turística (INAFED, 2010). Así mismo, cuenta con un extenso litoral con playas prístinas que son utilizadas principalmente por la comunidad local.

Cuadro 2. Producción ganadera del municipio de Tatahuicapan de Juárez, Ver. Datos de SAGARPA (2014).

	Prod. (Ton o miles de litros)	Prod. en pie (Ton)	Precio prom. (\$/kg)	Precio promedio en pie (\$/kg)	Valor de la producción (Miles \$)	Valor de la prod. en pie (Miles \$)	Peso promedio en canal (kg)	Peso promedio en pie (kg)	Número de Cabezas
Bovino-Carne	915.97	1,692.08	64.22	30.97	58,827.57	52,396.32	249.24	460.43	3,675
Bovino-Leche	1,713.91	0	5.43	0	9,301.18	0	0	0	0
Porcino-Carne	88.83	116.44	36.59	26.48	3,250.50	3,082.96	77.99	102.23	1,139
Ovino-Carne	18.94	37.86	74.24	36.32	1,406.26	1,375.00	15.01	30	1,262
Ave-Carne	30.82	40.12	37.16	25.77	1,145.32	1,033.90	1.91	2.49	16,145
Guajolote-Carne	3.42	4.85	75.1	46.32	256.99	224.72	4.67	6.63	732
Ave-Huevo	109.47	0	49.56	0	5,424.73	0	0	0	0
Abeja-Miel	1.19	0	44.41	0	52.85	0	0	0	0
Abeja-Cera	0.03	0	80.69	0	2.34	0	0	0	0

Capítulo 2.

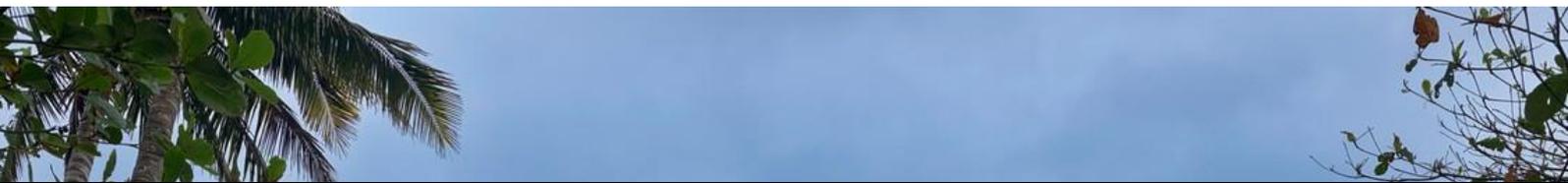
CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO

DINÁMICA MARINA

La costa del Municipio de Tatahuicapan de Juárez se puede dividir en dos celdas litorales que tienen una longitud de 22.55 km y se muestran en la Figura 3. La primera limita al oeste con el promontorio rocoso ($18^{\circ} 33' 26.52''$ N, $94^{\circ} 58' 26.88''$ O) próximo a la barra de Sontecomapan en el municipio de Catemaco, y al sur con un promontorio ($18^{\circ} 21' 35.53''$ N, $94^{\circ} 41' 31.30''$ O). Este segmento tiene forma de playa abierta con una orientación norte a sur y noroeste-sureste. Su longitud lineal aproximada en este municipio es de 19.92 km. Sus principales fuentes de sedimentos son los ríos Encinalillo, Piedra Labrada, Pilapa, Guayabillo y la desembocadura donde confluyen los ríos Mezcalapa, Agua Fría y Zapoapan, los cuales presentan barras de arena en sus desembocaduras, que varían de acuerdo con la temporalidad.

Durante la época de estiaje, ante la ausencia de corrientes en la dirección tierra-mar, algunas de las desembocaduras de estos ríos se cierran paulatinamente y forman una barra arenosa. Esta barra crece en la dirección de las corrientes inducidas por el oleaje con una rapidez que es función de la intensidad de las corrientes longitudinales a la playa. En épocas de lluvias el proceso naturalmente se revierte, la barra se abre cuando se presenta un nivel más alto en el cauce del río (en relación con el nivel del mar) y por efectos de filtración del agua a través de los sedimentos se produce una licuefacción de la mezcla agua-sedimento, lo cual induce un transporte muy rápido de dicho material en forma suspendida.

La segunda celda (Figura 3), que tiene forma de playa abierta con algunas terrazas costeras, en la zona noroeste limita con un promontorio, mientras que al sureste con el promontorio rocoso llamado “Peña Hermosa”, ubicado en el límite de este municipio y Pajapan ($18^{\circ} 21' 12.73''$ N, $94^{\circ} 41' 0.13''$ O), con una longitud lineal de 2.63 km.



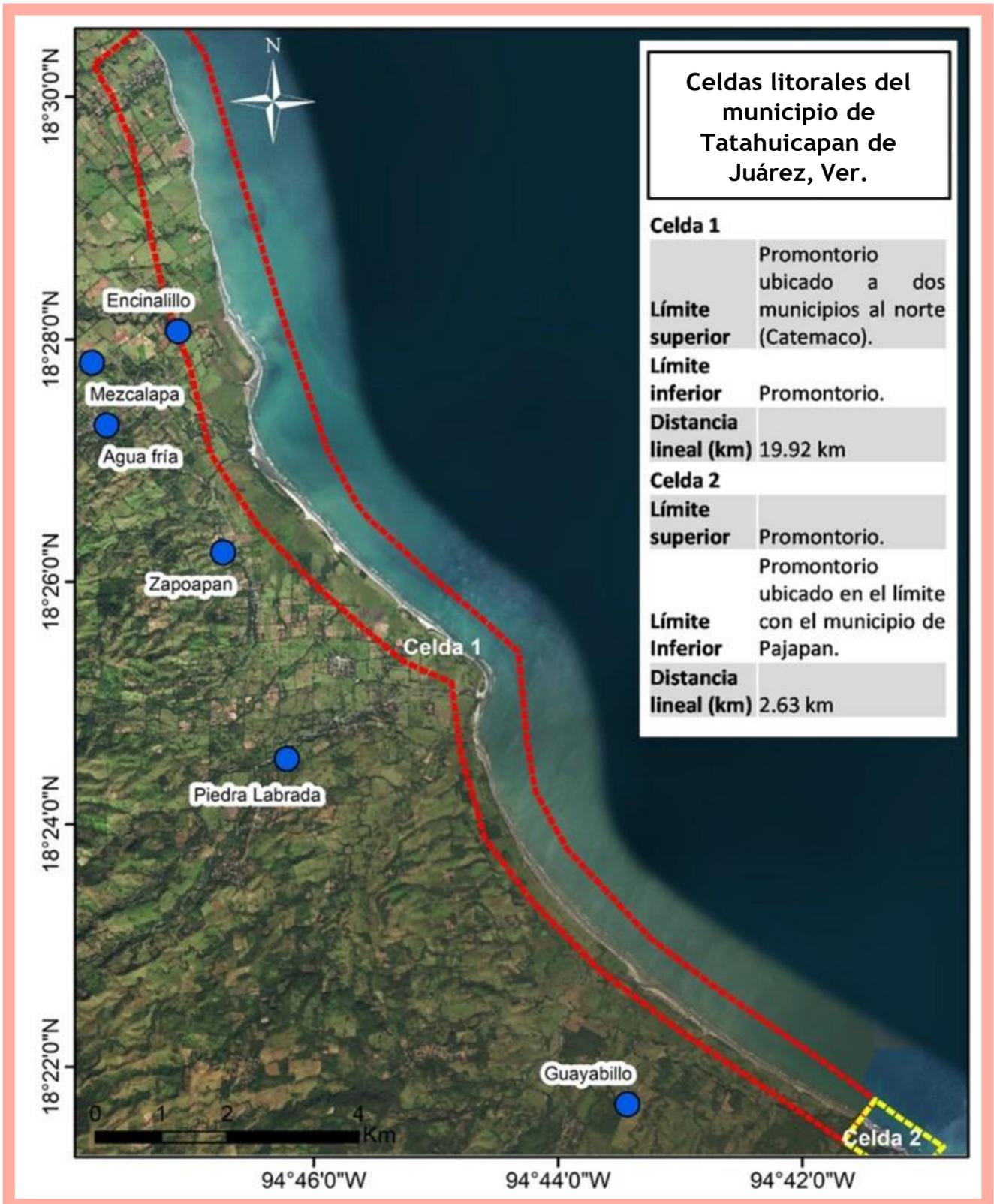


Figura 3. Celdas litorales del municipio de Tatahuicapan de Juárez.

A partir del re-análisis 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 4 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: noreste, nor noreste, este noreste y norte. En menor medida, los vientos provienen de los sectores este, este sureste y sur sureste. Durante los meses correspondientes al otoño e invierno se presentan los vientos más intensos provenientes de los sectores norte y nor noreste. En los meses correspondientes a la primavera es cuando se presentan los episodios menos intensos de todo el año.

Del registro analizado, anualmente los oleajes más persistentes arriban con componente 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 con huracanes).



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.

De acuerdo con los datos publicados por la Secretaría de Marina, los dos mareógrafos más próximos a Tatahuicapan de Juárez están localizados en Alvarado (95° 58' 56" O, 19° 03' 55" N) y Coatzacoalcos (94° 25' 09" O, 18° 07' 32" N). Aplicando una interpolación lineal, los valores de los planos de marea para Tatahuicapan de Juárez se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Planos de mareas referidos al Nivel de Bajamar Media Inferior (m).

Pleamar Máxima Registrada	1.23
Nivel de Pleamar Media Superior	0.41
Nivel de Pleamar Media	0.39
Nivel Medio del Mar	0.28
Nivel de Bajamar Media	0.12
Nivel de Bajamar Media Inferior	0.00
Bajamar Mínima Registrada	-0.54

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).

Para la estimación de los niveles de inundación asociados a diferentes periodos de retorno se emplearon las metodologías descritas en Silva (2005) y Villatoro *et al.* (2014). Los resultados se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. 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	0.04	0.02	1.17
5	0.17	0.09	1.28
10	0.27	0.13	1.39
15	0.33	0.16	1.45
20	0.37	0.17	1.48
25	0.39	0.18	1.50
30	0.42	0.19	1.51
40	0.44	0.21	1.53
50	0.46	0.21	1.55
100	0.52	0.24	1.61

Municipio Tatahuicapan de Juárez (94.50°W, 18.75°N)

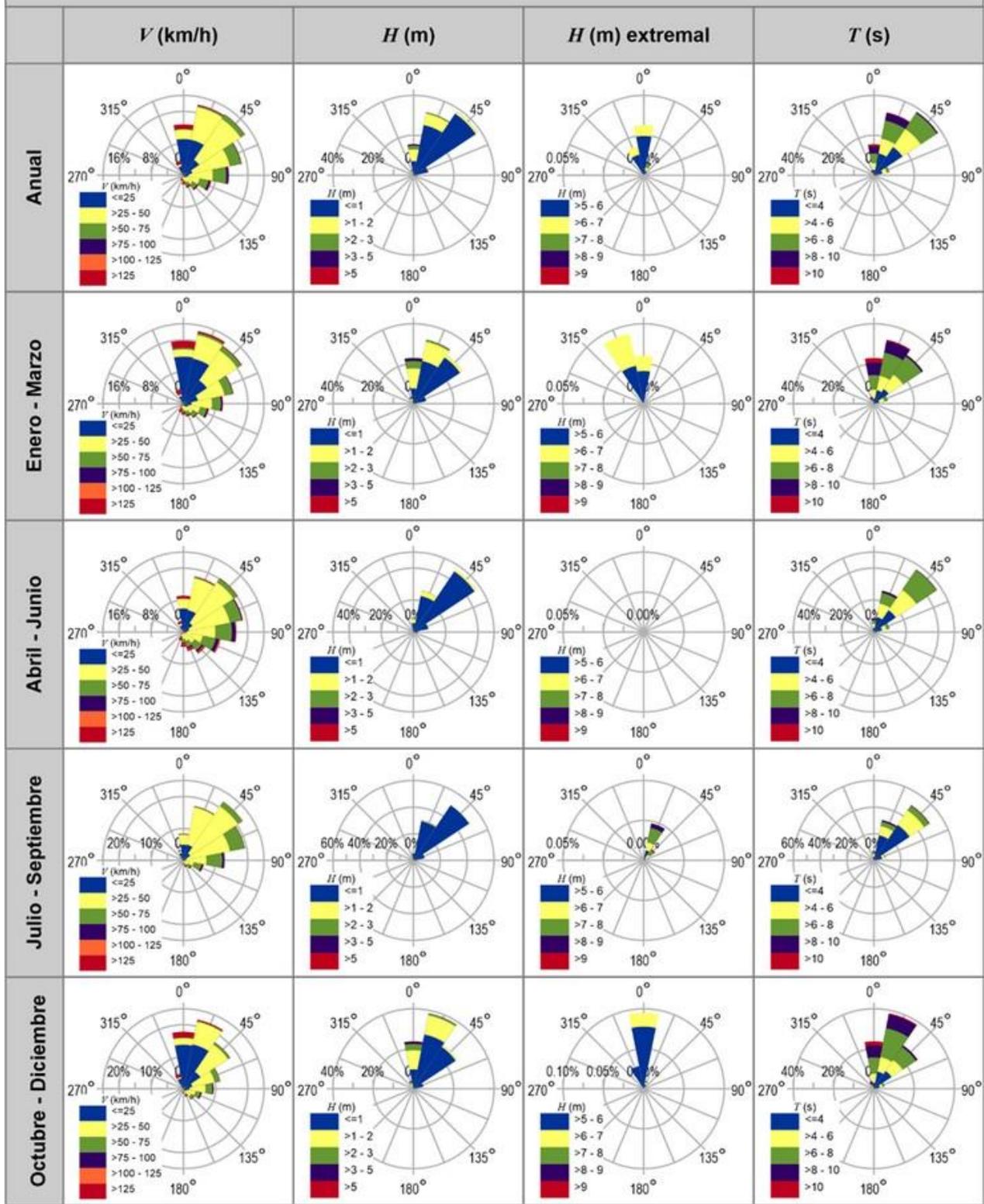


Figura 4. Rosas de viento y oleaje anual y estacional.

CARACTERÍSTICAS DE LA COSTA

El municipio de Tatahuicapan de Juárez tiene una elevación promedio de 168.5 m s.n.m. y las mayores elevaciones se encuentran en la zona sur alcanzando los 898 m s.n.m. (Figura 5) (franja de 7 km), correspondiente al perfil 29 (Figura 6a-c). 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 flora y fauna. Ello también muestra de manera indirecta la enorme cantidad de arena que se ha acumulado en la zona para formar dunas (Figura 5).

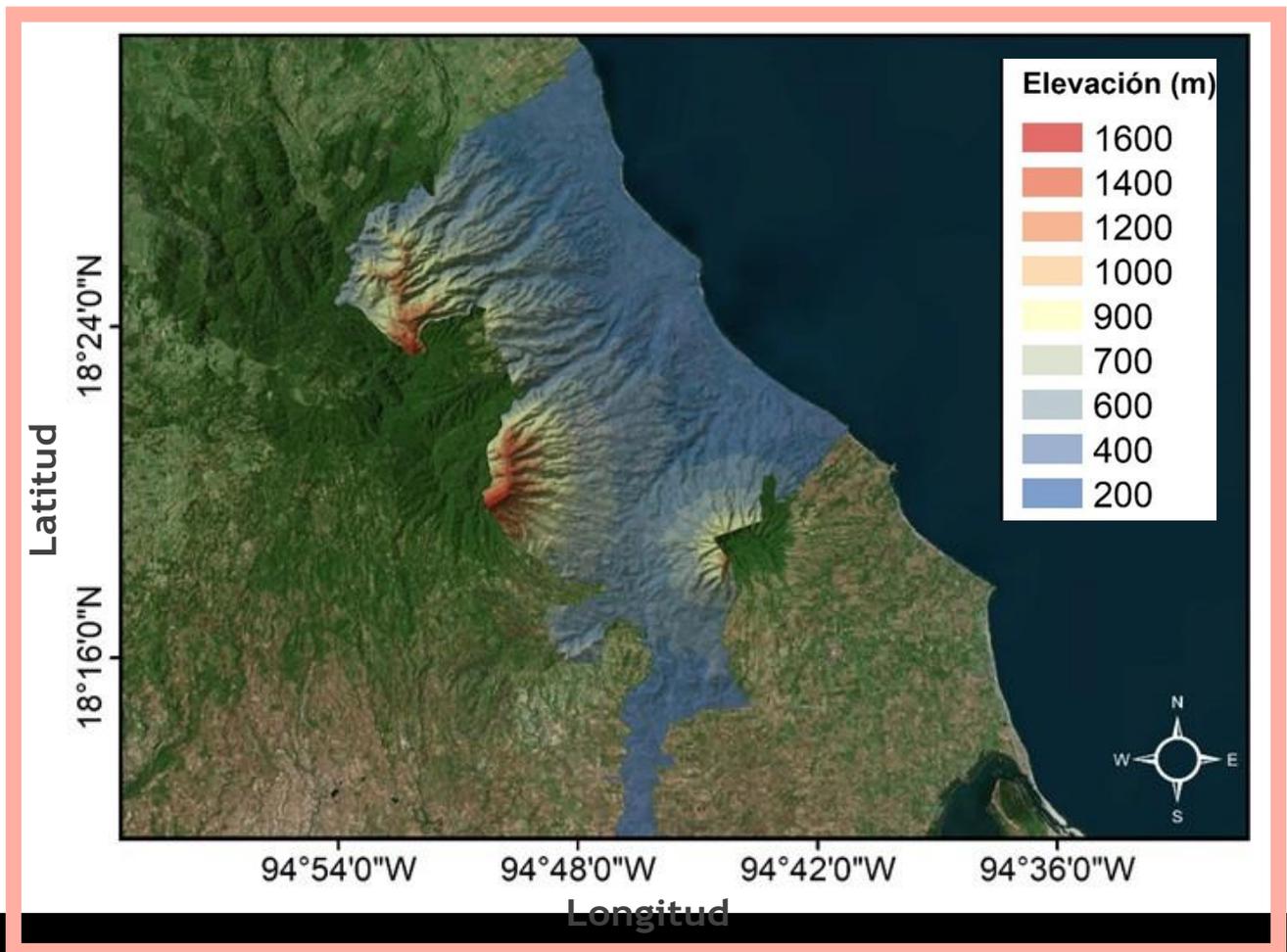


Figura 5. Relieve del terreno en el municipio de Tatahuicapan de Juárez. Se muestran las mayores elevaciones en color rojo y las zonas más bajas en azul.

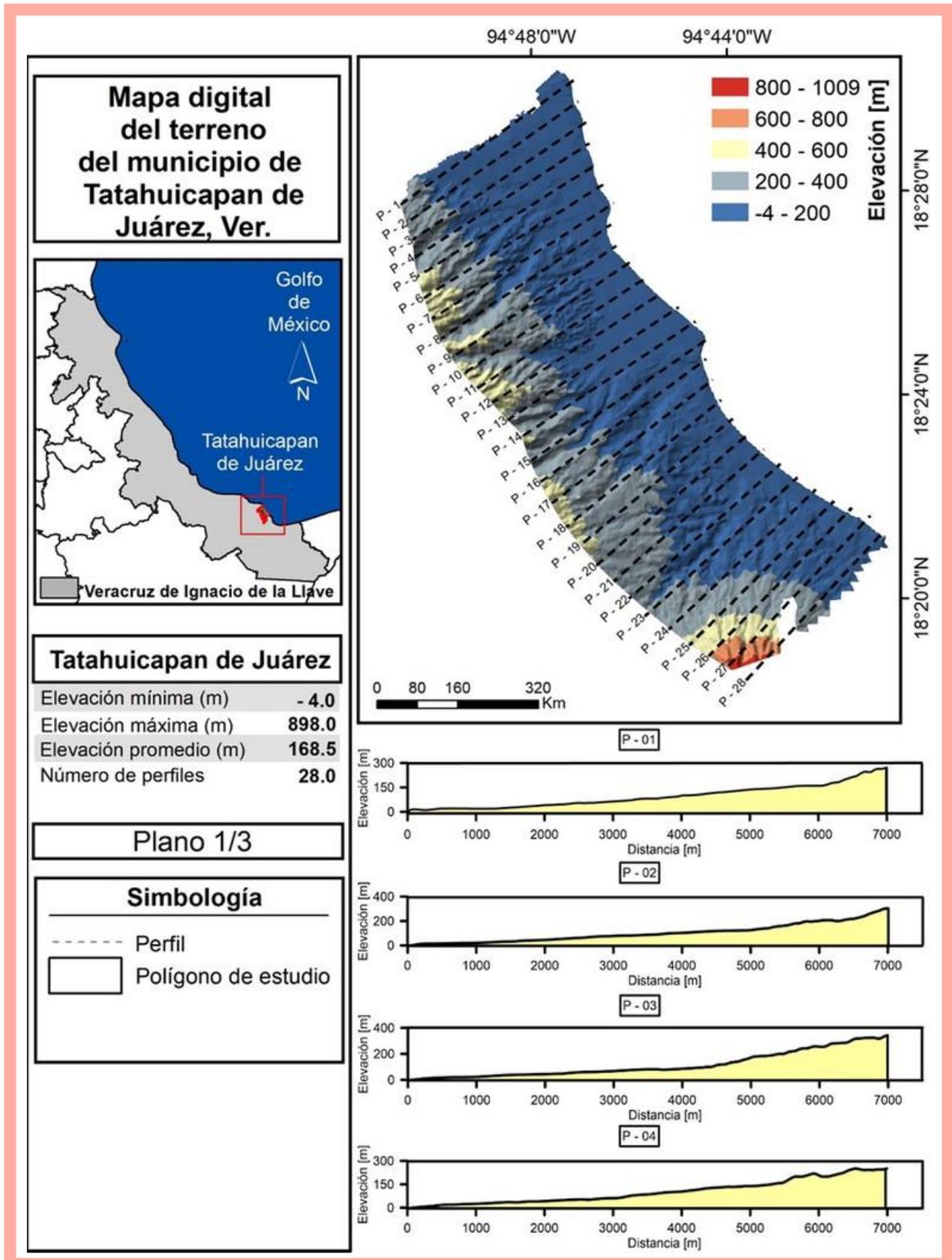


Figura 6a. Mapa digital del terreno y perfiles del terreno (1 a 28) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia es referente a la longitud de los perfiles. Del perfil 1 al 26 corresponden a la celda 1, y del 27 al 28 a la celda 2.

Mapa digital del terreno del municipio de Tatahuicapan de Juárez, Ver.



Tatahuicapan de Juárez

Elevación mínima (m)	- 4.0
Elevación máxima (m)	898.0
Elevación promedio (m)	168.5
Número de perfiles	28.0

Plano 2/3

Simbología

- Perfil
- Polígono de estudio

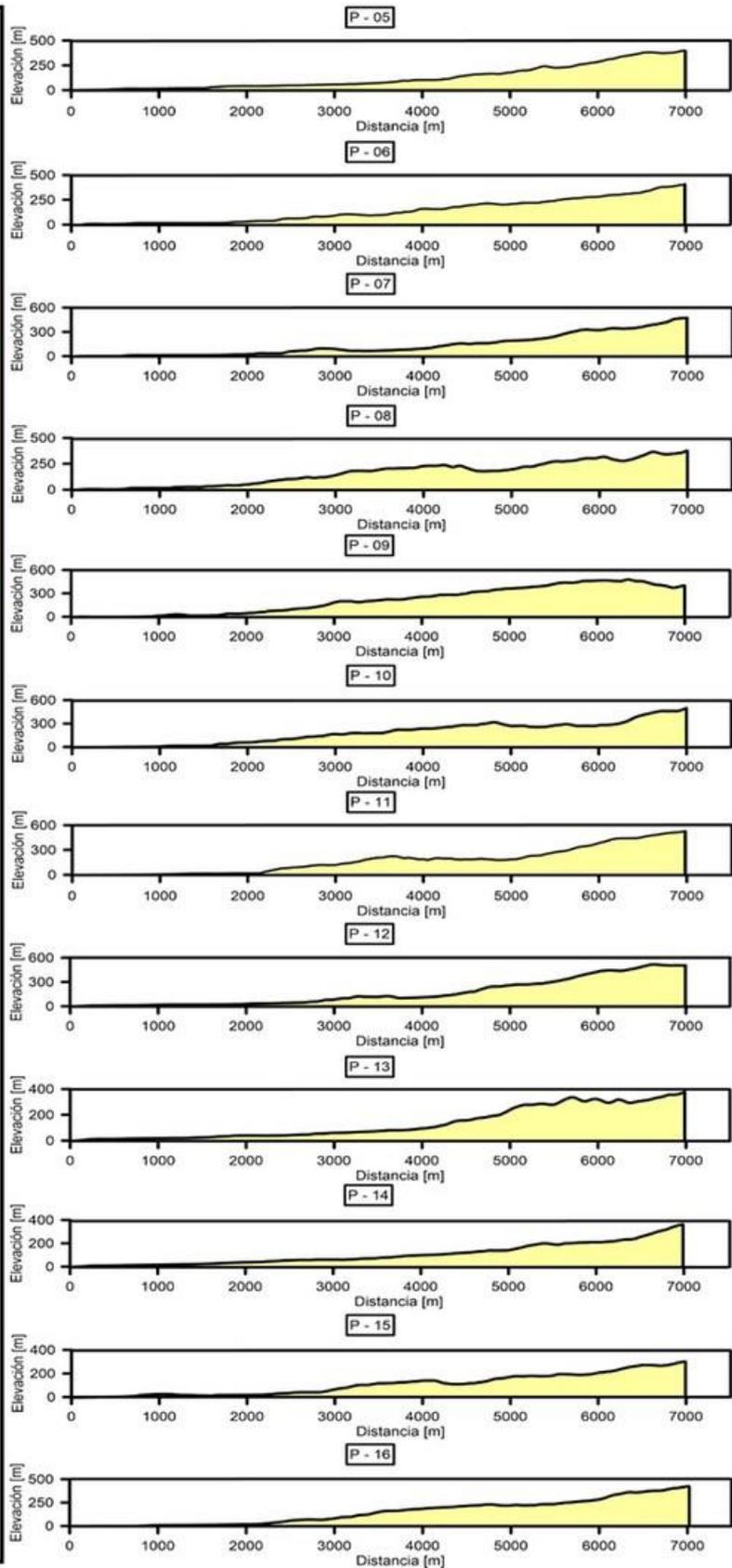


Figura 6b. Perfiles del terreno (5 al 16) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia representa la distancia desde el límite marcado en tierra. Del perfil 5 al 16 corresponden a la celda 1.

Mapa digital del terreno del municipio de Tatahuicapan de Juárez, Ver.



Tatahuicapan de Juárez

Elevación mínima (m)	- 4.0
Elevación máxima (m)	898.0
Elevación promedio (m)	168.5
Número de perfiles	28.0

Plano 3/3

Simbología

- Perfil
- Polígono de estudio

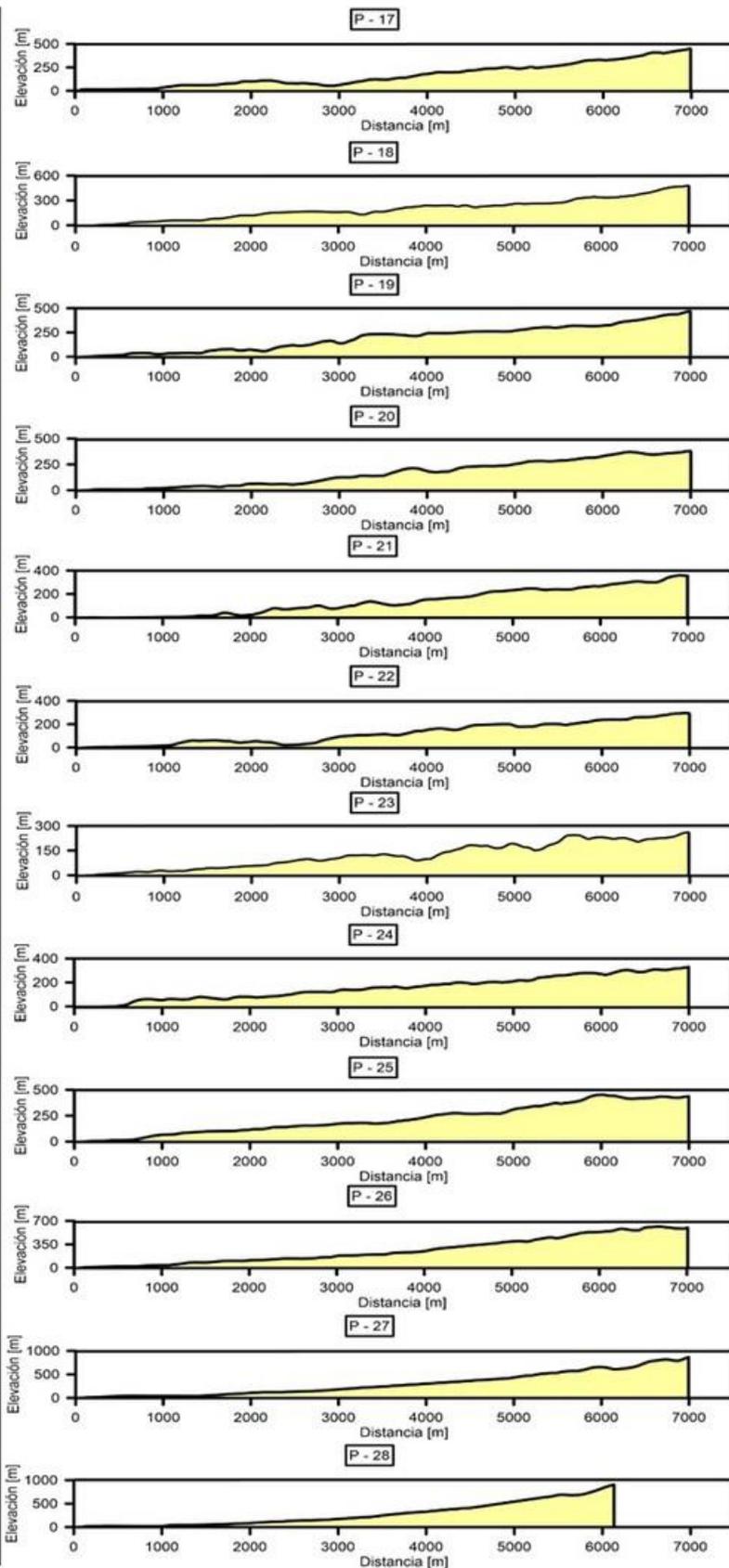


Figura 6c. Perfiles del terreno (17 al 28) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia representa la distancia desde el límite marcado en tierra. Del perfil 17 al 26 corresponden a la celda 1, y del 27 al 28 a la celda 2.

En total, la línea de costa cubre una distancia de 22.55 km. Para caracterizar las arenas de las playas de Tatahuicapan de Juárez 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 de someramiento para la rotura y disipación de la energía del oleaje.

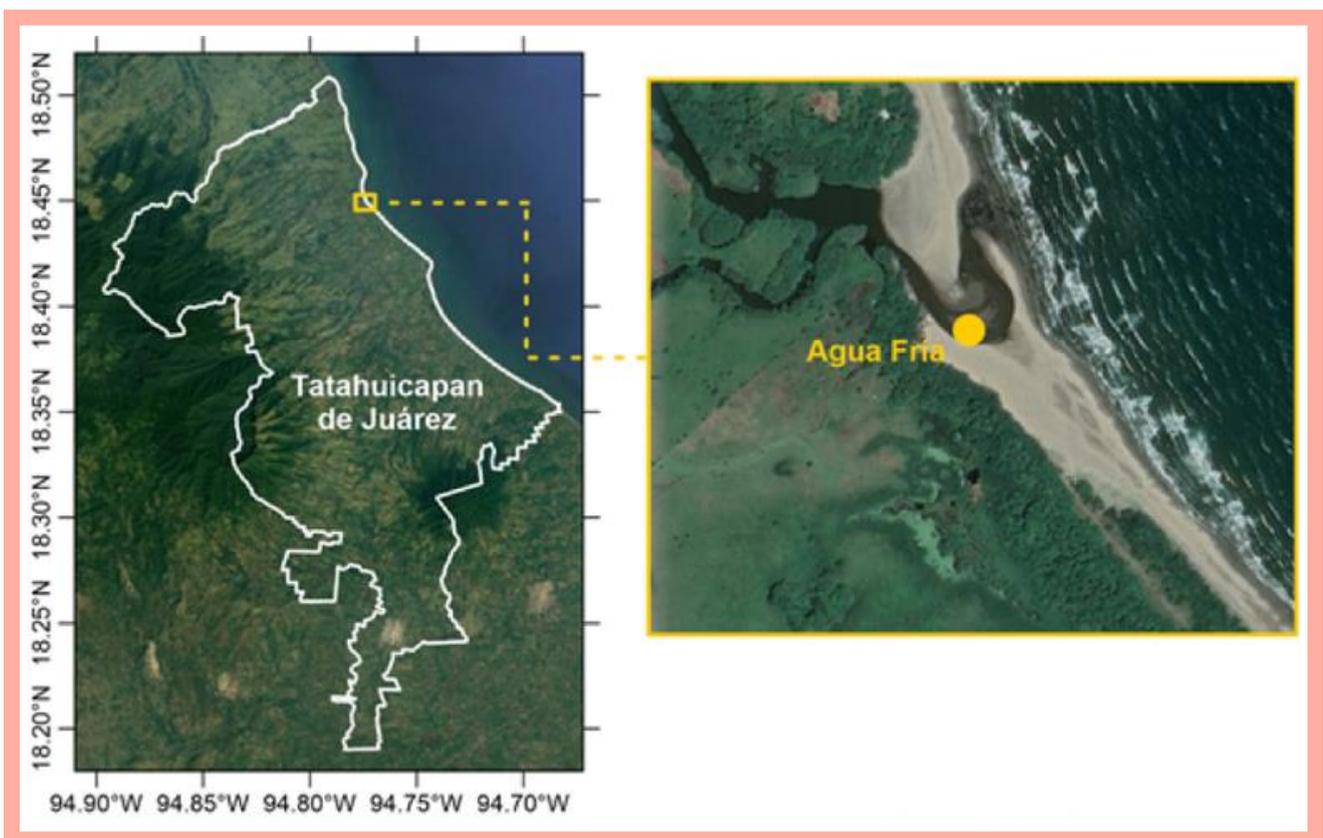


Figura 7. Localización de los sitios de muestreo de arenas.

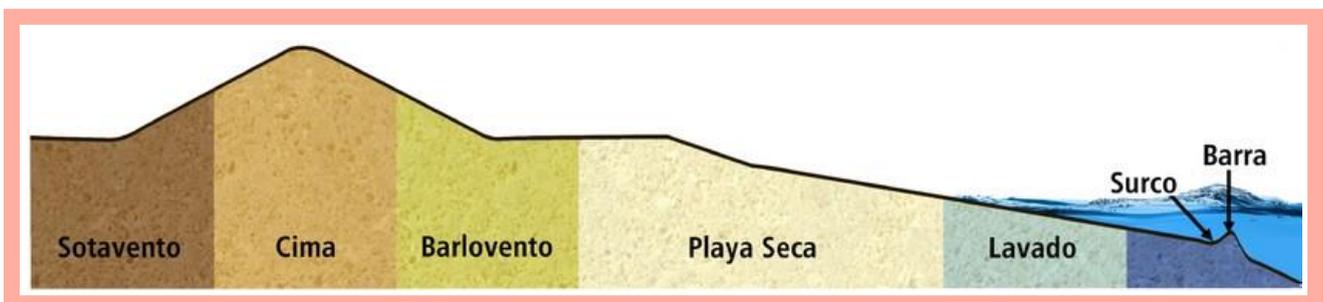


Figura 8. Zonas del perfil de playa consideradas en el muestreo de sedimentos.

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 los resultados (Cuadro 5), se puede concluir lo siguiente:

La playa de Agua Fría presenta arenas

finas a lo largo de todo el perfil con valores de redondez y esfericidad altos, lo cual revela que las partículas se encuentran bien redondeadas y 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. De acuerdo con la distribución de los tamaños de los diámetros, el sedimento es transportado desde la zona sumergida hacia la zona seca.

Cuadro 5. Parámetros geométricos medios y densidad de las arenas en las playas de Agua Fría.

Zona	Diámetro D50 (mm)	Redondez (Symm)	Esfericidad (SPHT)	Densidad (g/cm ³)
Barra	-	-	-	-
Surco	0.246	0.866	0.818	2.291
Lavado	0.233	0.870	0.829	2.220
Playa Seca	0.184	0.878	0.856	2.041
Barlovento	-	-	-	-
Cima	-	-	-	-
Sotavento	-	-	-	-

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. El factor de forma es un parámetro complementario a la redondez y esfericidad. Con éste se evalúa el grado que difiere una partícula de una esfera.

En cuanto a los escurrimientos, los principales son los ríos Encinalillo, Mezcalapa, Agua Fría, Zapoapan, Piedra Labrada, Pilapa, Guayabillo y Sequiapan (Figura 9). Estos ríos se originan de la cima de los volcanes de la región de los Tuxtlas. Los ríos de este municipio alimentan a las ciudades y zonas industriales de la zona sur del estado, tales como Coatzacoalcos (Alatorre, 1996).

Dentro del municipio de Tatahuicapan, no existen estaciones climatológicas, de acuerdo con la información Estadística

Climatológica de la CONAGUA. Por otro lado, el Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS), indica que en el municipio no existen estaciones hidrométricas. El clima de este municipio corresponde a un cálido húmedo con lluvias todo el año (65 %), cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (31 %) y semicálido húmedo con lluvias todo el año (4 %). El intervalo de precipitación es de 2500 – 4500 mm, y el de temperatura de 18 - 26 °C, según el Sistema de Información Municipal del Gobierno del Estado de Veracruz (2019).

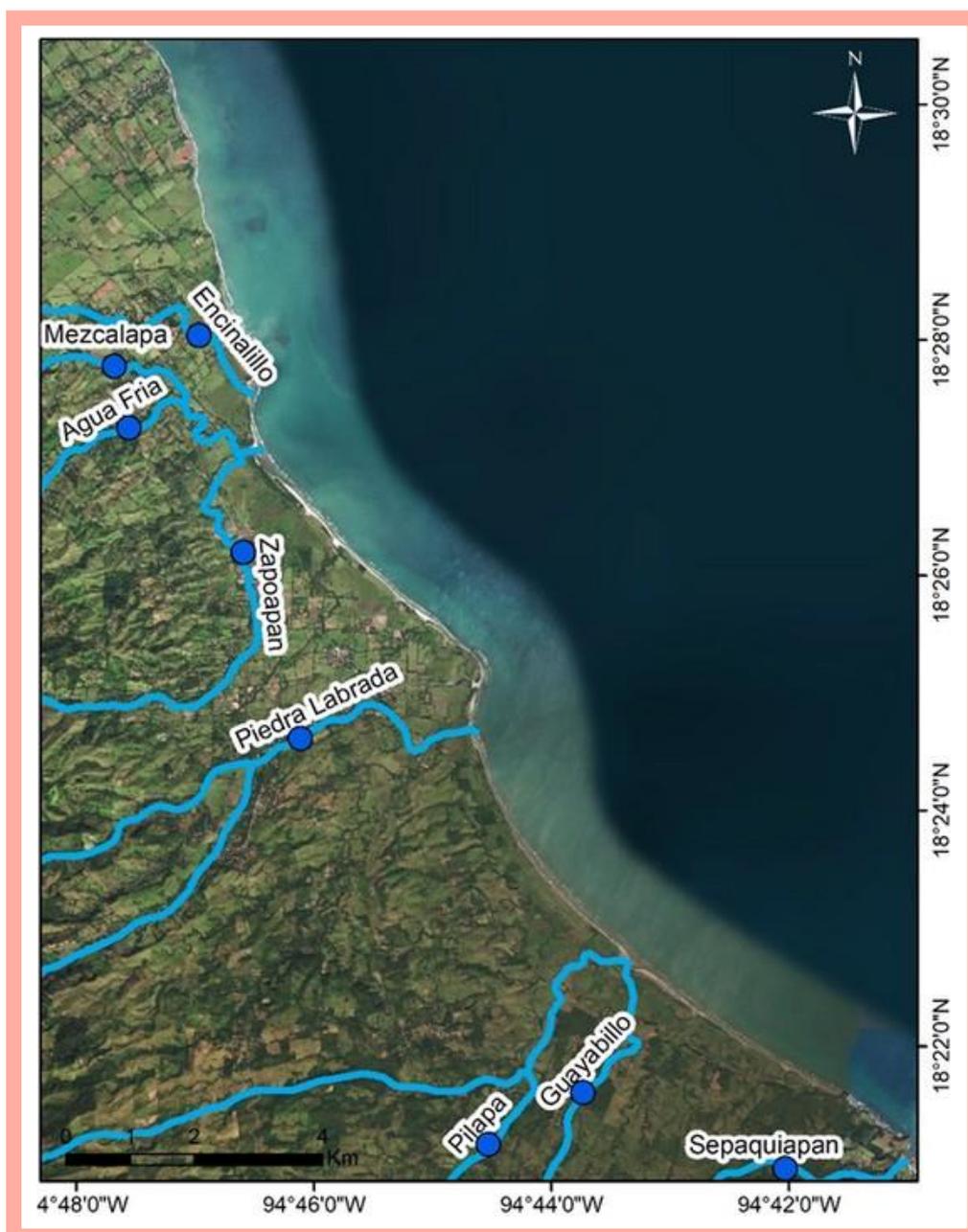


Figura 9. Ríos perennes e intermitentes del municipio de Tatahuicapan de Juárez, Ver.

INFRAESTRUCTURA Y ALTERACIONES EN LAS FUENTES DE SEDIMENTO

En este municipio no hay presas con influencia en la zona costera y no se detectó la existencia de obras civiles sobre la costa. A lo largo de la costa el transporte predominante de sedimentos es de tipo longitudinal con dirección de norte a sur. En todas las playas de este municipio con orientación oeste-este, se presenta una alimentación de arena hacia los sistemas dunares inducido 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 diferentes zonas y

alimenta otras playas reingresando de nuevo al sistema de transporte de sedimentos marítimo-costero. El posible déficit de arena en los sistemas playa-duna de la zona se debe a los cambios de uso de suelo y al establecimiento de vegetación que muchas veces es introducida para disminuir el movimiento de la arena.

Para comprobar las tendencias erosivas se realizó un análisis de la evolución espacio-temporal de la línea de costa. En las Figura 10 y Figura 11 se muestran las gráficas del desplazamiento de la línea de costa y las tasas de erosión y acreción, respectivamente, calculadas a partir de la digitalización de la línea de costa de imágenes satelitales de Google Earth. Los años analizados fueron 2006, 2010, 2016 y 2019 para el perfil del 1 al 12, y 2006, 2016, 2018 y 2019 para el perfil del 13 al 28. Se utilizó el anterior método debido a que no se encontraron las imágenes satelitales con los mismos años al realizar la digitalización de las líneas de costa.

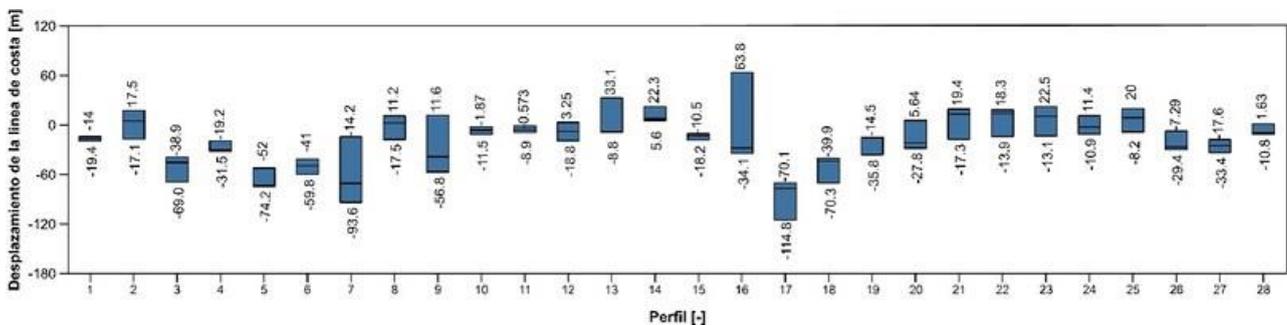


Figura 10. Desplazamiento de la línea de costa en los perfiles indicados en las Figuras 6a, b y c para el Municipio de Tatahuicapan de Juárez (de izquierda a derecha: norte a sur).

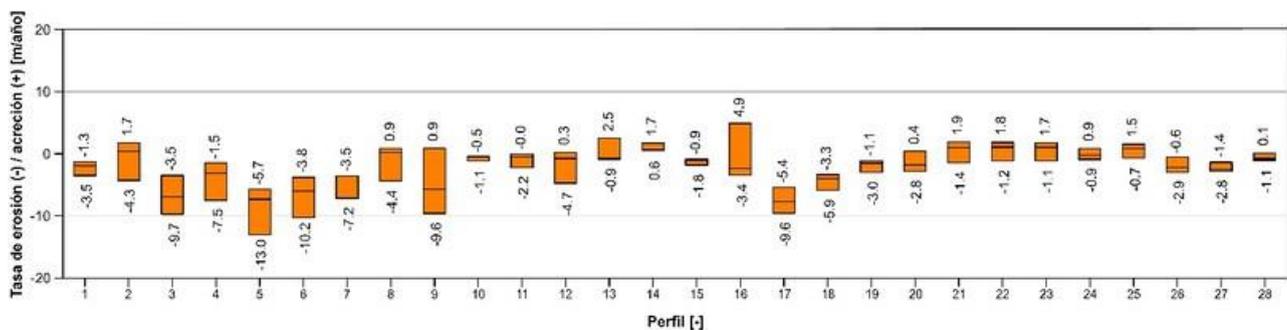


Figura 11. Tasa de erosión / acreción de la línea de costa en los perfiles indicados en las Figuras 6a, b y c para el municipio de Tatahuicapan de Juárez (de izquierda a derecha: norte a sur).

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, los mayores valores se presentan en los perfiles 3, 5, 6, 9 y 17 que corresponden a la variación de la línea de costa (perfil 3, 5 y 6) y el lado sur de la desembocadura donde confluyen los ríos Mezcalapa, Agua Fría y Zapoapan (perfil 9), y Piedra Labrada (perfil 17) (Figura 11). La mayor erosión está en el perfil 17 con 114.8 m de retroceso de línea de costa. Por otro lado, las mayores variaciones se presentan en el perfil 16 que corresponde con el lado norte de la desembocadura del río Piedra Labrada en donde la playa ha crecido 63.8 m (Figura 10). En general, las tasas de erosión van desde los 0.4 m/año hasta los 14.9 m/año. En resumen, los desplazamientos de la línea de costa del municipio de Tatahuicapan indican desplazamientos tanto de erosión como de acreción por efecto de la dirección del oleaje.

ASPECTOS RELEVANTES EN LA DINÁMICA SEDIMENTARIA

De acuerdo con los resultados obtenidos:

1. Durante los meses del otoño e invierno se deben tener precauciones para actividades recreativas en playa y mar (nado, construcciones, etc.) y eventualmente durante el verano (cuando se presentan los huracanes).
2. El oleaje induce un transporte de sedimentos reinante de norte a sur.
3. No se recomienda la construcción de 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.

Capítulo 3.

CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA BIÓTICO

TIPOS DE VEGETACIÓN

De acuerdo con el INEGI (2018), el 73.97 % de la superficie del municipio es utilizada para actividades agropecuarias. El cultivo de pastizales es el principal uso con 72.4 % de la superficie del municipio; la agricultura de temporal cubre solamente un 1 % del total municipal. Por otro lado, los asentamientos humanos, en conjunto con la zona

urbana, no alcanza ni el 0.5 % del total del municipio. En cuanto a la vegetación natural, el 26 % municipal aún conserva ecosistemas con nulo o poco disturbio; vegetación compuesta principalmente por selva alta perennifolia (16.75 % del total municipal), vegetación secundaria de selva alta y vegetación secundaria de bosque de pino (Figura 11, Cuadro 6).

En la franja costera las actividades agropecuarias ocupan casi en su totalidad esta área. El 91 % de la superficie es utilizada exclusivamente para el cultivo de pastizales (ganadería). Aquí, la vegetación natural solo está representada por fragmentos dispersos de vegetación secundaria arbórea de selva alta.

Cuadro 6. Superficie ocupada por los diferentes tipos de usos de suelo a nivel municipal y en la franja costera. Tomados de SAGARPA, 2014.

Tipo de uso de suelo	% superficie municipal	% superficie en franja costera
Transformado		
Agricultura de temporal	1.08	0.46
Pastizal cultivado	72.43	90.51
Asentamientos humanos	0.47	
Total transformado	73.97	90.98
Natural		
Selva alta perennifolia	16.75	1.35
Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia	3.77	2.78
Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia	4.63	4.89
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	0.88	
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	0.01	
Total natural	26.03	9.02

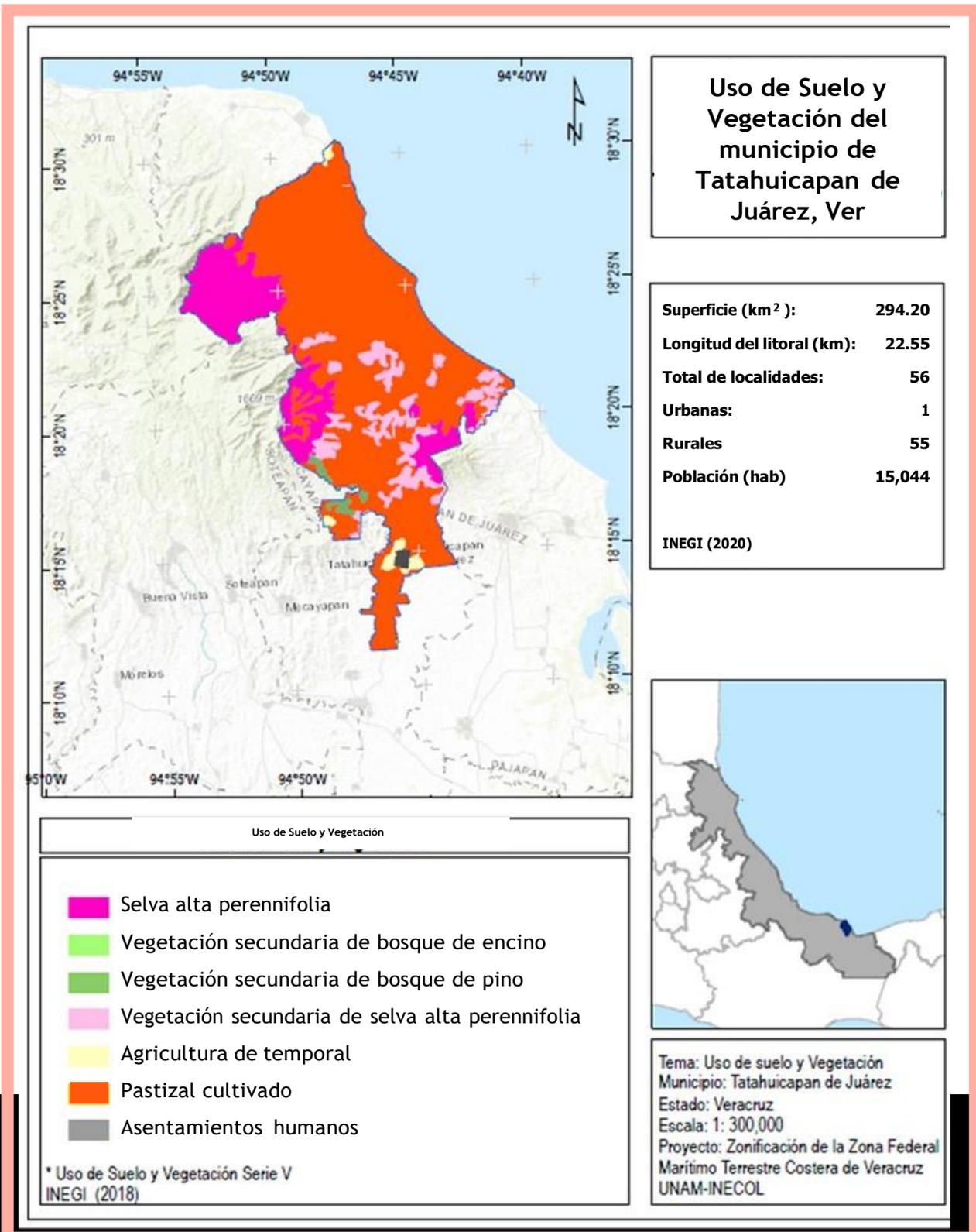


Figura 11. Distribución de los usos de suelos y tipos de vegetación del municipio de Tatahuicapan de Juárez, Ver.

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).

De acuerdo con la clasificación de dunas costeras de Jiménez-Orocio *et al.* (2015), en el municipio no se tiene registro de sistemas de dunas costeras. Sin embargo, a una escala local, a partir de

las características geomorfológicas de la costa, se puede decir que el municipio contiene playas bajas arenosas donde se pueden observar angostos cordones de dunas embrionarias y frontales que no superan los 50 metros de anchura, principalmente cubiertos por vegetación de playas y dunas costeras. (Figura 12). Además, se observan también acumulaciones inestables de arena en la desembocadura de los arroyos hacia el mar.



Figura 12. Características de las dunas costeras de Tatahuicapan de Juárez. Imágenes tomadas de Google Earth, 2018.

ESPECIES VEGETALES DE LA ZONA COSTERA

De acuerdo con 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 196 especies vegetales representativas de playas y dunas costeras. Muchas de ellas se reconocen como amenazadas, sujetas a protección especial o bien que son endémicas.

En la zona de playas y dunas embrionarias se encuentra una combinación de vegetación propia de playas y matorral.

En la zona de playas y dunas embrionarias se encuentra una combinación de vegetación propia de playas y matorral costero como: *Randia aculeata*, *Bidens alba*, *Commelina erecta*, así como algunas especies de humedales como: *Cyperus laxus* y *Nymphoides indica*. Además, entre la vegetación característica de comunidades secundarias se puede encontrar: *Asclepias curassavica*, *Eragrostis secundiflora*, *Lantana camara*, *Solanum rudepannum*, *Waltheria indica*; y especies de selva baja como *Coccoloba barbadensis*, *Casearia corymbosa*, *Dysphania ambrosioides*, *Stachytarpheta jamaicensis*, entre otras.

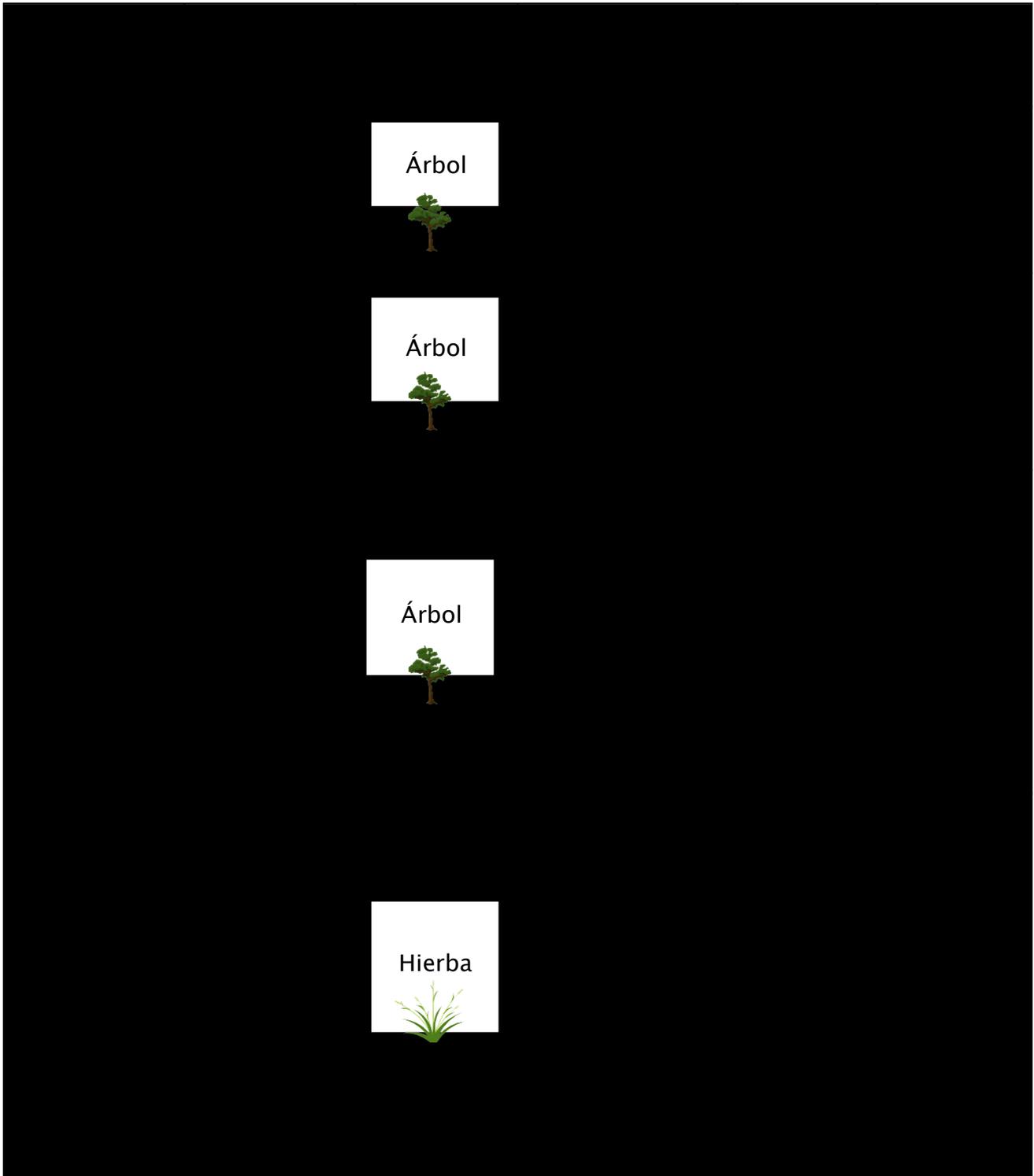
En el Cuadro 7 se muestran seis columnas. En dichas columnas se encuentran la familia a la que pertenece cada especie, el nombre común, el nombre científico y la forma biológica. La forma biológica fue determinada a partir de Castillo y Moreno-Casasola (1998) y Moreno-Casasola *et al.* (2011). En la 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 otros tipo de vegetación, como bosques caducifolios, humedales o pastizales.

Finalmente, se muestra el estatus de protección de cada especie. El estatus de conservación hace referencia a tres fuentes de información: 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 Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres CITES (I, II, III, para ver descripción de las categorías visitar www.cites.org).



Cuadro 7. Listado de especies vegetales más importantes registradas a la fecha, que crecen principalmente en las playas y dunas del municipio de Tatahuicapan de Juárez. 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.



Hierba



Arbusto o árbol pequeño, frecuente mente trepador



Árbol



Árbol



Árbol



Hierba enraizada de hojas flotantes



Árbol



Hierba
emergente



Hierba



DISTRIBUCIÓN Y EXTENSIÓN DE MANGLARES

El municipio no cuenta con vegetación de manglar.

CARACTERIZACIÓN DE HUMEDALES

En el municipio no se ubican humedales costeros de gran importancia. Los principales humedales observados son los asociados a las corrientes de agua superficial como son los ríos Tatahuicapán, Zapoapan, Piedra Labrada, Texizapan, y Temoloapan entre otros (INEGI, 2002).

CARACTERIZACIÓN DE LAGUNAS COSTERAS

El municipio no cuenta con lagunas costeras, por lo que no se presenta información de calidad de agua ni de fitoplancton.

CARACTERIZACIÓN DE ARRECIFES DE CORAL

El municipio no tiene registro documentado de arrecifes de coral.



■ Capítulo 4.

CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y PRESERVACIÓN DE ECOSISTEMAS COSTEROS

No existe información suficiente para valorar las necesidades de conservación y restauración de la extensión de humedales de agua dulce en este municipio. Sin embargo, dado el intenso nivel de deterioro generalizado en el municipio, es muy probable que las

acciones de restauración de humedales sean urgentes. La conservación de los humedales de agua dulce debe ser una prioridad estatal y nacional. Las selvas inundables y los humedales herbáceos, sobre todo los popales, almacenan cantidades considerables de carbono. Aunado a lo anterior, la transformación de las selvas y humedales herbáceos a potreros incrementa las emisiones de bióxido de carbono y metano que son gases de efecto invernadero y contribuyen con el calentamiento global y el cambio climático.



■ Capítulo 5.

DIAGNÓSTICO Y ZONIFICACIÓN

El diagnóstico general del estado de conservación de la zona costera del municipio muestra que las actividades que se lleven a cabo en esta zona deben ser de baja densidad y de carácter sustentable. El plan de manejo que se implemente en esta región debe favorecer actividades económicas que

no comprometan los valores ecológicos ni la conectividad del sitio. En este sentido, deben implementarse acciones enfocadas en la restauración de los flujos hídricos de la región, así como en la conservación de los valores ecológicos existentes. Finalmente, se deben priorizar acciones encaminadas a la conservación y restauración de los humedales, especialmente de las selvas inundables. En el Cuadro 8 se muestran algunas observaciones que deben considerarse en la toma de decisiones enfocadas en el desarrollo de la zona.

Cuadro 8. Síntesis diagnóstica de la zona costera del municipio de Tatahuicapan de Juárez, Ver.

OBSERVACIONES

- Zona donde han impactado varios huracanes y tormentas tropicales y donde se han producido fuertes inundaciones.
- No existe vegetación de manglar ya que las coberturas naturales se han visto afectadas en sus límites por actividades agrícolas-pecuarias.
- El municipio carece de dunas costeras bien desarrolladas y lagunas costeras.
- En la zona costera se observa vegetación que no es típicamente costera: potreros para ganado, matorral costero y fragmentos perturbados de selva alta perennifolia.

Cuadro 9. Semáforo de acciones para la zona costera del municipio de Tatahuicapan de Juárez, Ver. Nota: el hecho de que la costa se encuentre en un equilibrio dinámico estable en cuanto a procesos de erosión, no significa que no haya degradación de los ecosistemas naturales debido a las diferentes actividades humanas.

SEMÁFORO DE ACCIONES		Celdas 1 y 2
		Actividades y permisos restringidos de manera que se promueva la conservación y restauración de la zona de playa que ofrece importantes servicios ambientales a la sociedad.
VALORES	GEOMORFOLÓGICOS	Alta restricción: las pequeñas dunas embrionarias amortiguan el impacto de tormentas y ameritan su protección.
	ECOLÓGICOS	Es importante permitir la regeneración natural de la selva alta perennifolia y mantener la conectividad del paisaje del municipio.
PROBLEMÁTICA	EROSIÓN	Baja: la mayor parte de la costa se encuentra en un equilibrio dinámico estable.
	ASENTAMIENTOS AFECTADOS	Baja.
	INFRAESTRUCTURA DE PROTECCIÓN	Nulo.

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

Las recomendaciones generales para el manejo de la zona marina, playa, dunas transgresivas y parabólicas, manglares, humedales de agua dulce y lagunas costeras se detallan en Silva *et al.* (2017).

Además, a continuación, se enlistan algunas recomendaciones particulares para cada uno de los ecosistemas costeros presentes en el municipio. Se detallan las acciones de manejo que son consideradas como aptas y no aptas para la zona.

ZONA MARINA

ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

- Pesca extractiva.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

- Cultivo parcial de fauna de interés comercial como pulpos, ecoturismo, pesca deportiva.

MANEJO - APTO:

- 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 y puertos.

CONSERVACIÓN:

- Se debe poner atención a la conservación y protección de las especies endémicas y amenazadas presentes en la zona.

ZONA DE PLAYA

ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

- Restaurantes rústicos y permanentes, hotelería, asentamientos urbanos.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

- Desarrollo turístico de densidad media, asegurando la conservación del primer cordón de dunas como mínimo.

MANEJO - APTO:

- Delimitar la zona bajo la administración de ZOFEMAT (Zona Federal Marítimo Terrestre) tomando en cuenta las tasas de erosión y haciendo público el resolutivo.
- Se permite construcción de infraestructura de material degradable y piloteadas (p.ej., 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).
- Establecer accesos a la playa e inscribirlos en actas en el cabildo municipal.
- La construcción de infraestructura con cimentación directa solo debe permitirse si; la pendiente del terreno es menor a 20°; está a una distancia de 100 m o más de la cresta del primero cordón de dunas.

MANEJO - NO APTO:

- Debido a la presencia de erosión, la playa no es apta para construcción en los primeros 20 m de zona federal.
- Introducción de especies exóticas e invasoras.
- Tránsito vehicular por la playa o estacionarse en la misma.
- Aplanamiento de la playa.

CONSERVACIÓN

- La playa debe ser conservada para proteger tanto a los ecosistemas como a los habitantes.
- Impulsar acciones para recuperar playas y dunas.
- Promover la reforestación con especies nativas en la orilla de ríos.
- El ecoturismo y construcciones turísticas de baja densidad sobre pilotes son deseables.

PROTECCIÓN

- Las pequeñas dunas embrionarias y las especies endémicas requieren ser protegidas, por el valor geomorfológico y ecológico.

HUMEDALES DE AGUA DULCE

ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

- Pastoreo.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

- Ecoturismo, pastoreo de baja densidad (una cabeza por hectárea).

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.
- Caminos y/o carreteras con pasos de agua frecuentes o sobre pilotes.
- Creación de humedales artificiales para limpiar el agua.
- Creación con las comunidades de UMAs para la extracción de materiales para artesanías, construcción, entre otras, siempre y cuando exista el permiso por parte de SEMARNAT.
- Ganadería de baja intensidad (una cabeza por hectárea), sin modificar la hidrología o composición florística del humeda.

MANEJO - NO APTO:

- Construcción de drenajes que dessequen humedales, canalización, o relleno de humedales.
- Vertido de contaminantes industriales.
- Introducción de especies exóticas e invasoras.
- Establecimiento de caminos que obstruyan el flujo de agua que alimenta a manglares y humedales de la zona.
- No se permite la construcción de infraestructura permanente en zonas de humedales (actual o pasada).
- Restringir el uso de agroquímicos en cultivos y zonas de pastoreo ubicadas sobre humedales.

RESTAURACIÓN

- Se deben impulsar acciones de restauración de selvas inundables, popales, tulares, bosques inundables y manglares en las zonas degradadas.
- Recuperar el gradiente manglar-selva inundable.

CONSERVACIÓN

- Promover la investigación y monitoreo que permitan proveer información para la toma de decisiones.
- Ecoturismo y construcciones turísticas de baja densidad sobre pilotes.
- Promover la reforestación con especies nativas en la orilla de los ríos.

PROTECCIÓN

- Se deben proteger los últimos relictos de selva inundable que existen en este municipio.

RECOMENDACIONES GENERALES

- ◆ No introducir especies exóticas ni invasoras.
- ◆ Facilitar actividades de investigación y monitoreo.
- ◆ Regular y controlar los cambios de uso de suelo y la pérdida de ecosistemas naturales.
- ◆ Fortalecer y fomentar actividades de educación ambiental.
- ◆ No interrumpir los flujos de agua ni sedimentos a lo largo de la costa ni en la zona de humedales.

BIBLIOGRAFÍA

- ♦ Alatorre, E. (1996). *Etnomicología en la sierra de Santa Martha*. CONABIO. Xalapa, Veracruz.
- ♦ Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS) de la CONAGUA. Recuperado de <https://app.conagua.gob.mx/bandas/>
- ♦ 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.
- ♦ 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.
- ♦ CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social). 2010. *Indicadores de pobreza, pobreza por ingresos, rezago social y gini 2010 (municipal)*. Recuperado de <https://datos.gob.mx/busca/datos-et/indicadores-de-pobreza-pobreza-por-ingresos-rezago-social-y-gini-2010-municipal>
- ♦ CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social). 2020. *Indicadores de pobreza, pobreza por ingresos, rezago social y gini 2020 (municipal)*. Recuperado de <https://datos.gob.mx/busca/datos-et/indicadores-de-pobreza-pobreza-por-ingresos-rezago-social-y-gini-2010-municipal>
- ♦ Denué 2018. *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas 2018, Información para la actualización e incorporación de unidades económicas al DENUÉ. Datos a noviembre de 2018*.
- ♦ García-Franco, J.G. 1996. Distribución de epifitas vasculares en matorrales costeros de Veracruz, México. *Acta Botánica Mexicana*, 37: 1-9 pp.
- ♦ INAFED (Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). 2010. *Enciclopedia de los Municipios y delegaciones de México*. Secretaria de Gobernación. Recuperado de <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM30veracruz/index.html>
- ♦ INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2002. *Carta topográfica 1:20,000, E15A85 a*. INEGI-Dirección General de Geografía. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapas/>
- ♦ INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2020. *Censo de Población y Vivienda, 2010*. INEGI-Dirección General de Geografía.
- ♦ 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 (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2020. *Censo de Población y Vivienda, 2010*. INEGI-Dirección General de Geografía.
- ♦ Jiménez-Orocio, O., Hesp, O., Martínez, M.L., Espejel, I., y Moreno-Casasola, P. 2015. *Tipos de dunas*. En M.L. Martínez, P. Moreno-Casasola, I. Espejel, O. Jiménez-Orocio, D. Infante-Mata y N. Rodríguez-Revelo (Eds.), *Diagnóstico general de las DC de México*. México, D.F.: Comisión Nacional Forestal, 27-48 pp.
- ♦ 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., Castillo-Argüero, S., y Martínez, 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., 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., 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., 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.
- ♦ 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.
- ♦ 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.
- ♦ SADER. 2021. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Recuperado de <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>
- ♦ Silva, R. 2005. Análisis y descripción estadística del oleaje. Instituto de Ingeniería. Instituto de Ingeniería, UNAM, México, 177 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., Moreno-Casasola, P., Martínez, M.L., Mendoza, E., López-Portillo, J., Lithgow, D., Vázquez, G., Martínez-Martínez, R.E., Monroy-Ibarra, R., Cáceres-Puig, J.I., Ramírez-Hernández, A., Boy-Tamborell, M. 2017. Recomendaciones generales para el manejo de la zona costera. Instituto de Ecología, A.C., Instituto de Ingeniería, UNAM, ZOFEMAT. 60 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.
- ♦ Sistema de Información Municipal del Gobierno del Estado de Veracruz (2019). Recuperado de <http://ceieg.veracruz.gob.mx/2019/05/09/cuadernillos-municipales-2019/>
- ♦ 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.
- ♦ 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.

La costa del municipio de Tatahuicapan de Juárez tiene una extensión de 22.55 km. Sus costas tienen dos celdas litorales. Las playas son abiertas con una orientación predominante de este a oeste y la formación de algunos cordones dunares con vegetación de dunas. Las playas arenosas están encajadas en acantilados o puntas rocosas.

El municipio tiene una elevación promedio de 168.5 m s.n.m. y las mayores elevaciones se encuentran en la zona sur-oeste alcanzando los 898 m s.n.m. Diferentes ríos aportan sedimentos a las costas de este municipio: Encinalillo, Mezcalapa, Agua Fría, Zapoapan, Piedra Labrada, Pilapa, Guayabillo y Sequiapan. Estos ríos se originan de la cima de los volcanes de la región de los Tuxtlas. Los ríos de este municipio alimentan a las ciudades y zonas industriales de la zona sur del estado, tales como Coatzacoalcos. El transporte predominante de sedimentos es de tipo longitudinal con dirección de este a oeste. En este municipio no hay presas con influencia sobre la zona costera y no se detectó la existencia de obras civiles sobre la costa.

El municipio se caracteriza por presentar pequeñas dunas embrionarias en la zona de playas arenosas pero no tiene registro de sistemas de dunas costeras bien formados. Tampoco tiene registro de vegetación de manglar ni de lagunas costeras. No cuenta con manglares, lagunas costeras, ni arrecifes coralinos. En el municipio no se ubican humedales costeros de gran importancia. Los principales humedales observados son los asociados a las corrientes de agua superficial como son los ríos Tatahuicapan de Juárez, Zapoapan, Piedra Labrada, Texizapan, y Temoloapan entre otros. No existen estudios sobre estos humedales.

En general, el estado de conservación de la zona costera de Tatahuicapan de Juárez es de regular a malo, con pérdida de vegetación natural para actividades agropecuarias principalmente.

Las acciones de restauración, conservación, protección y manejo sostenible deben ser prioritarias, sobre todo considerando que el paisaje de ecosistemas está fuertemente interconectado y que tiene un alto valor ecológico y paisajístico por la presencia de selva tropical.



ISBN: 978-607-8833-19-1

