

LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO

LA ANTIGUA, VERACRUZ

M. Luisa Martínez
Rodolfo Silva
Oscar Jiménez-Orocio
Valeria Chávez
Patricia Moreno-Casasola
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

LA ANTIGUA, VERACRUZ

Primera Edición 2023

D.R. © 2023 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: 978-607-8833-05-4

DOI: <https://doi.org/10.21829/978-607-8833-05-4>

Documentos elaborados bajo contrato con la Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz dentro del proyecto general financiado por el Consejo Veracruzano de Investigación y Desarrollo Tecnológico: “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”.

Y en específico con el Instituto de Ecología A.C. dentro del proyecto: “Análisis de la erosión y propuestas para promover la resiliencia en las costas de Veracruz”.

Octubre, 2023

LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO LA ANTIGUA, VERACRUZ

ISBN: 978-607-8833-05-4

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

Publicación en línea:

<https://doi.org/10.21829/978-607-8833-05-4>

Forma sugerida de citar este libro:

Martínez ML, Silva R, Jiménez-Orocio O, Chávez V, Moreno-Casasola P, Mendoza-González G, Cruz C, López-Portillo J, Vázquez G, Lithgow D, García-Franco JG, Castillo-Campos G. 2023. *La zona costera del municipio La Antigua, Veracruz*. INECOL, Veracruz, 66 pp.

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

Agradecimientos: Se agradece a Roberto Monroy Ibarra por la elaboración del mapa de distribución de humedales en el municipio

En portada: Zona centro del poblado La Antigua. Fotografía: M. Luisa Martínez

Diseño: Vinisa Romero

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

Fis. María del Rosario Virginia Landgrave Ramírez

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

Mayo, 2023



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. 35 **CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA BIÓTICO**

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

PÁG. 51 **CAPÍTULO 4. CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y PRESERVACIÓN DE ECOSISTEMAS COSTEROS**

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

PÁG. 54 **CAPÍTULO 5. DIAGNÓSTICO Y ZONIFICACIÓN**

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

PÁG. 62 **BIBLIOGRAFÍA**

Capítulo 1.

ASPECTOS GENERALES

CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

El municipio de La Antigua se localiza en la región central del estado de Veracruz. Las coordenadas extremas son latitud 19° 24' 51.6" N y 19° 13' 14.9" S; y longitud -96° 23' 5.3" O y -96° 13' 17.6" E. El municipio de La Antigua limita al norte con el municipio de Úrsulo Galván y Golfo de México; al

oeste con los municipios de Puente Nacional y Paso de Ovejas; al sur con el municipio de Veracruz; y al este con el Golfo de México. Su superficie abarca 131.5 km², lo que representa el 0.16 % del total de la superficie del estado. El litoral de La Antigua suma alrededor de 21.3 km de línea de costa, representando el 2.8 % del total de Veracruz, lo que lo ubica en el lugar 13 de extensión litoral a nivel estatal (Figura 1).

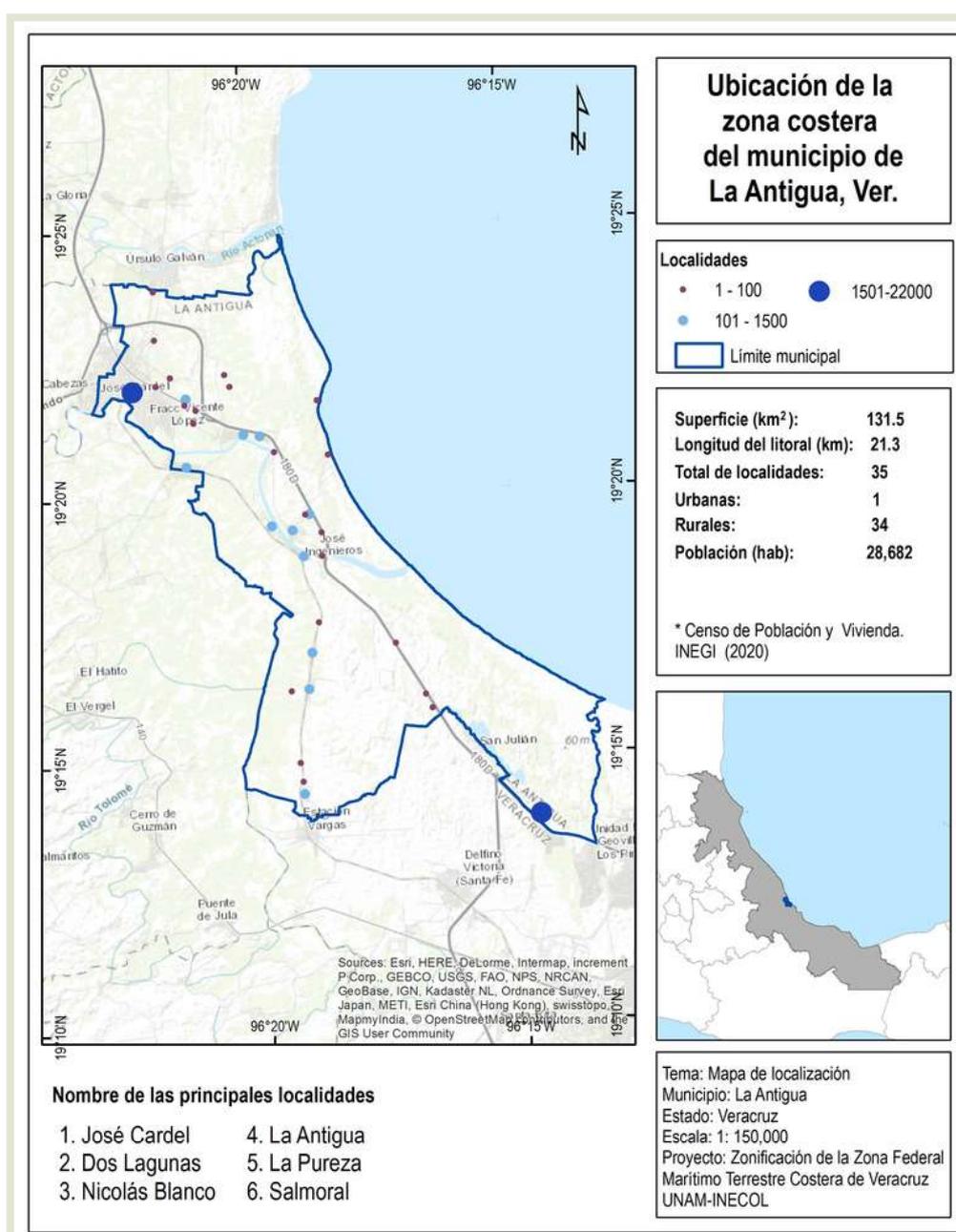


Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de La Antigua, Veracruz

POBLACIÓN, GRADO DE MARGINACIÓN, VIVIENDAS

El municipio de La Antigua cuenta con 35 localidades en la zona costera, que en conjunto albergan 28,682 habitantes (INEGI 2020). Las principales localidades son: José Cardel, cabecera municipal, Dos Lagunas, Nicolás Blanco (San Pancho), La Antigua, La Pureza y Salmoral. La densidad poblacional del municipio es de 218 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 57.8, considerado como “Muy Bajo”, con alta cohesión social (Índice de GINI de

0.323). Según los indicadores de pobreza (CONEVAL 2020), el municipio presenta un desempeño (43.9%), igual a a la media nacional (43.9%), bajo porcentaje de pobreza extrema (5.6%) y rezago educativo del 21.7%. No obstante, el 54.7% de la población tiene ingresos inferiores a la línea de bienestar, el 19.2% presenta tres carencias (salud, alimentación y vivienda), el 16.1% carece de acceso a la alimentación y el 70.0% tiene al menos una carencia. El 33.2% de la población carece de servicios de salud y el 53.1% carece de acceso a seguridad social (Figura 2). El 4.62% de la población mayores de 14 años son analfabetas. (INEGI, 2020).

Indicadores seleccionados de pobreza en La Antigua, Ver. 2020

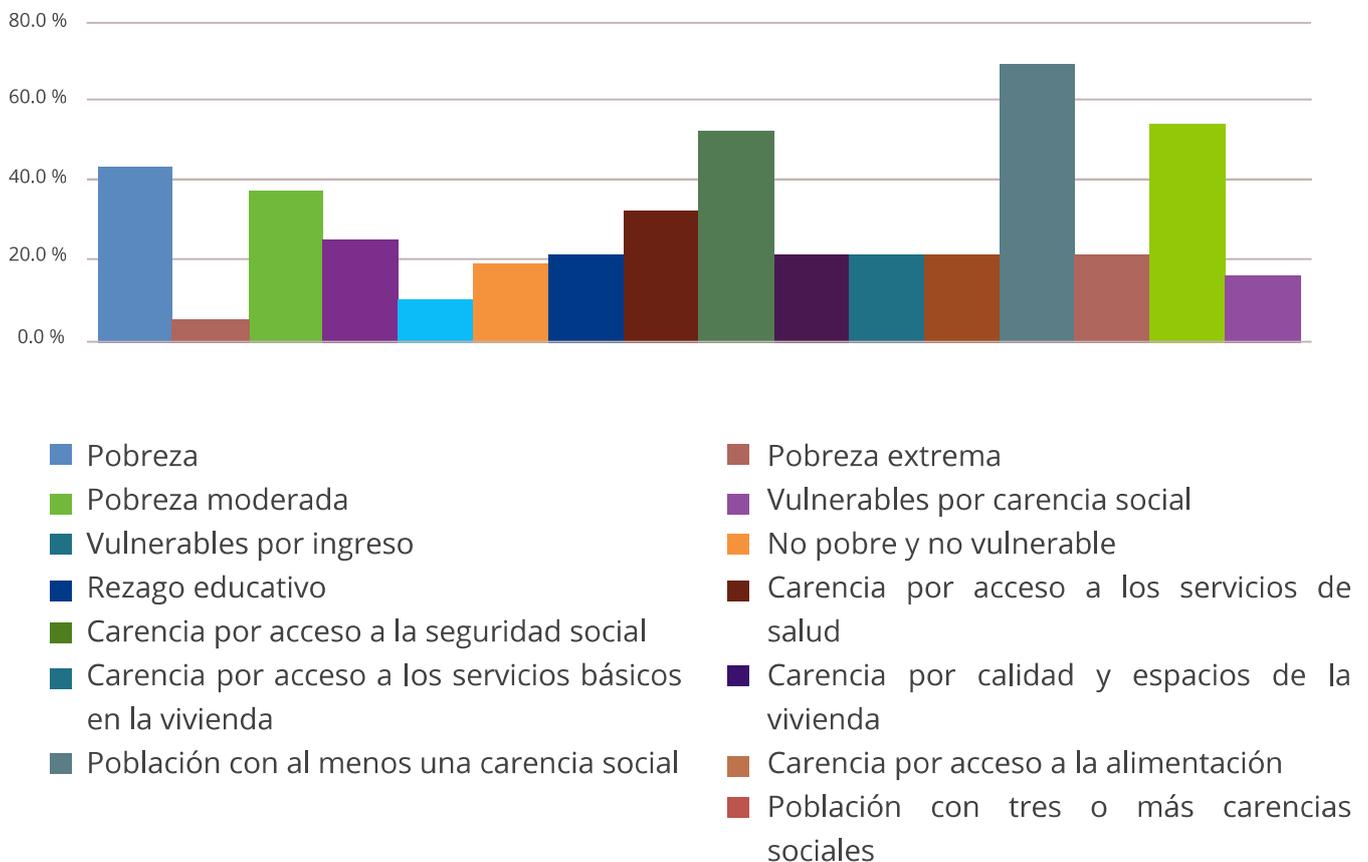
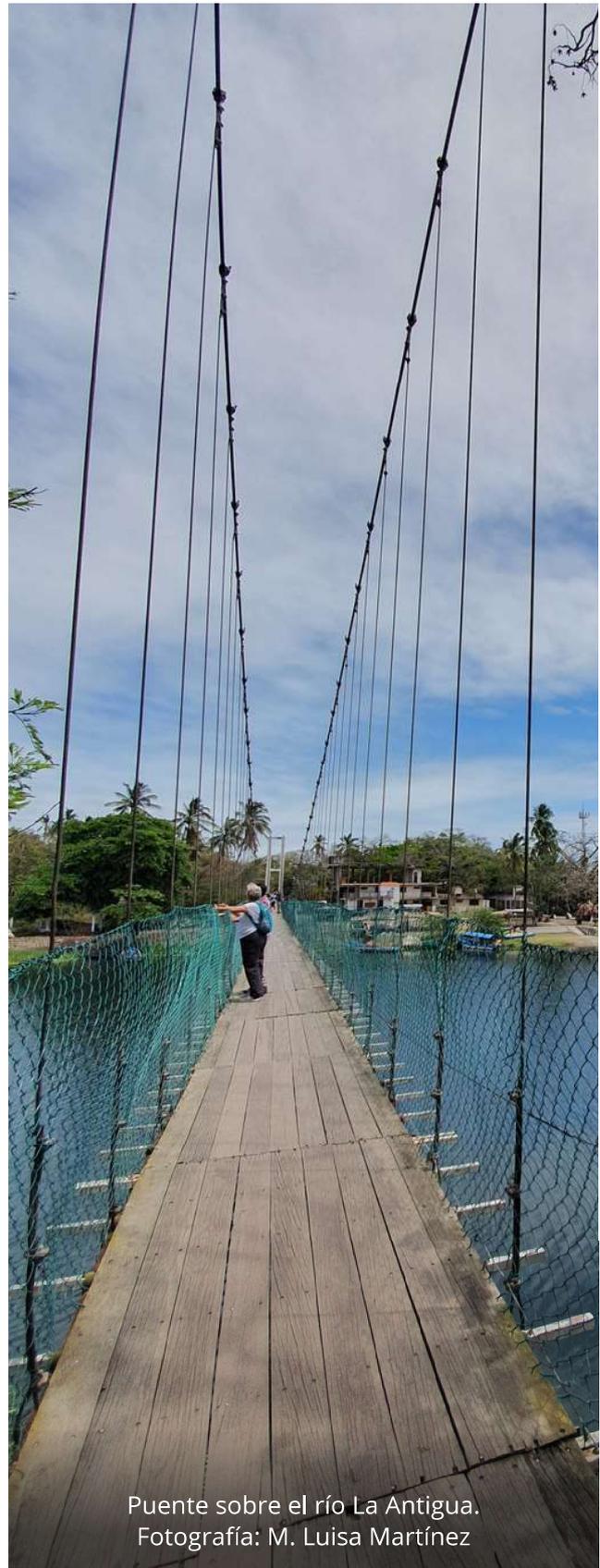


Figura 2. Indicadores de desempeño municipal (modificado de CONEVAL 2020)

POBLACIONES RURALES Y URBANAS EN LA ZONA COSTERA

El municipio de La Antigua alberga 35 localidades: una está considerada como urbana (más de 15,000 habitantes), y las 34 localidades restantes son catalogadas como rurales, ya que cuentan con menos de 2,500 habitantes. De estas últimas, ocho corresponden a localidades de entre 500 y 2,000 habitantes; cuatro tienen entre 250 y 499 habitantes; las 22 restantes corresponden a localidades rurales de menos de 250 habitantes, de las cuales el 100 % cuenta con menos de 100 habitantes. En resumen, el 94 % de las localidades del municipio tiene menos de 1,000 habitantes.

En la franja costera (5 km tierra adentro desde la línea de costa) se encuentran 26 localidades, lo que representa el 74 % del total a nivel municipal. El total de población en la franja costera es de 7,552 habitantes, de los cuales 31 (dos localidades) se encuentran en los primeros 500 m de la línea de costa, 38 (1 localidad) se encuentran entre los 500 y 1000 m, y 7,521 (24 localidades) entre los 1,000 y 5,000 m de la línea de costa. En la zona costera, las localidades con mayor población son: Dos Lagunas (1,525 habitantes), Nicolás Blanco (1,159 habitantes), La Pureza (912 habitantes) y La Antigua (874 habitantes) (Cuadro 1). Es importante mencionar que el 79 % de la superficie del municipio se encuentra en la franja de 5 km, y que la localidad con mayor población, José Cardel, se localiza a 6.4 km, en línea recta, de la línea costera.



Puente sobre el río La Antigua.
Fotografía: M. Luisa Martínez

Cuadro 1. Localidades ubicadas en la franja costera del municipio La Antigua, Veracruz. 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
Playa Miranda	25			Dos Lagunas (Antonio Lagunes)	1,525
Playa Chalchihuecan	6			Nicolás Blanco (San Pancho)	1,159
				La Pureza	912
				La Antigua	874
				Salmoral	666
				Huixilapan (Aserradero)	556
				Playa Oriente	510
				José Ingenieros (San Vicente)	376
				La Posta	351
				Colonia Nueva Generación	324
				El Ciruelo (El Canal)	86
				Entronque a la Antigua	52
				Los Domínguez	44
				Libertadores	44
				Finca Santa Inés	11
				El Limonal	6
				Abril Lagunes	5
				Pozo Dos	5
				Burbos	3
				Pozo Uno	3
				Las Amapolas	3
				Los Almendros (Bugambilias) [Motel]	2
				Fraccionamiento la Catalana	2
				El Colibrí	2
<i>No de localidades</i>	<i>2</i>				<i>24</i>
<i>Total población</i>	<i>31</i>				<i>7521</i>

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

La información más reciente sobre la producción agrícola y pecuaria de La Antigua, presentada en esta sección, corresponde al año 2018 (Figura 3).

Agricultura.

La superficie sembrada en el municipio es de 3,277 hectáreas (32.7 km²) que corresponden al 24.9 % del total de la superficie municipal. El principal tipo de cultivo es la caña de azúcar (3,098.3 ha) con un valor de producción de alrededor de 203 millones de pesos anuales. Otros tipos de cultivos de menor producción son maíz en grano (490.16 ha), el mango (70 ha) y el frijol (45.6 ha).

Ganadería.

La superficie destinada para la actividad ganadera es de 4,214 ha (42.14 km²), lo que abarca el 32 % de la superficie total del municipio. El principal tipo de ganado producido es el bovino con 276.93 ton, seguido de la producción porcina (83.4 ton), avícola (29.4 ton) y ovina (19.26 ton). El valor de la producción ganadera es de 17.9 millones de pesos anuales, de los cuales el 67 % corresponden a la producción de bovinos. La principal producción ganadera es la de carne de canal bovina con 143.78 ton (\$8.8 millones) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Producción agropecuaria del municipio de La Antigua, Ver. Fuente SIAP, 2021

	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Producción (ton)	Rendimiento obtenido (ton/ha)	Precio medio rural (\$/ton)	Valor de la producción (miles de pesos)
Caña de azúcar	3,098.30	3,098.30	269,923.90	87.12	755	203,792.55
Frijol	45.6	45.6	39.6	0.87	16,840.40	666.88
Limón	9.6	9.6	115.2	12	6,500.00	748.80
Maíz en grano	490.16	490.16	1,513.52	3.09	4,551.28	6,888.45
Mango	70.4	70.4	348.32	5.46	6,097.79	2,343.5
Sandía	10	10	250	25	3,260.00	815.0
Total	3,724.06	3,724.06	272,226.54	0	0	215,225.18

	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	143.78	276.93	61.2	30.8	8,798.81	8,528.51
Bovino-Leche	439.69	0	7.27	0	3,196.01	0
Porcino-Carne	63.76	83.4	46.95	28.11	2,993.64	2,343.99
Ovino-Carne	9.81	19.26	76	37.24	745.71	717.18
Ave-Carne	22.49	29.4	32.99	23.77	742	698.84
Guajolote-Carne	0.59	0.84	64.14	40.74	37.71	34.31
Ave-Huevo plato	41.75	0	28.62	0	1,195.18	0
Abeja-Miel	5.67	0	46.62	0	264.47	0
Abeja-Cera	0.21	0	91.81	0	19.37	0
TOTAL					17,992.9	12,322.83

Servicios y turismo.

Al 2018, el municipio contaba con 234 establecimientos de servicios de preparación de comida y 13 establecimientos de hospedaje, registradas como unidades económicas (INEGI 2018). Se desconoce el número y origen de los turistas que visitan el municipio, no obstante, localidades como José Cardel está ubicada sobre la vía de comunicación terrestre más importante del Golfo de México, lo que sugiere un gran afluente de visitantes transitorios. Además, la localidad de La Antigua se

considera el primer ayuntamiento establecido en Veracruz, ya que era la puerta de entrada de la mercancía proveniente del viejo mundo. Esta localidad es conocida internacionalmente también porque aún se encuentran vestigios de lo que fuera la casa de Hernán Cortés construida con piedras de río, arrecife de coral y ladrillo (INAFED 2010). Lo anterior, es considerado uno de los principales atractivos del municipio, además de las conocidas playas de Chalchihuecan y La Antigua (desembocadura del río del mismo nombre).



■ Capítulo 2.

CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO

■ DINÁMICA MARINA

La costa del Municipio de La Antigua es parte de una celda litoral, tiene una longitud de 21.27 km y se muestra en la Figura 4.

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 5 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 a huracanes).



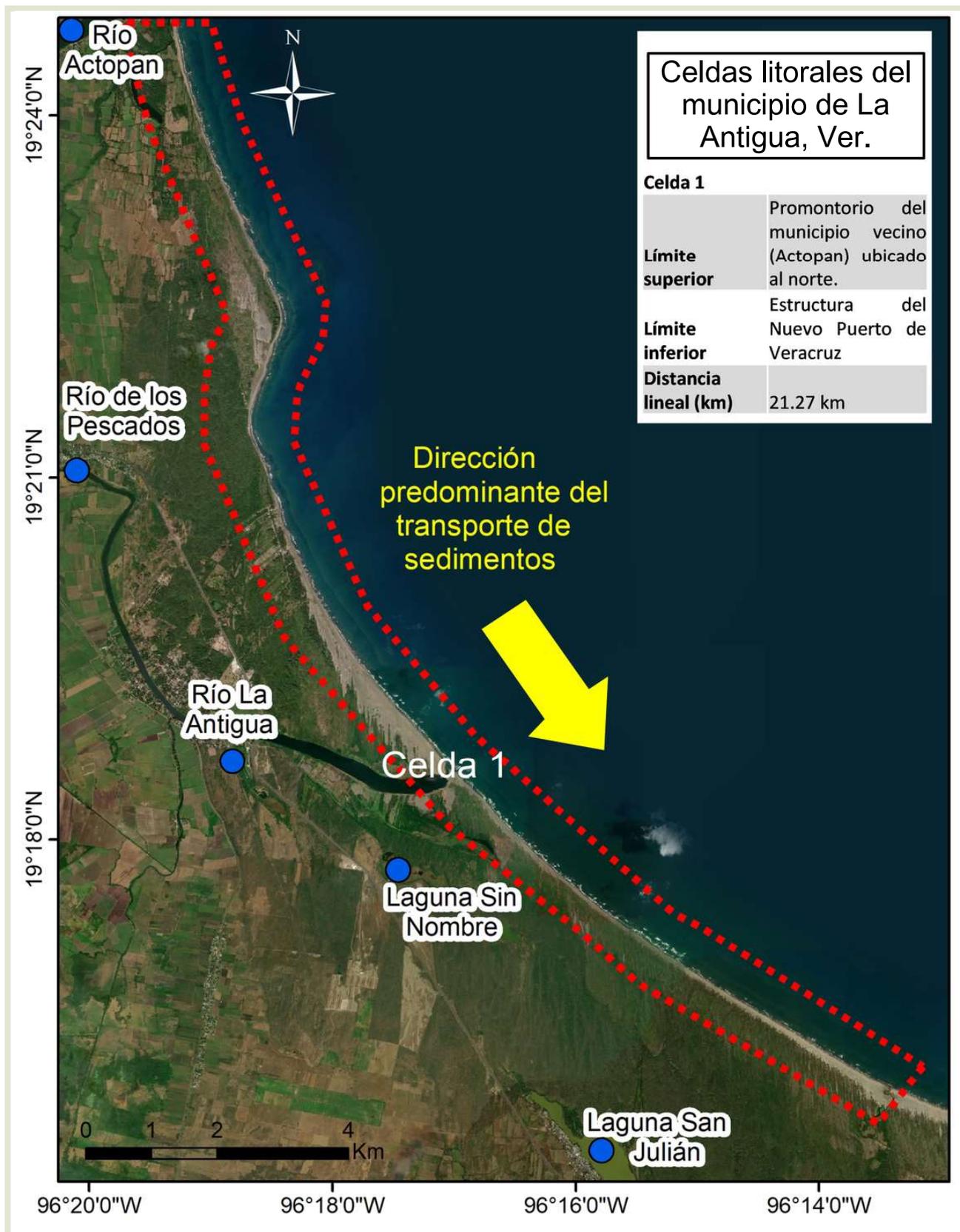


Figura 4. Celdas litorales del municipio de La Antigua. La línea roja indica el tramo de costa analizado.

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 La Antigua están localizados en Tuxpan (97° 20' 48" W, 20° 57' 12" N) y Veracruz (96° 07' 51" W, 19° 12' 03" N). Aplicando una interpolación lineal, los valores de los planos de marea para La Antigua se presentan en el Cuadro 3.

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

Pleamar Máxima Registrada	1.10
Nivel de Pleamar Media Superior	0.46
Nivel de Pleamar Media	0.43
Nivel Medio del Mar	0.28
Nivel de Bajamar Media	0.12
Nivel de Bajamar Media Inferior	0.00
Bajamar Mínima Registrada	-0.50

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	0.05	0.00	1.27
5	0.16	0.16	1.40
10	0.27	0.26	1.47
15	0.34	0.30	1.51
20	0.39	0.32	1.54
25	0.44	0.34	1.58
30	0.47	0.36	1.62
40	0.53	0.37	1.66
50	0.58	0.39	1.70
100	0.73	0.42	1.80

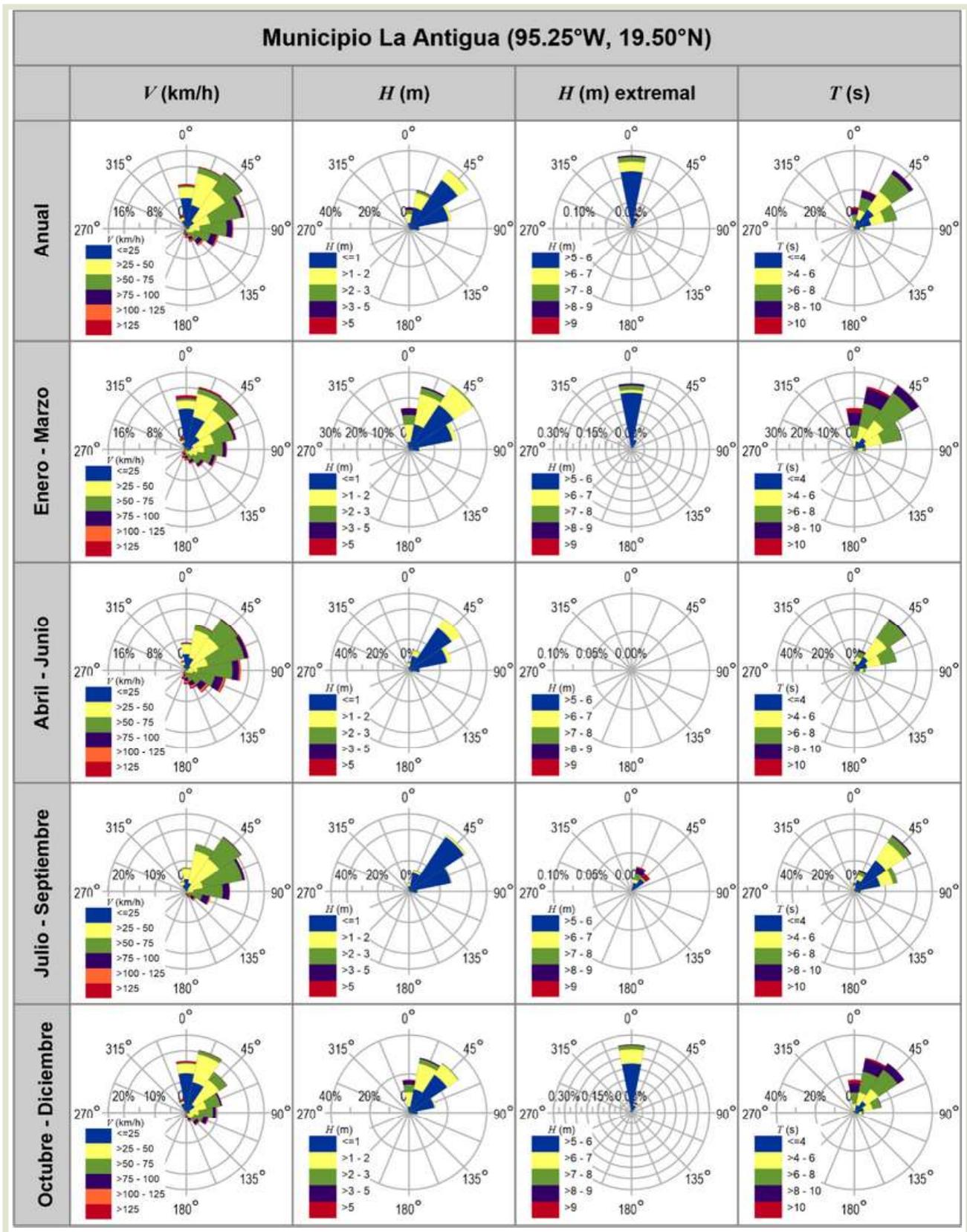


Figura 5. Rosas de viento y oleaje anual y estacional. Significado de los parámetros: V = velocidad del viento, H = altura de las olas, H extremal = altura de ola extremal, T = periodos de oleaje

CARACTERÍSTICAS DE LAS COSTAS

El municipio de La Antigua tiene una elevación promedio de 19.8 m s.n.m. y las mayores elevaciones se encuentran en la zona sur alcanzando los 116.80 m s.n.m. (franja de 7 km), correspondiente al perfil 23 (Figuras 6a - 6c). 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 7).

La Antigua es parte de una celda litoral que limita al norte con un promontorio ubicado en el municipio de Actopan y al sur con el rompeolas del Nuevo Puerto de Veracruz, con una longitud lineal de su litoral de 21.27 km.

El transporte de sedimentos reinante y dominante ocurre de norte a sur y su equilibrio dinámico se ha conservado. Las fuentes de sedimentos de esta celda

son el río Actopan y río La Antigua que mantienen las playas y campos de dunas en los cuales se forman numerosas lagunas interdunarias de agua dulce. El río Actopan descarga a través de la barra de Chachalacas y el río La Antigua en la Boca La Antigua. La deforestación y los cambios de uso de suelo en los ríos Pescados y La Antigua, provocan que exista un gran aporte de sedimentos. El cultivo de temporal cubre el 42.07 % de la superficie total de la cuenca. Al menos en la desembocadura del río la Antigua se registra que anualmente escurren 1,789.66 millones de metros cúbicos (Pereyra *et al.* 2011).

Asimismo, el sedimento viaja por los vientos del noreste, nor-noreste, este noreste y norte, trayendo consigo sedimentos de los campos de dunas del norte, por ejemplo, de Zempoala y sur de Chachalacas.

En la costa de La Antigua se encuentran sistemas dunares que son alimentados por sedimentos, transportados principalmente por el viento, provenientes de las playas ubicadas al norte de dichas dunas.



Mapa digital del terreno del municipio de La Antigua, Ver.



La Antigua

Elevación mínima (m)	- 5.8
Elevación máxima (m)	116.8
Elevación promedio (m)	19.8
Número de perfiles	30.0

Plano 1/3

Simbología

- Perfil
- Polígono de estudio

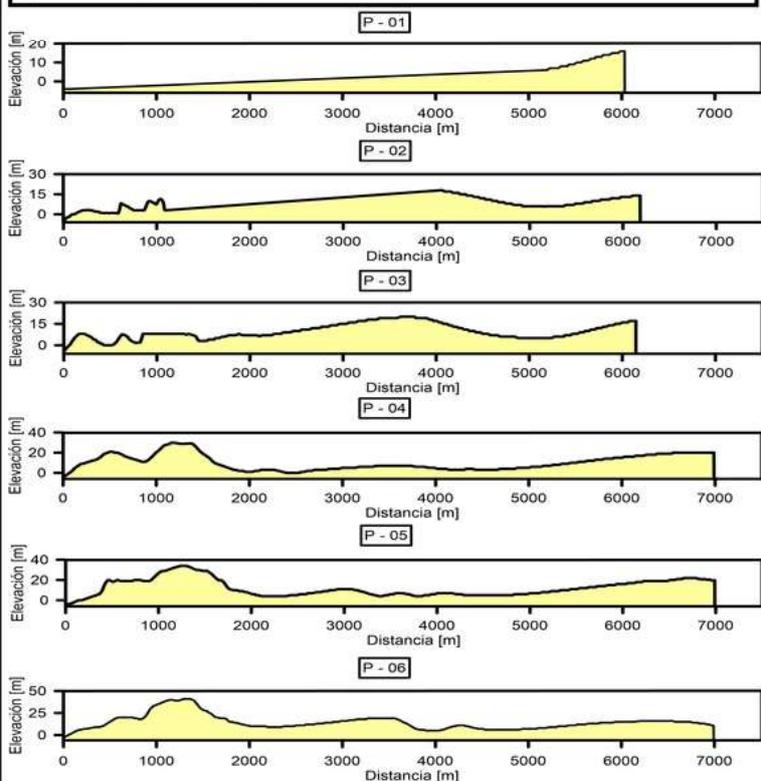
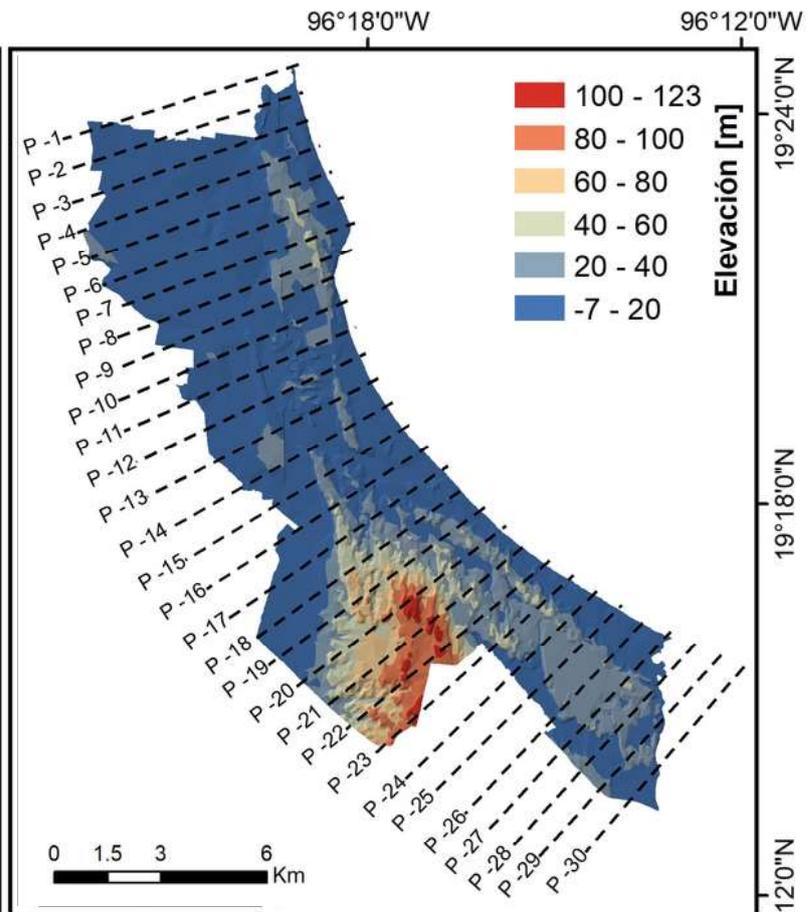


Figura 6a. Mapa digital del terreno y perfiles del terreno (1 a 30) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia es referente a la longitud de los perfiles

Mapa digital del terreno del municipio de La Antigua, Ver.



La Antigua

Elevación mínima (m)	- 5.8
Elevación máxima (m)	116.8
Elevación promedio (m)	19.8
Número de perfiles	30.0

Plano 2/3

Simbología

- Perfil
- Polígono de estudio

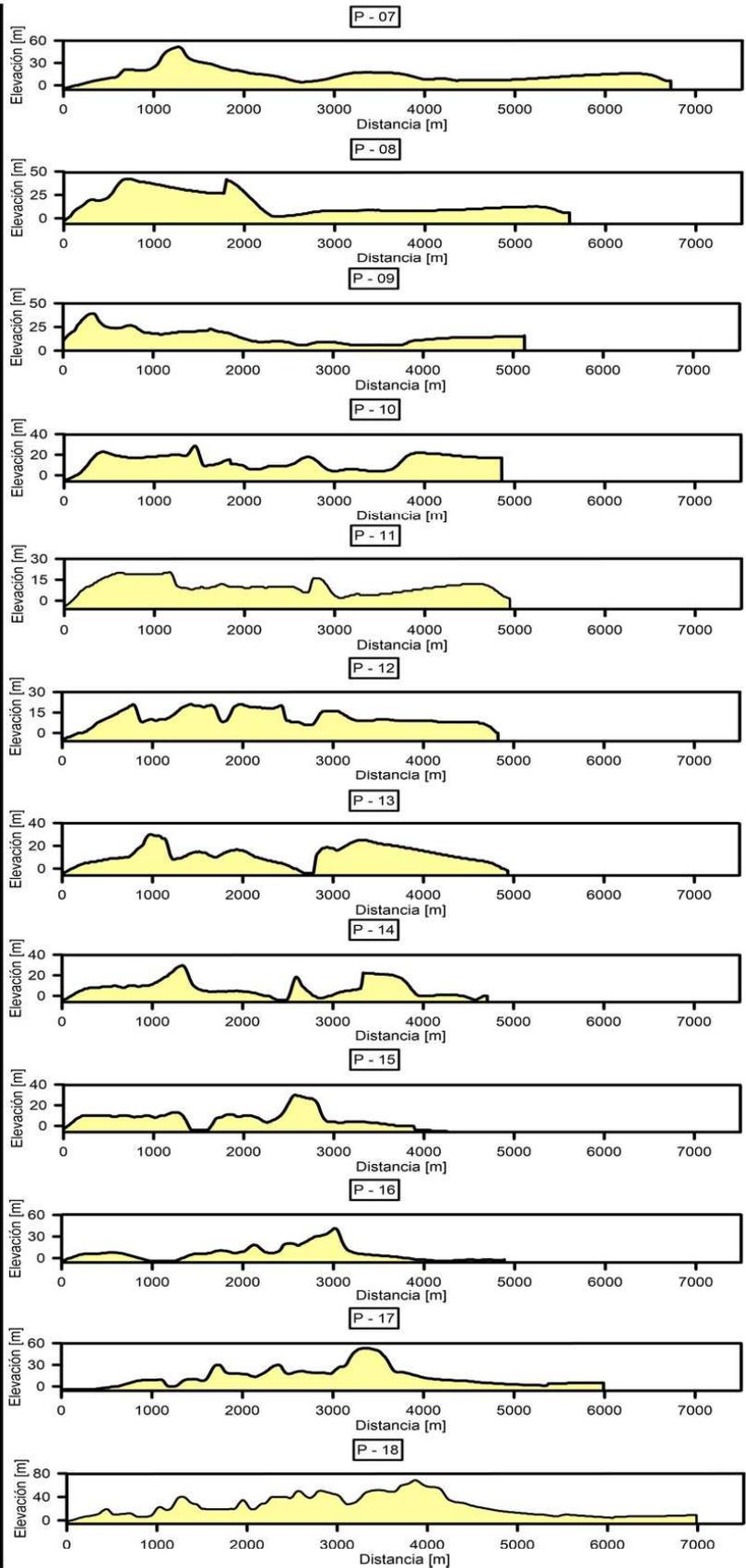


Figura 6b. Perfiles del terreno (7 al 18) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia representa la distancia desde el límite marcado en tierra

Mapa digital del terreno del municipio de La Antigua, Ver.



La Antigua

Elevación mínima (m)	- 5.8
Elevación máxima (m)	116.8
Elevación promedio (m)	19.8
Número de perfiles	30.0

Plano 3/3

Simbología

- Perfil
- Polígono de estudio

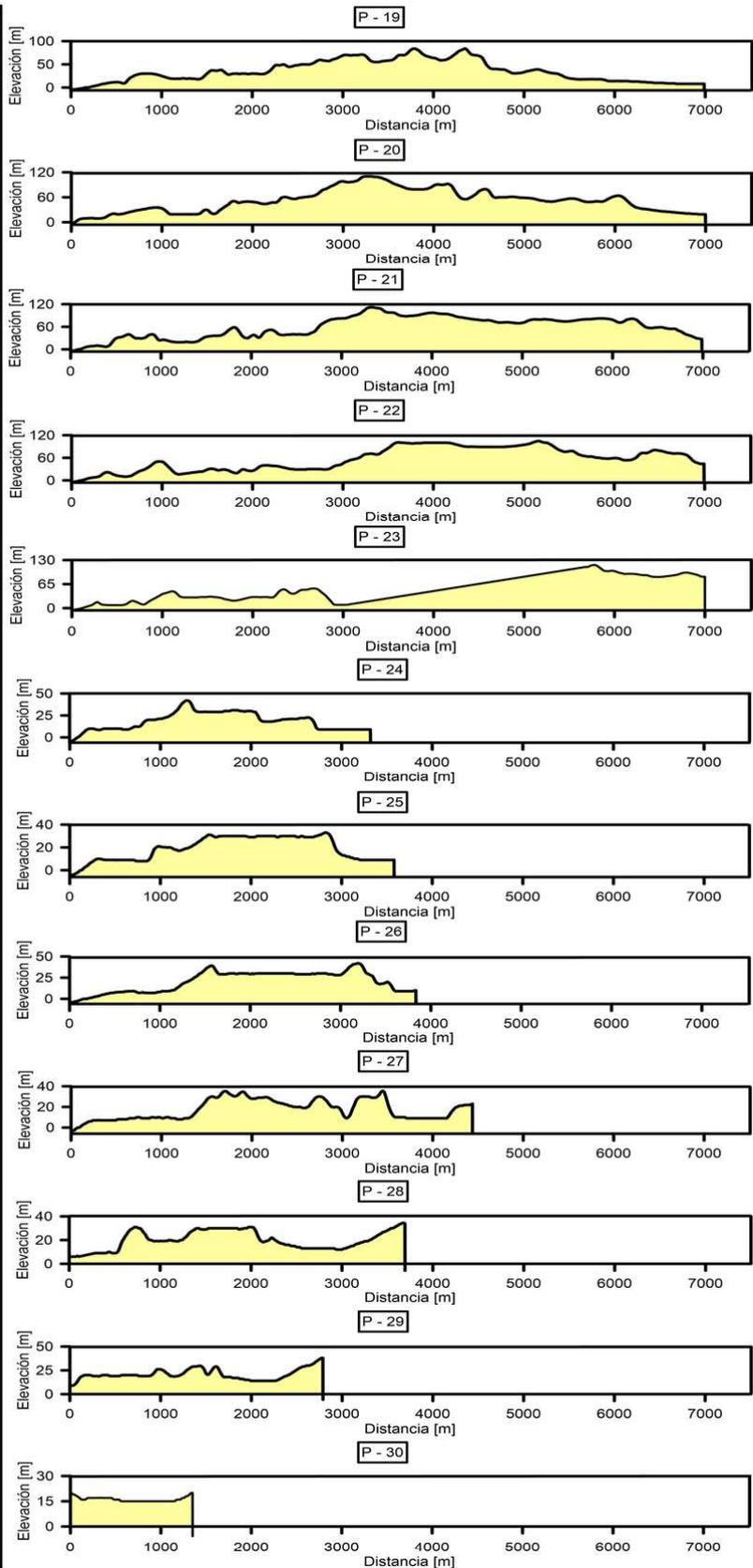


Figura 6c. Perfiles del terreno (19 al 30) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia representa la distancia desde el límite marcado en tierra

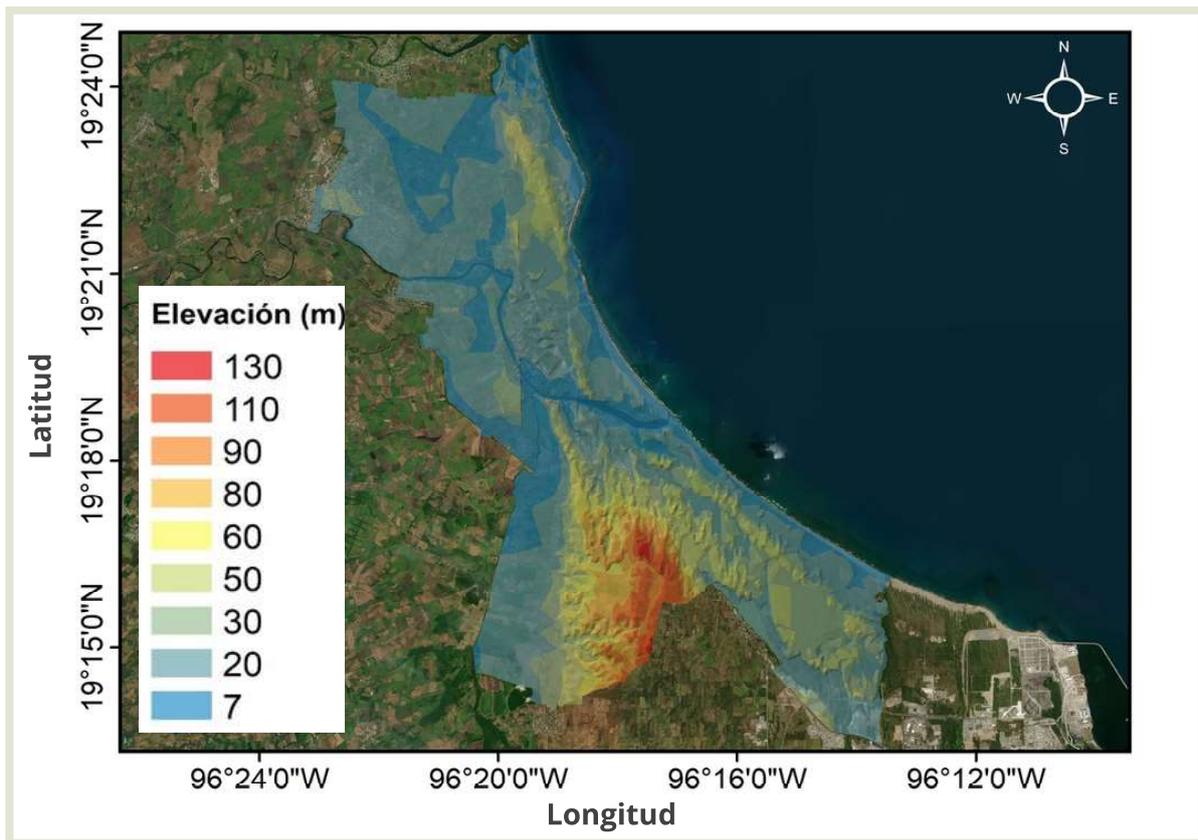


Figura 7. Relieve del terreno en el municipio de La Antigua. Se muestran las mayores elevaciones en color rojo y las zonas más bajas en azul.

En cuanto a los escurrimientos, los ríos principales son Actopan y La Antigua (Figura 8). El río Actopan es conocido como río Sedeño en su parte inicial y cambia su nombre a Actopan desde la unión con el río Naolinco. Aguas abajo, también se unen otras corrientes de agua como: el río Chapapote, el arroyo Chalcoya y el río Ídolos. Por otro lado, el río La Antigua nace con el nombre río Sumidero; y tiene confluencia con el río Barranca Grande, cambiando su nombre a Río Los Pescados. Aguas abajo recibe al río Cozolapa, cambiando su nombre a río La Antigua. Asimismo, recibe al arroyo Tlacoyonca, río Zacoapan, río Lagarto y el río San Juan. En este municipio se ubica la laguna San Julián en la franja costera (7 km) al sur del río La Antigua (Pereyra *et al.* 2010).

Dentro del municipio de La Antigua, se

localiza una estación climatológica (30193), la cual se encuentra operando, 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, pero el río La Antigua, pero en el río La Antigua, a la altura del municipio Paso de Ovejas, existe la estación denominada Cardel (28003). Dicho río tiene una longitud de 139 km y un escurrimiento natural medio superficial de 2,149.9 millones de m³ (CONAGUA 2018). El clima del municipio de La Antigua corresponde a un cálido subhúmedo con lluvias en verano.

El intervalo de precipitación es de 1100 – 1300 mm, y el de temperatura de 24 – 26°C, según el Sistema de Información Municipal del Gobierno del Estado de Veracruz (2019).

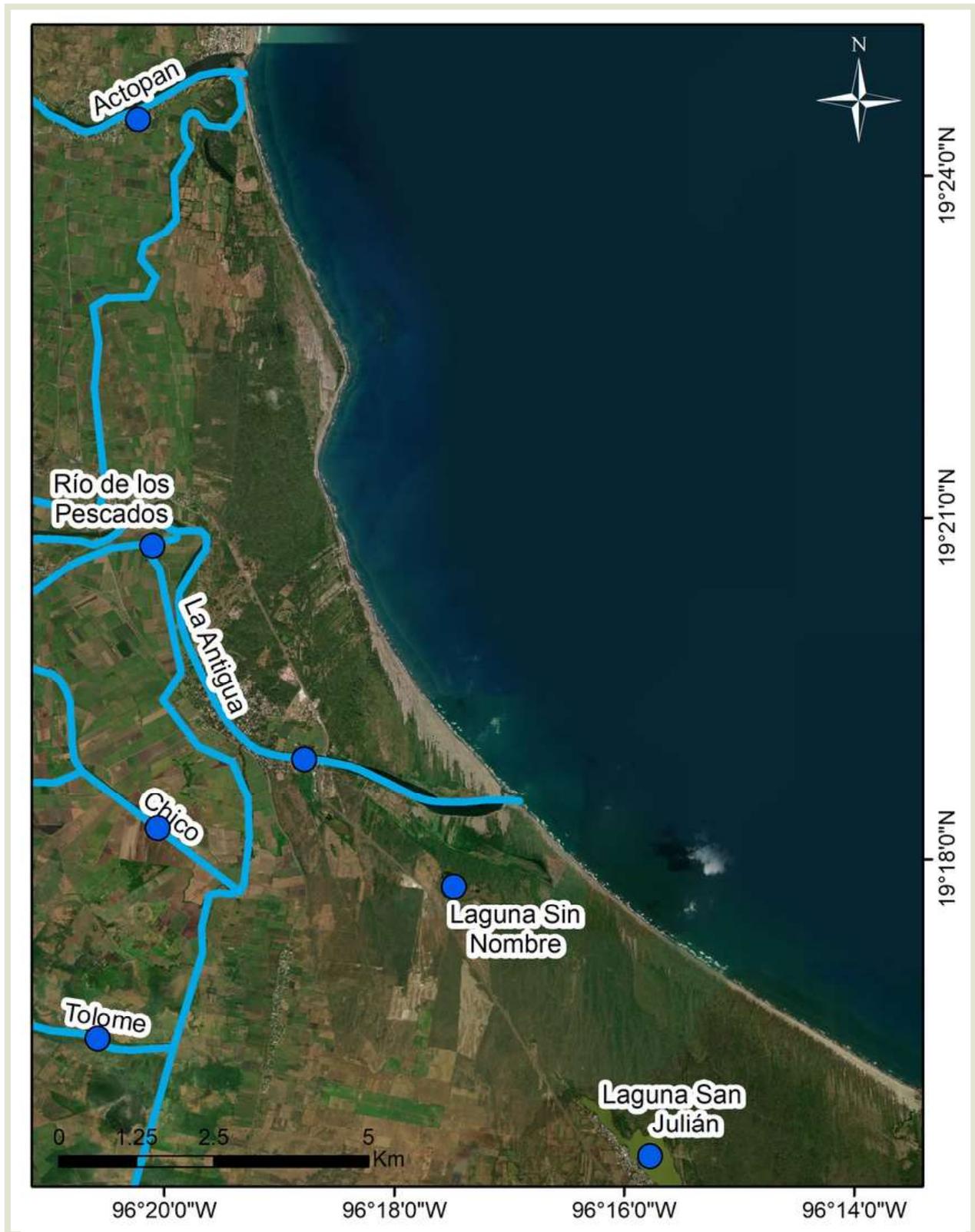


Figura 8. Ríos perennes e intermitentes del municipio de La Antigua

INFRAESTRUCTURA Y ALTERACIONES EN LAS FUENTES DE SEDIMENTO

De acuerdo con CONAGUA, la presa San Francisco Nacaxtle (Figura 9) tiene influencia en el municipio de La Antigua. Además, cuatro presas derivadoras ("Der" indica presas derivadoras) se encuentran en corrientes de agua que desembocan en el río La Antigua: La Antigua, El Carrizal, La Negra y Espinal Santa Bárbara. Otra presa derivadora que tiene influencia en el municipio se encuentra en el arroyo Almolonga que está ubicado en la parte alta de la cuenca del río Actopan (Pereyra Díaz *et al.* 2010).

También en el río Actopan, aguas abajo de la presa arriba mencionada y en un sitio llamado Guajillo, se localiza la presa derivadora La Esperanza. Esta presa junto con la derivadora Santa Rosa abastecen al distrito de riego La Antigua-Cardel (035). Por su parte, sobre el arroyo Miradores se encuentra un vaso de almacenamiento conocido como presa Miradores; y sobre el río Naolinco una planta hidroeléctrica.

El agua del río La Antigua se aprovecha a través de un canal de derivación que transporta 14 m³/s. Además, en sus afluentes se encuentran la presa derivadora La Antigua (ubicada en río Lagarto) y la hidroeléctrica Texolo.

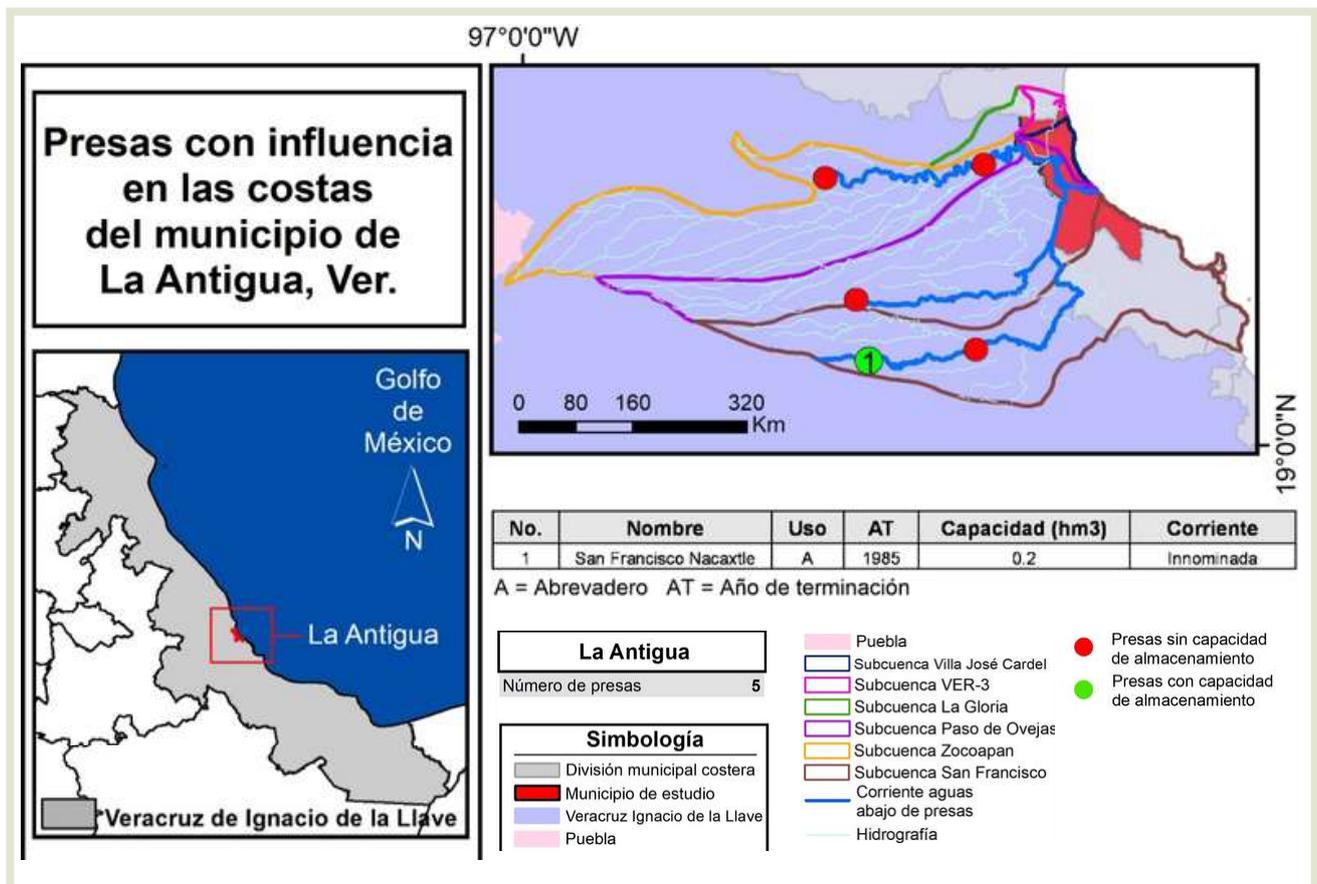


Figura 9. Presas con influencia en el municipio de La Antigua.

A lo largo de la costa, el transporte de sedimentos predominante es de tipo longitudinal con dirección de norte hacia el sur (Figura 2). En todas las playas de este municipio, con orientación noreste-suroeste, se presenta una alimentación de arena hacia los sistemas dunares que es inducida por el efecto combinado de de la deposición de sedimento por el oleaje en la zona de lavado y su movimiento hacia tierra adentro por efecto del viento. Este proceso de transporte sucede cuando la marea baja y el sedimento queda expuesto al sol, que lo seca, y al viento, que lo transporta hacia tierra. Después, una proporción importante del sedimento que viaja en el viento es atrapado y fijado por la vegetación. El sedimento restante, que no es atrapado por la vegetación, viaja hacia el sur donde alimenta a otras playas y reingresa al denominado "sistema de transporte de sedimentos marítimo-costero"

La orientación de las playas por las cuales reingresa el sedimento es de noroeste-sureste.

Se puede considerar que el sistema en la zona costera de este estado está poco alterado, agregando los siguientes puntos:

- La laguna de San Julián de agua dulce es parte del sistema lagunar interdunario reconocido como sitio Ramsar y área natural protegida. El 5 de enero de 2018 se publicó en el Diario Oficial del gobierno del estado de Veracruz, la disposición de ordenar ecológicamente el entorno de la laguna San Julián, a través de una reserva turística de baja densidad.
- Se forman de una a dos barras de arena paralelas a la línea de costa, que sirven como suministro al perfil de playa.
- Otra acción positiva que ha evitado la degradación es que no se han construido estructuras rígidas como escolleras. Éstas se usan con frecuencia para mantener las desembocaduras de los ríos abiertas. Tampoco se encontraron estructuras sobre la línea de costa que interrumpían el transporte de sedimentos.

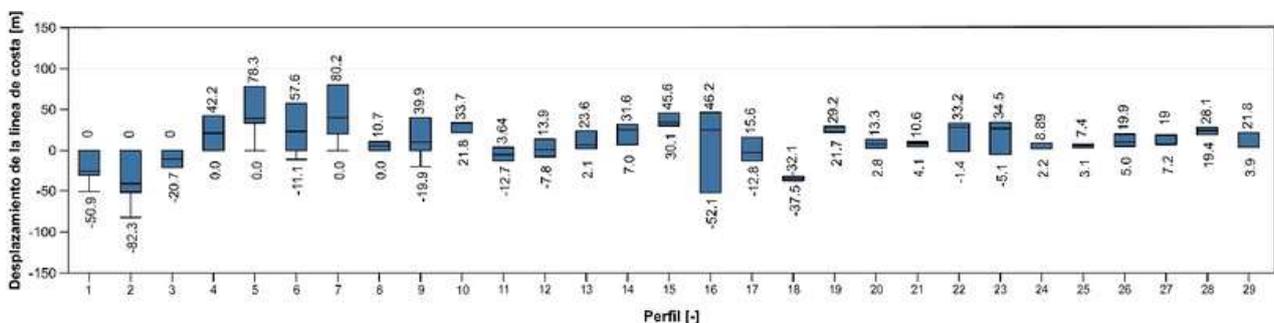


Figura 10. Desplazamiento de la línea de costa en los perfiles indicados en la Figura 4 para el Municipio de La Antigua (de izquierda a derecha: sur a norte)

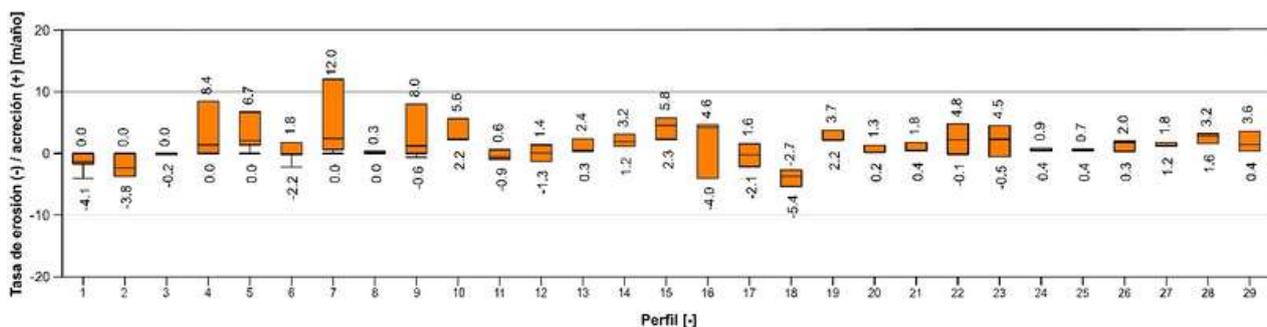


Figura 11. Tasa de erosión / acreción de la línea de costa en los perfiles indicados en la Figura 4 para el municipio de La Antigua (de izquierda a derecha: sur a norte)

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. Los perfiles 1 al 9 se calcularon 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 (Valderrama *et al.* 2019). Del perfil 10 al 12, se digitalizaron las líneas de costa de imágenes de satélite en *Google Earth* para los años 2005, 2011, 2015 y 2019. Para el perfil 13 al 19, las líneas de costa correspondieron a los años 2005, 2011, 2015 y 2018; y finalmente para el perfil 20 al 29, los años fueron: 2005, 2011, 2015 y 2020. Cabe mencionar que la utilización de diferentes insumos para la digitalización de la línea de costa se debió a que no se encontraron

imágenes satelitales con las características necesarias (p.ej. sin nubes) para toda la línea de costa en las mismas fechas.

En cuanto a la tasa de erosión, las mayores variaciones se presentan en el perfil 1 al 2, 9 y del 16 al 18, que corresponden con la desembocadura del río Actopan y la desembocadura del río La Antigua (Figura 4). La mayor erosión está en el perfil 2 con 82.3 m de retroceso de línea de costa. Por otro lado, las mayores variaciones se presentan en el perfil 7 que corresponde con el cambio de dirección de la línea de costa y un campo de dunas, en donde la playa ha crecido 80.2 m. En general, las tasas de erosión van desde los 0.1 m/año hasta tasas de erosión de 5.4 m/año. En resumen, los desplazamientos de la línea de costa del municipio de La Antigua indican procesos tanto de la erosión como de acreción, lo que indica un equilibrio dinámico.



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 hacia el sur del litoral.
3. 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 corriente 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 La Antigua son del tipo arenoso, compuesto por playas bajas y seguidas por un cordón de dunas frontales, segmentadas, en gran parte de la costa, por la acción del viento formando geoformas denominadas *blowout*. Generalmente, las dunas costeras están representadas por un cordón de dunas frontales, de no más de 100 m de ancho, seguido de un conjunto complejo de geoestructuras parabólicas, moldeadas y orientadas según la dirección predominante del viento; los campos de dunas están orientados nort-sur.

En la parte norte del municipio, desde sus límites con el río Actopan y hasta la desembocadura del río La Antigua, las dunas son del tipo parabólicas, estabilizadas casi en su totalidad; se observan algunos parches de dunas móviles transgresivas, en Punta San Francisco, derivadas del intenso aporte de sedimento (Figura 10). En esta zona, las dunas han sido fragmentadas por actividades de agricultura y ganadería. En su parte más ancha, los campos de dunas, en la zona norte, pueden alcanzar los dos kilómetros de ancho.



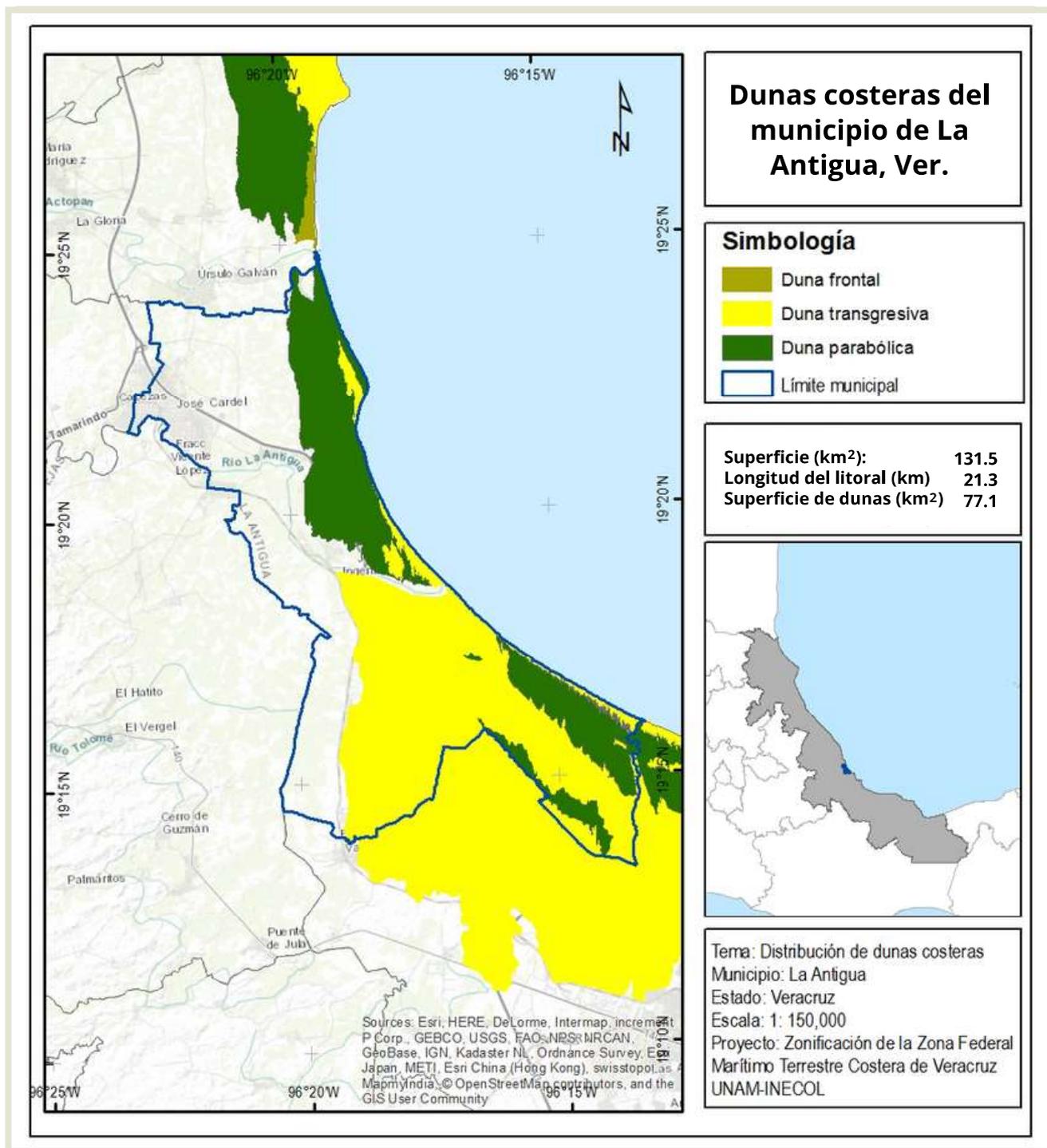


Figura 12. Distribución de dunas costeras

Seguida de la desembocadura del río La Antigua, la orientación de la costa es de nor-oeste a sur-este; sin embargo, las dunas costeras mantienen su orientación norte-sur. En esta zona, las dunas costeras son el ejemplo de la complejidad de las dunas del centro del Golfo de México: dunas frontales segmentadas en *blowouts*, seguidas de dunas parabólicas, con diferentes grados de estabilización, terminando en extensos sistemas de dunas costeras transgresivas que han sido frenadas por la vegetación (selva baja caducifolia). Los límites y zonas de transición entre las diferentes geoformas, grados de estabilización y dirección de avance (huellas de transición) son evidentes en estos sistemas (Figura 13).

Navarrete (1970) describe esta complejidad del sistema como: "medaneras" (médanos), "yermas" (línea de origen del sistema de dunas) y "montosa" (suelos arenosos cubiertos por vegetación de selva), que finalizan en sabanas que son "amplias extensiones de los mismos arenales, pero cubiertos por zacate". Así mismo, el autor explica que el sistema se hace más complejo en temporadas de lluvia por la formación de cuerpos de agua entre los montículos de arena, lo que ahora conocemos como "lagunas interdunarias". Los sistemas de dunas pueden alcanzar los cinco kilómetros en su parte más ancha, midiendo desde la línea de costa.

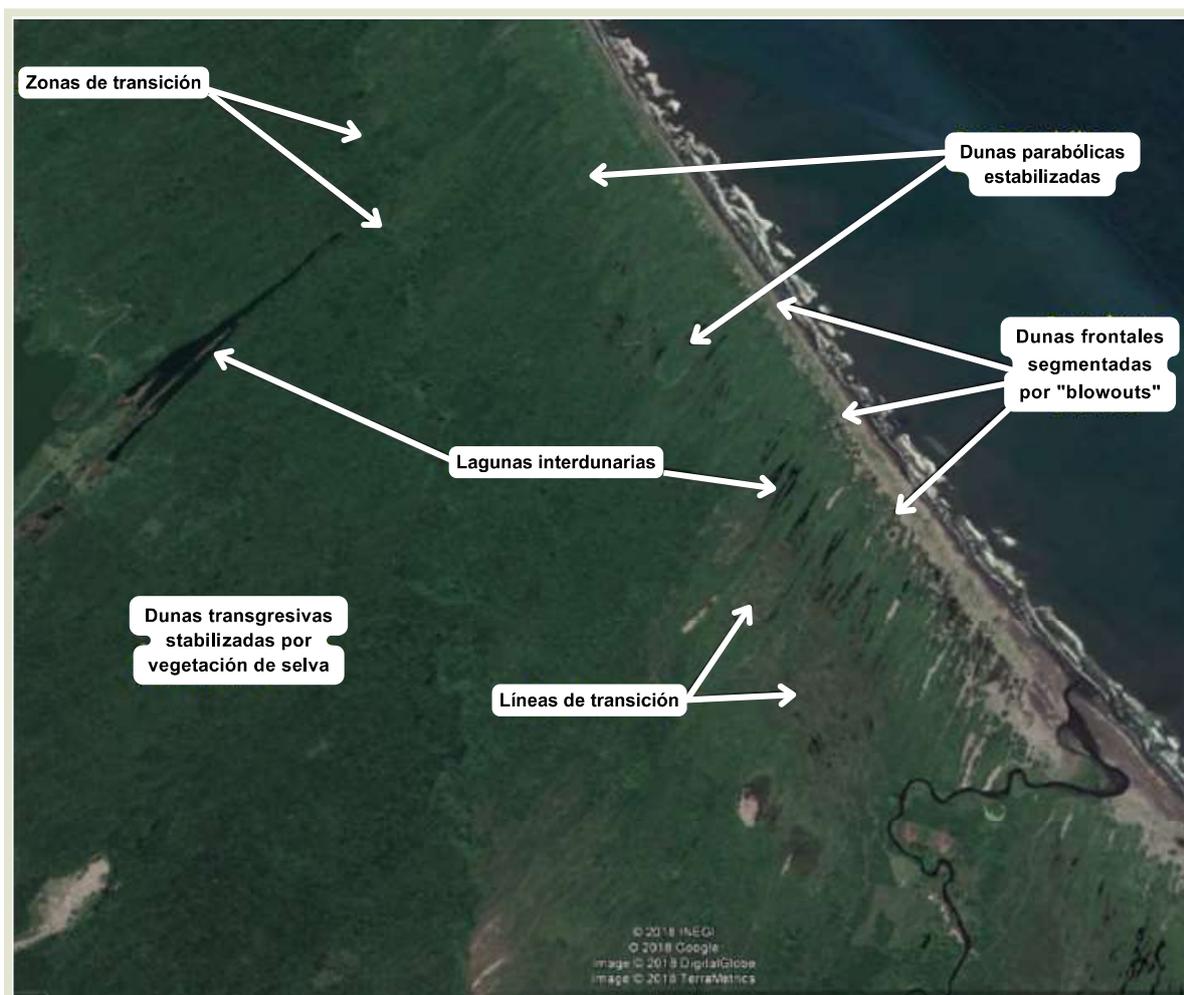


Figura 13. Características de dunas costeras en la parte sur del municipio de La Antigua

Para determinar el estado de conservación de las dunas costeras del municipio se hizo una clasificación cualitativa de cinco categorías (Cuadros 5 y 6). De acuerdo con la clasificación de Jiménez-Orocio *et al.* (2015) el 66.2 % de las dunas costeras del municipio se encuentra en un estado de conservación regular. Es decir, un gran porcentaje del sistema es utilizado para actividades agropecuarias y/o está fragmentado por vías de acceso.

Además, el 25 % de la superficie de dunas presenta actividades agropecuarias y es “perforada” por asentamientos humanos dispersos (Figura 14). Se considera entonces que las dunas de este municipio se encuentran en un estado de conservación que fluctúa entre regular y bueno, donde no se mantienen los procesos dinámicos naturales que determinan el funcionamiento de las dunas de la zona.

Cuadro 5. Superficie (ha) duna y estado de conservación de los distintos tipos de dunas del municipio de La Antigua, Ver.

Tipos de dunas	Movilidad	Estado de conservación (Superficie ha)					Total
		Muy bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo	
Duna parabólica	Fija (37.5 %)	274	-	726.7	1894	-	2894.7
37.5 % del total							
Duna transgresiva	Fija (0.5 %)					39.2	39.2
	Móvil (61.5 %)	403.6		4377			4780.6
62.5 del total							
Total (ha)		677.6		5103.7	1894	39.2	7714.5

Cuadro 6. Características de los diferentes estados de conservación en que fueron clasificadas las dunas costeras de México

Estado de conservación	Características
Muy bueno	Natural, sin disturbios aparentes
Bueno	Fragmentado por carreteras, brechas, accesos
Regular	Presencia de actividades pecuarias
Malo	Actividades agropecuarias acompañadas por asentamientos humanos dispersos
Muy malo	Totalmente antropizado, con asentamientos urbanos en más del 75 % de la superficie.

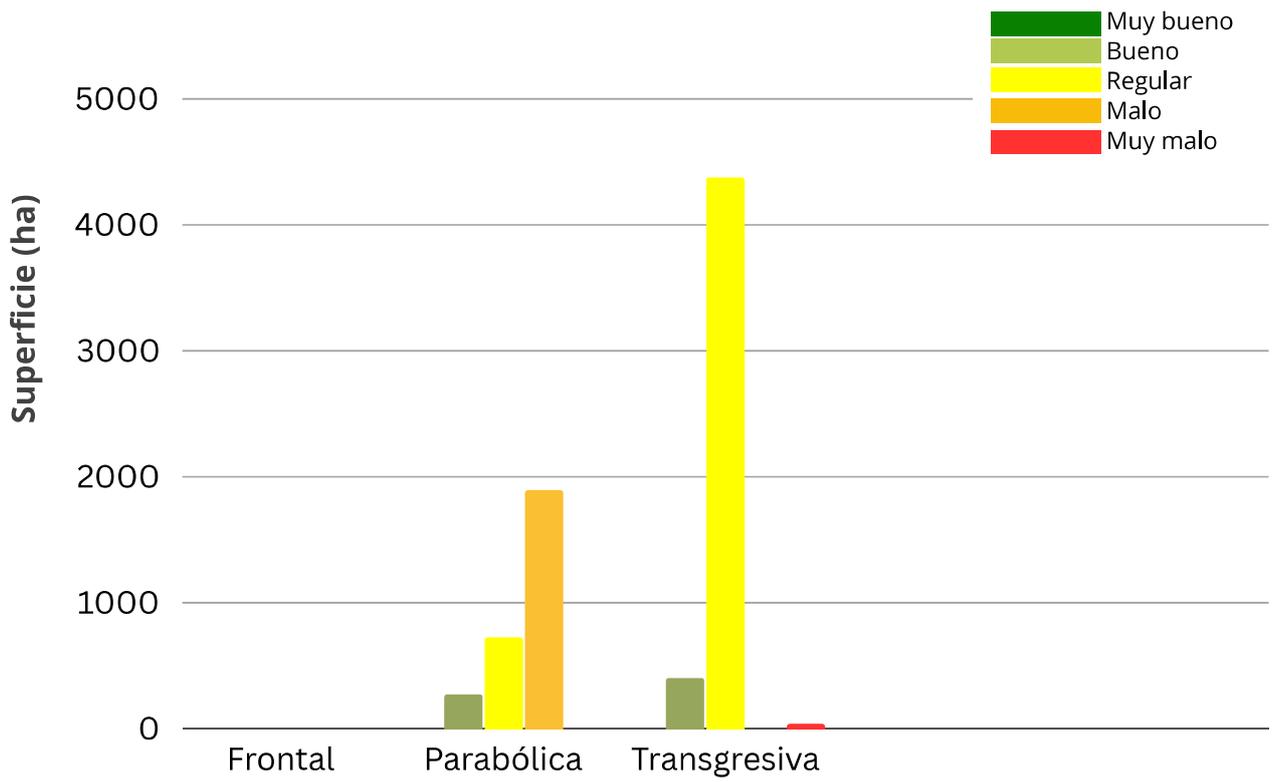


Figura 14. Estado de conservación por tipo de duna presente en el municipio de La Antigua



Capítulo 3.

CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA BIÓTICO

TIPOS DE VEGETACIÓN

El 59.4 % de la superficie continental del municipio de La Antigua es utilizada para actividades agropecuarias. Según el INEGI (2018), el 36 % de la superficie municipal es utilizada para algún tipo de agricultura, mientras que el 23.34.% de la superficie es pastizal cultivado, es decir para ganadería. Alrededor del 35 % de la superficie del municipio aún conserva su vegetación original, principalmente la vegetación secundaria arbustiva de selva baja y vegetación de dunas costeras

(22.2 y 11 %, respectivamente). Como se mencionó anteriormente, sobre los sistemas de dunas costeras, en la zona sureste del municipio, los procesos de sucesión vegetal sobre los suelos arenosos, han resultado en el establecimiento de grandes extensiones de selva baja; en este caso vegetación secundaria (acahuales) con elementos propios de selva baja caducifolia (Figura 15).

En la franja costera, la superficie transformada y natural ocupan, en promedio, casi la misma extensión. El 55.9 % de la superficie presenta suelo transformado, de la cual el 34.2 % es utilizada para agricultura y el 19 % para la siembra de pastizal (Cuadro 7).

En este municipio, no se especifica la cobertura de vegetación asociada a cuerpos de agua (vegetación de humedal).

Cuadro 7. Superficie ocupada por los diferentes tipos de usos de suelo a nivel municipal y en la franja costera. Fuente: INEGI (2018)

Tipo de uso de suelo	% superficie municipal	% superficie en franja costera
Transformado		
Agricultura de riego	33.0	31.4
Agricultura de temporal	3.0	2.3
Pastizal cultivado	23.3	19.0
Asentamientos humanos	5.4	2.6
Total transformado	64.9	55.9
Natural		
Vegetación de dunas costeras	11.0	13.8
Vegetación secundaria de selva baja	22.2	27.9
Cuerpo de agua	1.8	2.3
Total natural	35.0	44.0

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. Se tienen registradas 326 especies vegetales representativas de playas y dunas costeras (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; Infante *et al.* 2011; Martínez *et al.* 2014; Moreno-Casasola *et al.* 2015. Muchas de ellas se reconocen como amenazadas, sujetas a protección especial o bien, son endémicas (Cuadro 8).

En la zona de playas y dunas se encuentra una combinación de vegetación propia como: *Chamaecrista*

chamaecristoides, *Palafoxia lindenii*, *Randia aculeata*, *Bidens pilosa*, *Commelina erecta*, *Cenchrus echinatus*, *Fimbristylis cymosa*, *Dactyloctenium aegyptium*, así como algunas especies de humedales como *Cyperus articulatus* y *Hydrocotyle bonariensis*. Además, en la vegetación característica de vegetación secundaria se puede encontrar: *Asclepias curassavica*, *Asclepias oenotheroides*, *Chromolaena odorata*, *Achyranthes aspera*, *Argemone mexicana*, *Conoclinium betonicifolium*, *Crusea longiflora*, *Kallstroemia máxima*, *Lantana camara*, *Macroptilium atropurpureum*, *Mimosa pigra*, *Ipomoea variabilis*, *Lippia nodiflora*, *Solanum rudepannum*, *Solanum tridynamum*, *Waltheria americana*, *Datura stramonium*, *Daphnopsis americana*; y especies de selva baja como *Vachellia campechiana*, *Vachellia farnesiana*, *Coccoloba barbadensis*, *Casearia corymbosa*, *Manilkara zapota*, *Senna fruticosa*, *Senna occidentalis*, *Senna uniflora*, *Tecoma stans*, *Diphysa carthagenensis*, entre otras.



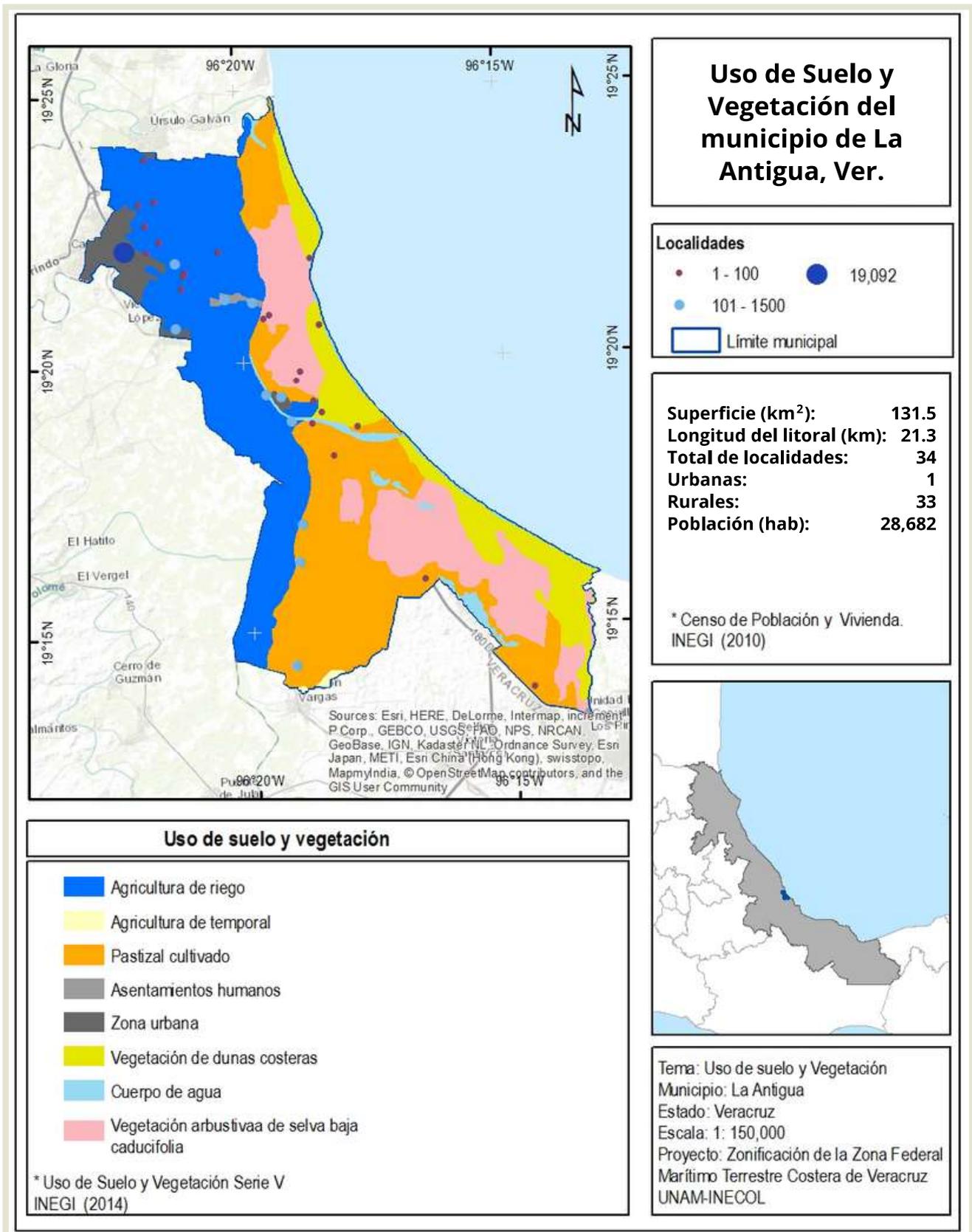


Figura 16. Distribución de los usos de suelos y tipos de vegetación del municipio de La Antigua, Ver.

En el Cuadro 8 se encuentra 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). También se incluyen los tipos de vegetación en los que se puede encontrar cada especie, basados en Rzedowski (2006). En la quinta columna se clasificó a las especies que pueden encontrarse en playas, dunas primarias o secundarias, así como aquellas especies encontradas en otros tipos de ecosistemas, diferente a las dunas pero costeros. Esta clasificación se hizo con base en los patrones de distribución de las especies propuestos 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 8. Listado de especies vegetales más importantes registradas a la fecha, que crecen principalmente en las playas y dunas del municipio de La Antigua. Los nombres comunes se basaron en distintas fuentes de información del sitio web de la CONABIO

Familia	Nombre común (Especie)	Forma Biológica	Tipo de vegetación	Vegetación de dunas	Estatus de Protección
Amaranthaceae	Cadillo, zorrillo (<i>Achyranthes aspera</i>)	Arbusto 	Matorral de duna costera, Pastizal cultivado, Vegetación secundaria de selva	C, O	
Araceae	Lechuguilla africana de agua (<i>Pistia stratiotes</i>)	Hierba 	Matorral de dunas costeras, Pastizal de dunas costeras, Bosque ribereño, Pastizal cultivado	C, O	IUCN (LC)

Familia	Nombre común (Especie)	Forma Biológica	Tipo de vegetación	Vegetación de dunas	Estatus de Protección
Asteraceae	Clavelillo de mar (<i>Palafoxia lindenii</i>)	Arbusto 	Dunas, Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras	C	
Bignoniaceae	Tronadora, mazorca (<i>Tecoma stans</i>)	Arbusto 	Matorral de Duna Costera, Pastizal de dunas costeras, Bosque tropical caducifolio	C, S	
Bromeliaceae	Tencho (<i>Tillandsia limbata</i>)	Epifita 	Matorral de duna costera, Manglar, Vegetación herbácea de humedales, Bosque tropical caducifolio, Potrero	C, O	IUCN (LC)
Commelinaceae	Espuelita, mataliz (<i>Commelina erecta</i>)	Hierba 	Dunas, Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Pastizal, Bosque tropical caducifolio, Bosque ribereño, Bosque tropical perennifolio, Ruderal, Vegetación secundaria, Potrero	C, S	IUCN (LC)
Curcubitaceae	Amargosa, Amor seco, Avellana (<i>Momordica charantia</i>)	Bejuco 	Matorral de dunas costeras, Pastizal cultivado, Potrero, Ruderal	C,S	
Cyperaceae	Chintul (<i>Cyperus articulatus</i>)	Hierba 	Dunas, Manglar, Vegetación herbácea de humedales, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical perennifolio, Pastizal, Potrero, Ruderal	C,O	IUCN (LC)
	Coquillo rojo (<i>Cyperus rotundus</i>)	Hierba 	Vegetación herbácea de humedales, Bosque tropical caducifolio, Bosque ribereño, Pastizal, Ruderal	O	IUCN (LC)

Familia	Nombre común (Especie)	Forma Biológica	Tipo de vegetación	Vegetación de dunas	Estatus de Protección
	No se conoce (<i>Fimbristylis cymosa</i>)	Hierba 	Playa, Dunas, Matorral de Duna Costera, Pastizal de dunas costeras, Vegetación Herbácea de Humedales	C, O	
	Cebollín (<i>Eleocharis geniculata</i>)	Hierba 	Playa, Vegetación herbácea de humedales, Selva inundable, Bosque tropical perennifolio, Bosque ribereño	C,O	IUCN (LC)
Euphorbiaceae	Higuerilla, Jarilla, Sombrilla (<i>Ricinus communis</i>)	Hierba 	Pastizal cultivado, Potrero, Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	S	
Fabaceae	No se conoce (<i>Albizia lebbek</i>)	Árbol 	Matorral de duna costera	C	
	No se conoce (<i>Centrosema schottii</i>)	Bejuco 	Pastizal cultivado, Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	C,O	
	Lenteja de arena (<i>Chamaecrista chamaecristoides</i>)	Hierba 	Dunas	C	
	No se conoce (<i>Chamaescrista glandulosa</i>)	Arbusto 	Pastizal cultivado	S	IUCN (LR) IUCN (LC)

Familia	Nombre común (Especie)	Forma Biológica	Tipo de vegetación	Vegetación de dunas	Estatus de Protección
	Framboyán de Madagascar (<i>Delonix regia</i>)	Árbol 	Pastizal, Bosque tropical caducifolio	O	IUCN (LC)
	Cuachepil, Guachipilin (<i>Diphysa carthagenensis</i>)	Árbol  Arbusto  Hierba 	Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio	C,O	IUCN(LC)
	Cacahuananche (<i>Gliricidia sepium</i>)	Árbol  Arbusto 	Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical subcaducifolio, Bosque tropical perennifolio, Bosque ribereño, Bosque de encino, Pastizal, Potrero	C,S	
	No se conoce (<i>Indigofera miniata</i>)	Hierba 	Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Pastizal, Ruderal	C,S	IUCN (LC)
	Sensitiva, dormilona (<i>Mimosa pudica</i>)	Hierba 	Pastizal, Vegetación herbácea de humedales, Potrero, Ruderal, Cultivos	C,O	IUCN (LC)
	Frijolillo (<i>Rhynchosia minima</i>)	Trepadora 	Pastizal, Matorral de duna costera, Manglar, Bosque tropical perennifolio	C,S	IUCN (LC)

Familia	Nombre común (Especie)	Forma Biológica	Tipo de vegetación	Vegetación de dunas	Estatus de Protección
	No se conoce (<i>Senna pendula</i>)	Arbusto 	Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Bosque tropical caducifolio, Bosque ribereño	C,O	IUCN (LC)
Lauraceae	Aguacate, Antillano, Aguacate Atlixco (<i>Persea americana</i>)	Árbol 	Pastizal cultivado, Potrero, Ruderal	S	IUCN (VU)
Lythraceae	No se conoce (<i>Ammannia auriculata</i>)	Hierba 	Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras	C, O	IUCN (LC)
	Pimientillo, guayabillo (<i>Ginoria nudiflora</i>)	Árbol 	Matorral de duna costera, Manglar, Selva inundable, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical perennifolio, Bosque ribereño	C,S	IUCN (VU)
Meliaceae	Cedro, cedro colorado (<i>Cedrela odorata</i>)	Árbol 	Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical subcaducifolio, Bosque tropical perennifolio, Palmar, Potrero, Vegetación secundaria	C, O	NOM (Pr) IUCN (VU) CITES (III)
Menyanthaceae	Lirio, ninfa, nopalillo (<i>Nymphoides indica</i>)	Hierba 	Matorral de Dunas costeras, Pastizal Cultivado	C,S	IUCN (LR)
Onagraceae	Cangá, clavo (<i>Ludwigia octovalvis</i>)	Hierba 	Playa, Manglar, Vegetación herbácea de humedales, Bosque ribereño, Potrero	C,O	IUCN (LC)

Familia	Nombre común (Especie)	Forma Biológica	Tipo de vegetación	Vegetación de dunas	Estatus de Protección
Orchidaceae	Dama de noche (<i>Brassavola nodosa</i>)	Hierba 	Matorral de duna costera, Manglar, Bosque tropical caducifolio	C,S	CITES (II)
Plantaginaceae	No se conoce (<i>Bacopa monnieri</i>)	Hierba 	Pastizal cultivado, Vegetación de dunas costeras	C,S	IUCN (LC)
Poaceae	Pasto buffel (<i>Cenchrus ciliaris</i>)	Hierba 	Pastizal cultivado	S	
	Zacate, Pata de ganso (<i>Dactyloctenium aegyptium</i>)	Hierba 	Pastizal cultivado, Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	C,O	
	Pasto mijillo (<i>Echinochloa pyramidalis</i>)	Hierba 	Pastizal cultivado, Palmar, Potrero, Ruderal	S	IUCN (LC)
Polygonaceae	Uvero de costa (<i>Coccoloba uvifera</i>)	Árbol 	Playa	C	
Rubiaceae	Oreja de ratón, perlilla (<i>Chiococca alba</i>)	Arbusto 	Playa, Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical subcaducifolio, Bosque tropical perennifolio, Bosque ribereño	C,O	IUCN(LC)
Solanaceae	Berenjena, necachane (<i>Solanum tridynamum</i>)	Arbusto 	Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Pastizal, Manglar, Bosque tropical caducifolio, Bosque ribereño, Acahual, Ruderal	C,S	
Verbenaceae	No se conoce (<i>Citharexylum ellipticum</i>)	Arbusto 	Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Manglar	C	

PLANTAS DE HUMEDALES

Hay diversos tipos de humedales costeros, los cuales se clasifican en función de la salinidad del agua y de las formas de crecimiento de las especies que los componen. En la orilla de las lagunas costeras que reciben agua salina o de esteros donde los ríos entran en contacto con el mar, se establecen los manglares. A la orilla de lagos o lagunas de agua dulce se establecen humedales que dependen del agua dulce, o bien en planicies inundables por detrás de

los manglares, donde los ríos se desbordan o aflora el manto freático. En estas zonas se establecen selvas inundables, popales o tulares. Peralta Peláez (2007) colectó 81 especies de humedales de agua dulce en la zona costera del municipio de Antigua. En el Cuadro 9 se enlistan las especies más abundantes. Se incluye la forma biológica, el tipo de humedal en que crecen y si están bajo alguna categoría de protección, si son dominantes o invasoras.

Cuadro 9. Listado de especies vegetales más importantes registradas a la fecha, que crecen principalmente en los humedales del municipio de La Antigua. Los nombres comunes se basaron en distintas fuentes de información del sitio web de la CONABIO

Familia	Nombre común (especie)	Forma biológica	Tipo de vegetación	Estatus de protección o condición
Rhizophoraceae	Mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i>)	Árbol 	Manglar	NOM-059
Acanthaceae	Mangle negro (<i>Avicennia germinans</i>)	Árbol 	Manglar	NOM-059
Combretaceae	Mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i>)	Árbol 	Manglar	NOM-059
Combretaceae	Botoncillo (<i>Conocarpus erectus</i>)	Árbol 	Manglar	NOM-059
Annonaceae	Anona o corcho (<i>Annona glabra</i>)	Árbol 	Selva inundable	

Familia	Nombre común (especie)	Forma biológica	Tipo de vegetación	Estatus de protección o condición
Malvaceae	Apompo o zapote reventador (<i>Pachira aquatica</i>)	Árbol 	Selva inundable	
Moraceae	Higuera (<i>Ficus insipida</i>)	Árbol 	Selva inundable	
Fabaceae	Zarza, diente de perro (<i>Mimosa pigra</i>)	Arbusto 	Matorral o potrero inundable	
Typhaceae	Tule, nea (<i>Typha dominguensis</i>)	Hierba alta 	Tular	Muy abundante y tiende a dominar
Pontederiaceae	Platanillo (<i>Pontederia sagittata</i>)	Hierba 	Popal	
Alismataceae	Cola de pato, sagitaria (<i>Sagittaria lancifolia</i>)	Hierba 	Popal	
Onagraceae	Yerba de clavo (<i>Ludwigia octovalvis</i>)	Hierba 	Popal	
Marantaceae	Hoja popal, caracollillo (<i>Thalia geniculata</i>)	Hierba 	Popal	
Cyperaceae	Tulillo, tule chico (<i>Cyperus articulatus</i>)	Hierba 	Tular y popal	
Cyperaceae	Cortadilla, zacate cuchillo (<i>Cladium jamaicense</i>)	Hierba 	Popal	

Familia	Nombre común (especie)	Forma biológica	Tipo de vegetación	Estatus de protección o condición
Poaceae	Pasto alemán (<i>Echinochloa pyramidalis</i>)	Pasto 	Potrero inundable	
Poaceae	Lambedora, hierba de arroz (<i>Leersia hexandra</i>)	Pasto 	Popal	
Araliaceae	Sombrerillo (<i>Hydrocotyle bonariensis</i>)	Hierba con rizoma 	Popal	
Nelumbonaceae	Loto americano, flor de loto (<i>Nelumbo lutea</i>)	Hierba enraizada de hojas flotantes 	Humedal inundado	
Menyanthaceae	Estrella de agua, camalotillo (<i>Nymphoides indica</i>)	Hierba enraizada de hojas flotantes 	Humedal inundado	
Nymphaeaceae	Nenúfar blanco, ninfea (<i>Nymphaea ampla</i>)	Hierba enraizada de hojas flotantes 	Humedal inundado	
Araceae	Lechuga de agua (<i>Pistia stratiotes</i>)	Hierba flotante 	Humedal inundado	
Pontederiaceae	Jacinto de agua, lirio acuático (<i>Pontederia crassipis</i>)	Hierba flotante 	Humedal inundado	
Salviniaceae	Oreja de ratón (<i>Salvinia minima</i>)	Hierba flotante 	Humedal inundado	

DISTRIBUCIÓN Y EXTENSIÓN DE MANGLARES

En este municipio la distribución de manglares está restringida solamente a la laguna Cabana, cuyo cuerpo de agua abarca alrededor de siete ha. Hay alrededor de 33 ha de manglares que se distribuyen en franjas de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y bosques mixtos de estas dos especies. Hay también, sobre el cauce del Arroyo Hediondo al oeste de la laguna Cabana, 10 ha de bosques inundables de apompo (*Pachira aquatica*) con algunos individuos de mangle. Finalmente, tres ha de mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) fueron sustituidas por cocoteros (*Cocos nucifera*).

CARACTERIZACIÓN DE HUMEDALES

De acuerdo con las cartas topográficas de INEGI (2001), en la franja costera del municipio se encuentran humedales como: la desembocadura del río La Antigua donde se forma la Laguna Cabana con sus manglares, el conjunto denominado El Salado- La Colorada- Laguna Catalana, y la Laguna San Julián. Éstas últimas son lagunas interdunarias, permanentes aunque someras, de agua dulce, alimentadas por afloramientos del manto freático y ubicadas en las zonas bajas o depresiones entre los cordones de dunas, con profundidades de entre 0.3 a 6.5 metros (Moreno-Casasola eInfante-Mata 2010). Cercanas, en los mismos sistemas de dunas, existen

lagunas de menor tamaño, bordeados por humedales y que se usa como jagueyes para dar de beber al ganado (Peralta-Peláez y Moreno-Casasola 2009).

San Julián es la de mayor superficie (150 ha), y por lo tanto la de mayor riqueza de especies vegetales (33). A su alrededor se ubican las lagunas interdunarias (jagueyes) conocidas por el nombre del rancho donde se encuentran o el nombre del propietario del predio: Minerva, La Palma, Manguito, Zendejas, Abascal. Alrededor de El Salado-Cabana Sic-La Colorada se ubica la laguna (jaguey) Don Gilberto. Así mismo, en la zona plana de agricultura y de pastizales, hay humedales que durante las lluvias se mantienen inundados y presentan además de pastos, plantas hidrófitas o de humedales (Figura 17 y Cuadro 9). En el Cuadro 10 se pueden ver algunas de las características físico-químicas del agua. Todas son de agua dulce y se han registrado diferentes concentraciones de nutrientes. En particular la laguna don Gilberto es la que presenta los valores más altos lo que sugiere la influencia de actividades agropecuarias en sus alrededores.

La Laguna Cabana, el conjunto denominado El Salado- La Colorada - Laguna La Catalana, y la Laguna San Julián forman parte del área natural protegida estatal en la categoría de "corredor multifuncional" denominada Archipiélago de Lagunas Interdunarias de la Zona Conurbada de los Municipios de Veracruz y La Antigua (Veracruz 7 nov 2016- folio 1289).

Cuadro 10. Características físico-químicas del agua de diferentes humedales. Tomado de Peralta Peláez et al. (2019).

	Catalana	Colorada	Don Gilberto	San Julián	La Palma	Manguito	Abascal	Zendejas
Temperatura (°C)	25.4 ±3.4	29.7 ±1.1	30.2 ± 4.1	29 ±1.5	28.7 ±3.1	23.4 ±4.7	24.9 ±3.9	27 ±2.2
% saturación oxígeno	137.7 ±57.9	107.4 ±15.2	88.2 ±57.3	150.7 ±22.1	51.4 ±55.9	24.2 ±2	65.9 ±2.1	21.9 ±1.5
Salinidad (ups)	0.20 ±0.04	0.22 ±0.01	0.03 ± 0.01	0.14 ±0.02	0.37 ±0.11	0.25 ±0.02	0.25 ±0.04	0.23 ±0.07
pH	8.7 ±0.7	8.7 ±0.1	6.3 ±0.3	9.2 ±0.4	7.2 ±0.2	7.3 ±0.2	7.4 ±0.01	7.1 ±0.3
Amonio (mgL ⁻¹)	0.50 ±0.5	0.43 ±0.4	0.38 ±0.3	0.30 ±0.2	0.45 ±0.4	0.62 ±0.6	0.46 ±0.4	0.25 ±0.2
Nitratos (mgL ⁻¹)	0.52 ±0.1	0.30 ±0.1	1.1 ±0.7	0.39 ±0.1	0.39 ±0.04	0.44 ±0.2	0.35 ±0.04	0.30 ±0.04
Orto-fosfatos (mgL ⁻¹)	0.02 ±0.0	0.01 ±0.0	0.3 ± 0.0	0.01 ±0.0	0.02 ±0.02	0.01 ±0.0	0.01 ±0.0	0.01 ±0.0
Fósforo total (mgL ⁻¹)	0.33 ±0.7	0.36 ±0.3	0.56 ±0.4	0.51 ±0.4	0.40 ±0.3	0.37 ±0.3	0.36 ±0.3	0.39 ±0.3

Laguna Colorada es la laguna de mayor profundidad (3-6.5 m; temporada de secas y lluvias, respectivamente). La vegetación dominante en los humedales antes mencionados está compuesta principalmente por *Typha dominguensis* y

Nymphoides indica. Son una estructura geomorfológica muy característica de esta región y particular de los grandes sistemas de dunas. En las orillas de estos cuerpos de agua se establecen humedales herbáceos y arbóreos.

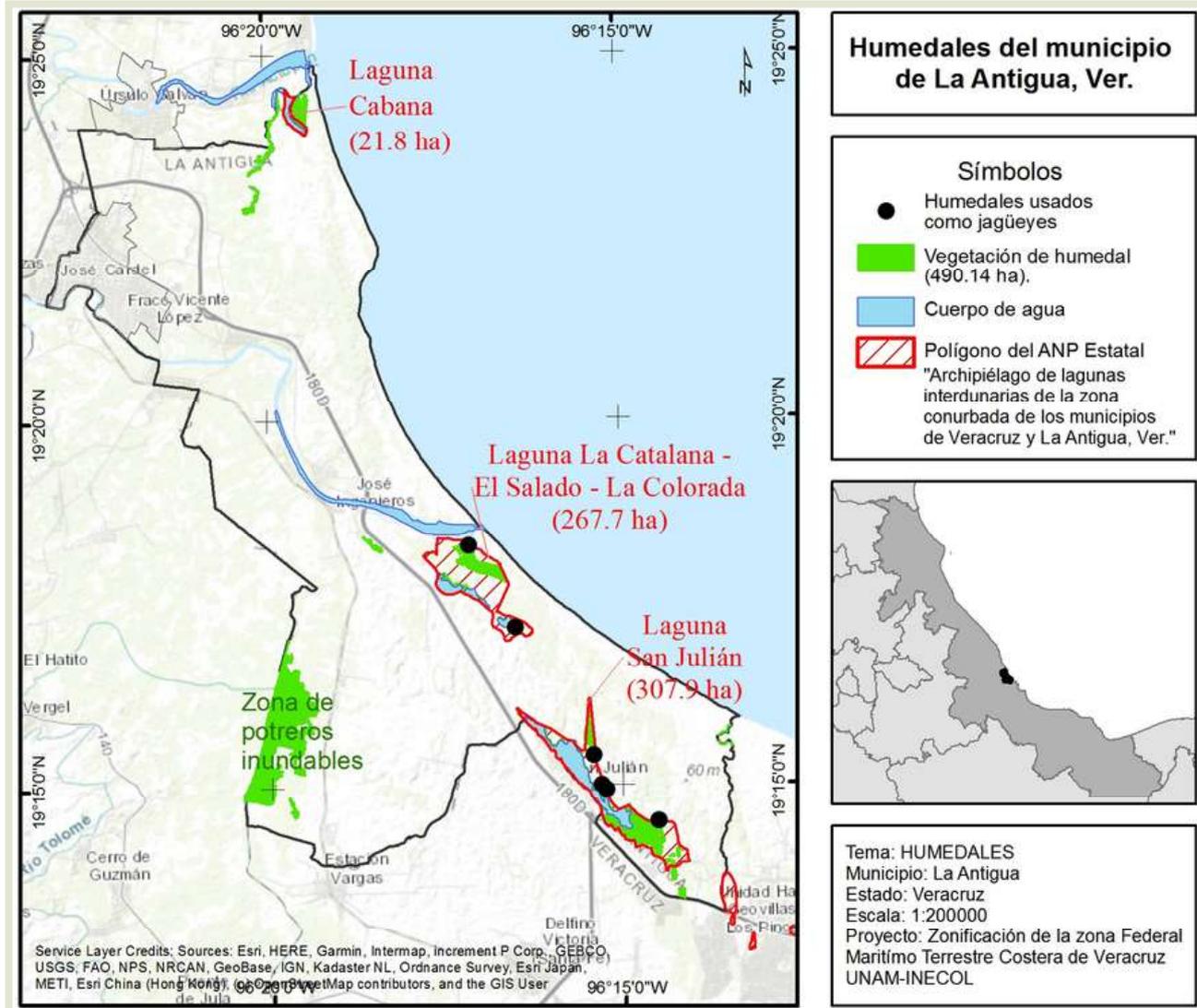


Figura 17. Ubicación de los cuerpos de agua y humedales en el Municipio de La Antigua



CARACTERIZACIÓN DE LAS LAGUNAS COSTERAS

Estrictamente hablando, Laguna Cabana es la única laguna costera en el municipio de La Antigua, ya que tiene conexión directa con el mar a través del río Actopan. Esto no sucede con las lagunas interdunarias descritas anteriormente. De hecho, Laguna Cabana es la laguna costera más pequeña del estado de Veracruz y su forma alargada y la conexión con el mar es similar a la de la laguna de Tampamachoco con el río Tuxpan.

La Laguna Cabana ha sido utilizada para el cultivo de mojarra tilapia pero la sobrevivencia de ésta y otras especies de peces, se han visto afectadas provocándose mortalidades masivas por el vertido de desechos sin tratamiento que provienen de la laguna de oxidación del ingenio Modelo que llegan a través del arroyo Hediondo (Wojtarowski *et al.* 2013).

Fitoplancton: no existe información sobre el fitoplancton en esta laguna



Capítulo 4.

CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y PRESERVACIÓN DE ECOSISTEMAS COSTEROS

Esta región está incluida en diferentes zonas sujetas a protección especial: Región Terrestre Prioritaria Dunas Costeras del Centro de Veracruz (RTP-123), así como la Región Marina Prioritaria Laguna Verde-Antón Lizardo (RMP-49). Cuenta con el sitio Ramsar No. 1601, "Cascada de Texolo", designado como Humedal de Importancia Internacional. Así mismo, forma parte del Archipiélago de Lagunas Interdunarias de la Zona Conurbada de los Municipios de Veracruz y La Antigua.

PLAYAS Y DUNAS COSTERAS

En general, se considera que la mayoría de las dunas (66 %) del municipio de La Antigua están en un estado de conservación regular (Figura 18). Solamente el 9 % de las dunas de este municipio están en un estado de conservación muy bueno y 24.5 % se consideran en estado de conservación malo (Martínez *et al.* 2014). El índice de vulnerabilidad es moderado para la zona sur de Chalchihuecan, pero alto para la zona sur de esta playa (Martínez *et al.* 2006).

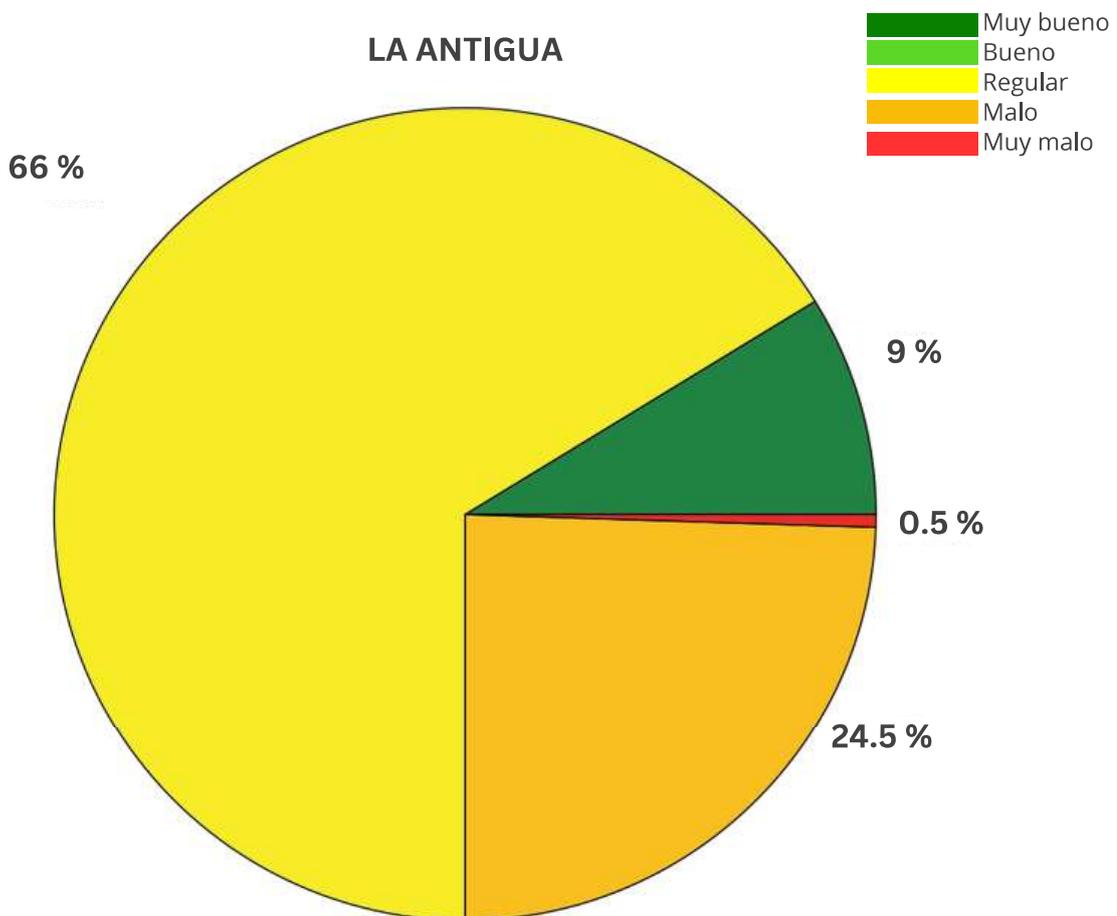


Figura 18. Estado de conservación de las dunas costeras del municipio de La Antigua, con base en el diagnóstico de Martínez *et al.* (2014).

Las corrientes generadas por el oleaje y el efecto del viento son los principales factores que controlan la dinámica sedimentaria. Las amenazas principales son los cambios de uso de suelo para actividades agropecuarias y su transformación en potreros (López-Portillo *et al.* 2011).

En este municipio los asentamientos en la zona costera son escasos. Las dunas móviles no deben utilizarse para realizar paseos en cuatrimotos, ya que dichos paseos causan severos daños a la flora y fauna, poniendo en riesgo al sistema. Además, en este municipio la extensión de dunas parabólicas y transgresivas le confiere importancia geomorfológica, ya que Veracruz es el estado que concentra el 80 % de las dunas parabólicas del país. Esta joya geomorfológica y ecológica de las costas veracruzanas amerita los esfuerzos suficientes para promover su protección y conservación. La dinámica de las dunas hace que las actividades en esta zona deban restringirse a infraestructura removible y evitar cualquier obra perpendicular a la costa que modifique el patrón de transporte sedimentario.

Por otro lado, la riqueza biológica que se presenta en este ambiente es muy reconocida, de manera que esta zona ha sido incluida dentro de la Región Terrestre Prioritaria Dunas Costeras del Centro de Veracruz (RTP-123) y en la Región Marina Prioritaria Laguna Verde-Antón Lizardo (RMP-49).

Por último, el índice Re-Dune (Ver Apéndice con la descripción de los métodos utilizados) indica que las acciones recomendadas para estos sistemas de dunas son la conservación de su estructura y funcionamiento (Lithgow *et al.* 2015).

MANGLARES

Los manglares de Laguna Cabana están en buen estado de conservación, pero los mangles de zonas arenosas y relativamente más elevadas de *Conocarpus erectus* son frecuentemente desmontados para sustituirlos por cocoteros. Existen esfuerzos aislados por aforestar zonas en donde ha habido azolve y que actualmente son ocupadas por tular (*Typha latifolia*) (Fuentes-Capistrán 2023).



HUMEDALES

La Colorada y La Catalana se ubican dentro de predios privados que en algún momento se buscó urbanizar, pero afortunadamente a la fecha no ha ocurrido. De esta manera, se ha preservado algo de la vegetación natural de las dunas que en el resto de la zona se ha transformado en potreros, excepto en el caso de las dunas entre el mar y la laguna de San Julián. Esta laguna tiene un asentamiento en una orilla y constituye el límite de la ampliación de las instalaciones del Puerto de Veracruz. El poblado drena aguas sin tratamiento a la laguna y en otros casos, las fosas sépticas se encuentran cerca del manto freático, que está cercano a la superficie. Practican la pesca artesanal y hay cultivos rústicos de mojarras. Los pobladores hablan de que la laguna tiene dos manantiales que surgen en el propio cuerpo de agua. La mayor afectación fue el establecimiento de predios de contenedores en el extremo sur. Por un lado, una laguna de alto valor y calidad visual se perjudicó otorgando permisos para poner instalaciones de carácter industrial en la orilla. No se construyeron cubiertas que evitaran filtraciones y escurrimientos hacia la laguna ni se estableció un corredor de humedales que sirviera de amortiguamiento. A partir de estos permisos se incrementó la cobertura de tule o nea, que aunado a fuertes temporadas de sequías incrementa la evapotranspiración reduciendo el tirante

de agua. La laguna requiere un plan de manejo que ataque las causas de la degradación y no solamente eliminen el tule.

Las lagunas interdunarias del municipio se utilizan como abrevaderos de ganado y reciben escurrimientos y filtraciones de terrenos agropecuarios que contaminan las aguas. El mayor daño es que el paso de ganado ocurre por cualquier punto y conforme se hace fangoso, el ganado se va moviendo y de esa manera afecta la vegetación de todo alrededor. Es necesario construir bajadas de ganado que permitan que beban agua, pero sin destruir el entorno.

LAGUNAS COSTERAS Y ESTEROS

Hay tres aspectos a considerar para mantener las lagunas de este municipio: 1) el azolve, que aunque es un proceso natural puede ser acelerado por el desmonte de la vegetación y los desechos sólidos; 2) la contaminación, que en el caso de la Laguna Cabana está relacionada con el vertido de desechos como vinazas de ingenios azucareros y que causan la mortalidad masiva de peces y otros organismos que dependen de una buena oxigenación y de la mezcla adecuada de agua continental y marina; y 3) debe garantizarse la conexión del sistema lagunar con el río y el mar para garantizar el efecto de las mareas que es lo que genera las condiciones para el mantenimiento físico-químico y biológico de lagunas costeras y esteros.



■ Capítulo 5.

DIAGNÓSTICO Y ZONIFICACIÓN

En el Cuadro 11 se muestra un resumen de las principales características de la zona costera del municipio de La Antigua.

El municipio de La Antigua tiene una sola celda litoral. En lo general las actividades que se recomiendan para la zona costera de este municipio es que sean de muy baja densidad y de carácter sustentable. Las acciones de manejo deben estar enfocadas en:

- La conservación y restauración del equilibrio dinámico litoral, garantizando el flujo de sedimento entre celdas litorales.

- La conservación de los valores geomorfológicos y ecológicos existentes en la zona. Se debe priorizar la conservación de los campos de dunas.

- Se debe garantizar la dinámica de los ecosistemas inundables (humedales herbáceos).

Cuadro 11. Síntesis diagnóstica de la zona costera del municipio de La Antigua, Ver.

OBSERVACIONES

- La costa del municipio se encuentra en un proceso muy próximo al equilibrio dinámico, con algunos procesos de erosión en las desembocaduras de los ríos Actopan y La Antigua. Las tasas de erosión fluctúan entre 0.1 m/año y 5.4 m/año. También hay zonas con una fuerte acumulación de arena, alcanzando 80.2 m en el periodo observado, dando lugar a campos de dunas.
- El transporte predominante de sedimentos es de tipo longitudinal con dirección de norte hacia el sur.
- El estado de conservación de la zona costera es regular, debido a las actividades agropecuarias.
- Existen abundantes campos de dunas transgresivas y parabólicas.
- En las depresiones inundables del sistema hay anidación de aves.

En el Cuadro 12 se muestran los usos para los que esta costa puede ser apta y no apta. Este cuadro considera valores geomorfológicos y ecológicos, así como la problemática de la zona costera. En términos generales, y de acuerdo con las características físicas, geomorfológicas y biológicas descritas en este documento, la costa del municipio de La Antigua requiere acciones tanto de restauración como de conservación, ya que los ecosistemas naturales muestran diversos niveles de perturbación, lo que indica un funcionamiento deteriorado. Por lo

anterior, las actividades y permisos otorgados en la zona deben ser altamente restringidos y limitados con la finalidad de: a) proteger la diversidad geomorfológica de la zona; b) mantener la protección que ofrecen las dunas contra el impacto de fenómenos hidrometeorológicos extremos (tormentas y huracanes); c) conservar la fuente y el flujo de sedimentos a lo largo de su celda litoral. Dichas actividades se detallan en el Cuadro 12, considerando diferentes ecosistemas (zona marina, zona de playa, dunas, y humedales de agua dulce).

Cuadro 12. Acciones para la zona costera del municipio de La Antigua, Ver.

SEMÁFORO DE ACCIONES		Actividades y permisos recomendados para promover la conservación y restauración de los ecosistemas degradados que ofrecen importantes servicios ambientales a la sociedad.
VALORES	GEOMORFOLÓGICOS	Alta restricción: zona de grandes extensiones de dunas que amortiguan el impacto de tormentas. Únicas en el país, por lo que tienen alto valor geomorfológico.
	ECOLÓGICOS	Alta: Baja cobertura vegetal con especies endémicas. Contiene relictos de selva y matorral costero sobre dunas.
PROBLEMÁTICA	EROSIÓN	Baja: la mayor parte de la costa se encuentra en un equilibrio dinámico estable.
	ASENTAMIENTOS AFECTADOS	Bajo: No hay poblados
	INFRAESTRUCTURA DE PROTECCIÓN	No existe, no necesita.

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 el volumen B (“Recomendaciones generales para el manejo de la zona costera”).

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. Se debe valorar la población y tallas actuales de pulpo y establecer un plan de manejo de acuerdo con el estado poblacional de los pulpos y en colaboración con los pescadores.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

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

MANEJO - APTO:

- Apto para nadar, con precauciones en invierno.
- 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.

RESTAURACIÓN:

- Analizar las dunas que requieren acciones de restauración, e implementarlas.

CONSERVACIÓN:

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

PROTECCIÓN:

- Por su relevancia, las dunas costeras necesitan ser conservadas y protegidas.

ZONA DE PLAYA Y DUNAS FRONTALES

- Delimitar la zona bajo administración de ZOFEMAT tomando en cuenta las tasas de erosión y haciendo público el resolutivo a lo largo de los 21.3 km.
- Considerando el fuerte estado de degradación del estado en general, se recomienda que las actividades en las playas y dunas frontales sean de bajo impacto, sin la presencia de construcciones permanentes, de manera que se fomente la conservación de estos ambientes.
- 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 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.

MANEJO - NO APTO:

- Introducción de especies exóticas e invasoras.
- Tránsito vehicular por la playa o estacionarse en la misma.
- Aplanamiento de la playa.

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 deseables.

PROTECCIÓN:

- Archipiélago de Lagunas Interdunarias de la Zona Conurbada de los Municipios de Veracruz y La Antigua.

DUNAS TRANSGRESIVAS Y PARABÓLICAS

ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

- Ecoturismo, ganadería de baja densidad, agricultura en zonas específicas.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

- Deportes sobre arena como tablas de surf en áreas designadas, pastoreo bajo plan de manejo, turismo sustentable, ecoturismo.

MANEJO - APTO:

- Se permite el establecimiento de estructuras temporales como camastros y casas de campaña para actividades de ecoturismo.

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.
- No se debe construir en dunas móviles que sirven de fuente de arena para las playas o para otros sistemas. Tampoco se debe extraer arena.

RESTAURACIÓN:

- Restaurar las zonas con mayor degradación.

CONSERVACIÓN:

- Zona con alto valor ecológico y geomorfológico, que 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 los campos dunares que alimentan la playa donde se desarrollan actividades turísticas y protegen de los vientos del norte. Así mismo, se deben proteger y conservar las especies endémicas o amenazadas.
- En este municipio se encuentra el Archipiélago de Lagunas Interdunarias de la Zona Conurbada de los Municipios de Veracruz y La Antigua.

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 interrumpan 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 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 humedal.

MANEJO - NO APTO:

- Construcción de drenajes que desequen 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, y tulares en las zonas donde están degradados. Esto es especialmente importante en la parte de atrás de Villa Rica, para retener el agua antes de los asentamientos.
- Recuperar el gradiente manglar-selva inundable.

CONSERVACIÓN:

- Promover la investigación y monitoreo que permitan obtener 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.

MANGLARES Y LAGUNAS COSTERAS

ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

- Acuicultura.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

- Ecoturismo y pesca deportiva de bajo impacto.

MANEJO - APTO:

- Impulsar la delimitación de los manglares por parte de la ZOFEMAT, 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.
- Tratamiento previo de aguas industriales antes de verterlas al río, los arroyos y las lagunas interdunarias y costeras.

MANEJO - NO APTO:

- Vertido de contaminantes industriales, como el de los ingenios El Modelo y La Gloria.
- 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.
- Restringir el uso de agroquímicos en cultivos y zonas de pastoreo ubicadas sobre humedales para evitar su paso a manglares y cuerpos lagunares.

RESTAURACIÓN:

- Se deben impulsar acciones de restauración de selvas inundables, popales, tulares y manglares en las zonas donde están degradados.
- Recuperar el gradiente laguna costera-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 y andadores elevados.
- Promover la reforestación con especies nativas en la orilla de los ríos.

PROTECCIÓN:

- Se debe proteger el manglar, evitando su sustitución por cultivos o su desmonte.

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. Deben mantenerse los flujos de sedimentos y de agua a través de puentes o tubos anchos, para el buen funcionamiento de los ecosistemas naturales. Los arroyos no deben bloquearse con bordos o pasos de ganado que impidan la libre circulación del agua.
6. No se permite ningún tipo de construcción temporal y/o permanente en el campo de dunas transgresivas, debido a los riesgos para la infraestructura y la población.
7. Las construcciones sobre la playa deben cimentarse sobre pilotes.
8. Los humedales y manglares limpian el agua de escurrimiento y mantienen la calidad de agua de las lagunas costeras, tanto para las pesquerías, la vida silvestre y la recreación. Por tanto, las construcciones en humedales, cuando se permiten, deben ser sobre pilotes.
9. Se debe evitar que se dessequen o rellenen los humedales de la zona.

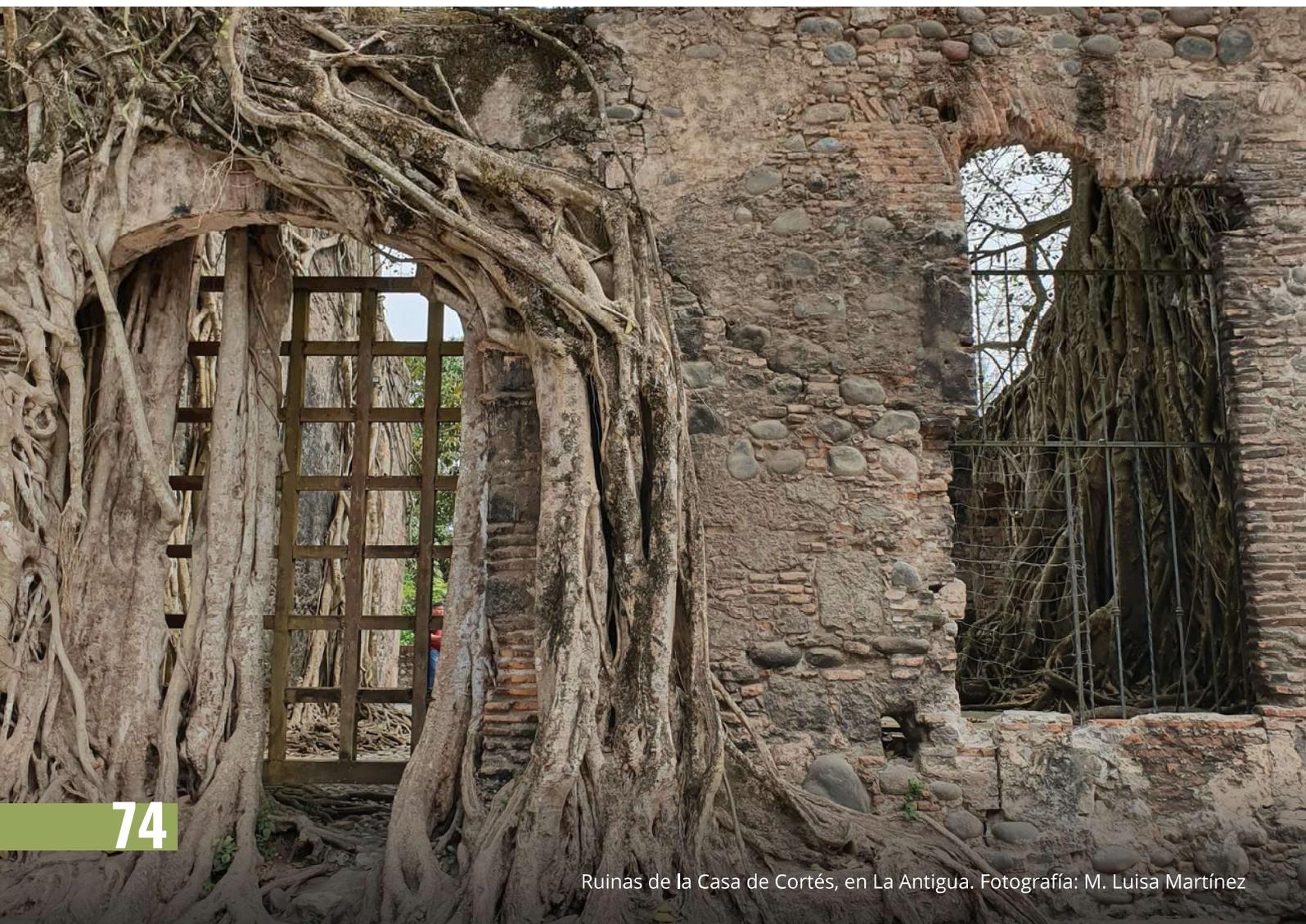
BIBLIOGRAFÍA

- 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-Casola, 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.
- CONAGUA, 2018. *Estadísticas del Agua en México*.
- CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social). 2020. *Indicadores de pobreza, pobreza por ingresos, rezago social y gini 2010 (municipal)*. <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/PobrezalInicio.aspx>
- Estadística Climatológica de la CONAGUA. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>
- Fuentes-Capistrán, G.J. 2023. *Forestación experimental de la Laguna Cabana, La Antigua, Veracruz*. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas, Universidad Veracruzana, Facultad de Biología, Xalapa, Veracruz.
- García-Franco, J.G. 1996. Distribución de epífitas vasculares en matorrales costeros de Veracruz, México. *Acta Botánica Mexicana*, 37: 1-9 pp.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2001. Carta topográfica 1:50 000. La Antigua E14B39-29. Veracruz. INEGI/Dirección General de Geografía. <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapas/>
- INAFED (Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). 2010. *Enciclopedia de los Municipios y delegaciones de México*. Secretaría de Gobernación. <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM30veracruz/index.html>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2020. *Censo de Población y Vivienda, 2020*. INEGI/Dirección General de Geografía.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2018. *Uso de Suelo y Vegetación. Serie VII 1:250 000*. INEGI/Dirección General de Geografía.
- Infante-Mata, D., Moreno-Casasola, P., Madero Vega, C., Castillo-Campos, G., y Warner, B.G. 2011. Floristic composition and soil characteristics tropical freshwater forested wetlands of Veracruz on the coastal plain of the Gulf of Mexico. *Forest Ecology and Management*, 262: 1514-1531 pp.
- Jiménez-Orocio, O., Espejel, I., y Martínez, M.L. 2015. Scientific research on coastal dunes of Mexico: origin, evolution and challenges. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86(2): 486-507 pp
- Lithgow, D., Martínez, M.L., y Gallego-Fernández, J.B. 2015. The "ReDune" index (Restoration of coastal Dunes Index) to assess the need and viability of coastal dune restoration. *Ecological Indicators*, 49: 178-187 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, Universidad Veracruzana, 248 pp.
- Martínez, M.L., Gallego-Fernández, J.B., García-Franco, J.G., Moctezuma, C., y Jiménez, C.D. 2006. Assessment of coastal dune vulnerability to natural and anthropogenic disturbances along the Gulf of Mexico. *Environmental Conservation*, 33: 109-117 pp.
- 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. e Infante-Mata, D. 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, 109-140 pp.
 - Moreno-Casola, P., Cejudo-Espinosa, E., Capistrán-Barradas, A., Infante-Mata, D., López-Rosas, H., Castillo-Campos, G., 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, 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.
 - Navarrete, A. 1970. La arqueología de La Antigua Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias Antropológicas. Universidad Veracruzana. Veracruz, México.
 - Peralta-Peláez, L.A. 2007. Diseño de un índice de integridad biótica para los lagos interdunarios de la región costera central del estado de Veracruz, México. Tesis Doctoral. Doctorado en Ecología y Manejo de Recursos. Instituto de Ecología A.C., Xalapa. Ver.
 - 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.
 - Pereyra-Díaz, D., Pérez-Sesma, J. A. A., y Salas-Ortega, M. D. R. 2010. Hidrología.
 - Pereyra-Díaz, D., Cruz-Torres, D. G., y Pérez-Sesma, J.A.A. 2011. La Evapotranspiración Real (ETR) en la cuenca del río La Antigua, Veracruz: estado actual y ante escenarios de cambio climático. *Investigaciones geográficas*, 75: 37-50 pp. Recuperado en 01 de mayo de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112011000200004&lng=es&tlng=es.
 - 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.
 - Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, 504 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: 5-22pp.
 - Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2021. Valor de la producción nacional agropecuaria pesquera 2021. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Social.
 - 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.
 - Sistema de Información

Municipal del Gobierno del Estado de Veracruz. 2019. <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., deVries, 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., Prinós, 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.
- Valderrama-Landeros, L. H., Martell-Dubois, R., Ressler, R., Silva-Casarín, R., Cruz-Ramírez, C. J., y Muñoz-Pérez, J. J. 2019. Dynamics of coastline changes in Mexico. *Journal of Geographical Sciences*, 29 (10): 1637-1654 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., Galiatsotou, P., y Eftimova, P. 2014. Flood and erosion at open beaches in a changing climate. *Coastal Engineering*, 87: 50-76 pp.
- Wojtarowski, A., Piñar, Á. y Martínez, M. 2013. Percepción social sobre relevancia y transformación del entorno natural en Playa de Chachalacas, Veracruz, México. En: A. Conde, P. Ortiz, A. Delgado y F. Gómez (Coords.) *Naturaleza-Sociedad Reflexiones desde la complejidad*. Tlaxcala: Universidad Autónoma de Tlaxcala, pp. 483-509.



El municipio de La Antigua, se localiza en la región centro-sur del estado de Veracruz. En la zona costera de este municipio se encuentran 34 poblaciones rurales y una urbana.

La costa de La Antigua se encuentra relativamente estable, sin marcados problemas de erosión. Cuenta con grandes extensiones de dunas transgresivas y parabólicas ubicadas al norte del Puerto de Veracruz. Las dunas se encuentran en un estado de conservación regular en su mayoría. A pesar de ello, existe un número considerable de plantas designadas como sujetas a protección especial.

Otros ecosistemas de la franja costera presentes en la zona son humedales herbáceos, manglares, un conjunto de lagunas interdunarias y una laguna costera, que tiene conexión con el mar. La laguna costera está expuesta al vertido de desechos sin tratamiento lo que causa la mortalidad masiva de peces. En este estudio se presenta la caracterización socioeconómica (grado de marginación, principales actividades productivas, etc.) así como la descripción del medio físico (dinámica marina, aspectos relevantes de la dinámica sedimentaria) y de los ecosistemas (vegetación de dunas, humedales, manglares, esteros) presentes en la zona costera del municipio. Además, se proponen medidas de manejo orientadas en garantizar la conservación de sus ecosistemas así como la provisión de servicios clave para las poblaciones que habitan la zona.



ISBN: 978-607-8833-05-4

