

LA ZONA COSTERA DEL MUNICIPIO

VERACRUZ, 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

VERACRUZ, 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: 978-607-8833-14-6

DOI: <https://doi.org/10.21829/978-607-8833-14-6>

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 VERACRUZ, VERACRUZ

ISBN: 978-607-8833-14-6

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/10.21829/978-607-8833-14-6>

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 Veracruz, Veracruz*. INECOL, Veracruz, 71 pp.

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

Agradecimientos: Se agradece a Roberto Monroy por la elaboración las Figuras 15 y 16.

En portada: Puerto de Veracruz. 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



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. 17 **CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO**

- Dinámica marina
- Características de la costa
- Alteraciones en las fuentes de sedimento
- Aspectos relevantes en la dinámica sedimentaria

PÁG. 32 **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 arrecifes de coral

PÁG. 56 **CAPÍTULO 4. CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y PRESERVACIÓN DE ECOSISTEMAS COSTEROS**

- Playas y dunas costeras
- Humedales
- Arrecifes de coral

PÁG. 58 **CAPÍTULO 5. DIAGNÓSTICO Y ZONIFICACIÓN**

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

PÁG. 67 **BIBLIOGRAFÍA**

Capítulo 1.

ASPECTOS GENERALES

CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

El municipio de Veracruz se localiza entre las coordenadas 19° 21' 55.37" N y 19° 06' 7.86 " S de latitud; y -96° 20' 22.82" O y -96° 07' 53.94" E de longitud. Limita al norte con los municipios de La Antigua y Golfo de México; al oeste con los municipios de Paso de Ovejas y Manlio Fabio Altamirano; al sur con

el municipio de Medellín; y al este con el Golfo de México y Boca del Río. Su superficie abarca 247.9 km², lo que representa el 0.31 % del total de la superficie del estado. El litoral de Veracruz suma alrededor de 39 km de línea de costa abierta, 5.2 % del total del estado, lo que lo ubica en el lugar 7 de extensión litoral a nivel estatal (Figura 1).

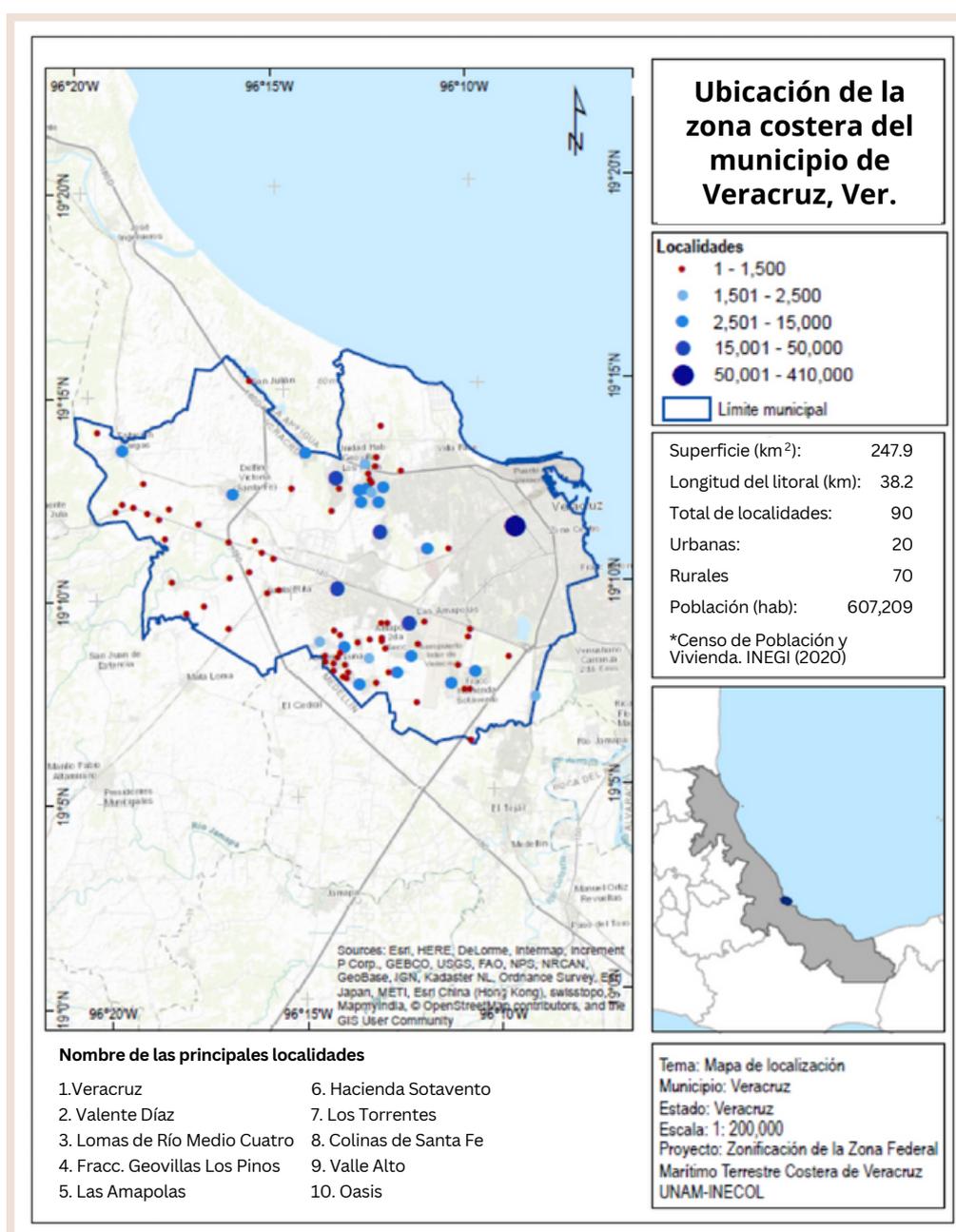


Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de Veracruz, Veracruz

POBLACIÓN, GRADO DE MARGINACIÓN, VIVIENDAS

El municipio de Veracruz cuenta con 90 localidades que en conjunto albergan 607,209 habitantes (INEGI 2020). Las principales localidades son: Veracruz (Puerto y cabecera municipal), Valente Díaz, Lomas de Río Medio Cuatro, Fraccionamiento Geovillas los Pinos, Las Amapolas, Hacienda Sotavento y Las Torrentes. La densidad poblacional del municipio es de 2,449.4 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 59.3 (considerado como “Muy Bajo”, con alta

cohesión social (Índice de GINI de 0.433). Según los indicadores de pobreza (CONEVAL 2020), el municipio presenta un desempeño (40.9), cercano a la media nacional (46.3); bajo porcentaje de pobreza extrema (5.25 %) y rezago educativo del 15.14. No obstante, el 53.63 % de la población tiene ingresos inferiores a la línea de bienestar, el 15.37 % presenta tres carencias (salud, alimentación y vivienda), el 15.14 % carece de acceso a la alimentación y el 62.13 % tiene al menos una carencia. El 32.41 % de la población carece de servicios de salud, y el 47.84 % carece de acceso a seguridad social (Figura 1). El 2.39 % de la población mayores de 14 años son analfabetas.



POBLACIONES RURALES Y URBANAS EN LA ZONA COSTERA

El municipio de Veracruz alberga 90 localidades; 20 son consideradas como urbanas (con más de 2,500 habitantes). De éstas, cinco tienen más de 15,000 habitantes (El Puerto de Veracruz, Valente Díaz, Lomas de Río Medio Cuatro, Fraccionamiento Geovillas los Pinos, Las Amapolas) y dos tienen entre 10,000 y 14,999 habitantes. Las 70 localidades restantes están catalogadas como rurales, ya que cuentan con menos de 2,500 habitantes. De estas últimas, 13 corresponde a localidades de entre 1,000 y 2,499 habitantes; 11 a localidades de entre 500 y 999 habitantes; las 46 restantes corresponden a localidades rurales de menos de 499 habitantes, de las cuales el 85 % cuenta con menos de 100 (Figura 1). En resumen, el 63 % de las localidades del municipio tiene menos de 1,000 habitantes.

En la franja costera (5 km inmediatos a la línea de costa, tierra adentro) se encuentran 14 localidades, 15.5 % del total de localidades del municipio. El total de población en la franja costera es de 431,283 habitantes (71 % del total de la población del municipio). En esta franja, todas las localidades se ubican entre la línea de costa y los 5,000 m tierra adentro. De las localidades que se encuentran en la franja costera, la de mayor población es Veracruz (405,952 habitantes), seguida por Los Torrentes (10,870 habitantes) (Cuadro 1). Es importante mencionar que la zona urbana se expande sobre toda la franja costera, y los límites entre las localidades no son visibles espacialmente. El puerto de Veracruz, es históricamente el principal puerto de entrada en el Golfo de México, y por lo tanto, ha sido el destino de miles de personas que se han asentado en los alrededores de ciudad, creando la zona conurbada de mayor extensión en la franja costera del Golfo de México (Zona metropolitana Veracruz-Boca del Río).



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 |
| | | | | Veracruz | 405,952 |
| | | | | Los Torrentes | 10,870 |
| | | | | Río Medio [Granja] | 3,377 |
| | | | | Nuevo Veracruz | 3,296 |
| | | | | Colonia el Renacimiento | 1,780 |
| | | | | San Julián | 1,429 |
| | | | | Colonia Chalchihuecan | 1,357 |
| | | | | Fraccionamiento Condado de Valle Dorado | 1,294 |
| | | | | Condado del Valle Dorado (Segunda Sección) | 673 |
| | | | | Infonavit Orquideas | 647 |
| | | | | Colonia Bahía Libre | 344 |
| | | | | Colonia Patria (Diez Hectáreas) | 260 |
| | | | | Río Medio | 3 |
| | | | | Laguna de las Conchas | 1 |
| <i>No de localidades</i> | | | | | 14 |
| <i>Total población</i> | | | | | 431, 283 |

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Agricultura.

En 2021, la superficie sembrada en el municipio era de 1,900.1 hectáreas (1 km²) que corresponden al 7.6 % del total de la superficie municipal. El principal tipo de cultivo fue el maíz en grano y maíz forrajero (1,161 ha) con un valor de producción de alrededor de 31.3 millones de pesos. Otros tipos de cultivos de menor producción son la caña de azúcar (396 ha) y el mango (81 ha) (SAGARPA 2021).

Ganadería.

Según SAGARPA 2013, la superficie destinada para la actividad ganadera es de 9,443 ha (94.4 km²), lo que representa el 30 % de la superficie total del municipio. El principal producto pecuario es el bovino con 3,560 ton, seguido por el porcino (514.15 ton) y el ovino (21.48 ton). El valor de la producción ganadera es de 166 millones de pesos anuales, 87 % de producción bovina, (Cuadro 2).

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

| | Superficie sembrada (ha) | Superficie cosechada (ha) | Producción (ton) | Valor de la producción (miles de pesos) |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------|-----------------------------------------|
| Ajonjolí | 19 | 19 | 31.35 | 387.42 |
| Caña de azúcar | 396 | 396 | 37,035.52 | 26,999.37 |
| Frijol | 77 | 77 | 105.49 | 1,315.33 |
| Maíz forrajero en verde | 552 | 552 | 16,433.70 | 14,782.62 |
| Maíz grano | 609.74 | 609.74 | 3,519.00 | 16,543.19 |
| Mango | 81 | 81 | 1,239.30 | 7,888.00 |
| Naranja | 10 | 8 | 231.2 | 910.3 |
| Pepino | 14 | 14 | 411.04 | 1,726.37 |
| Sandía | 76 | 76 | 2,004.07 | 7,289.80 |
| Sorgo forrajero en verde | 47 | 47 | 1,517.16 | 1,358.91 |
| Sorgo grano | 19 | 19 | 91.77 | 371.67 |
| TOTAL | 1,900.74 | 1,898.74 | 62,619.60 | 79,572.96 |

| | 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 | 1,932.56 | 3,560.04 | 62.8 | 31.56 | 121,362.51 | 112,347.11 |
| Bovino-Leche | 3,532.23 | 0 | 6.7 | 0 | 23,650.17 | 0 |
| Porcino-Carne | 405.83 | 514.15 | 44.89 | 29.66 | 18,216.56 | 15,249.29 |
| Ovino-Carne | 10.96 | 21.48 | 73.9 | 36.02 | 809.75 | 773.61 |
| Caprino-Carne | 1.5 | 2.94 | 68.62 | 33.17 | 102.66 | 97.55 |
| Ave-Carne | 3.03 | 3.88 | 31.38 | 22.46 | 94.95 | 87.14 |
| Guajolote-Carne | 3.16 | 4.5 | 73.48 | 44.91 | 232.2 | 202.23 |
| Ave-Huevo | 67.79 | 0 | 23 | 0 | 1,558.81 | 0 |

Servicios y turismo.

De acuerdo con la información del DENUE (2018), el municipio cuenta con 4,205 establecimientos de servicios de preparación de comida y 189 establecimientos de hospedaje, que disponen con más de 6,000 cuartos. En 2012, el municipio de Veracruz recibió 2,306,063 turistas, de los cuales el 99 % fueron nacionales. Veracruz es uno de los destinos turísticos más importante del país. El puerto de Veracruz es considerado tradicionalmente, el destino de miles de turistas, tanto nacionales como extranjeros, en las temporadas de playa (primavera-verano). Una de las tradiciones turísticas en el puerto es el carnaval. La celebración del carnaval se realiza en el mes de febrero o marzo y, de acuerdo con El Universal (2017), la festividad ha congregado hasta un millón 600 mil personas, entre participantes y espectadores. Lo anterior se traduce en una derrama económica de alrededor de 280 millones de pesos.

Además del carnaval, otros atractivos turísticos son: El Acuario de Veracruz, construido en la década de 1970, reubicado a principio de la década de 1990 en su ubicación actual. También están la Playa de Hornos; El Fuerte de San Juan de

Ulúa. Este último fue construido a mediados del S. XVI con rocas de origen coralino. Este fuerte fue utilizado como cárcel y recientemente, a partir de 1984, como museo. Otros atractivos turísticos del municipio son El Baluarte de Santiago; El Centro Histórico, sede de innumerables eventos culturales; El Faro Venustiano Carranza; entre muchos más.

El puerto de Veracruz es un puerto de altura y el puerto comercial más importante del Golfo de México. Cuenta con 23 muelles (22 de tipo plataforma y uno flotante) que en conjunto suman alrededor de 5.2 km de longitud. Aunque es considerado el puerto comercial más importante de la región, también es un puerto multipropósitos ya que en él pueden pernoctar buques de altura y canotaje, cruceros turísticos, Armada de México y barcos pesqueros. Sus principales rutas de navegación conectan con Europa, África y Sudamérica. Además, cuenta con tres marinas: Marina Club de Yates Veracruz, Marina Veramar y Marina Veracruz. También se localizan cuatro embarcaderos: Marina Nueve (ubicado en la Isla del Amor), La Condesa, Recreo Marino y Club Náutico el Dorado. En cuanto a las obras de protección hay cinco escolleras y 23 rompeolas.



■ Capítulo 2.

CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO

■ DINÁMICA MARINA

La costa del Municipio de Veracruz se puede dividir en tres celdas litorales que tienen una longitud de 24.02 km y se muestran en la Figura 2.

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 3 se muestran las rosas de viento y oleaje en periodos anuales y estacionales. Las columnas representan las velocidades de viento de todo el registro (V), alturas de ola considerando todo el registro (H), alturas de ola que superaron el umbral de los 5 m (H extremal) y periodos de oleaje de todo el registro (T). Las filas de arriba a abajo muestran las rosas correspondientes al análisis: anual, invierno (enero-marzo), primavera (abril-junio), verano (julio-septiembre) y otoño (octubre-diciembre). Cabe señalar que la base de datos utilizada contiene información de clima marítimo espaciada una hora desde el primero de enero de 1949 al 31 de diciembre de 2010.

En orden de importancia, a lo largo del año los vientos más persistentes provienen de los sectores: 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).

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, el mareógrafo localizado en el municipio de Veracruz (96° 07' 51" O, 19° 12 '03" N) reporta los valores de los planos de marea presentados en el Cuadro 3.



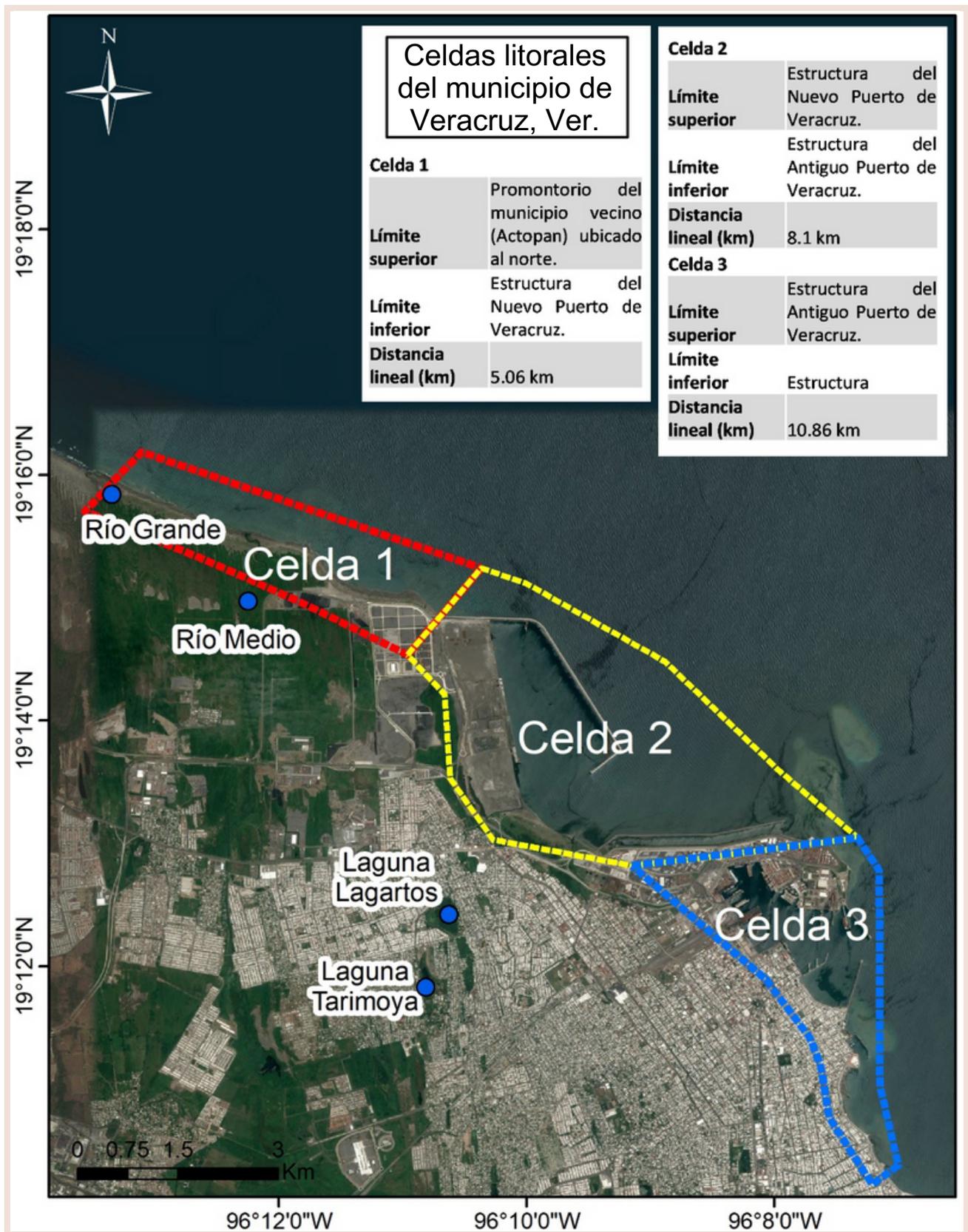


Figura 2. Celdas litorales del municipio de Veracruz. La línea roja indica el tramo de costa analizado.

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-Vanegas *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 | 0.09 | 0.01 | 1.28 |
| 5 | 0.21 | 0.14 | 1.40 |
| 10 | 0.32 | 0.22 | 1.47 |
| 15 | 0.39 | 0.26 | 1.50 |
| 20 | 0.44 | 0.28 | 1.54 |
| 25 | 0.49 | 0.30 | 1.57 |
| 30 | 0.52 | 0.32 | 1.61 |
| 40 | 0.58 | 0.33 | 1.64 |
| 50 | 0.62 | 0.35 | 1.68 |
| 100 | 0.77 | 0.39 | 1.77 |



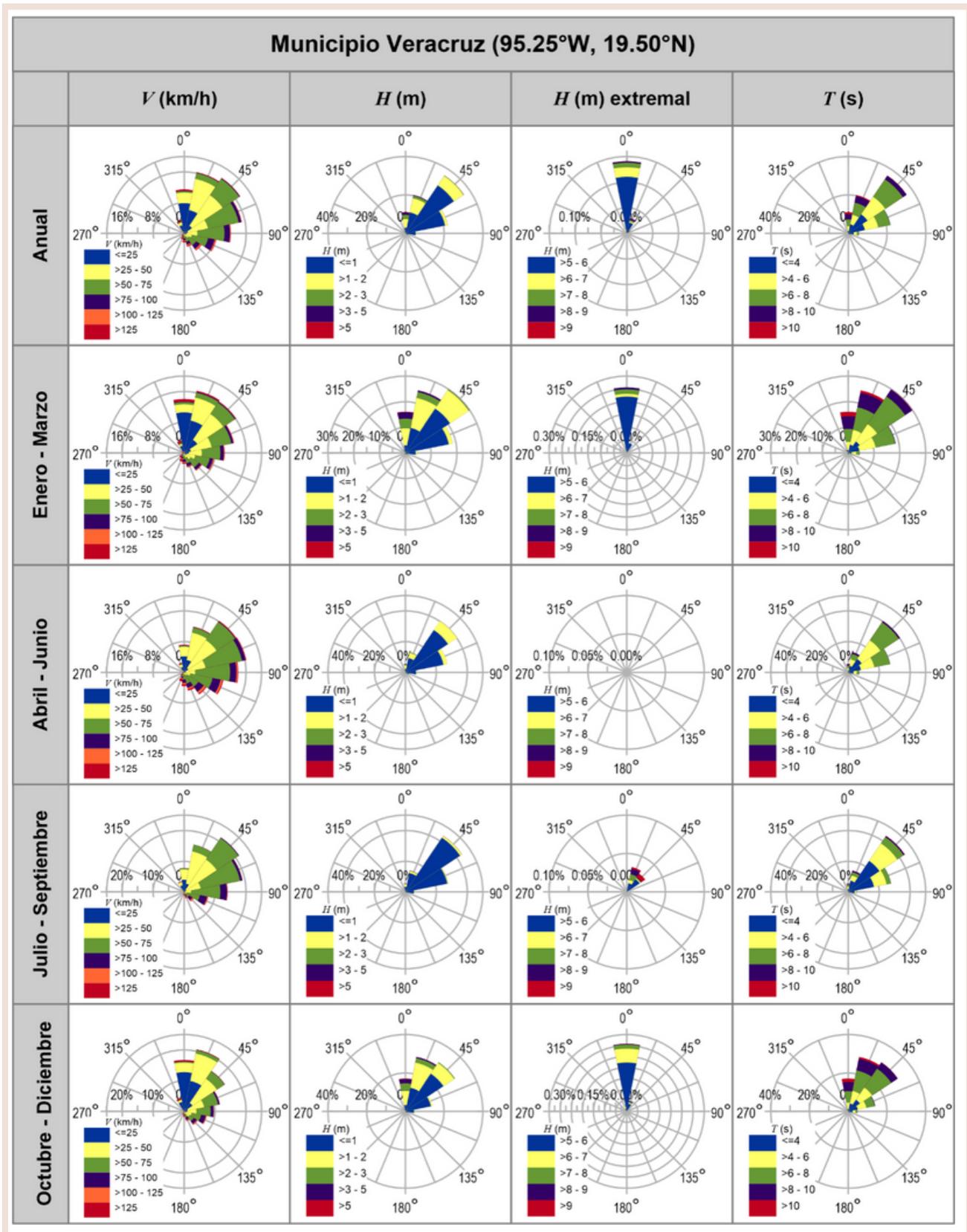


Figura 3. Rosas de viento y oleaje anual y estacional. Significado de los parámetros: V = velocidad del viento, H = altura de las olas, H extremal = altura de ola extremal, T = periodos de oleaje

CARACTERÍSTICAS DE LA COSTA

El municipio de Veracruz tiene una elevación promedio de 22.1 m s.n.m. y las mayores elevaciones se encuentran en la zona norte alcanzando los 108.5 m s.n.m. (franja de 7 km), correspondiente al perfil 1 (Figura 4a- 4d). 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).

Veracruz está conformado por tres celdas litorales (Figura 2). La primera celda 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 aproximada de 5.06 km. El transporte de sedimentos reinante y dominante se da de norte a sur y su equilibrio dinámico se ha conservado. Los sedimentos se

transportan por los aportes del río Actopan y La Antigua. Este segmento es una playa abierta con una orientación noroeste-sureste.

La segunda celda (Figura 2), en la zona norte limita con el rompeolas del Nuevo Puerto de Veracruz que tiene una longitud de 4.4 km, mientras que, al sur con la estructura del antiguo Puerto, con una longitud lineal aproximada de 8.1 km. El nuevo puerto de Veracruz inició su primera etapa en el 2013, dragando 41 millones de m³ en tirantes de 17 y 18 m en distintas zonas. Este material de dragado se ha utilizado para habilitar terminales especializadas para carga y descarga de mercancías en 450 hectáreas de tierra (SCT, 2012).

La tercera celda tiene como límite norte la estructura del antiguo Puerto de Veracruz y una estructura ubicada en el límite con el municipio de Boca del Río. En esta celda se encuentran cuatro espigones y la estructura de la marina Veramar, que pueden formar compartimentos litorales, debido a que también provocan cambios en la línea de costa.



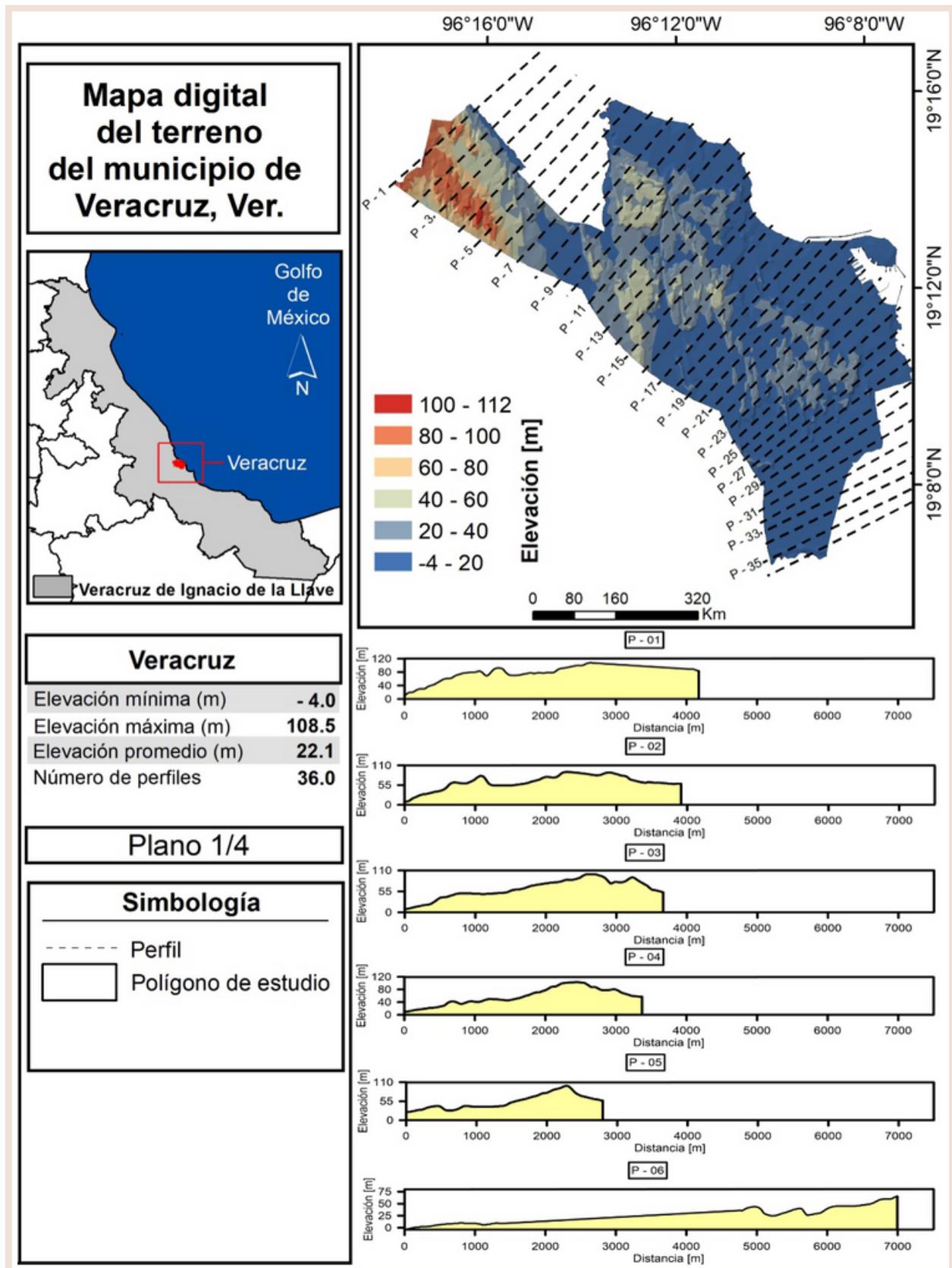


Figura 4a. Mapa digital del terreno y perfiles del terreno (1 a 36) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia es referente a la longitud de los perfiles. El frente costero de los perfiles 1-2 y 30-36 pertenece a los municipios contiguos de Actopan y Boca del Río, respectivamente. Los perfiles 2 al 10 corresponden a la celda 1, del 11 al 18 a la celda 2, y del 19 al 29 a la celda 3.

Mapa digital del terreno del municipio de Veracruz, Ver.



Veracruz

| | |
|------------------------|-------|
| Elevación mínima (m) | - 4.0 |
| Elevación máxima (m) | 108.5 |
| Elevación promedio (m) | 22.1 |
| Número de perfiles | 36.0 |

Plano 2/4

Simbología

- Perfil
- Polígono de estudio

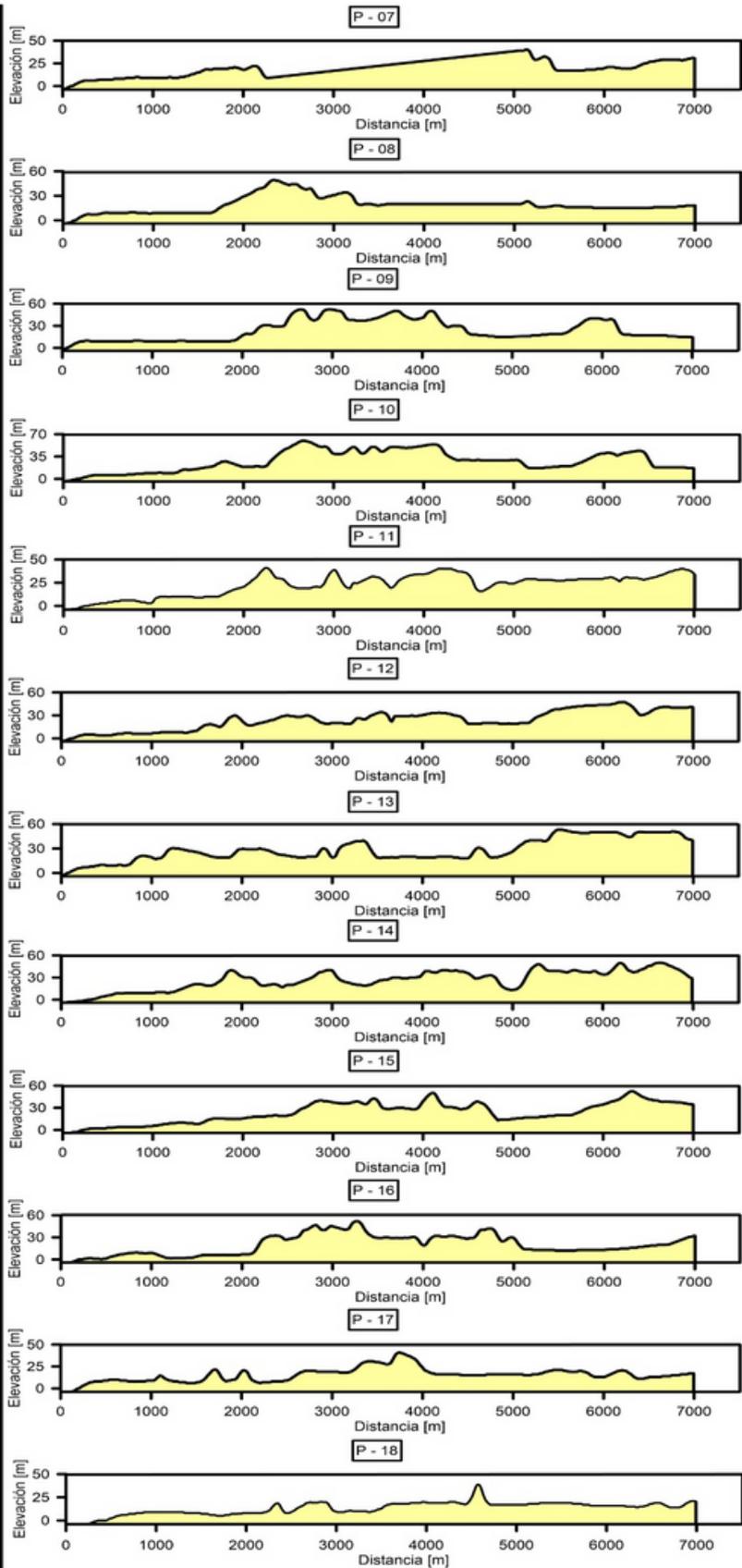


Figura 4b. Perfiles del terreno (7 al 18) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia representa la distancia desde el límite marcado en tierra. Los perfiles 2 al 10 corresponden a la celda 1, y del 11 al 18 a la celda 2.

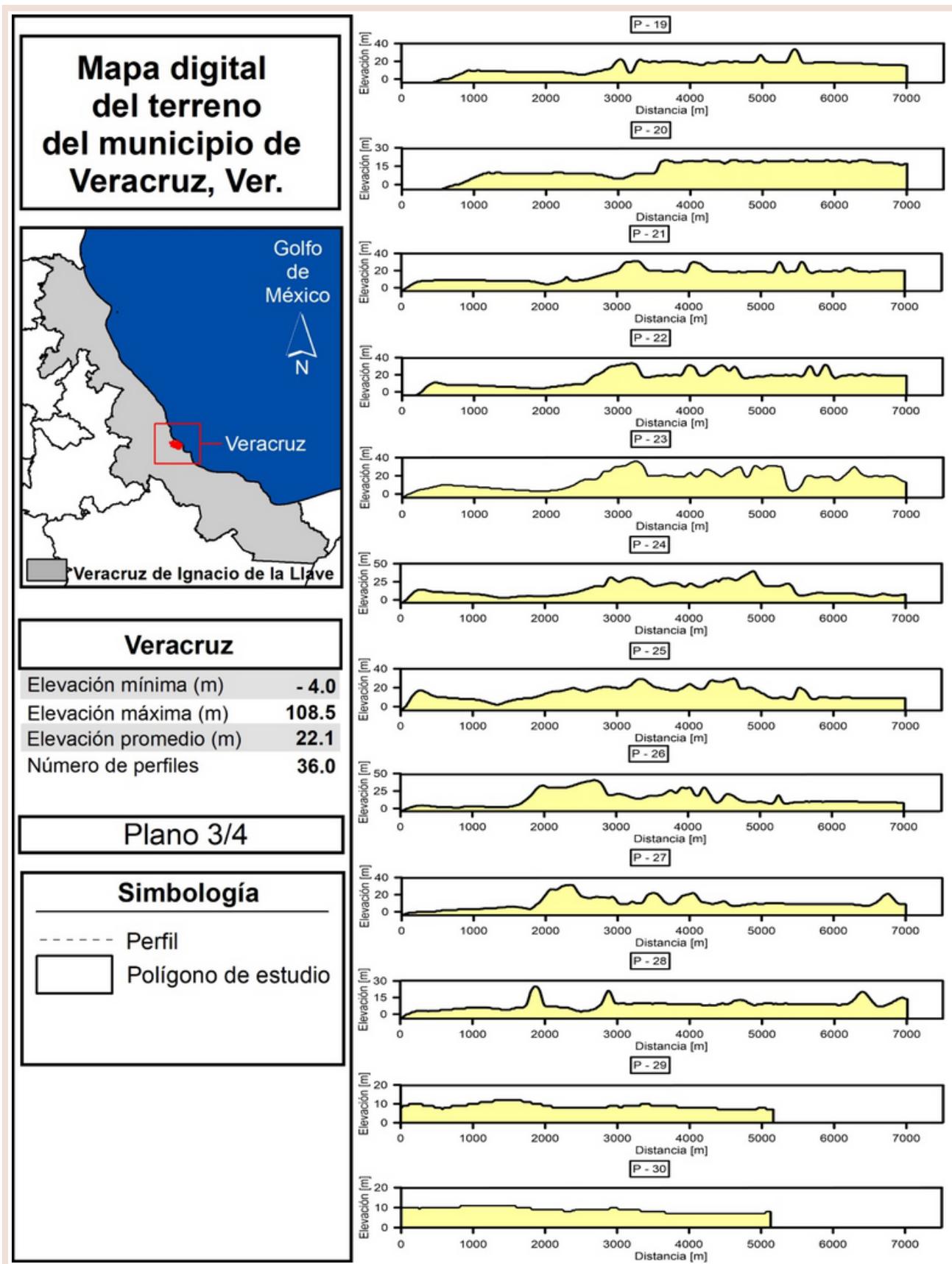


Figura 4c. Perfiles del terreno (19 al 30) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia representa la distancia desde el límite marcado en tierra. Los perfiles 19 al 29 pertenecen a la celda 3. El frente costero del perfil 30 pertenece al municipio de Boca del Río.

Mapa digital del terreno del municipio de Veracruz, Ver.



Veracruz

| | |
|------------------------|-------|
| Elevación mínima (m) | - 4.0 |
| Elevación máxima (m) | 108.5 |
| Elevación promedio (m) | 22.1 |
| Número de perfiles | 36.0 |

Plano 4/4

Simbología

| | |
|-------|---------------------|
| ----- | Perfil |
| □ | Polígono de estudio |

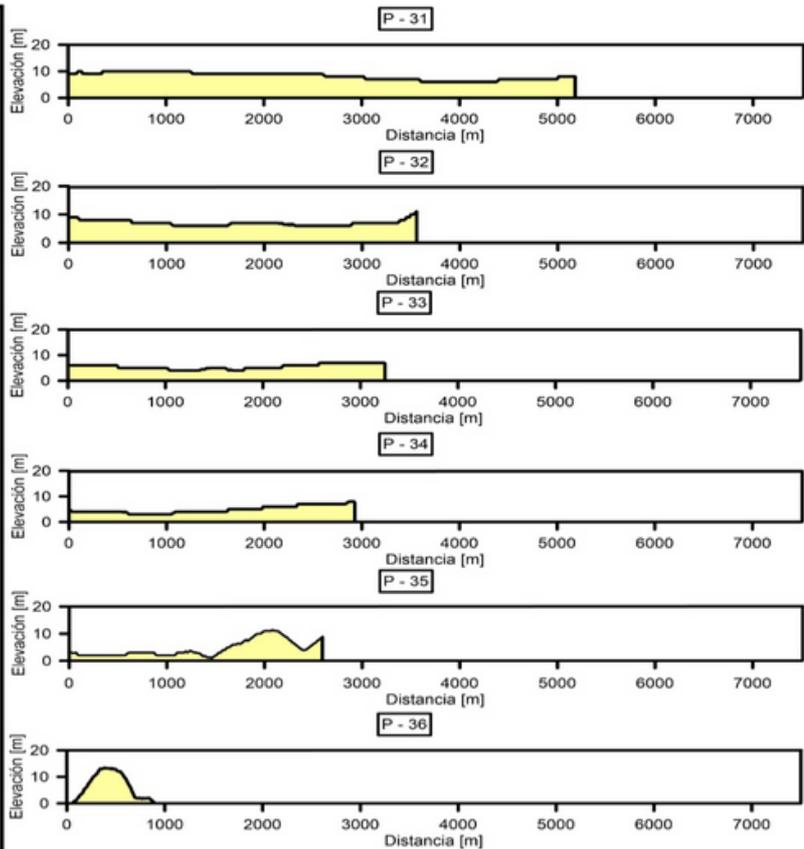


Figura 4d. Perfiles del terreno (31 al 36) que abarcan el sistema de dunas y parte de la zona plana que lo bordea hacia tierra adentro. La distancia representa la distancia desde el límite marcado en tierra. El frente costero de los perfiles 30 al 36 pertenece al municipio contiguo de Boca del Río.

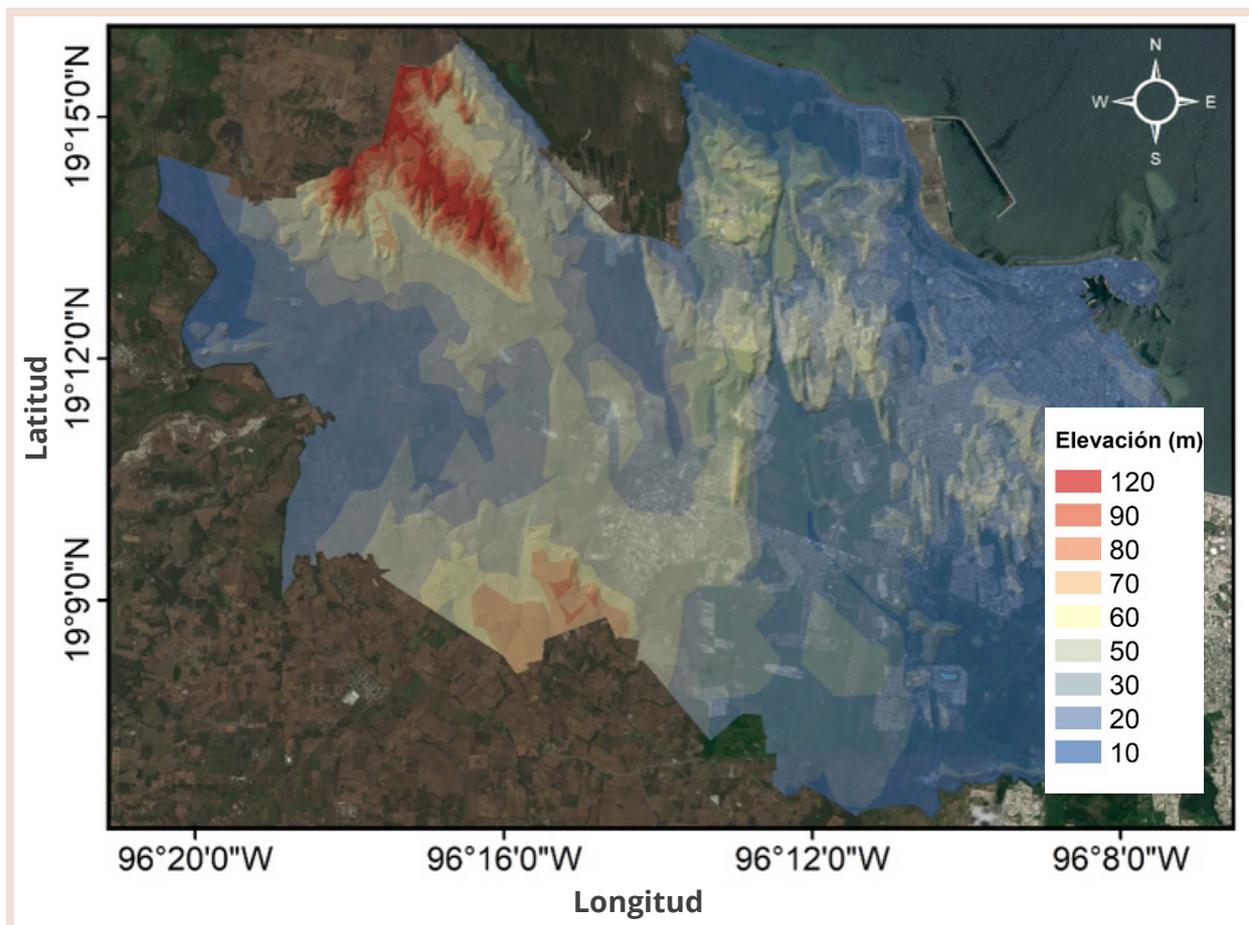


Figura 5. Relieve del terreno en el municipio de Veracruz. Se muestran las mayores elevaciones en color rojo y las zonas más bajas en azul.

En total la línea de costa cubre una distancia de 24.02 km. Para caracterizar las arenas de las playas de Veracruz, se tomaron muestras de sedimentos a lo largo del perfil de playa (Figura 6) de acuerdo con el esquema mostrado en la Figura 7. La zona de sotavento corresponde a la parte posterior de la duna, y se encuentra protegida del embate directo de los vientos que chocan con la duna. La cima es la porción superior de la duna. El barlovento es la parte frontal de la duna

y recibe el impacto directo del viento. La playa seca es la porción del perfil de playa que en condiciones de calma permanece sin la influencia de los agentes marinos. La zona de lavado es la porción del perfil de playa en la que ocurre el ascenso y descenso de los movimientos oscilatorios del oleaje. El surco se encuentra en la sección sumergida del perfil junto antes de presentarse la barra del perfil, la cual ofrece las condiciones someras para la rotura y disipación de la energía del oleaje (Figura 7).

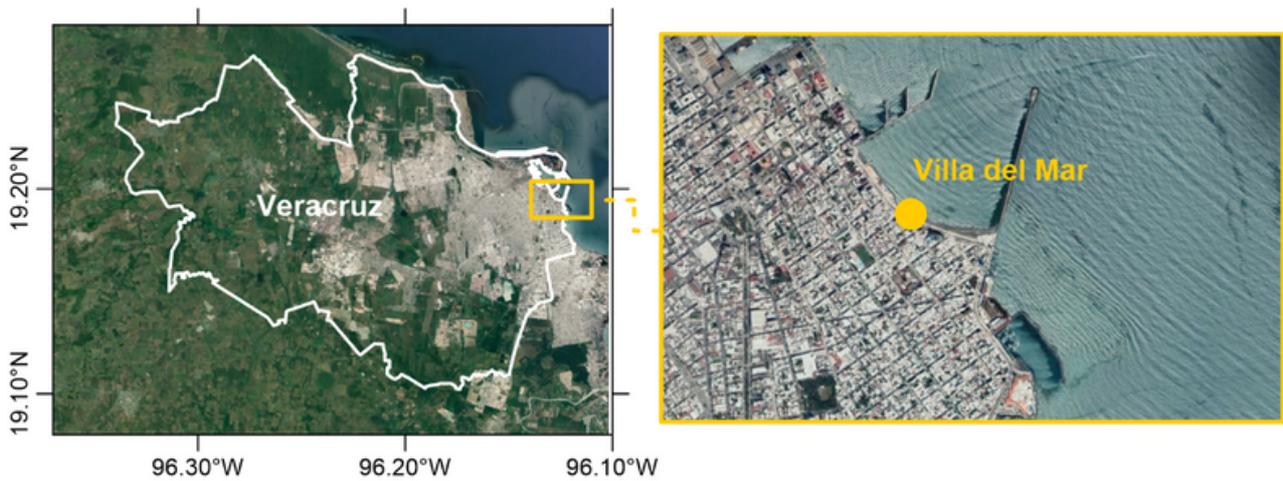


Figura 6. Localización de los sitios de muestreo de arenas.

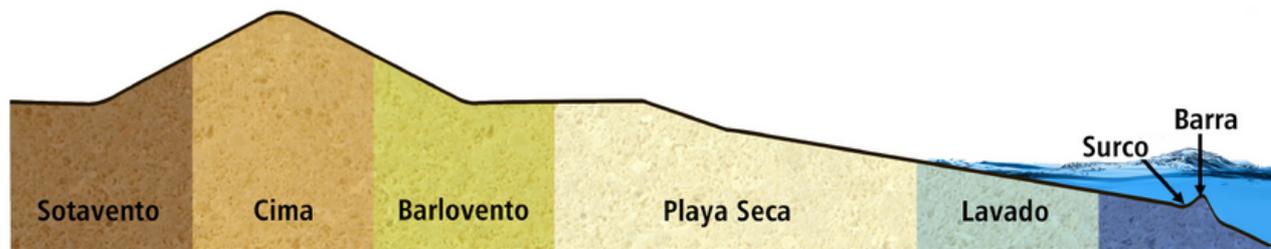


Figura 7. Zonas del perfil de playa consideradas en el muestreo de sedimentos.

El análisis de los sedimentos se realizó por medio del Sistema de análisis granulométrico por imágenes CAMSIZER de la firma Retsch Technology, el cual realiza el análisis estadístico de la muestra en función del número de partículas detectadas o del volumen de la muestra. De acuerdo con los resultados (Cuadro 5), se puede concluir lo siguiente:

La playa de Villa del Mar 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. La distribución de los tamaños de los diámetros es un indicativo que en esta zona el sedimento está viajando de la zona de lavado tanto hacia aguas más profundas como tierra adentro.

Cuadro 5. Parámetros geométricos medios y densidad de las arenas en la playa de Villa del Mar.

| Zona | Diámetro D50 (mm) | Redondez (Symm) | Esfericidad (SPHT) | Densidad (g/cm ³) |
|------------|-------------------|-----------------|--------------------|-------------------------------|
| Barra | | | | |
| Surco | 0.154 | 0.851 | 0.800 | 1.338 |
| Lavado | 0.158 | 0.853 | 0.815 | 1.532 |
| Playa Seca | 0.142 | 0.866 | 0.847 | 1.463 |
| 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 qué tan esférica o alargada es la forma de una partícula. Una partícula con mayor redondez y sin aristas está más desgastada y, por tanto, ha viajado distancias mayores o bien ha estado sujeta a mayor energía de transporte.

5. La redondez de las partículas sedimentarias es un atributo especial asociada al desgaste y la disolución. La redondez es reducida cuando las partículas se fracturan o fragmentan, por lo tanto, un alto grado de redondez está en ocasiones relacionada con las condiciones de desgaste en relación con su tamaño, dureza, y resistencia. Sin embargo, normalmente se asocia con la distancia transportada de la partícula, ya que las esquinas se desgastan por abrasión con otras partículas.

6. El valor de esfericidad expresa la forma, mientras que el valor de redondez da una relación resumida con cierto detalle de las características de las aristas de una partícula.

En cuanto a los escurrimientos, Veracruz tiene los riachuelos: Río Grande y Río Medio (Figura 8). Otro riachuelo que cruza la ciudad de Veracruz (Río Tenoya), fue entubado en 1920 para facilitar la vialidad. En este municipio se ubicaron cinco lagunas en la franja costera (7 km): Lagartos, Tarimoya, Coyol, Perenne y El Caracol. En esta zona existen varias lagunas porque el nivel freático es cercano a la superficie, siendo que el 55 % del agua potable se abastece

de pozos (SECTUR, 2014). Dentro del municipio de Veracruz, se localiza una estación climatológica (30192), la cual se encuentra operando, según 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 subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (57 %) y cálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (43 %). El intervalo de precipitación es de 1100 - 1600 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 Veracruz.

ALTERACIONES EN LAS FUENTES DE SEDIMENTO

En el municipio de Veracruz no se registró la existencia de presas que interrumpan el transporte de sedimentos. Sin embargo, existen varias obras civiles sobre la costa debido a la presencia de los puertos y la marina.

En la zona Veracruz-Boca del Río se ubican conglomerados urbanos-industriales que provocan degradación, contaminación de suelos, cuerpos de agua y sistemas de agua subterránea; y contaminación del aire. La principal fuente de sedimentos de estas celdas viene de las descargas del río La Antigua, cuyo transporte está dominado en el siguiente orden: oleaje, viento y marea astronómica (Silva y Mendoza, 2009). Por otra parte, enfrente de este municipio se encuentra el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (sitio Ramsar), compuesto por 22 arrecifes de gran importancia (52,238 hectáreas), y que es afectado principalmente por la fuerte contaminación de las descargas de aguas

negras al mar y los sedimentos del río Jamapa (Vázquez-Torres *et al.* 2010).

A lo largo de la costa, el transporte predominante de sedimentos es de tipo longitudinal con dirección de norte a sur (Figura 6). Sin embargo, el déficit de arena en las playas, principalmente de la celda 3, se debe a los cambios de uso de suelo y a la gran cantidad de espigones que retienen el sedimento aguas arriba. Por lo tanto, se considera que en general el sistema está alterado.

Para comprobar las tendencias erosivas se realizó un análisis de la evolución espacio-temporal de la línea de costa. En las Figuras 9 y 10 se muestran gráficas del desplazamiento de la línea de costa y la tasa de erosión respectivamente. Estos parámetros fueron calculados a partir de la digitalización de la línea de costa de imágenes satelitales de Google Earth para los años 2005, 2011, 2015 y 2020 del perfil 1 al 11; los años 2006, 2014, 2017 y 2020 para el perfil 26 al 28. El resto de los perfiles (29 al 36) se calcularon a partir de las imágenes SPOT 5 y fotografías aéreas de los años 1970/81, 2005, 2010 y 2015 (Valderrama *et al.* 2019).

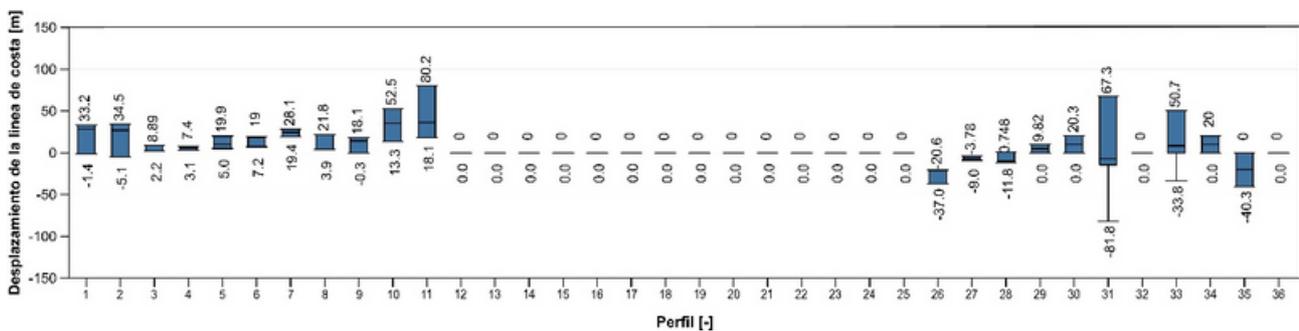


Figura 9. Desplazamiento de la línea de costa en los perfiles indicados en la Figura 4 para el Municipio de Veracruz (de izquierda a derecha: sur a norte).

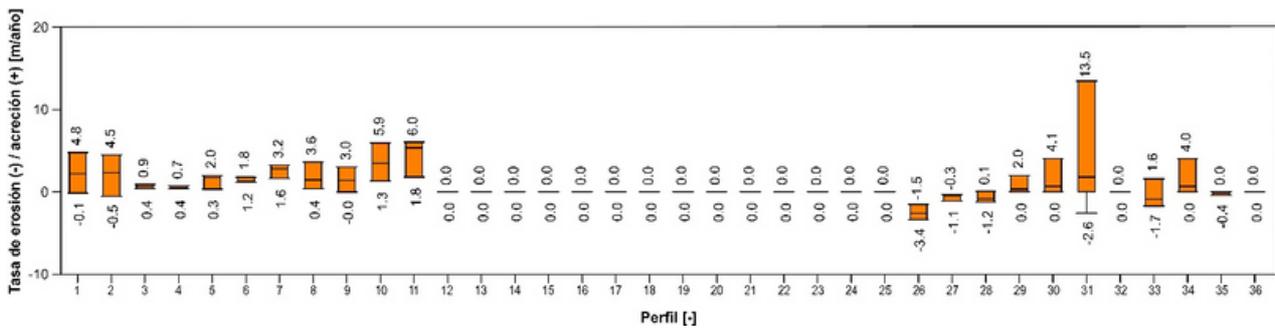


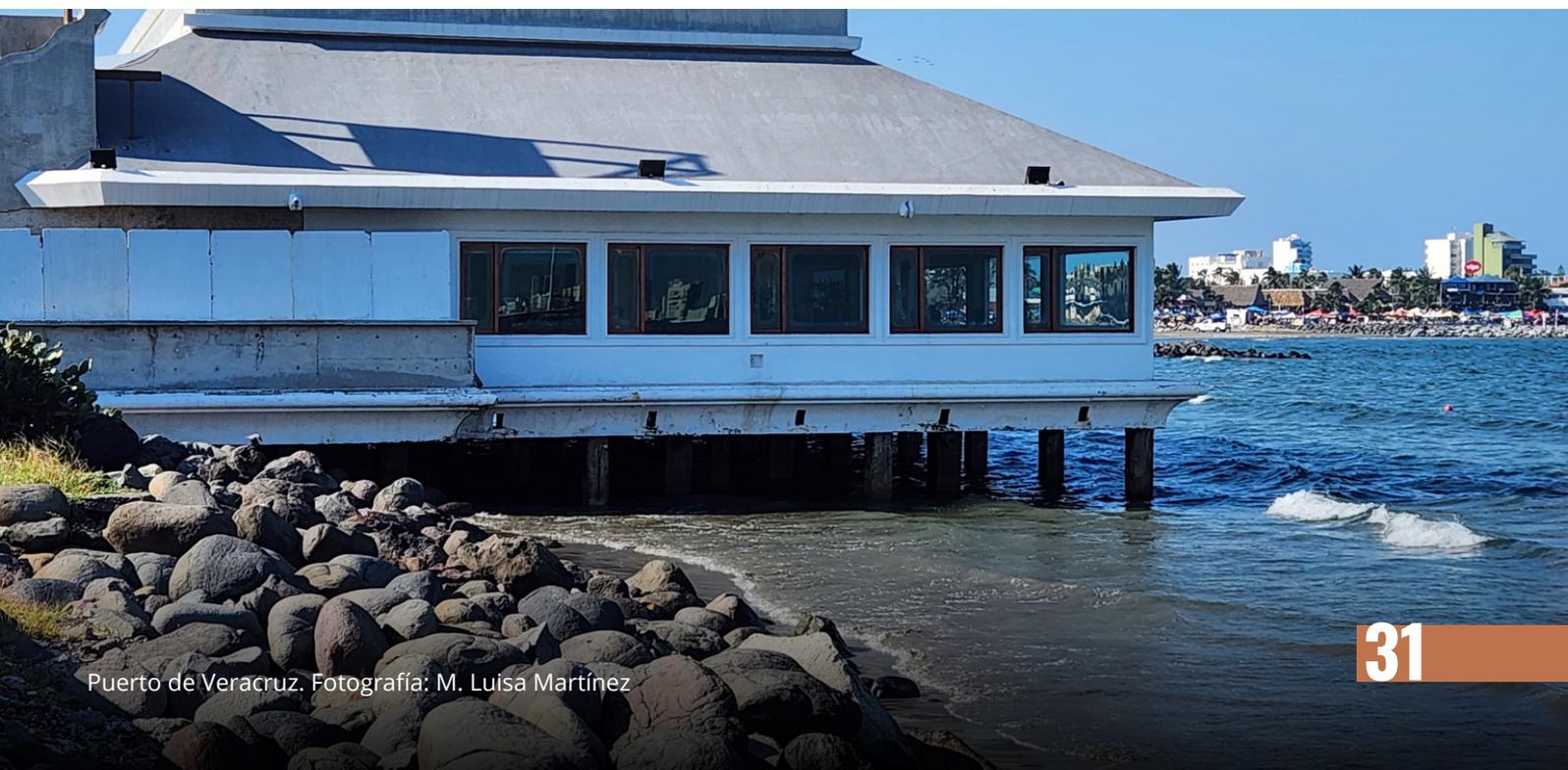
Figura 10. Tasa de erosión / acreción de la línea de costa en los perfiles indicados en la Figura 4 para el municipio de Veracruz (de izquierda a derecha: sur a norte).

En cuanto a la tasa de erosión, las mayores variaciones se presentan en el perfil 26 al 28 y 31, que corresponden a las estructuras (espigones) ubicados al sur de la marina Veramar (Figura 4a-d). La mayor erosión está en el perfil 31 con 81.8 m de retroceso de línea de costa. Por otro lado, las mayores variaciones se presentan en el perfil 11 que corresponde con la playa norte del rompeolas del Nuevo Puerto de Veracruz 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 3.4 m/año. En resumen, los desplazamientos de la línea de costa del municipio de Veracruz indican una predominancia tanto a la erosión como a la acreción.

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.



Capítulo 3.

CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA BIÓTICO

TIPOS DE VEGETACIÓN

De acuerdo con el INEGI (2018), en el 91.9 % de la superficie continental del municipio de Veracruz se realizan actividades antrópicas. El 32.9 % de la superficie es dedicada al cultivo de pastizales; en alrededor del 21.2 % se realiza algún tipo de actividad agrícola, ya sea de riego o de temporal, mientras que en el 37.8 % se han establecido asentamientos urbanos. Solamente el 8.09 % de la superficie municipal conserva la vegetación original; particularmente vegetación de dunas costeras (4.2 % de la superficie), vegetación secundaria arbustiva de selva

baja (2.4 %) y popal (0.77 %). Como se puede observar en la Figura 14, la vegetación natural se distribuye en la parte NNO del municipio, mientras que las áreas agrícolas y pastizales se distribuyen en la zona NE-Centro-SE. Como se mencionó anteriormente, sobre los sistemas de dunas costeras, en la zona norte del municipio, aún se pueden observar parches de selva baja y vegetación secundaria (acahuales) sobre suelos arenosos (dunas) (Figura 14).

En la franja costera, el 78.9 % de la superficie es de uso antrópico, y el 11.1 % restante es de vegetación natural. El 71.9 % de la superficie transformada es de uso urbano (asentamientos humanos y zona urbana) y el 7 % es dedicado a la siembra de pastizales (Cuadro 6). En el caso de la vegetación natural, el 13.3 % de la superficie de la franja costera es vegetación de dunas costeras, 5.27 % vegetación arbustiva de selva baja, y menos del 1 % corresponde a vegetación asociada a cuerpos de agua (popal).

Cuadro 6. Superficie ocupada por los diferentes tipos de usos de suelo a nivel municipal y en la franja costera del municipio de Veracruz, Veracruz.

| Tipo de uso de suelo | % superficie municipal | % superficie en franja costera |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------|
| Transformado | | |
| Agricultura de riego anual y semipermanente | 1.49 | - |
| Agricultura de riego semipermanente | 5.19 | - |
| Agricultura de temporal anual | 14.55 | - |
| Asentamientos humanos | 37.80 | 71.93 |
| Pastizal cultivado | 32.88 | 6.97 |
| Total transformado | 91.91 | 78.90 |
| Natural | | |
| Cuerpo de agua | 0.28 | 0.77 |
| Popal | 0.77 | 0.86 |
| Vegetación de dunas costeras | 4.19 | 13.33 |
| Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia | 1.19 | 0.87 |
| Vegetación secundaria arbustiva de selva baja subcaducifolia | 1.23 | 3.91 |
| Vegetación secundaria arbustiva de vegetación de dunas costeras | 0.43 | 1.36 |
| Total natural | 8.09 | 31.76 |

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), así como información no publicada.

Las costas del municipio de Veracruz son del tipo arenoso-acumulativo, compuestas por playas bajas y seguidas por un cordón de dunas frontales, que avanza hasta fusionarse con dunas de tipo parabólicas y transgresivas. En la parte norte del municipio, desde sus límites con el río Grande hasta Punta Gorda, es donde aún pueden observarse campos de dunas bien conservados. Estos campos de dunas siguen la misma configuración que las dunas de La Antigua: dunas frontales erosionadas por la acción del viento que cambian a formas parabólicas conforme avanzan tierra adentro. En esta parte de la costa

se observan las líneas de arrastre (huellas onduladas del avance de sedimento en sotavento), seguidas de parches aislados de dunas móviles. Tierra adentro, las dunas han sido completamente estabilizadas por la vegetación (Figura 11). Originalmente, esta complejidad de geoformas de arenales conformaba el paisaje costero del municipio de Veracruz. Sin embargo, el crecimiento de la mancha urbana avanzó sobre los sistemas de dunas, sin contar la extensión de dunas utilizadas para la siembra de pastizales. Siemens y colaboradores (2006), explican el crecimiento, y el modelo de crecimiento, de la mancha urbana sobre las dunas y humedales del puerto de Veracruz; los autores destacan el “aplanamiento de los campos de dunas” así como el relleno de los humedales, a lo que ellos llaman la “metabolización” de las dunas y humedales de la ciudad de Veracruz.



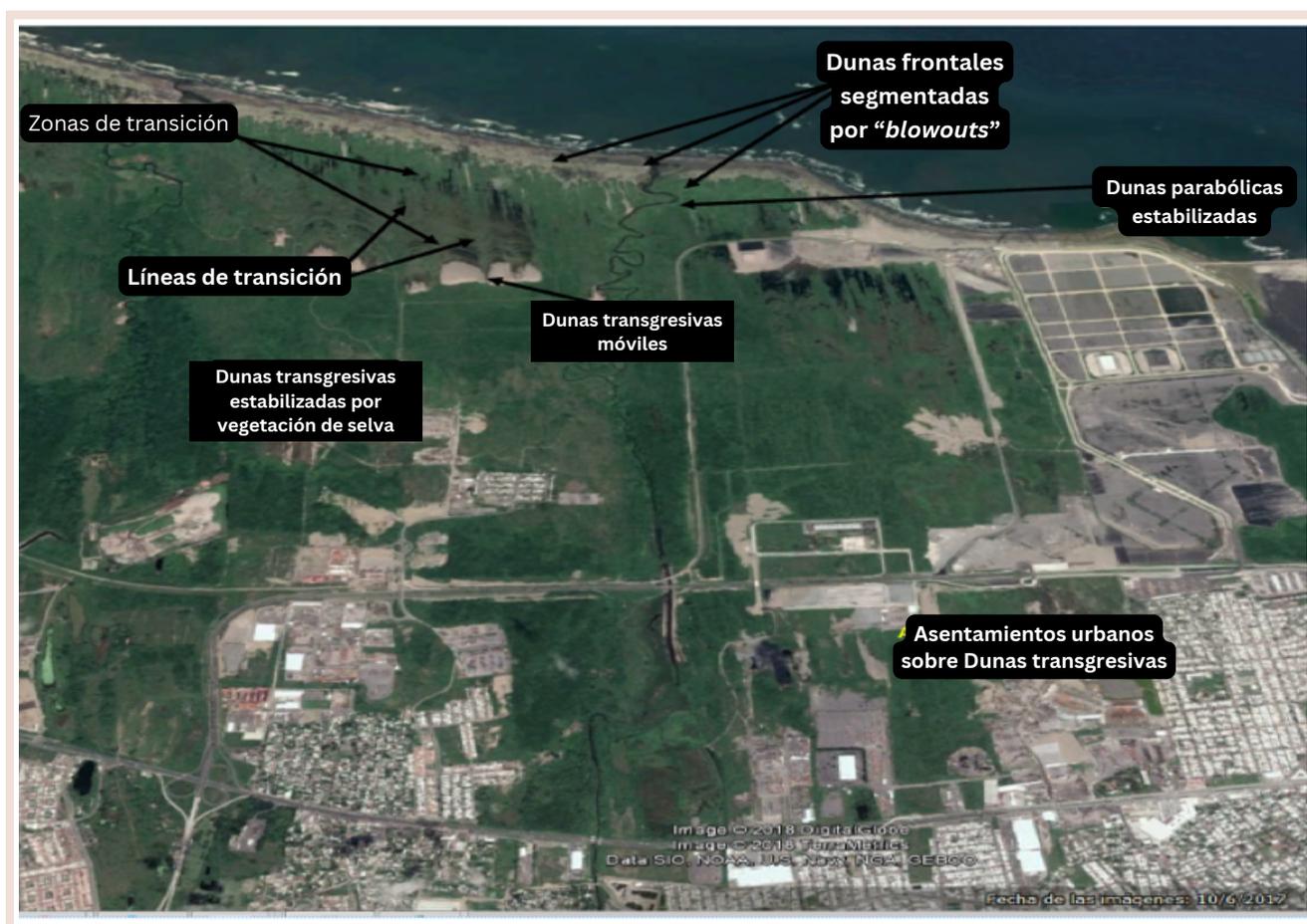


Figura 11. Características de dunas costeras en la parte sur del municipio de Veracruz.

Jiménez-Orocio *et al.* (2015) estiman que la superficie de dunas costeras del municipio de Veracruz sumaba alrededor de 13,000 ha, sin embargo, los autores establecen que el 52 % de la superficie de dunas ahora es suelo urbanizado (Figura 12). Lo anterior, resulta en 6,163 ha de dunas costeras, de las cuales 80 % son dunas transgresivas estabilizadas, 18 % dunas parabólicas y el resto dunas frontales. De las 6,163 ha de dunas el 4.1 % se encuentran en buen estado de conservación, 18.7 % en estado regular y el 77.2 % restante en mal estado de conservación, es decir sistemas de

dunas con uso de suelo agro-pastoril y con asentamientos urbanos disperso (Cuadro 6; Figura 13).

Sin contar las dunas desaparecidas bajo la mancha urbana de Veracruz, el estado de conservación de las dunas costeras de este municipio es variado y abarca desde bueno hasta malo (Figura 13). Entre las dunas frontales, todas se consideran en buen estado de conservación. Para determinar el estado de conservación de las dunas costeras del municipio se hizo una clasificación cualitativa de cinco categorías (Cuadro 7) que se describen a continuación.

Cuadro 7. Tipos de dunas y estado de conservación en Veracruz. *No se contabilizan las 6,917.4 ha de dunas que se han perdido por el cambio de uso de suelo urbano.

| Tipos de dunas | Movilidad | Estado de conservación (Superficie ha) | | | | | Total |
|-------------------|---------------------------------|----------------------------------------|-------|---------|---------|----------|--------------|
| | | Muy bueno | Bueno | Regular | Malo | Muy malo | |
| Duna frontal | Semifija (100 %) | - | 41.2 | - | 1894 | - | 41.2 |
| Duna parabólica | Fija (100 %) | - | - | 1,153.5 | - | - | 1,153.5 |
| Duna transgresiva | Fija (58.2 %) Móvil (41.8 %) | 210.9 | - | - | 4,757.4 | - | 4,968.3 |
| Total (ha) | | 210.9 | 41.2 | 1,153.5 | 4,757.4 | - | 6,163 |
| % | | 3.4 | 0.7 | 18.7 | 77.2 | | |

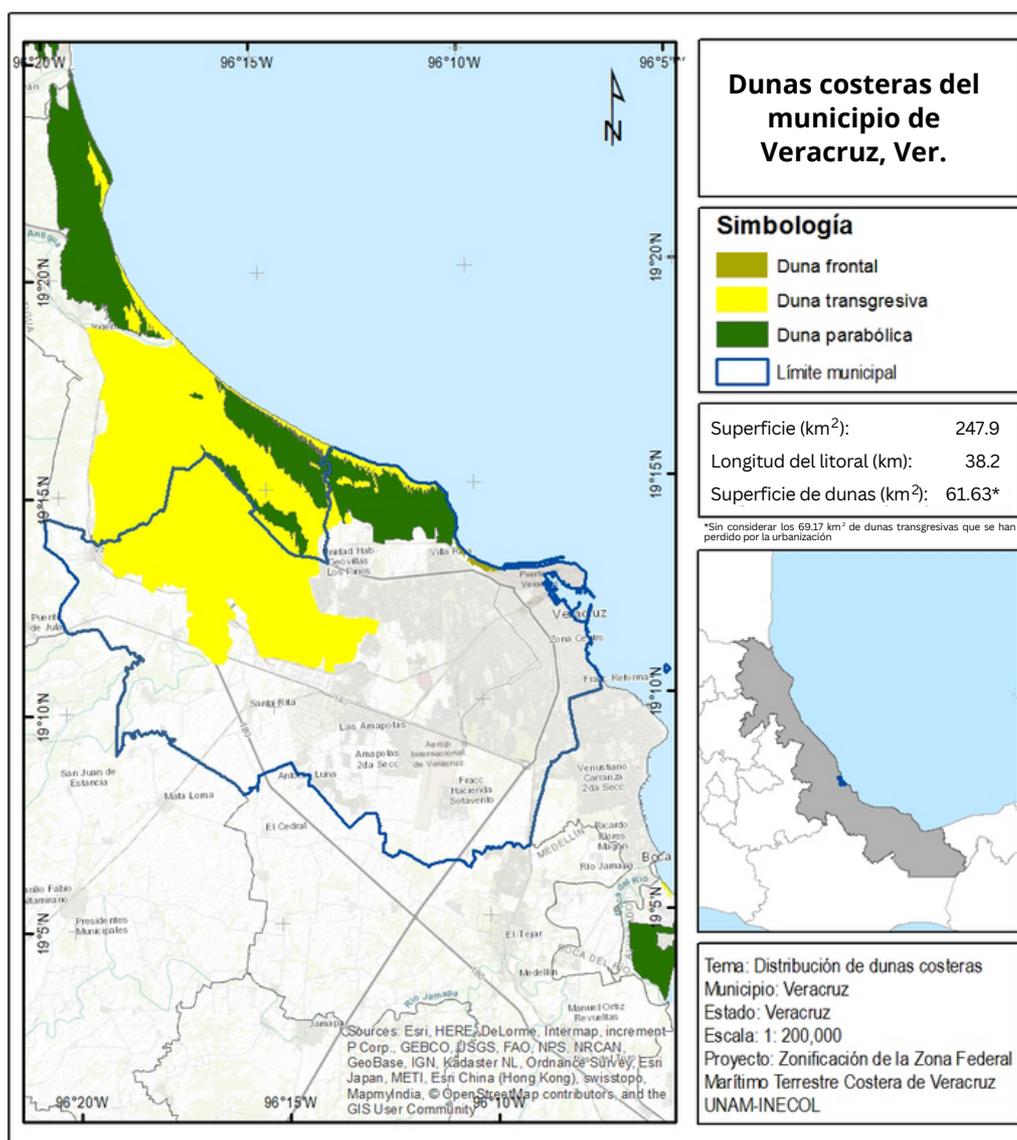


Figura 12. Distribución de dunas costeras.

Cuadro 8. 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. |

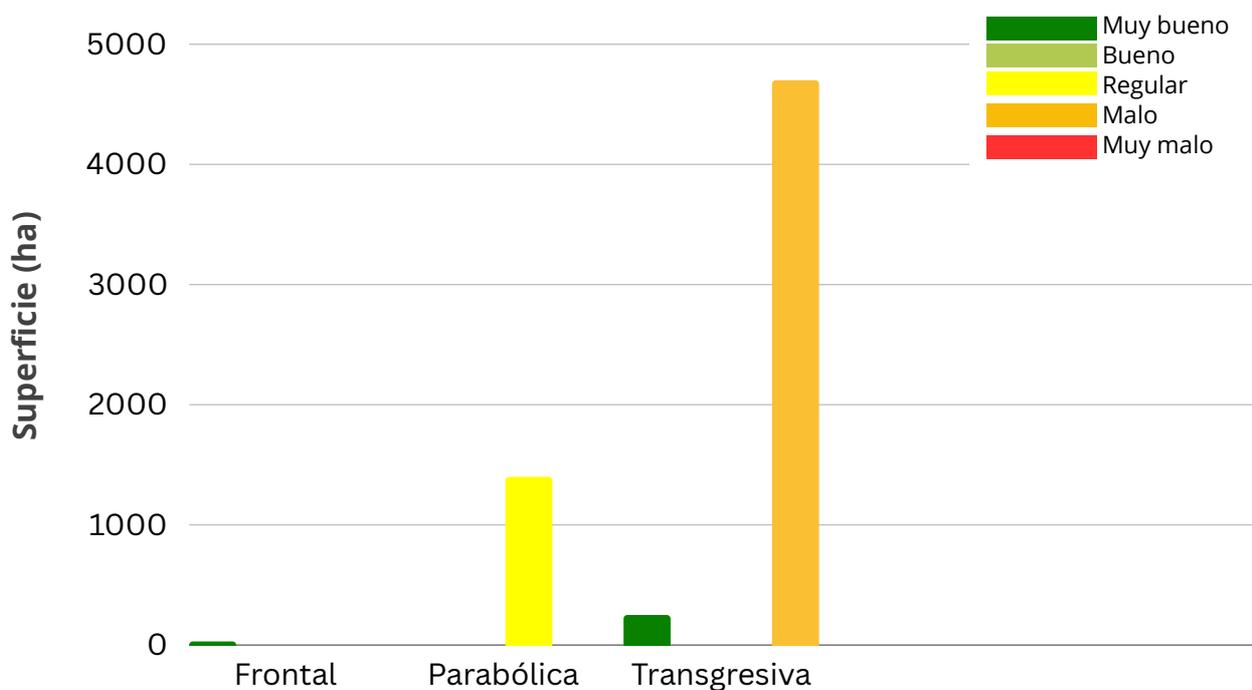


Figura 13. Estado de conservación por tipo de duna presente en el municipio de Veracruz.

En el sistema arrecifal se forman cayos e islas que están constituidos por arena de origen calcáreo. El Programa de Manejo del Parque Sistema Arrecifal Veracruzano enlista los siguientes, en base a un levantamiento topográfico: Salmedina (0.84 ha), Santiaguillo (0.24 ha), En medio

(2.45 ha), Verde (3.02 ha), Sacrificios (5.25 ha), Polo (0.44 ha). Suman una superficie total de 12.24 ha, aunque cabe decir que los cayos son dinámicos por definición, ya que cambian de forma y tamaño en función de los fenómenos meteorológicos extremos y de las tasas de acreción y erosión.

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 del estado 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 1098 especies vegetales representativas de playas y dunas costeras.

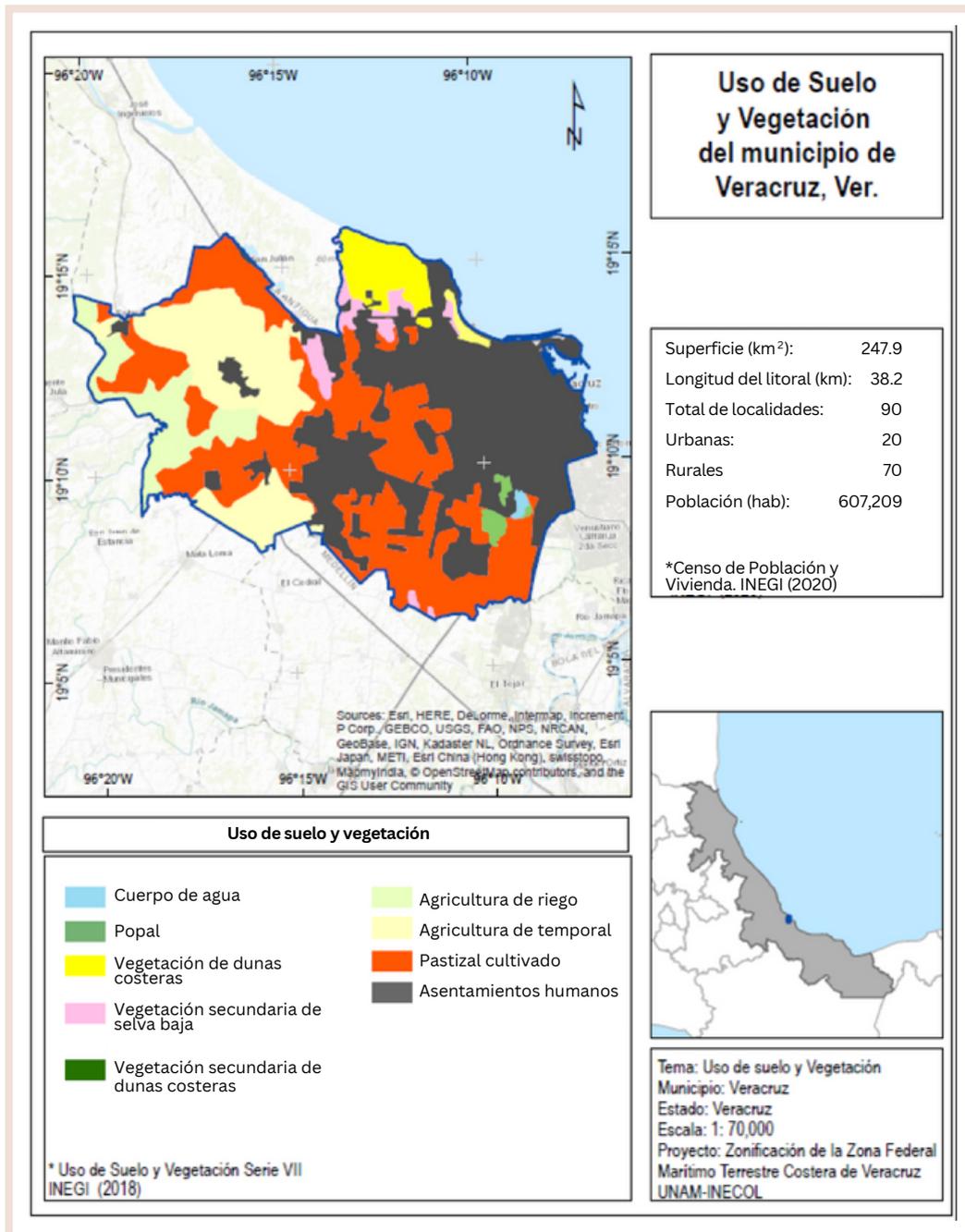


Figura 14. Distribución de los usos de suelos y tipos de vegetación del municipio de Veracruz.

Algunas plantas abundantes en la playa y dunas de esta zona son: *Chamaecrista chamaecristoides*, *Randia aculeata*, *Bidens pilosa*, *Commelina erecta*, *Cenchrus incertus*, *Fimbristylis cymosa*, *Croton punctatus*, *Panicum laxum* así como algunas especies de humedales como: *Cyperus articulatus* e *Hydrocotyle bonariensis*. Además, entre la vegetación característica de comunidades secundarias se puede encontrar: *Asclepias curassavica*, *Asclepias oenotheroides*, *Chromolaena odorata*, *Argemone mexicana*, *Conoclinium betonicifolium*, *Crusea longiflora*, *Kallstroemia máxima*, *Lantana cámara*, *Macroptilium atropurpureum*, *Mimosa pigra*, *Lippia nodiflora*, *Datura stramonium*, *Daphnopsis americana*; y especies de selva baja como: *Coccoloba barbadensis*, *Casearia corymbosa*, *Manilkara zapota*, *Senna fruticosa*, *Senna occidentalis*, *Tecoma stans*, *Diphysa carthagenensis*, *Vitis tiliifolia*, entre otras. Las características particulares de las especies amenazadas y endémicas se presentan en el Cuadro 9.

En los cayos e islas hay vegetación pionera de playa que se distribuyen cerca de la línea costera, de hábitos herbáceos

y rastreros, como *Sesuvium portulacastrum*, *Ipomoea littoralis* e *Ipomoea pes-caprae*, que caracterizan la vegetación de las islas Verde, Sacrificios y De Enmedio. También están presentes arbustos de *Coccoloba uvifera*, *Suriana maritima*, *Tournefortia gnaphalodes*, el maguey espadín (*Agave angustifolia*), así como *Batis maritima* y pastos como *Distichlis spicata* y *Stipa* sp. Estas especies se han registrado en las islas de Isla Verde, Isla Sacrificios, e Isla De Enmedio. En estas dos últimas también hay palmas de cococ (*Cocos nucifera*) y la palma kuká (*Pseudophoenix sargentii*). Esta última se encuentra enlistada en la categoría amenazada de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana Nom-059-Semarnat-2010. Como resultado del acceso que el público tuvo a Isla Sacrificios hasta 1982, se introdujeron algunas especies frutales, como guayaba (*Psidium guajava*) y plátano manzano (*Musa paradisiaca*); así como especies de ornato como el acuyo (*Piper auritum*), la invasora exótica carrizo asiático gigante (*Arundo donax*), cacalosúchil o alejandría (*Plumeria rubra*) y la casuarina (*Casuarina equisetifolia*) (Semar, 1990).





Fotografía: M. Luisa Martínez

Es interesante resaltar que algunas de estas especies son biogeográficamente afines a la vegetación de playas y dunas del Caribe y se distribuyen en México en la Península de Yucatán. No se presentan en las costas de Veracruz excepto en los cayos arrecifales formados por arena calcárea como el sistema Arrecifal Veracruzano o Isla Lobos y sólo como individuos aislados en playas continentales frente a los sistemas arrecifales, donde hay aportes de arena calcárea. Ejemplo de estas especies son *Coccoloba uvifera*, *Suriana maritima* y *Tournefortia gnaphalodes* (Cuadro 9).

En el cuadro 9 se muestran las especies bajo alguna categoría de riesgo tanto a nivel nacional (NOM-O59-SEMARNAT-2010; www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5173091) como global (IUCN. Red List of threatened species; www.iucnredlist.org/search). También se nombran aquellas especies amparadas contra su explotación excesiva debido al comercio internacional (CITES), las especies de árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación (marcados con un asterisco; Vázquez-Yanes *et al.* 1999-proyecto J084 CONABIO) así como las especies con un rango de distribución restringido (endemismo). Se indican la familia, forma biológica, hábitat, tipo de vegetación y estatus (NOM-O59-SEMARNAT-2010, IUCN y CITES). Los criterios para los nombres y estado taxonómico de las especies se siguieron con base en lo presentado en The Plant List, 2013 v. 1.1 (www.theplantlist.org).

En las columnas del Cuadro 9 se encuentra información sobre las especies vegetales más relevantes de la zona, como 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 están los tipos de vegetación en los que se puede encontrar cada especie, basados en Rzedowski (2006). En la quinta columna se clasificaron las especies según su distribución: 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 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 bajo el que se encuentra cada especie. El estatus de conservación hace referencia a tres fuentes: NOM-059-2010, la lista roja de IUCN y CITES. Se consideraron las categorías de la NOM-059-2010: P = En peligro de extinción; A = Amenazada; Pr = Sujeta a protección especial; Las categorías de IUCN utilizadas fueron: 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. Finalmente, las tres categorías de CITES: I, II, III, (ver descripción de las categorías en www.cites.org).

Cuadro 9. Listado de especies vegetales más importantes registradas a la fecha, que crecen principalmente en manglares, playas y dunas del municipio de Veracruz. 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.

| Familia | Nombre común (Especie) | Forma Biológica | Tipo de vegetación | Vegetación de dunas | Estatus de Protección |
|-------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Annonaceae | Anona (<i>Annona glabra</i>) | Árbol  | Manglar, Selva inundable. | C | |
| Apocynaceae | Flor de mayo (<i>Plumeria rubra</i>) | Árbol  | Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical subcaducifolio, Bosque tropical perennifolio. | C,O | |

| Familia | Nombre común (Especie) | Forma Biológica | Tipo de vegetación | Vegetación de dunas | Estatus de Protección |
|---------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------|
| Bignoniaceae | Palo de rosa (<i>Tabeluria rosea</i>) | Árbol  | Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio. | C,S | |
| | Tronadora, mazorca (<i>Tecoma stans</i>) | Arbusto  | Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Bosque tropical caducifolio. | C,S | |
| Burseraceae | Palo mulato (<i>Bursera simaruba</i>) | Árbol  | Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Bosque tropical caducifolio. | C,O | |
| Cactaceae | Nopal tunero costero (<i>Opuntia stricta</i>) | Suculenta  | Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio. | C | IUCN (LC) CITES (II) |
| 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) |
| Compositae | Zarzaparrilla, clavel de pozo (<i>Eclipta prostrata</i>) | Hierba  | Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio, Ruderal. | C, O | IUC (LC) |

| Familia | Nombre común (Especie) | Forma Biológica | Tipo de vegetación | Vegetación de dunas | Estatus de Protección |
|-------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|
| | No se conoce (<i>Florestina liebmanni</i>) | Hierba  | Dunas, Pastizal, Potrero. | 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) |
| | Cebollín (<i>Eleocharis geniculata</i>) | Hierba  | Playa, Vegetación herbácea de humedales, Selva inundable, Bosque tropical perennifolio, Bosque ribereño. | C, O | IUCN (LC) |
| | No se conoce (<i>Fimbristylis cymosa</i>) | Hierba  | Playa, Dunas, Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Vegetación herbácea de humedales. | C,O | IUCN (LC) |
| Leguminosae | Huizache (<i>Acacia farnesiana</i>) | Árbol  | Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Pastizal, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical subcaducifolio, Bosque ribereño. | C, S | |

| Familia | Nombre común (Especie) | Forma Biológica | Tipo de vegetación | Vegetación de dunas | Estatus de Protección |
|---------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|
| | Cornezuelo, zubin (<i>Vachellia sphaerocephala</i>) | Arbusto  | Matorral de duna costera | C, O | |
| | Lenteja de arena (<i>Chamaecrista chamaecristoides</i>) | Hierba  | Dunas | C | |
| | Cuachepil, Guachipilin (<i>Diphysa carthagenensis</i>) | Árbol  | Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio. | C, O | IUCN (LC) |
| | Guanacaste, orejón (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>) | Árbol  | Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio, | C, O | |
| | Cacahuananche (<i>Gliricidia sepium</i>) | Árbol  | Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical subcaducifolio, Bosque tropical perennifolio, Bosque ribereño, Bosque de encino, Ruderal, Pastizal, Potrero. | C, S | |

| Familia | Nombre común (Especie) | Forma Biológica | Tipo de vegetación | Vegetación de dunas | Estatus de Protección |
|---------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|
| | 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) |
| | Guamúchil (<i>Pithecellobium dulce</i>) | Árbol  | Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Bosque tropical caducifolio, Bosque ribereño. | C, O | |
| Malpighiaceae | Nanche, Nance (<i>Byrsonima crassifolia</i>) | Árbol  | Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio. | C, O | |
| Malvaceae | Bellota de guásamo (<i>Guazuma ulmifolia</i>) | Árbol  Arbusto  | Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical perennifolio, Pastizal, Bosque ribereño. | C, S | |
| 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 (II) |

| Familia | Nombre común (Especie) | Forma Biológica | Tipo de vegetación | Vegetación de dunas | Estatus de Protección |
|---------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Menyanthaceae | No se conoce (<i>Nymphoides indica</i>) | Hierba  | Vegetación herbácea de humedales. | O | IUCN (LC) |
| Myrtaceae | Guayaba dulce (<i>Psidium guajava</i>) | Árbol  | Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical perennifolio, Bosque de encino, Bosque ribereño, Palmar, Pastizal, Ruderal, Potrero, Cultivos, Vegetación secundaria. | C, S | |
| Onagraceae | Cangá, clavo (<i>Ludwigia octovalvis</i>) | Hierba  | Playa, Manglar, Bosque ribereño, Vegetación herbácea de humedales, Potrero. | C, O | IUCN (LC) |
| Poaceae | Carrizo, bambú (<i>Lasiacis divaricata</i>) | Hierba amacollada  | Pastizal, Bosque tropical caducifolio. | O | IUCN (LC) |
| | No se conoce (<i>Panicum repens</i>) | Hierba amacollada  | Manglar, Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Vegetación herbácea de humedales. | C, O | IUCN (LC) |
| Pteridaceae | Helecho de playa (<i>Acrostichum danaeifolium</i>) | Arbusto  | Vegetación herbácea de humedales, Bosque tropical caducifolio, Palmar. | O | IUCN (LC) |
| 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) |

| Familia | Nombre común (Especie) | Forma Biológica | Tipo de vegetación | Vegetación de dunas | Estatus de Protección |
|-------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Sapotaceae | Chicozapote (<i>Manilkara zapota</i>) | Árbol  | Matorral de duna costera, Bosque tropical caducifolio, Bosque tropical perennifolio, Acahual, Potrero. | C,O | |
| Verbenaceae | Laurel cimarrón (<i>Citharexylum berlandieri</i>) | Árbol  Arbusto  | Matorral de duna costera, Playa, Bosque tropical caducifolio. | C, O | |
| | Capulincillo (<i>Citharexylum ellipticum</i>) | Arbusto  | Matorral de duna costera, Pastizal de dunas costeras, Manglar. | C | |



DISTRIBUCIÓN Y EXTENSIÓN DE MANGLARES

El Municipio de Veracruz no presenta ecosistemas de manglar.

CARACTERIZACIÓN DE HUMEDALES

Se ha visto que las grandes ciudades conservan parte de la biodiversidad local en sus parques y jardines. En el caso del Municipio de Veracruz, es una ciudad con numerosos humedales urbanos localizados desde zonas densamente pobladas hasta zonas semiurbanas.

Algunos de ellos han sido reconocidos por su valor ambiental y forman parte de áreas naturales protegidas de carácter estatal. En el mapa de la figura 15 se muestra la distribución de estos humedales urbanos costeros de agua dulce, que incluyen las lagunas interdunarias inmersas en la ciudad y las zonas bajas y planicies de inundación en algunos bordes de la conurbación que forman potreros inundables y lagunas y humedales como los del ANP Laguna Olmeca y Tembladeras al sureste. En el mapa de la figura 5 pueden verse las zonas más bajas topográficamente del municipio.

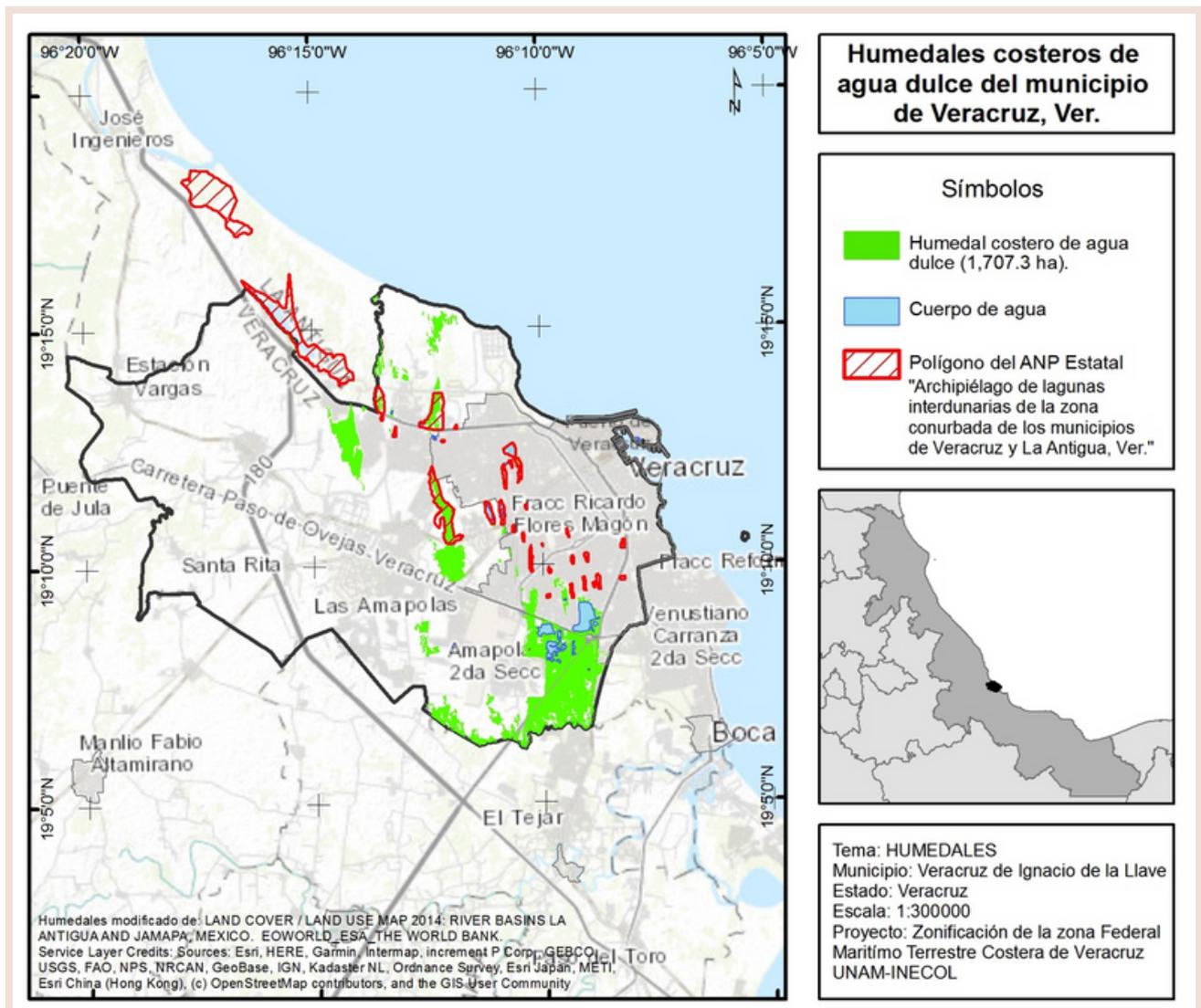


Figura 15. Mapa mostrando la distribución de los humedales costeros de agua dulce del Municipio de Veracruz. Elaboración Roberto Monroy.

De acuerdo con las cartas topográficas de INEGI (2001) y la CONANP (2005), en la franja costera del municipio se encuentran alrededor de 20 humedales como: la desembocadura del arroyo Vergara, Laguna Lagartos, Laguna del Carmen, Laguna Tarimoya, Laguna las Conchas, Laguna la Colorada, Laguna del Rocío, Laguna de las Caballerizas, Laguna la Ilusión, Laguna del Encanto, Laguna del Coyol, Laguna Real, entre otras de menor superficie. Dieciocho de estos humedales se encuentran enlistados en el sitio RAMSAR "Sistema de Lagunas Interdunarias de la Ciudad de Veracruz" (Cuadro 10); clasificación dada por sus características geomorfológicas al estar asociadas exclusivamente a sistemas de dunas costeras (se localizan sobre material no consolidado, altamente permeable a las lluvias que alimentan al manto freático) (CONANP, 2005).

El gobierno ha reconocido el papel que estos humedales cumplen como vasos reguladores que ayudan en la contención de inundaciones (CONAGUA, 2015; Gaceta Oficial. Núm. Et. 076) y por ello decretó el Área Natural Protegida Archipiélago de Lagunas Interdunarias de la Zona Conurbada de los Municipios de Veracruz y La Antigua (referida en el resto del texto como ANP Lagunas Interdunarias). Con respecto a las aguas subterráneas, las lagunas pertenecen al acuífero 3005 del Valle de Actopan y el acuífero 3006 Costera de Veracruz (DOF, 2003). Peralta-Pelaez *et al.* (2019) analizan la situación de las lagunas interdunarias y sientan las bases para su manejo.

En las depresiones de los sistemas de dunas costeras se pueden encontrar zonas más húmedas donde el tiempo de

inundación es variable desde unas semanas (conocidas como hondonadas húmedas - en inglés *humid slack-sensu* Ranwell, 1972) hasta con agua permanente formando lagos o lagunas de duna o interdunarios (*dune lake*) los cuales permanecen permanentemente inundados, o por lo menos más de seis meses del año (Leentvaar, 1997; Grootjans *et al.*, 1998; Peralta-Peláez, 2007, Peralta-Peláez y Moreno Casasola, 2009; Peralta-Peláez *et al.*, 2014). En estos cuerpos de agua, sobre todo en los márgenes y en las zonas más someras se establecen humedales, es decir el conjunto de plantas macrófitas que forman popales, tulares, vegetación flotante y selvas inundables. Al igual que las dunas costeras, las lagunas interdunarias han disminuido en cantidad y calidad debido a la expansión de la zona urbana. Según García (1998) la topografía característica de las dunas costeras permitía la formación de hondonadas donde, dependiendo de la temporada, se llegaron a formar hasta 200 lagunas interdunarias (Sarabia-Bueno, 2004). Hoy quedan 33 lagunas (Figura 16). En el cuadro 10 se muestran algunas características ambientales y administrativas de las lagunas interdunarias y la Laguna Olmeca. El tamaño es variable y la mayoría están muy cerca del nivel del mar. Todas forman parte del ANP Lagunas Interdunarias, excepto la laguna Olmeca que forma una ANP estatal diferente y se indica con XX. No todas forman parte del sitio Ramsar. La última columna indica si llegaron a secarse durante el año de 2022. Este año representó un conjunto de años muy secos en la zona, periodo que tuvo un fuerte impacto en varias de las lagunas.

Cuadro 10. Ubicación, superficie y perímetro así como algunas características administrativas de las lagunas interdunarias del Puerto de Veracruz. La última, la laguna Olmeca, no es una laguna interdunaria, sino parte de la planicie de inundación de la zona; forma parte de la ANP Laguna Olmeca-Tembladeras. El color rojo indica que no tuvieron agua durante 2022, que se hizo un recorrido por todas ellas en un periodo de 15 días. El color verde indica que se mantuvieron inundadas.

| NOMBRE en el Decreto | MUNICIPIO | Categoría | Administración de la lagunas | Superficie HA en decreto Anexo II | Perímetro | Altitud max en los vértices (msnm) | Altitud mínima en los vértices (msnm) | ANP | RAMSAR | Sequía 2022 con agua |
|------------------------------------------|-----------------------|-------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------|------------------------------------|---------------------------------------|-----|--------|----------------------|
| Laguna Cabana | La Antigua | Rural | Federal (CONAGUA) | 21.8 | 2965.0 | - | - | X | | ? |
| Laguna Lagartos | Veracruz | Urbana | Federal (CONAGUA) | 18.1 | 1738.7 | 9.0 | 6.5 | X | X | No |
| Laguna Goleta Iguala | Veracruz | Urbana | Federal (Secretaría Marina) | 1.7 | 569.9 | 17.8 | 10.2 | X | X | Sí |
| Laguna El Encanto | Veracruz | Urbana | Estatad Ayuntamiento Veracruz | 2.8 | 747.3 | 18.4 | 14.5 | X | X | Sí |
| Laguna El Ensueño | Veracruz | Urbana | Estatad Ayuntamiento Veracruz | 2.4 | 573.5 | 17.7 | 13.3 | X | X | Sí |
| Laguna D | Veracruz | Urbana | Estatad Ayuntamiento Veracruz | 5.1 | 1269.0 | 15.9 | 10.1 | X | X | Sí |
| Laguna El Encierro | Veracruz | Urbana | Particular | 4.2 | 1200.4 | 22.6 | 9.4 | X | X | Sí |
| Laguna Las Conchas 2 | Veracruz | Semiurbanas | Estatad por el decreto | 17.6 | 2062.8 | 16.4 | 12.4 | X | | No |
| Laguna Geo Los Pinos | Veracruz | Semiurbanas | Estatad por el decreto | 1.6 | 539.6 | 16.0 | 13.3 | X | | Sí |
| Sistema Lagunar El Basurero | Veracruz | Semiurbanas | Estatad por el decreto | 28.8 | 2350.7 | 30.8 | 13.0 | X | | No |
| Laguna Renacimiento | Veracruz | Semiurbanas | Federal (CONAGUA) | 77.5 | 4288.8 | 23.7 | 7.8 | X | | No |
| Laguna Los Almendros | Veracruz | Semiurbanas | Estatad por el decreto | 1.4 | 464.3 | 24.0 | 11.4 | X | | No |
| Laguna Los Patitos | Veracruz | Urbana | Estatad por el decreto | 0.8 | 363.8 | 13.8 | 12.1 | X | | No |
| Laguna San Julián | Veracruz y La Antigua | Rural | Federal (CONAGUA) | 307.9 | 16155.0 | 38.7 | 11.1 | X | | Sí |
| Laguna Campanario | Veracruz | Semiurbanas | Estatad por el decreto | 3.5 | 957.4 | 16.8 | 13.4 | X | | No |
| Laguna Las Conchas | Veracruz | Semiurbanas | Estatad Ayuntamiento Veracruz | 13.5 | 2105.0 | 20.3 | 11.8 | X | X | No |
| Laguna Paso del Pis | Veracruz | Semiurbanas | Federal (CONAGUA) | 114.8 | 8935.8 | 39.1 | 9.7 | X | | No |
| Laguna Tarimoya | Veracruz | Urbana | Estatad Ayuntamiento Veracruz | 10.4 | 2051.7 | 20.8 | 9.2 | X | X | No |
| Laguna Los Laureles | Veracruz | Urbana | Estatad Ayuntamiento Veracruz | 1.6 | 701.8 | 18.3 | 14.9 | X | X | Poca |
| Laguna Dos Caminos | Veracruz | Urbana | Estatad Ayuntamiento Veracruz | 8.2 | 2200.7 | 17.0 | 12.2 | X | X | Sí |
| Laguna La Ilusión | Veracruz | Urbana | Estatad Ayuntamiento Veracruz | 1.3 | 463.1 | 13.8 | 13.2 | X | X | Sí |
| Laguna Caracol | Veracruz | Urbana | Estatad Ayuntamiento Veracruz | 1.3 | 524.3 | 10.9 | 9.7 | X | X | Sí |
| Laguna Coyol | Veracruz | Urbana | Estatad Ayuntamiento Veracruz | 6.6 | 1331.2 | 11.6 | 9.3 | X | X | Sí |
| Laguna Viveros | Veracruz | Urbana | Estatad Ayuntamiento Veracruz | 4.7 | 951.6 | 30.8 | 7.4 | X | X | Sí |
| Laguna Malibrán | Veracruz | Urbana | Estatad Ayuntamiento Veracruz | 2.9 | 671.8 | 3.6 | 2.7 | X | X | Sí |
| Laguna Del Carmen | Veracruz | Urbana | Particular | 1.4 | 1007.0 | 10.1 | 6.6 | X | X | No |
| Laguna Las Tortugas | Veracruz | Urbana | Estatad por el decreto | 2.2 | 773.2 | 15.5 | 14.3 | X | | No |
| Laguna El Olvido | Veracruz | Urbana | Estatad por el decreto | 1.2 | 779.7 | 18.2 | 14.8 | X | | No |
| Laguna C Casas Díaz | Veracruz | Urbana | Estatad por el decreto | 1.5 | 505.1 | 5.3 | 3.4 | X | | Sí |
| Laguna Caballerizas | Veracruz | Urbana | Estatad por el decreto | 0.4 | 289.9 | 15.5 | 14.3 | X | | No |
| Laguna La Colorada | Veracruz | Urbana | Ayuntamiento Veracruz | 1 | 564.1 | 14.6 | 13.5 | X | X | Sí |
| Laguna El Salado-Cabana Sic.-La Colorada | La Antigua | Rural | Federal (CONAGUA) | 267.7 | 9305.5 | - | - | X | | ? |
| Humedal Vivero Tarimoya | Veracruz | Urbana | Estatad Secretaría del Medio Ambiente | 11.2 | 2433.3 | 12.7 | 6.0 | X | | No |
| Laguna Olmeca | Veracruz | | | 108 | 4654.4 | 7.6 | 2.3 | XX | X | Sí |

En estos humedales aún se puede encontrar vegetación flotante (*Nymphoides indica*, *Nymphaea ampla*, *Salvinia* sp. y *Ceratophyllum* sp.), sumergida y vegetación emergente (*Typha latifolia*, *Phragmites communis*, *Paspalum* spp., *Thalia geniculata*, *Pluchea odorata*, *Cyperus articulatus* y *Phyla nodiflora*, *Sagittaria lancifolia* subsp. media, *Pontederia sagittata*, *Hydrocotyle umbellata*, *H. bonariensis*) (Cuadro 9).

Sin embargo, cuando el municipio hace saneamiento de las lagunas remueve toda la vegetación. Además, reciben numerosas especies de aves playeras y acuáticas (*Aechmophorus occidentalis*, *Egretta thula*) y semiacuáticas (*Fulica americana*, *Dendrocygna autumnalis*, *Ceryle torquata*, *Mycteria americana*), y se localizan en la ruta del mayor corredor migratorio de aves rapaces del mundo (CONANP, 2005).

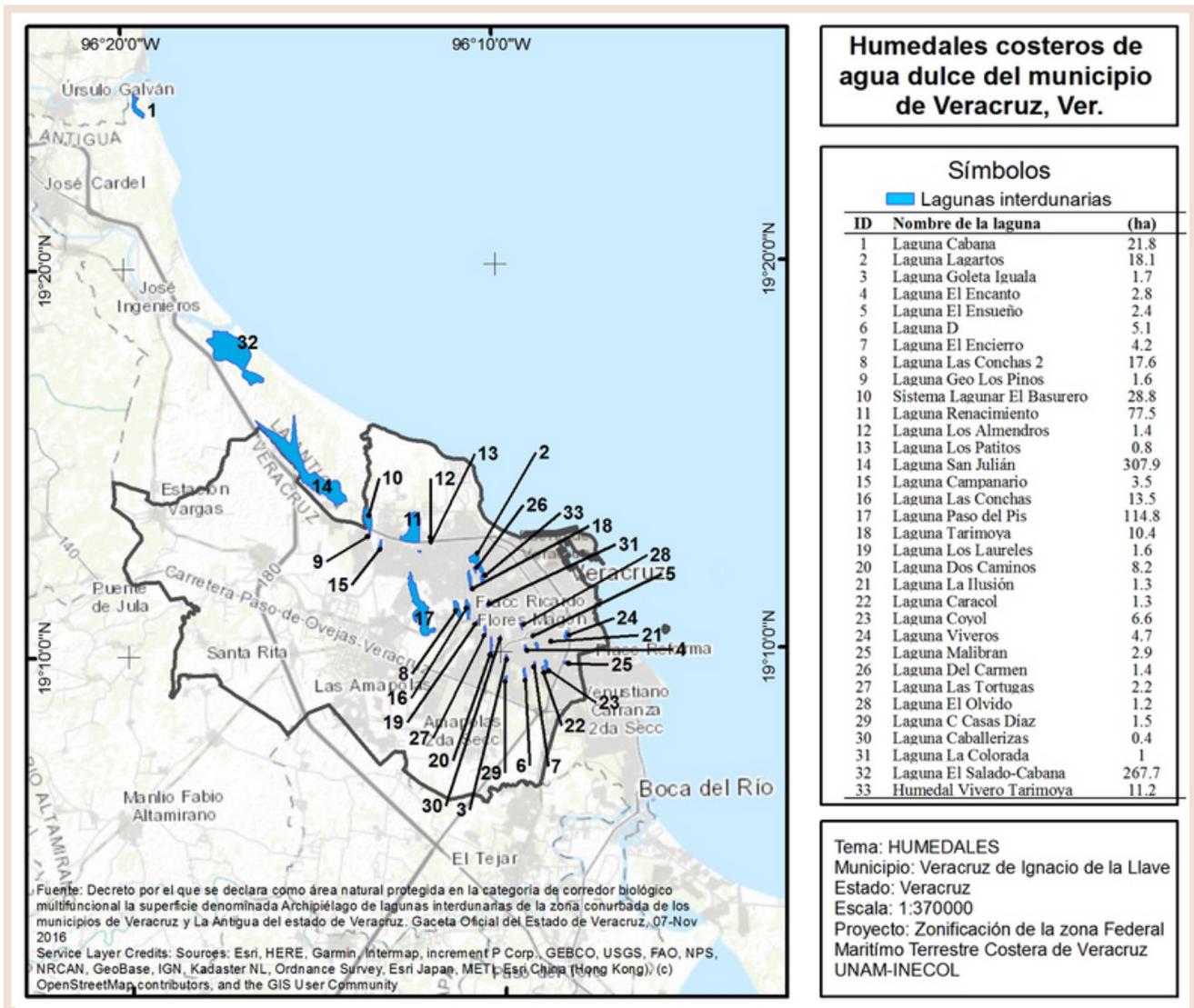


Figura 16. Mapa que muestra la distribución y nombre de las lagunas interdunarias de agua dulce del Municipio de Veracruz y su superficie. Todas forma parte del ANP Lagunas Interdunarias Elaboración Roberto Monroy.

La salinidad indicó que todas las lagunas son de agua dulce (oligohalinas). El pH fluctuó entre 7.7 y 9.2. Los valores de saturación de oxígeno están por encima de 160 % (Cuadro 11). Los valores de los

nutrientes son variables y no hay una tendencia clara, excepto en la laguna D, donde se vierten aguas de la planta de tratamiento. No hay datos publicados de calidad del agua más recientes.

Cuadro 11. Características físicoquímicas del agua de algunas lagunas interdunarias con base en Sarabia-Bueno (2004).

| | Tarimoya | La colorada | Conchas | Laureles | Dos Caminos | Encanto | Ensueño | Ilusión | Caracol | Coyol | Laguna D |
|--------------------------|----------|-------------|---------|----------|-------------|---------|---------|---------|---------|--------|----------|
| Profundidad (cm) | 71.80 | 173.25 | 146.00 | 114.17 | 197.17 | 132.83 | | | | 248.20 | 138.00 |
| Transparencia | 37.25 | 22.88 | 132.33 | 22.83 | 44.17 | 37.83 | 36.67 | 153.67 | 76.75 | 23.40 | 19.60 |
| Temperatura (°C) | 22.92 | 19.35 | 18.70 | 23.10 | 23.87 | 22.03 | 21.38 | 18.17 | 20.15 | 21.82 | 438.78 |
| pH | 7.88 | 8.68 | 7.77 | 8.49 | 9.29 | 8.41 | 9.16 | 7.69 | 7.80 | 8.27 | 8.68 |
| Salinidad (ppm) | 0.346 | 0.456 | 0.644 | 0.212 | 0.288 | 0.171 | 0.244 | 0.388 | 0.693 | 0.272 | 0.287 |
| % saturación de oxígeno | 297.20 | 250.00 | 208.83 | 235.50 | 250.00 | 235.33 | 250.00 | 217.33 | 229.83 | 169.67 | 231.20 |
| NO ₃ (mg/L) | 0.82 | 36.88 | 15.74 | 1.06 | 0.79 | 0.94 | 1.46 | 1.05 | 1.34 | 8.44 | 2.32 |
| NO ₂ (mg/L) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.25 | 0.24 |
| NH ₄ (mg/L) | 1.26 | 0.51 | 0.22 | 1.83 | 1.44 | 1.35 | 0.37 | 0.17 | 0.21 | 1.43 | 6.45 |
| P-PO ₄ (mg/L) | 0.86 | 2.17 | 0.66 | 5.81 | 1.19 | 3.42 | 2.00 | 0.87 | 1.18 | 11.30 | 244.69 |
| P-total (mg/L) | 7.71 | 22.16 | 12.96 | 9.73 | 11.78 | 13.29 | 18.28 | 10.17 | 13.17 | 0.01 | 149.34 |

Además de las lagunas interdunarias, en el municipio de Veracruz hay otras extensiones de humedales. En la zona norte del municipio se ubica Río Grande, y sus aguas provienen de un afloramiento natural cercano a la zona Industrial Bruno Pagliai. Recibe la descarga de agua residual proveniente de la zona Industrial y de la comunidad El Tejar. Se mezcla con el escurrimiento natural del humedal que se origina en el sitio denominado El Aguacate, con restos de vegetación arbórea riparia. Los humedales herbáceos están dominados por *Pontederia sagittata*, *Hydrocotyle sp*, *Acrostichum aureum*, *Typha domingensis*. Una parte está trasformada en pastizal para ganado (comunicación personal L.A. Peralta Peláez). En la parte Noreste del Municipio de Veracruz hay otros

humedales que se originan en una depresión entre un sistemas de dunas y se conoce como Río Medio. Presenta vegetación hidrófila enraizada emergente compuesta en su mayoría por *Pontederia sagittata*, *Typha domingensis*, y vegetación arbórea riparia. En la margen del humedal se encuentra el límite de la unidad habitacional Río Medio IV y en la parte oeste se está construyendo otro fraccionamiento Geo-Villas. Todos ellos se han visto muy impactados por las construcciones. En la parte sur se encuentran diferentes humedales y potreros inundables. En el puente del antiguo Camino Real, se forma un cuerpo de agua con libre flotadoras como *Eichhornea crassipes* (comunicación personal L.A. Peralta Peláez).



El Área Natural Protegida con la categoría de Reserva Ecológica Tembladeras-Laguna Olmeca se localiza dentro del Estado de Veracruz, en los municipios de Veracruz (la mayor parte) y Medellín (sureste) hacia la vertiente del Golfo de México (Figura 16). El área natural protegida incluye 4 polígonos con una superficie según decreto de aproximadamente 1,374 hectáreas, de las cuales tres se localizan geográficamente en el municipio de Veracruz y una se comparte por ambos municipios

(<http://www.veracruz.gob.mx/medioambiente/espacios-naturales-protegidos/ubicacion-anp21/>). Las principales comunidades de humedales que se encuentran en Tembladeras-Laguna Olmeca son el popal formado por *Thalia geniculata*, *Pontederia sagittata* y *Sagittaria lancifolia*. En esta ANP este tipo de vegetación forma masas densas, así como también pequeñas isletas inmersas entre los diferentes humedales existentes, presentes en todos los polígonos estudiados. También se encuentran manchones extensos de *Typha domingensis*, formando masas densas que cubren importantes superficies, que comúnmente son llamadas tembladeras (Rzedowski, 1978; Moreno-Casasola e Infante-Mata, 2010). Esta especie en ocasiones forma una comunidad casi pura, pero en algunos sitios está asociada con diferentes especies como

Cyperus articulatus *Cladium jamaicensis* y *Ludwigia octovalvis*. En esta ANP, el tular es uno de los tipos de vegetación más comunes. También hay vegetación flotante, formada por *Spirodela polyrrhiza*, *Pistia stratiotes* y *Eichhornia crassipes*. En la zona los palmares están dominados por *Attalea liebmanni* (palma de coyol), *Roystonea dunlapiana* (palma real) y *Sabal mexicana* (palma redonda), aunque forman manchones escasos. También aparecen otros elementos arbóreos como *Salix humboldtiana* y *Ficus insipida*. Hay pastizal inducido con la especie introducida *Cynodon plectostachyus* (pasto estrella), así como *Brachiaria mutica* o pasto camalote que tolera las inundaciones (UNAM, 2011).

Laguna Olmeca también conocida como Laguna Real, se ubica al sur de la ciudad y del Municipio de Veracruz y se encuentra en los límites de la zona de dunas costeras y suelos consolidados. Presenta varios humedales hacia la parte oeste. Recibe una descarga de agua residual proveniente de la planta de tratamiento del fraccionamiento Laguna Real, así como un dren de agua hacia el este por donde drena agua natural con agua residual no tratada y se conecta al Canal de la Zamorana. La vegetación dominante es *Eichhornea crassipes*, *Typha domingensis*, *Hydrocotyle bonaerensis*, *Pontederia sagittata* (comunicación personal L.A. Peralta Peláez).

CARACTERIZACIÓN DE LAGUNAS COSTERAS

El Municipio de Veracruz no presenta Lagunas Costeras. Por esta razón no se presenta información de calidad de agua ni de fitoplancton.

CARACTERIZACIÓN DE ARRECIFES DE CORAL

El Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV) se ubica frente a las costas del municipio de Veracruz y se extiende en dirección sureste, hasta las costas frente al poblado de Antón Lizardo, municipio de Alvarado. El SAV es el sistema arrecifal más desarrollado y estudiado del Golfo de México. Presenta 27 arrecifes y seis islas (Ortiz-Lozano *et al.* 2013). De acuerdo con la descripción de Vargas-Hernández y colaboradores (1993) el SAV está formado por bajos, islas y arrecifes situados en la porción interna de la plataforma continental. Su distribución obedece a la dirección predominante del oleaje (NW-SE) y se ha formado sobre restos bioclásticos calcáreos de materiales coralinos pertenecientes al Pleistoceno reciente. Frente a las costas del puerto de Veracruz los arrecifes pertenecientes al SAV son: Punta Gorda, Gallega, Galleguilla, Blanquilla, Anegada de Adentro, Horno, Isla Verde, Pájaros, Isla Sacrificios, Mersey y Hornos (Figura 17). Por su ubicación, frente al puerto de

mayor importancia de la región, el SAV tiene una gran importancia comercial. Ortiz-Lozano *et al.* (2013) destacan que en el SAV que existen 500 familias que se dedican a la pesca, y otras actividades asociadas al SAV. El valor de la pesca y el turismo de playa en la zona asciende a los 15 millones de dólares anuales (Arceo *et al.* 2010).

Las actividades descritas también han generado una gran cantidad de impactos ambientales, de los cuales se pueden citar: la extracción de material para construcción, la apertura de canales para la navegación (más todos los impactos derivados de éste; por ejemplo, contaminación, pérdida de hábitat, sedimentación, etc), la sobrepesca, turismo excesivo, entre otros. Los arrecifes del SAV están principalmente constituidos por especies coralinas como: *Acropora cervicornis*, *Acropora palmata*, *Agariciidae Agaricia agaricites*, *Agaricia fragilis*, *Colpophyllia natans*, *Diploria clivosa*, *Diploria strigosa*, *Manicina areolata*, *Mussa angulosa*, *Mycetophyllia daniana*, *Mycetophyllia ferox*, *Mycetophyllia lamarckiana*, *Scolymia cubensis*, *Madracis decactis*, *Montastraea annularis*, *Montastraea cavernosa*, *Montastraea faveolata*, *Montastraea franksi*, *Oculina diffusa*, *Oculina varicosa*, *Porites astreoides*, *Porites colonensis*, *Porites divaricata*, *Porites furcata*, *Porites porites*, *Siderastrea radians*, *Siderastrea siderea*, *Stephanocoenia intercepta* (Ortiz-Lozano *et al.* 2013).



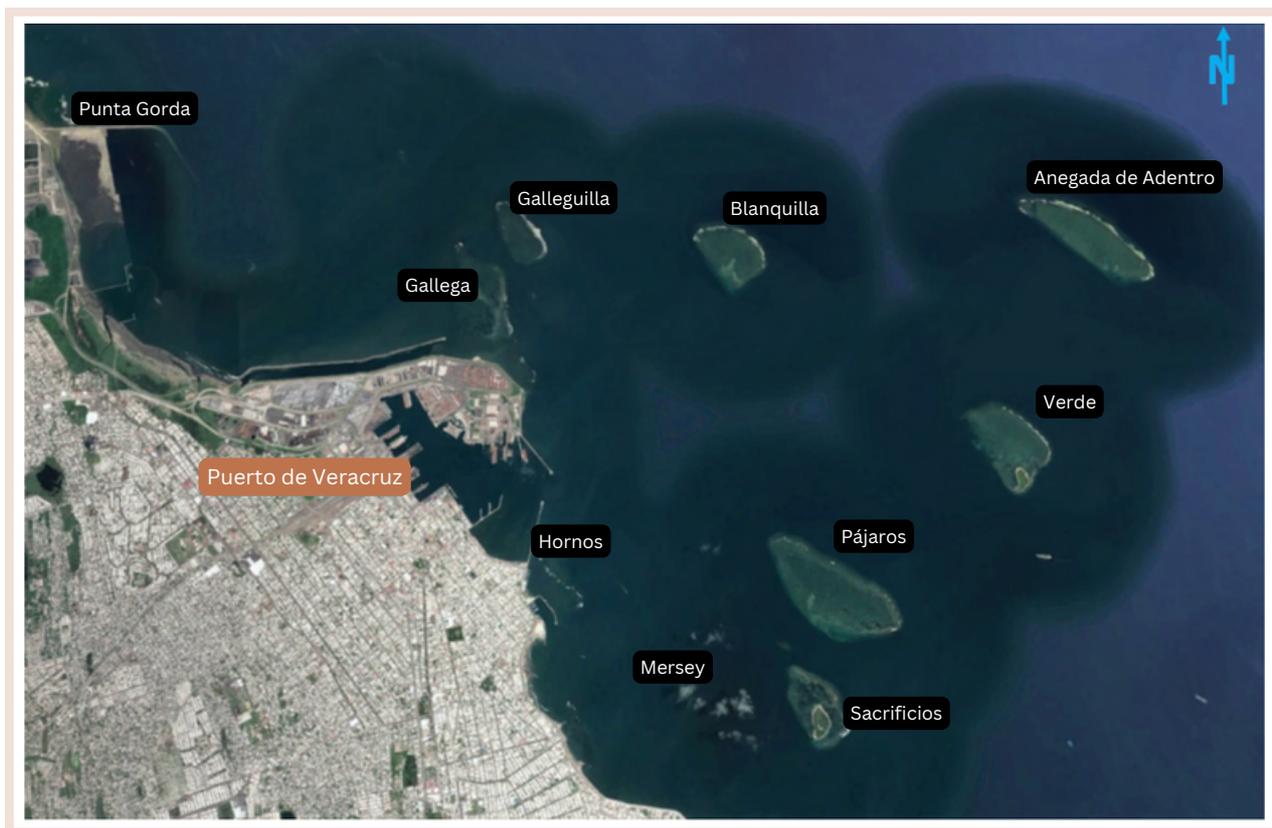


Figura 17. Arrecifes del SAV, correspondientes al municipio de Veracruz.

A continuación, se toma la descripción de los arrecifes, antes mencionados, de Vargas-Hernández y colaboradores (1993):

Arrecife Hornos: El arrecife Hornos se extiende a lo largo de la línea costera sobre una franja de alrededor de 500 m desde el rompeolas sur hasta punta Hornos. Hornos está constituido básicamente por una barrera de corales muertos en su mayoría, perforadas por

anélidos y pelecípodos, así como por erizos en su porción interna.

Arrecife Pájaros: Localizado entre Isla Verde e Isla de Sacrificios. Es de forma alargada con una longitud de 1.75 km y 670 metros en su parte más ancha. El borde coralino es muy denso, especialmente en la porción NW y NE, con gran crecimiento de coral vivo que se interna hacia la laguna del arrecife.



Isla Verde: Se localiza a 5.9 km del puerto. Tiene una longitud de 1 km y 700 m en su parte más ancha, con dos bahías opuestas que la estrechan en la parte media. La flora está compuesta por especies estabilizadoras de arena como *Padanus* sp. y *Randia aculeata* (tomatillo). En la parte interna de la isla la vegetación principal es *Tournefortia gnaphalodes*, *Agave angustifolia*, *Euphorbia buxifolia* y *Sesuvium portulacastrum*. La barrera coralina que encierra la laguna central se interrumpe en la porción Este, constituyendo una boca de casi 50 m enfrente de la cual, se localiza una fosa de 10 m de profundidad. La posición de esta entrada tiene importancia en la distribución de las comunidades del arrecife, ya que se establece una corriente de la zona oceánica hacia la laguna por medio de canales. La zona de barlovento presenta un sustrato constituido principalmente por roca basáltica, mientras que, en la porción de sotavento, está conformada por una combinación rocoso-arenoso.

La Blanquilla: Se localiza a 4.6 km de la costa, presenta una forma ovalada, irregular. Tiene una superficie aproximada de 670 mil metros cuadrados. En el extremo SW se encuentra un macizo emergido (2000 m² de superficie) formado por material coralígeno, con escasa vegetación (*T. gnaphalodes*, *Ipomoea littoralis*, *I. imperati*

y *S. portulacastrum*). Este islote sirve como área de refugio y anidación para especies de aves como: *Sterna albifrons*, *S. anaetheta*, *Arenaria interpres*, *Chelidonias niger*, *Larus pipixian*, *Pelecanus occidentalis*, *Fregata magnificens*, entre otras.

Isla de Sacrificios: Se localiza a 2.4 km de la costa, al sur de Arrecife Pájaros. La parte emergida presenta una forma alargada elipsoidal orientada de norte a sur. La isla de sacrificios es un "cayo" que emerge de la parte sur de un arrecife de 750 m de longitud y 450 m en su parte más ancha (centro del polígono arrecifal). La vegetación en la isla está compuesta principalmente por gramíneas y un gran porcentaje de especies introducidas como *Casuarina equisetifolia*, *Terminalia catappa*, *Cocos nucifera* y *Psidium guajava*. La isla Sacrificios debe su nombre a que desde tiempos prehispánicos los habitantes de la región (cultura totonaca) la utilizaban para realizar rituales y sacrificios. Lo anterior, ha sido constatado por la cantidad de vestigios, restos humanos y restos de basamentos piramidales descubiertos por el INAH (Instituto Nacional de Antropología e Historia).

Anegada de Adentro: Se ubica a 7.5 km de la costa. Presenta forma alargada, 1.85 km de largo y 530 m en su parte más ancha. Carece de áreas emergidas. En bajamar se puede observar un bajo coralino de aproximadamente 12 m².



Capítulo 4.

CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y PRESERVACIÓN DE ECOSISTEMAS COSTEROS

Esta región está incluida en diferentes zonas sujetas a protección especial: Regiones Terrestres Prioritarias de Veracruz para la conservación, ubicados en la zona costera del estado, llamada Dunas Costeras del Centro de Veracruz (RTP 123) y en la Región Marina Prioritaria para la conservación denominada Laguna Verde-Antón Lizardo (RMP 49). La zona del puerto de Veracruz se ha nombrado como Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA SE-03), también cuenta con un Área Natural Protegida, el Sistema Arrecifal Veracruzano y además es parte del sitio Ramsar no. 1450.

PLAYAS Y DUNAS COSTERAS

En general, se considera que las dunas del municipio de Veracruz están en un estado de conservación en su mayoría malo (Figura 18) (Martínez *et al.* 2014). Además, los cálculos indican que las playas presentan una vulnerabilidad alta (Martínez *et al.* 2006). En este sistema de dunas es evidente la intrusión de los asentamientos humanos sobre terrenos arenosos. Además de los asentamientos humanos, también existen extensas zonas de cultivos sobre los suelos arenosos de las dunas y construcciones como espigones y escolleras que modifican el oleaje y movimiento de la arena.

Dado el alto nivel de urbanización de la zona, la vegetación en gran parte de esta región está deteriorada o totalmente ausente. La vulnerabilidad de las dunas costeras de esta zona hace necesaria la restricción de las actividades llevadas a cabo sobre ellas.

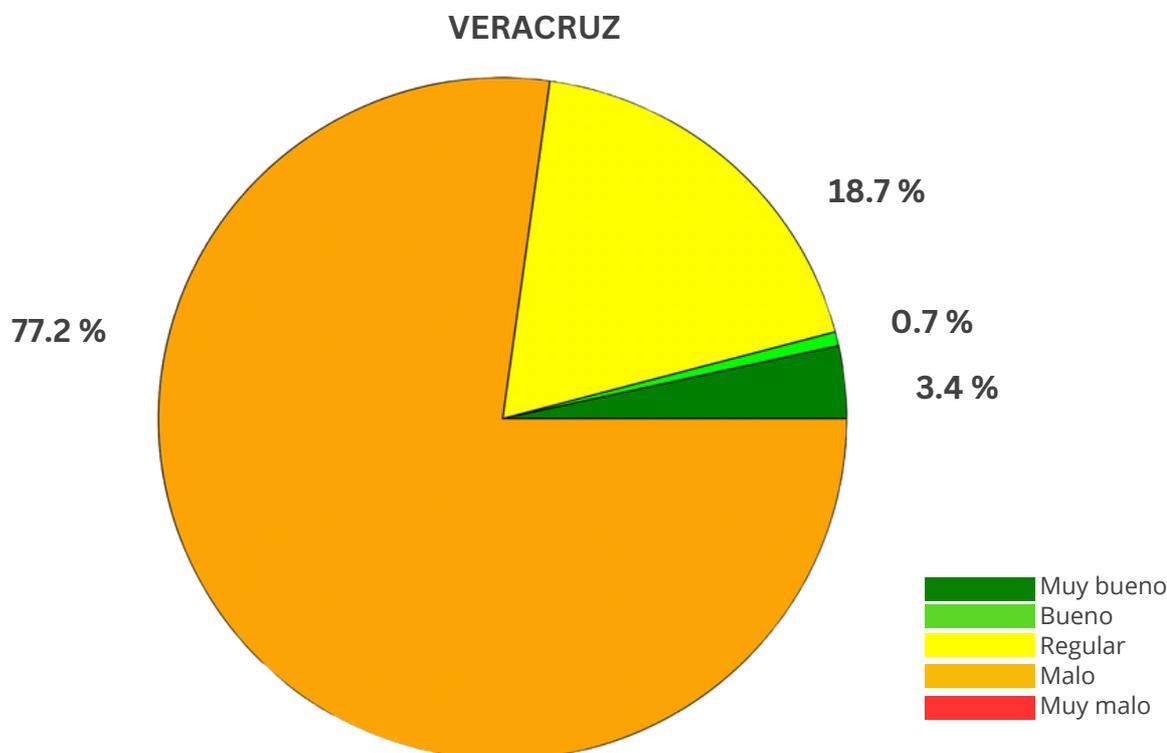


Figura 18. Estado de conservación de las dunas costeras del municipio de Veracruz, con base en el diagnóstico de Martínez *et al.* 2014.

Por su diversidad de formas y tipos de dunas, así como por la gran extensión del sistema, se puede considerar a los sistemas de dunas de Veracruz como una joya geomorfológica y ecológica de las costas veracruzanas y de México. Lo anterior significa que para conservar la integridad de la zona es necesario mantener la dinámica sedimentaria y los procesos geomorfológicos naturales.

Por último, el índice Re-Dune indica que existe heterogeneidad en las condiciones de conservación de las playas de esta zona (Lithgow *et al.* 2015), aunque es evidente la vulnerabilidad frente a las intensas y extensas actividades humanas.

Por el otro lado, las islas arrecifales y cayos están en buen estado de conservación, aunque algunos tengan especies exóticas. El hecho de no permitir las visitas turísticas en Isla Sacrificios, ha ayudado a recuperar la vegetación. La presencia de vegetación caribeña es un valor importante de la biodiversidad de estas islas.

HUMEDALES

La conservación de los humedales de agua dulce debe de ser prioridad estatal y nacional. Debido a la expansión de la zona urbana algunos humedales se encuentran amenazados, quedando solamente vestigios de lo que fue una selva inundable con palmares en la planicie de inundación del Río Jamapa y en los ahora potreros inundables de

Veracruz, Boca del Río, Medellín y Alvarado (Sánchez, 2015). En la zona predominan popales y tulares que forman parte de los humedales de las lagunas interdunarias pero también de la reserva Tembladeras-Laguna Olmeca y de algunos potreros inundables. El municipio de Veracruz y el estado de Veracruz debían hacer un mayor esfuerzo de conservación de estos ecosistemas que ya se comportan como vaso reguladores al brindar el servicio ecosistémico de regulación de las inundaciones y reducir los picos de entrada de agua en la zona urbana, reduciendo el daño a personas y sus propiedades (Vázquez-Torres *et al.* 2010). Otra razón para conservarlos es su alta productividad, alta biodiversidad, provisión de servicios ecosistémicos clave como la depuración del agua y alimentación del manto freático (Moreno-Casasola 2016), y por la capacidad de influenciar positivamente el funcionamiento de otros ecosistemas costeros. Las selvas inundables y humedales herbáceos, sobre todo los popales, almacenan cantidades considerables de carbono. Aunado a esto, 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.

ARRECIFES DE CORAL

En el municipio, en las celdas 2 y 3 hay un arrecife rocoso que forma parte del Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV). Es una zona rica para la pesca. Por tratarse de un ecosistema amenazado, las labores de protección son fundamentales.



■ Capítulo 5.

DIAGNÓSTICO Y ZONIFICACIÓN

Veracruz tiene tres celdas litorales. En lo general, las actividades en este municipio se recomiendan de baja densidad y de carácter sustentable. El transporte de sedimentos reinante y dominante se da de norte a sur y su equilibrio dinámico se ha modificado por la presencia del puerto y otras estructuras de protección. Los sedimentos se incrementan por los aportes del río Actopan y La Antigua.

En el Cuadro 12 se muestra un resumen de las principales características de este municipio, esta información da lugar a las recomendaciones emitidas, y en el

Cuadro 13 se muestran a manera de semáforo los usos para los que esta costa puede ser apta y no apta.

En términos generales, y de acuerdo con las características físicas, geomorfológicas y biológicas, la costa de Veracruz se puede zonificar en diferentes regiones donde la problemática y las acciones recomendables son contrastantes para lograr mantener la diversidad y los servicios ecosistémicos del sitio. Debido a la riqueza geomorfológica y a la importancia de mantener la provisión de servicios que ofrecen los ecosistemas costeros (Ej. Mitigación del impacto de huracanes, regulación de inundaciones, fuente de arena para las playas de la celda, la recreación y la belleza escénica), las actividades y permisos deben ser altamente restringidos. Posteriormente, los detalles se explican a lo largo del texto.

Cuadro 12. Síntesis diagnóstica de la zona costera del municipio de Veracruz, Ver.

OBSERVACIONES

- La costa del municipio es del tipo arenoso-acumulativo, compuesto por playas bajas y seguidas por un cordón de dunas frontales, que avanza hasta fusionarse con dunas de tipo transgresivas y parabólicas.
- El municipio tiene una elevación promedio de 22.1 m s.n.m. y las mayores elevaciones se encuentran en la zona norte alcanzando los 108.5 m s.n.m.
- La principal fuente de sedimentos de estas celdas proviene de las descargas del río La Antigua, cuyo transporte está dominado por el oleaje, viento y marea astronómica.
- El transporte predominante de sedimentos es de tipo longitudinal con dirección de norte hacia el sur.
- Cuenta con grandes extensiones de dunas parabólicas, con cubierta moderada o total de vegetación.
- El estado de conservación de la zona costera es variado y abarca desde bueno hasta malo.
- Predominan humedales de agua dulce, arbóreos y herbáceos. Los humedales están fuertemente expuestos a impactos humanos, como desecación y contaminación. También se utilizan para cría de ganado. Lo anterior trae impactos como pérdida de biodiversidad, reducción de la capa orgánica y liberación de metano y CO₂.
- Es la ciudad del estado de Veracruz que más humedales tiene bajo un sistema de protección. Una parte del complejo de humedales urbanos fue decretada como sitio Ramsar 1450 y también forma parte del Area Natural Protegida Archipiélago de Lagunas Interdunarias de la Zona Conurbada de los Municipios de Veracruz y La Antigua, además de un aparte del Area Natural Protegida Laguna Olmeca y Tembladeras. En el mar hay un sitio Ramsar 1346 que forma parte de la Reserva de Biosfera Sistema Arrecifal Veracruzano.

Cuadro 13. Acciones para la zona costera del municipio de Veracruz, Veracruz.

| SEMÁFORO DE ACCIONES | | Celda 1 | Celda 2 | Celda 3 |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| | | Actividades y permisos con regulación moderada, pero cuidando el alto riesgo de inundación. | Actividades y permisos con regulación moderada. | Actividades y permisos con regulación moderada. |
| VALORES | GEOMORFOLÓGICOS | Alta restricción: Sistema de dunas costeras único en el país. | Alto: Dunas móviles y estabilizadas de alto valor geomorfológico. | Bajo: cubierto por la mancha urbana. |
| | ECOLÓGICOS | Medio: Baja cobertura vegetal con especies endémicas. | Medio: en las dunas estabilizadas existen fragmentos de matorral costero y selva baja, relictos de este tipo de vegetación sobre dunas. | |
| PROBLEMÁTICA | EROSIÓN | Baja erosión. | Baja erosión: Dunas móviles que aportan arena para evitar erosión de playas. | Baja erosión. |
| | ASENTAMIENTOS AFECTADOS | Ninguno. | Puerto de Veracruz. | Puerto de Veracruz. |
| | INFRAESTRUCTURA DE PROTECCIÓN | Nulo. | Presencia del puerto; escolleras. | Escolleras. |

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

En esta sección se detallan algunas recomendaciones particulares para cada uno de los ecosistemas costeros presentes en el municipio: zona marina,

playas dunas frontales, dunas transgresivas y parabólicas, y humedales de agua dulce. Además, se proponen acciones de manejo que son consideradas como aptas y no aptas para la zona.

ZONA MARINA

ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

- Pesca extractiva.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

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

MANEJO - APTO:

- Apto para nadar, con precauciones en invierno y durante huracanes.
- Se permiten deportes acuáticos. Si se construye un muelle este debe estar piloteado en toda su extensión.
- Se debe establecer un plan de manejo de pesca responsable y sustentable acordado con la cooperativa.
- Buceo en zona arrecifal.
- Analizar las dunas que requieren acciones de restauración, e implementarlas.

MANEJO - NO APTO:

- No se permite la construcción de más espigones, escolleras, diques, rompeolas. Se debe monitorear el funcionamiento de los rompeolas y buscar alternativas para recuperar la playa, que pueden incluir hasta la reubicación o retiro de infraestructura.

PROTECCIÓN:

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

ZONA DE PLAYA Y DUNAS FRONTALES

ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

- Restaurantes rústicos y permanentes, hotelería, asentamientos urbanos.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS POTENCIALES:

- Hay playas y zonas de dunas con potencial de desarrollo de densidad baja y media, pero debe ser bajo normas estrictas de construcción que garanticen la conservación de la playa y den vida al proyecto por varias decenas de años a pesar de la alta erosión que existe. Proyecto de restauración de playas, restaurantes móviles sobre la playa y deportes de playa.

MANEJO - APTO:

- Delimitar la zona bajo administración de ZOFEMAT tomando en cuenta tasas de erosión y haciendo público el resolutivo.
- En virtud que el litoral está constituido por playas de arena, las nuevas construcciones deben hacerse sobre pilotes de acuerdo con los niveles de desplante mínimos establecidos en este documento.
- 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).
- Debe garantizarse el acceso a la playa, por ejemplo, por medio de accesos que deben ser inscritos en actas en el cabildo municipal.
- Establecer programa de trabajo con los hoteleros para eliminar estructuras de protección que causan erosión en predios vecinos y buscar una solución común a los problemas de erosión.
- Establecer con el municipio un plan de desarrollo municipal para potenciar el desarrollo turístico sustentable que incluya la protección de dunas y de humedales y reglas de construcción.

MANEJO - NO APTO:

- Debido a la presencia de erosión, la playa no es apta para construcción en los primeros 20 m de zona federal.
- No introducir especies exóticas e invasoras.
- No se permite el tránsito vehicular por la playa o estacionarse en la misma.
- No se permite el aplanamiento de la playa. :

CONSERVACIÓN Y/O RESTAURACIÓN:

- La playa debe ser conservada y restaurada para proteger tanto a los ecosistemas como a los habitantes.
- Se permite investigación y monitoreo.

PROTECCIÓN:

- Se deben proteger las dunas frontales y parabólicas que se encuentran al norte del municipio y que aún están sin impacto por las actividades humanas.

DUNAS TRANSGRESIVAS Y PARABÓLICAS

ACTIVIDADES ECONÓMICAS ACTUALES:

- Ecoturismo, ganadería de baja densidad, agricultura.

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.
- En dunas móviles que sirven de fuente de arena para las playas o para otros sistemas no se debe construir. Tampoco se deben estabilizar, para mantener su naturaleza dinámica.

CONSERVACIÓN:

- Zona con alto valor ecológico y geomorfológico, debe permanecer inalterado por el establecimiento de infraestructura permanente o temporal o cualquier tipo de actividad que ponga en peligro su riqueza.
- Se permite ecoturismo y construcciones turísticas de baja densidad sobre pilotes.
- Promover la investigación y monitoreo que permitan proveer información para la toma de decisiones.

PROTECCIÓN:

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

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 sobre pilotes.
- Creación de humedales artificiales para limpiar el agua.
- UMAs para extracción de materiales para artesanías, construcción, etc. Cuando exista el permiso por parte de SEMARNAT.

MANEJO - NO APTO:

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

RESTAURACIÓN:

- Se deben impulsar acciones de restauración de humedales y lagunas interdunarias.

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 y lagunas interdunarias.

PROTECCIÓN:

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

RESUMEN DE RECOMENDACIONES DE MANEJO RELEVANTES

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.
- 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.
- 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.
- Las construcciones sobre la playa deben cimentarse sobre pilotes.
- Los humedales 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.
- Se debe evitar que se desequen o rellenen los humedales y lagunas interdunarias de la zona.

De acuerdo con el análisis realizado:

PLAYAS Y DUNAS COSTERAS

1. Las construcciones sobre las playas deben estar cimentadas sobre pilotes: (a) si son temporales su desplante deben estar coronado a 3.83 m sobre el Nivel de Bajamar Media Inferior, y (b) si son permanentes a 4.23 m sobre el Nivel de Bajamar Media Inferior.
2. Se permite construcción de infraestructura de material degradable y piloteadas (Ej: casas tipo palafito o andadores) por detrás de la cara posterior del primer cordón y evitando la invasión sobre la corona o cresta de estas dunas.
3. Las dunas transgresivas de este municipio en general se encuentran en un estado de conservación de regular a malo. Se recomienda planes de manejo para recuperar su condición y protegerlas.
4. Cuando se utilice cimentación directa para edificar, se permite la construcción de infraestructura solo si la pendiente del terreno es menor a 20° a una distancia de 100 m de la cresta del primer cordón de dunas. La zona de dunas estabilizadas y cubiertas por matorral y selva ubicadas al norte del municipio debe ser protegida por su relevancia ecológica y por su papel protector contra el impacto de vientos del norte.
5. Establecer accesos a la playa e inscribirlos en actas en el cabildo municipal.
6. Debido a la presencia de erosión, la playa no es apta para construcción en los primeros 20 m de zona federal.
7. Realizar sólo pesca de bajo impacto y promover la construcción de muelles de calidad que permitan el libre flujo de agua.
8. La playa debe ser conservada para proteger tanto a los ecosistemas como a los habitantes.

HUMEDALES

1. La zona costera de este municipio contiene extensiones relativamente amplias de humedales y selvas inundables, por lo que se recomienda la conservación de estos ecosistemas por los servicios ecosistémicos que prestan.
2. Se recomienda impulsar la formación de áreas naturales protegidas con estos humedales debido a los servicios ecosistémicos que brindan. En especial, la conservación y restauración de las lagunas interdunarias es de particular relevancia para el bienestar de la población.
3. No deben permitirse las construcciones sobre zona de humedales, ya que ponen en riesgo de inundación a las personas y la infraestructura.
4. Se deben analizar las necesidades y posibilidades de restauración de los humedales herbáceos y lagunas interdunarias de la zona.
5. Se debe mantener el régimen hídrico de los humedales para evitar inundaciones hacia zonas que antes no se inundaban.
6. Se deben mantener programas de monitoreo de la calidad del agua y estado de conservación de las lagunas interdunarias que se encuentran inmersas en la ciudad.

BIBLIOGRAFÍA

- Arceo, P., Pérez-España, H., Bello-Pineda, J., Granados-Barba, A., Salas-Monreal, D., Ortíz-Lozano, L., 2010. Economic evaluation of fisheries and tourist services of the Veracruz Reef System National Park, México: a spatial approach. In: Proceedings of the Fifteenth Biennial Conference of IFEET. Montpellier, France, pp. 1e10.
- Bautista, G., Silva, R., y Salles, P. 2003. Predicción de marea de tormenta generada por ciclones tropicales. *Revista de Ingeniería Hidráulica*, 18: 5-19.
- Castillo, S., y Moreno-Casasola, P. 1996. Coastal sand dune vegetation: an extreme case of species invasion. *Journal of Coastal Conservation*, 2: 13-22.
- 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.
- 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.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2005. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR). Sistema de Lagunas Interdunarias de la Ciudad de Veracruz. <http://ramsar.conanp.gob.mx/sitios.php>
- 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://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. <https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/341>
- El Universal. 2017. Más de un millón y medio de personas disfrutaron del carnaval de Veracruz. Nota Periodística. 01/03/2017. <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/estados/2017/03/1/mas-de-un-millon-y-medio-de-personas-disfrutaron-del-carnaval-de-veracruz>
- García-Franco, J.G. 1996. Distribución de epifitas vasculares en matorrales costeros de Veracruz, México. *Acta Botánica Mexicana*, 37: 1-9pp.
- García, O. C. 1998. Rescate de las lagunas de Veracruz. H. Ayuntamiento de Veracruz. Inédito. 5 pp.
- Grootjans, A.P., W.H.O. Ernst & P.J. Stuyfzand. 1998. European dune slacks: String interactions of biology, pedogenesis and hydrology. *Trends Ecol. Evol.* 13: 96-100.
- 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/>
- 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.
- Jiménez-Orocio, O., P. Hesp, M.L. Martínez, I. Espejel y P. Moreno-Casasola. 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* (pp. 27-48) México, D.F.: Comisión Nacional Forestal.
- Leentvaar, P. 1997. Communities of dune lakes. In E. van der Maarel (ed.) *Dry coastal ecosystems. General aspects*. Elsevier, Amsterdam, 734p.
- Lithgow, D., Martínez, M. L., & 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.
- 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. 248 pp.
- Martínez, M. L., Gallego-Fernández, J. B., García-Franco, J. G., Moctezuma, C., & Jimenez, C. D. 2006. Assessment of coastal dune vulnerability to natural and anthropogenic disturbances along the Gulf of Mexico. *Environmental Conservation*, 33(2), 109-117
- Martínez, M.L., Moreno-Casasola, P., Espejel, I., Jiménez-Orocio, O., Infante-Mata, D. y Rodríguez-Revelo, N. 2014. Diagnóstico de las dunas costeras de México. CONAFOR. Guadalajara, Jalisco, 350 pp.

- Moreno-Casasola, P., Van Der Maarel, E., Castillo-Argüero, S., Huesca, M.L., y Pisanty-Baruch, I. 1982. Ecología de la vegetación de dunas costeras: estructura y composición en el Morro de La Mancha, Ver. I. *Biótica*, 7: 491-526 pp.
- Moreno-Casasola, P., Espejel, I., Castillo-Argüero, S., Castillo-Campos, G., Durán, R., Pérez-Navarro, J.J., León, J.L., Olmsted, I., y Trejo-Torres, J. 1998. Flora de los ambientes arenosos y rocosos de las costas de México. En: Halffter, G.E. (Ed.). *Diversidad Biológica de Iberoamérica*. Vol. II. *Acta Zoológica Mexicana*, nueva serie. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Veracruz, 177-258 pp.
- Moreno-Casasola, P., Cejudo-Espinosa, E., Capistrán-Barradas, A., Infante-Mata, D., López-Rosas, H., Castillo-Campos, G., Pale-Pale, J., y Campos-Cascaredo, A. 2010. Composición florística, diversidad y ecología de humedales herbáceos emergentes en la planicie costera central de Veracruz, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 87: 29-50 pp.
- Moreno-Casasola, P., Castillo-Argüero, S., y Martínez-Vázquez, M.L. 2011. Flora de las playas y los ambientes arenosos (dunas) de las costas. En: Cruz-Angón, A. (Ed.). *La biodiversidad en Veracruz: estudio de estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A. C. México, 229-238 pp.
- Moreno-Casasola, P., Castillo Campos, G., Infante Mata, D.M., Cázares Hernández, E., Aguirre León, G., González-García, F., y Gerwert Navarro, M. 2015. *Plantas y animales de las costas de Veracruz. Una guía ilustrada*. Colección Veracruz Siglo XXI. Serie Patrimonio Natural. Gobierno del Estado de Veracruz, Secretaría de Educación y Cultura del Estado de Veracruz. Universidad Veracruzana, 542 pp.
- Moreno-Casasola P. y D. Infante-Mata. 2010. Veracruz tierra de Ciénegas y pantanos. Capítulo IV. Los humedales de Veracruz. Gobierno del Estado de Veracruz, Secretaría de Educación del Estado de Veracruz, Comisión del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave para la conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución. 109-140 pp.
- Ortiz-Lozano L., H. Pérez-España, A. Granados-Barba, C. González-Gándara, A. Gutiérrez-Velázquez y J. Martos. 2013. The Reef Corridor of the Southwest Gulf of Mexico: Challenges for its management and conservation. *Ocean and Coastal Research* 86:22-32 pp.
- Peralta-Peláez LA (2007) Diseño de un índice de integridad biótica para los lagos interdunarios de la región costera central del estado de Veracruz, México. Dissertation. Institute of Ecology A.C., México.
- Peralta-Peláez, L.A. y P. Moreno-Casasola. 2009. Composición florística y diversidad de la vegetación de humedales en los lagos interdunarios de Veracruz. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 85:89-101 pp.
- Peralta-Peláez LA, Moreno-Casasola P, López-Rosas H (2014) Hydrophyte composition of dune lakes and its relationship to land-use and water physicochemistry in Veracruz, México. *Mar Freshw Res* 64:1-15
- Peralta-Peláez, L.A., P. Moreno-Casasola y I. Neri-Flores. 2019. Management and restoration of dune lakes in Veracruz, Gulf of Mexico. *Journal of Coastal Conservation* 23 (2): 445-460.
- 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. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México.
- 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: 5-22 pp.
- SADER, 2021. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>
- SAGARPA, 2013. Estadística de Producción Agrícola 2013. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>

- SAGARPA, 2021. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Recuperado de http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos_a.php
- Sarabia-Bueno, C.C. 2004. Sistema Lagunar de la ciudad de Veracruz, México. Propuesta de manejo bajo la visión de Proyección y Gestión Ambiental. Colegio de Postgraduados. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias. Veracruz, México. 325 pp.
- Sánchez, E. (2015). Caracterización de tres propiedades del suelo en humedales transformados a potreros, en el municipio de Jamapa, Veracruz y su entorno. Tesis especialista en diagnóstico y gestión ambiental.
- SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transporte), 2012. http://www.sct.gob.mx/fileadmin/CGPMM/U_DGP/estadisticas/2012/Anuarios/Anuario2012.html.
- SECTUR 2014. Secretaría de Turismo, Cultura y Cinematografía del Gobierno del Estado. Dirección General de Servicios Turísticos y de Negocios. Sistema de Información Turística Estatal (SITE).
- SEMAR. 1990. Informe Técnico de la Situación Actual de la Isla Sacrificios y su Arrecife; Recomendaciones para su Protección y Manejo desde los puntos de Vista Ecológico, Arqueológico y Pesquero. 192 pp.
- SEMARNAT. 2017. Programa de Manejo Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano México D.F.352 pp.
- Siemens, A., P. Moreno-Casasola & C. Sarabia. 2006. The metabolization of wetlands by the city of Veracruz, Mexico. *Journal of Latin American Geography*, 5: 7-29.
- 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. & Mendoza, EG. 2009. Algunos aspectos sobre cómo hacer viables integralmente proyectos de desarrollo costero, ejemplos Costa Norte de Q. Roo y Nuevo Puerto de Veracruz. VI Congreso Internacional de la Asociación Mexicana de Infraestructura Portuaria Marítima y Costera A.C.
- 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://ceig.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., and Burcharth, H. (eds.), *Coastal Risk Management in a Changing Climate*. Kidlington: Elsevier, pp. 358-383.
- Valderrama, L.; Martell, R.; Ress, R.; Silva, R.; Cruz, C., and Muñoz, J., 2019. Dynamics of coastline changes in Mexico. *Journal of Geographical Sciences*, 1-18.
- Vargas-Hernández, J.M., A. Hernández-Gutiérrez y L.F. Carrera-Parra. 1993. Sistema Arrecifal Veracruzano. En biodiversidad marina y costera de México. S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad-CIQRO. México. 559-575 pp.
- Vázquez Torres, S. M., Carvajal Hernández, C. I., & Aquino Zapata, A. M. (2010). Áreas naturales protegidas. En: Florescano, E., Ortíz-Escamilla, J. (coordinadores). Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz. Gobierno del Estado de Veracruz. Comisión del Estado de Veracruz para la Conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución Mexicana : Universidad Veracruzana, V1, p. 249-274
- Vázquez Yanes, C.; Batis Muñoz, A.; Alcocer Silva, S.; Gual Díaz, M.; Sánchez Dirzo, C., 1999. Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Proyecto J-084, Instituto de Ecología, Universidad Autónoma de México.
- 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 Veracruz tiene una extensión de 39 km, siendo del tipo arenoso-acumulativo. Está compuesta por playas bajas y seguidas por un cordón de dunas frontales, que avanzan hasta fusionarse con dunas de tipo transgresivas y parabólicas. El municipio tiene una elevación promedio de 22.1 m s.n.m. y las mayores elevaciones se encuentran en la zona norte alcanzando los 108.5 m s.n.m. La principal fuente de sedimentos de estas celdas proviene de las descargas del río La Antigua, cuyo transporte está dominado por el oleaje, viento y mareas astronómicas. El transporte predominante de sedimentos es de tipo longitudinal con dirección de norte hacia el sur.

En la zona norte el municipio cuenta con grandes extensiones de dunas parabólicas, las cuales están cubiertas, en su mayoría, por matorral costero o selva mediana. La zona urbana se desarrolló sobre dunas costeras, las cuales ya fueron totalmente eliminadas por la ciudad. El estado de conservación de la zona costera es variado y abarca desde bueno hasta malo.

La ciudad del puerto de Veracruz cuenta con lagunas interdunarias que están rodeadas por humedales de agua dulce, arbóreos y herbáceos. Estos humedales están fuertemente expuestos a impactos humanos, como desecación y contaminación. También se utilizan para cría de ganado. Lo anterior trae impactos como pérdida de biodiversidad, reducción de la capa orgánica y liberación de metano y CO₂.

El Sistema Arrecifal Veracruzano se ubica frente a las costas del municipio de Veracruz y se extiende en dirección sureste, hasta las costas frente al poblado de Antón Lizardo, municipio de Alvarado. Es el sistema arrecifal más desarrollado y estudiado del Golfo de México. Presenta 27 arrecifes y seis islas.

Dado el fuerte impacto de las actividades humanas en la zona costera del municipio, fuertemente urbanizado, las acciones de restauración, conservación, protección y manejo sostenible deben ser prioritarias.



ISBN: 978-607-8833-14-6



9 786078 833146