



**MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE FACTORES BIÓTICOS Y ABIÓTICOS PARA CUMPLIR CON EL “PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE COMPROMISOS DE LA ADMINISTRACIÓN PORTUARIA INTEGRAL MANZANILLO S.A. DE C.V. (API MANZANILLO) DE LAS MEDIDAS CORRECTIVAS ORDENADAS POR LA PROCURADURÍA FEDERAL DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE (PROFEPA) EN LA RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA NO. PFPA13.5/2C.27.5/0028/17/0110” PARA LOGRAR LA RESTAURACIÓN AMBIENTAL DE LAS LAGUNAS: VALLE DE LAS GARZAS Y CUYUTLÁN, COLIMA.**

**ESTUDIO TÉCNICO JUSTIFICATIVO PARA LA DECLARATORIA DE LA LAGUNA VALLE DE LAS GARZAS COMO ÁREA DE RESERVA NATURAL.**



## **Índice**

I. INTRODUCCIÓN .....	11
I.1. Antecedentes .....	12
II. INFORMACIÓN GENERAL.....	21
II.1 Nombre del área propuesta. ....	21
II.2 Municipio en donde se localiza el área y superficie propuesta .....	21
II.3 Vías de acceso.....	25
III. OBJETIVOS DEL PROGRAMA. ....	27
III.1. Objetivo General .....	27
III.2. Objetivos particulares.....	28
III.3. Indicadores ambientales y metas del programa.....	28
IV. DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS-METODOLOGÍA EMPLEADA. ....	29
IV.1 Área de estudio.....	29
IV.2 Actividades en campo.....	30
IV.3. Actividades en laboratorio .....	48
V.1. Características físicas.....	53
V.1.1 Fisiografía y topografía .....	53
V.1.2 Geología histórica y física .....	56
V.1.3 Hidrología .....	58
V.1.4 Factores climáticos.....	63
V.2. Características biológicas.....	68

V.2.1. Flora .....	68
V.2.2. Fauna .....	81
V.3. Diagnóstico ambiental .....	86
V.4. Razones que justifican el régimen de protección.....	101
V.5. Ubicación respecto a las regiones prioritarias para la conservación determinadas por la comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad.....	102
VI. DIAGNÓSTICO DEL ÁREA .....	103
VI.1. Características históricas y culturales arqueología.....	103
VI.2. Aspectos socioeconómicos relevantes desde el punto de vista ambiental .....	110
VI.2.1 Medio socioeconómico de Manzanillo.....	110
VI.2.2 Aspectos demográficos .....	110
VI.2.3 Aspectos económicos.....	113
VI.2.4 Aspectos sociales.....	117
VI.2.5 Problemática ambiental .....	119
VI.3. Usos y aprovechamientos, actuales y potenciales de los recursos naturales. ....	121
VI.4. Situación jurídica de la tenencia de la tierra .....	122
VI.5. Problemática específica que deba de tomarse en cuenta. ....	126
VII. SUGERENCIAS PARA REHABILITAR EL SISTEMA LAGUNAR Y GENERAR SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUEDAN PRESERVAR LA BIOTA.....	127

VIII. BIBLIOGRAFÍA ..... 130

## **Índice de Tablas**

Tabla 1. Coordenadas de los sitios de muestreo en la zona de estudio. ....	31
Tabla 2. Cobertura de uso de suelo y vegetación hasta el límite de zona federal. 57	
Tabla 3. Clasificación de terrenos por su transmisividad T (IGME, 2020).....	61
Tabla 4. Valores de la permeabilidad K (IGME, 2020). ....	62
Tabla 5. Cobertura de uso de suelo 2019 en la Laguna del Valle de las Garzas. . 69	
Tabla 6. Altura del manglar por especie. ....	73
Tabla 7. Distribución diamétrica del manglar por especie. ....	75
Tabla 8. Densidad por especie y frecuencia relativa. ....	75
Tabla 9. Área basal y dominancia en el manglar de 3 zonas de la Laguna Valle de las Garzas. ....	76
Tabla 10. Estructura del manglar en Laguna Valle de las Garzas en la zona Este. ....	76
Tabla 11. Valores promedio, máximos y mínimos de distancia (m), altura (m) y DAP además de las especies en la zona Este de la Laguna Valle de las Garzas. 77	
Tabla 12. Valores promedio, máximos y mínimos de distancia (m), altura (m) y DAP además de las especies encontradas en la Zona Este de la Laguna Valle de las Garzas. ....	78
Tabla 13. Valores promedio, máximos y mínimos de distancia (m), altura (m) y DAP además de las especies en la zona Noreste de la Laguna Valle de las Garzas.....	79
Tabla 14. Especies de vertebrados endémicas o en riesgo y que fueron registradas en campo.....	84

Tabla 15. Tasa de crecimiento media anual de Manzanillo, 2000-2015..... 111

Tabla 16. Unidades económicas según sector y personal ocupado de Manzanillo,  
2015 ..... 114

## Índice de Figuras

Figura 1. El puerto de Çalagua. Descripción de las Indias. Cardona, 1632. ....	13
Figura 2. Plano del puerto de Manzanillo en 1824. E Mole y J. Gray.....	14
Figura 3. Laguna de San Pedrito en 1882. Survey by USS Ranger. Department of the Navy. ....	15
Figura 4. Plano de las obras de saneamiento de los terrenos adyacentes al Puerto de Manzanillo, 1897. ....	16
Figura 5. Mapa del estado de Colima en 1913. M. Guillot.....	17
Figura 6. Bahía de Manzanillo, SEMAR, 1972. ....	19
Figura 7. Zona Federal Estero del Valle de las Garzas. Imagen Satelital RGB 2019. ....	22
Figura 8. Delimitación del Humedal de Laguna Valle de las Garzas 2019.....	23
Figura 9. Terrenos ganados a la laguna. Imagen Satelital RGB 2019.3 .....	24
Figura 10. Superficie propuesta para ANP de la Laguna Valle de las Garzas. ....	25
Figura 11. Vías de acceso para ingresar, sobre Imagen Satelital RGB 2019. ....	26
Figura 12. Vías de acceso para llegar, sobre Imagen Satelital RGB 2019.....	27
Figura 13. Ubicación de la Laguna del Valle de las Garzas .....	29
Figura 14. Lagunas del Valle de las Garzas, San Pedrito y Puerto Interior de Manzanillo Colima .....	30
Figura 15. Ubicación de las estaciones en las Lagunas del Valle de las Garzas, San Pedrito y Puerto Interior. ....	31
Figura 16. Medición de aspectos bióticos y abióticos en la zona de estudio.....	46

Figura 17. Aspecto que presentaron algunas zonas en relación con la calidad del agua en el mes de julio. ....	47
Figura 18. Sistema de topoformas <sup>3</sup> , sobre Imagen Satelital RGB 2019.....	53
Figura 19. Modelo digital de elevación de la Laguna Valle de las Garzas. (INEGI, 2011).....	54
Figura 20. Curvas de nivel a 50 cm sobre el MDE de la Laguna Valle de las Garzas.....	55
Figura 21. Curvas de Nivel a 50 cm sobre Imagen Satelital RGB 2019 de la Laguna Valle de las Garzas. ....	55
Figura 22. Geología en la zona de estudio, sobre Imagen Satelital RGB 2019. ...	56
Figura 23. Geología en el cuerpo lagunar hasta el límite de la zona federal, sobre Imagen Satelital RGB 2019.....	58
Figura 24. Localización del acuífero Jalipa-Tapeixtles (Imagen de World Imagery Esri, 2017).....	59
Figura 25. Tipo de clima en la Laguna Valle de las Garzas. (Mapa elaborado con datos de INEGI).....	63
Figura 26. Temperatura media (°C) en la Laguna Valle de las Garzas.....	65
Figura 27. Temperatura máxima en la zona aledaña a la Laguna Valle de las Garzas (°C). ....	66
Figura 28. Temperatura mínima (CONAGUA, 2020).....	67
Figura 29. Clases vegetales en el área de la Laguna Valle de las Garzas. ....	69
Figura 30. Área de 516 m <sup>2</sup> de Batís marítima. ....	70
Figura 31. Tipo de vegetación. ....	70

Figura 32. Estatus de las especies.....	71
Figura 33. Puntos de muestreo con el método de cuadrantes. ....	72
Figura 34. Altura de los árboles de mangle de algunas zonas de Laguna Valle de las Garzas. ....	73
Figura 35 . Distribución diamétrica de los árboles de mangle de algunas zonas de Laguna Valle de las Garzas. ....	74
Figura 36. Puntos de muestreo en la zona Este de Laguna Valle de las Garzas..	78
Figura 37. Puntos de muestreo en la Zona Noreste de Laguna Valle de las Garzas. ....	79
Figura 38. NDVI del bosque de manglar en la Laguna Valle de las Garzas en el mes de mayo de 2019.....	80
Figura 39. NDVI del bosque de manglar en la Laguna Valle de las Garzas en el mes de noviembre de 2019.....	80
Figura 40. Número y porcentaje de especies de posible ocurrencia en la región .	83
Figura 41. Ubicación del área propuesta a conservar (polígono rojo) con respecto a la reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (polígono verde oscuro), el AICA Laguna de Cuyutlán y la RTP Volcan de Colima-Manantlán y Chamela-Cabo Corrientes (Polígono con contorno).....	102
Figura 39. Evolución del espejo de agua de la Laguna Valle de las Garzas.....	127

## I. INTRODUCCIÓN.

De acuerdo con la CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas) las Áreas Naturales Protegidas son las zonas donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas. Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo dentro de ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Hoy en México existen 176 Áreas Naturales Protegidas administradas por la CONANP, que resguardan 25 millones 394 mil 779 hectáreas que a su vez representan 12.93 % de la superficie del país. Dentro de las 161 ANP federales, 121 se ubican en ecosistemas terrestres y 61 tienen designación o reconocimiento internacional. Este país es uno de los cinco con mayor diversidad en el mundo.

El litoral del Pacífico mexicano abarca 7,828 km, de los cuales a Colima le corresponden tan solo 142 km que representan el 1.2 % del total del Pacífico, sin embargo, en este litoral están presentes variados y ricos ecosistemas costeros como: bahías, ensenadas, lagunas y acantilados que, por siglos, han representado un recurso y sustento importante para los colimenses. Entre las lagunas costeras más importantes del estado de Colima se encuentran la de Cuyutlán, Juluapan y San Pedrito.

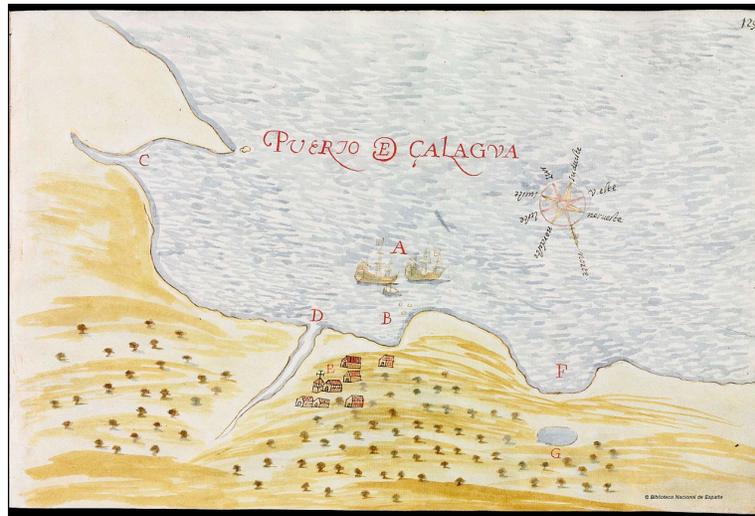
Dentro de las lagunas costeras, existen biotopos que se clasifican como humedales costeros en los cuales se agrupan numerosas comunidades que abarcan manglares, marismas, selvas, palmares inundables y tulares, entre otros. Esta gran variedad de composiciones y estructuras forman mosaicos a lo largo de gradientes microtopográficos, donde variaciones en salinidad e inundación resultan en composiciones ecosistémicas dinámicas y distintas con una variabilidad espaciotemporal, particular y compleja.

Estos cuerpos de agua tienen comunicación efímera o permanente con el mar; al ser zonas de encuentro de dos masas con características diferentes (marina y dulce), en su interior se producen fenómenos particulares en su comportamiento físico, químico y biológico, con las consiguientes repercusiones ecológicas (Contreras, 1985). Lo anterior los hace ecosistemas susceptibles de ser aprovechados para distintas actividades productivas, ya que constituyen un punto estratégico para diversos desarrollos y son una alternativa para abastecer de recursos a los lugares que se desarrollen en su periferia (Flores-Verdugo et al., 2007).

Uno de estos sitios es la Laguna del Valle de las Garzas que ha experimentado diversas afectaciones, una de las más importantes es la modificación antropogénica que controla el flujo y reflujos de la marea susceptible de ingresar a la Laguna Valle de las Garzas.

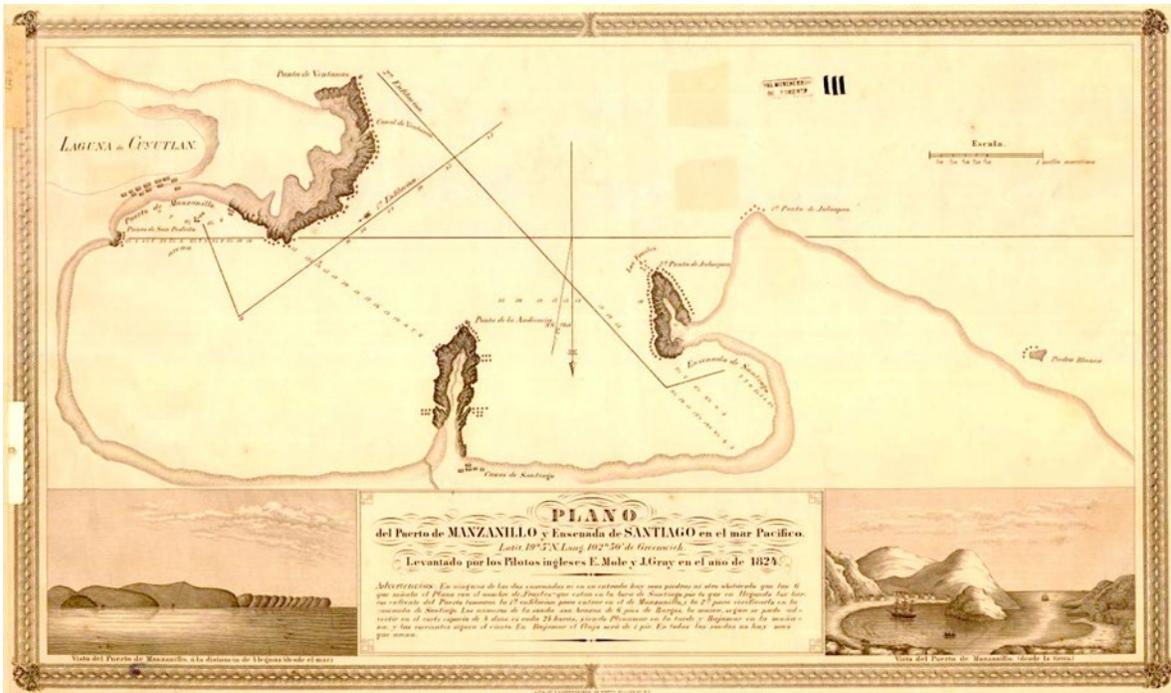
### **I.1. Antecedentes**

La actual ciudad y puerto de Manzanillo fue fundada en 1530 por el Capitán Gonzalo de Sandoval con el nombre de Çalagua (Salagua) (Figura 1). Inicialmente fue conocido por los españoles como puerto de Santiago y posteriormente como Salagua durante los siglos XVI y XVII. Hacia el 1700 se produjo un cambio en la designación del puerto de Salagua, de “Salagua-Santiago”, como era costumbre, a Salagua–Manzanillo, adquiriéndose poco a poco preeminencia el segundo término sobre el primero hasta quedar, ya a principios del siglo XIX, sólo Manzanillo como denominador general de la gran bahía colimense.



**Figura 1. El puerto de Çalagva. Descripción de las Indias. Cardona, 1632.**

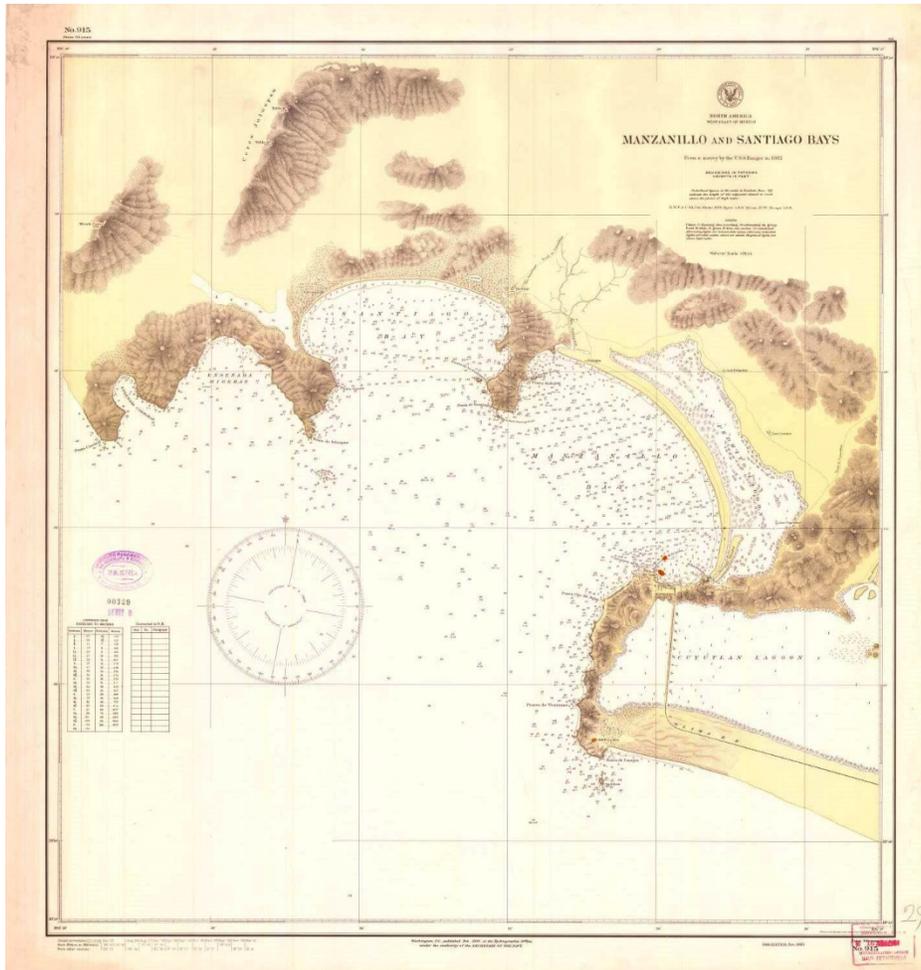
El puerto de Manzanillo se abrió como puerto del Pacífico en el año 1824, a partir de este momento inició su desarrollo histórico como ciudad y puerto (Figura 2). La zona se compone de 9 localidades, El Naranjo, Miramar, Las Brisas, El Colomo, Tapeixtles, Salagua, Valle de las Garzas, Santiago y Manzanillo (Ahora conocido como Centro Histórico de Manzanillo). Gracias al desarrollo comercial de México, Manzanillo se proyecta como un puerto comercial y destino turístico por lo que ha experimentado un rápido crecimiento en infraestructura portuaria y turística.



**Figura 2. Plano del puerto de Manzanillo en 1824. E Mole y J. Gray.**

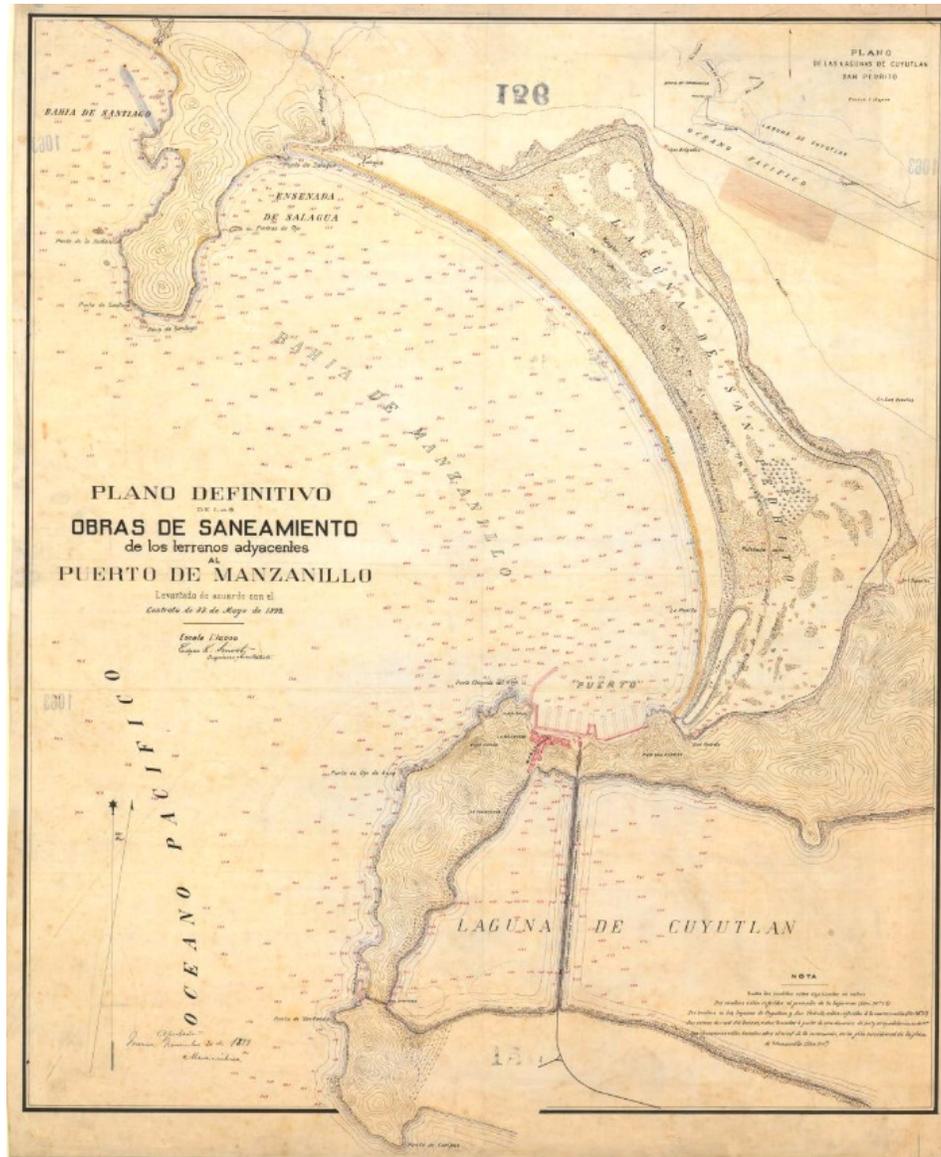
La zona costera de Manzanillo consta de un puerto y tres bahías, Manzanillo-Salagua, Cenicero y la bahía de Santiago. Justo detrás de la Bahía Manzanillo-Salagua se localizan dos lagunas costeras: la Laguna de San Pedrito y la Laguna del Valle de las Garzas. Originalmente era sólo una laguna llamada San Pedrito, pero el crecimiento del puerto y la ciudad ocasionó cambios y divisiones de la laguna original hasta convertirlas en lo que hoy las conocemos.

La extensión de la Laguna de San Pedrito se ve a través de un mapa de la zona de 1882. En él pueden distinguirse en los márgenes de la laguna, pequeñas poblaciones como Salagua, Los Delgados, Los Cocales, Los Tapepestes y San Pedrito (Figura 3).



**Figura 3. Laguna de San Pedrito en 1882. Survey by USS Ranger. Department of the Navy.**

En un plano de 1897, correspondiente a las obras de saneamiento de los terrenos adyacentes al Puerto de Manzanillo, es posible visualizar a la Laguna de San Pedrito como un cuerpo de agua formado por manglares que se extendía casi hasta la ensenada de Salagua. En el interior de esta laguna se identifica un canal sanitario, áreas de Mangle, islotes, e incluso un proyecto de canal para el saneamiento de la laguna (Figura 4).



**Figura 4. Plano de las obras de saneamiento de los terrenos adyacentes al Puerto de Manzanillo, 1897.**

En un mapa de 1913 es posible distinguir a la Laguna de San Pedrito (San Pedro) y algunos puntos de la geografía colimense. Destaca la extensión de la Laguna de Cuyutlán hasta casi la desembocadura del río Armería (Figura 5).



Figura 5. Mapa del estado de Colima en 1913. M. Guillot.

Hacia 1932 la Laguna de San Pedrito se consideraba insalubre, pero en ese año, con el sismo del 21 de junio, se observó una importante salida del mar en la zona de San Pedrito, anegando la laguna, y abriéndose una boquita, comunicando la laguna con el mar. A partir de ese momento, la laguna se llenó de pesca, y claro está, de pescadores, creándose en su ribera Sur algunas cooperativas pesqueras.

En julio de 1939, fue inaugurado el Hospital Civil de San Pedrito, que fue construido por la Junta de Mejoras Materiales.

En la década de los cuarenta la Laguna de San Pedrito se localizaba en una franja costera desde el barrio de San Pedrito ubicado en la zona del antiguo Hospital Civil (muy cerca del centro histórico) hasta la población de Salahua. En aquella época en el vaso de la Laguna de San Pedrito, existía una isla con una extensión de seis hectáreas, 80 acres de palmeras, mangos, ciruelas, y marañones, y en las fechas de madurez de las frutas las mujeres iban a hacer sus compras. La playa del mar en ese lugar era hermosa y una angosta franja de arena llegaba junto al cerro en donde se localizaba el tanque de agua que almacenaba el preciado líquido para abastecer al puerto.

A la altura del lugar en donde ahora se encuentra el canal del puerto interior, se encontraba la fauna y los altos mangles hasta llegar a unos 100 metros más allá de donde estaba la peña del Polvorín, iniciando las huertas de cocos, mangos y ciruelas, propiedad de Diego Carreón. Para entrar a la isla había un pequeño terraplén, siendo atendido por su propietario. Toda la pequeña isla era bordeada de mangles y árboles frutales que la hacía parecer pintoresca, en la casa existente había equipales y hamacas para las personas que iban a hacer sus compras.

En 1945, debido a fuertes marejadas, se abrió aún más la boca, con un canal como de veinte metros (Víctor Manuel Martínez).

La construcción del Puerto Interior de Manzanillo y el proceso de urbanización seccionaron la Laguna de San Pedrito en diferentes pedazos, iniciando un drástico deterioro ambiental y un progresivo deterioro. Uno de esos vasos se conoce ahora como la Laguna Valle de las Garzas donde la Planta de Tratamiento de aguas más importante del puerto vierte sus desechos.

En el año de 1971 se inauguró el Puerto Interior de San Pedrito con lo cual esta laguna se dividió en dos cuerpos, pasando el vaso situado más al Norte a conocerse como Laguna del Valle de las Garzas (Figura 6).



Se puede considerar también como una aportación de agua, los escurrimientos de drenajes (aguas fecales) de las casas que se encuentran en el margen de la laguna. La polución orgánica de esta agua provoca modificaciones importantes en el metabolismo del ecosistema. Por otra parte, la planta de tratamiento de aguas residuales ubicada en la zona vierte sus aguas a la laguna convirtiendo el cuerpo de agua en una laguna de oxidación (Meyer-Willerer et al., 2008). La circulación del agua se lleva a cabo exclusivamente por la acción del viento y es mínima. La profundidad máxima que presentaba en 1982 era de 0.5 m con un promedio de 0.40 m.

Este desarrollo ha traído aparejado un incremento en la infraestructura, que a partir de 1980 provocó un crecimiento acelerado de la población (INEGI, 2000) que los ayuntamientos municipales no han podido organizar, otorgando concesiones de manera indiscriminada a las inmobiliarias.

“En octubre de 1983 la Maestra Griselda Álvarez, Gobernadora del Estado, comenzó las gestiones ante las Secretarías de la Reforma Agraria y de Desarrollo Urbano y Ecología y ante la Comisión Nacional de Avalúos para conseguir la expropiación de 244 hectáreas de los Ejidos Colonia del Pacífico y Salagua, habiéndose indemnizado a los campesinos afectados el 1 de marzo de 1984. Así, en noviembre de 1985 se constituyó el Fideicomiso Manzanillo-Las Garzas (FIMAGA), iniciándose el fraccionamiento en septiembre de 1986. Con la medida anterior, los tres niveles de gobierno tomaron una decisión de alto impacto social: Reubicaron a los habitantes de los Palafitos -viviendas insalubres construidas sobre zancos y posterías situadas en los márgenes de la laguna de Cuyutlán,<sup>1</sup> trasladando a sus pobladores en el contorno costero de la Laguna del Valle de las Garzas, con una división de sectores llamados Barrios, del I al VI. Durante los siguientes años se han urbanizado y comercializado los seis Barrios y zonas de

---

<sup>1</sup> Archundia, H. "El Valle de las Garzas, ejemplo de desarrollo urbano nacional. Su historia y formación". Inédito.

equipamiento regional y urbano, habiéndose desarrollado el 98 % de la vivienda potencial con una población superior de 50,000 habitantes. Entre los servicios más importantes que se encuentran en el citado desarrollo urbano están la Central de Autobuses, el Complejo de Seguridad Pública y el Hospital Civil (Patiño, *et al.*, 2009).

## II. INFORMACIÓN GENERAL.

### II.1 Nombre del área propuesta.

De acuerdo a los antecedentes históricos, culturales, sociales, provisión de servicios ambientales y biodiversidad, entre las que destaca por su contribución estética, además, las aves particularmente, pues el Occidente de México, y en específico las tierras bajas de la vertiente del Pacífico, albergan una de las mayores concentraciones de especies de vertebrados ya que un tercio de la riqueza de especies y endemismos de México están presentes en esta región, en la cual, alrededor del 40 % de las aves son migratorias (Arizmendi *et al.*, 1990; Noguera *et al.*, 2002), se propone como un Área de Reserva Natural (PDU de Manzanillo del 2014) con la denominación **“Zona de Conservación Ecológica Municipal Valle de las Garzas”**.

### II.2 Municipio en donde se localiza el área y superficie propuesta

La Laguna Valle de Las Garzas se localiza en el Municipio de Manzanillo, Colima. Se sitúa al Norte de la Laguna del puerto interior San Pedrito, encontrándose aproximadamente dentro de las coordenadas 19° 05' 05" y 19° 06' 10", latitud Norte y 104° 18' 00" 104° 19' 20" de longitud Oeste. Colinda al Norte con la comunidad de Salagua al Este con la comunidad de Las Garzas y la carretera costera Manzanillo-Cihuatlán, y al Sur con la carretera Manzanillo-Santiago y a 25 m aproximadamente el puerto interior de San Pedrito.

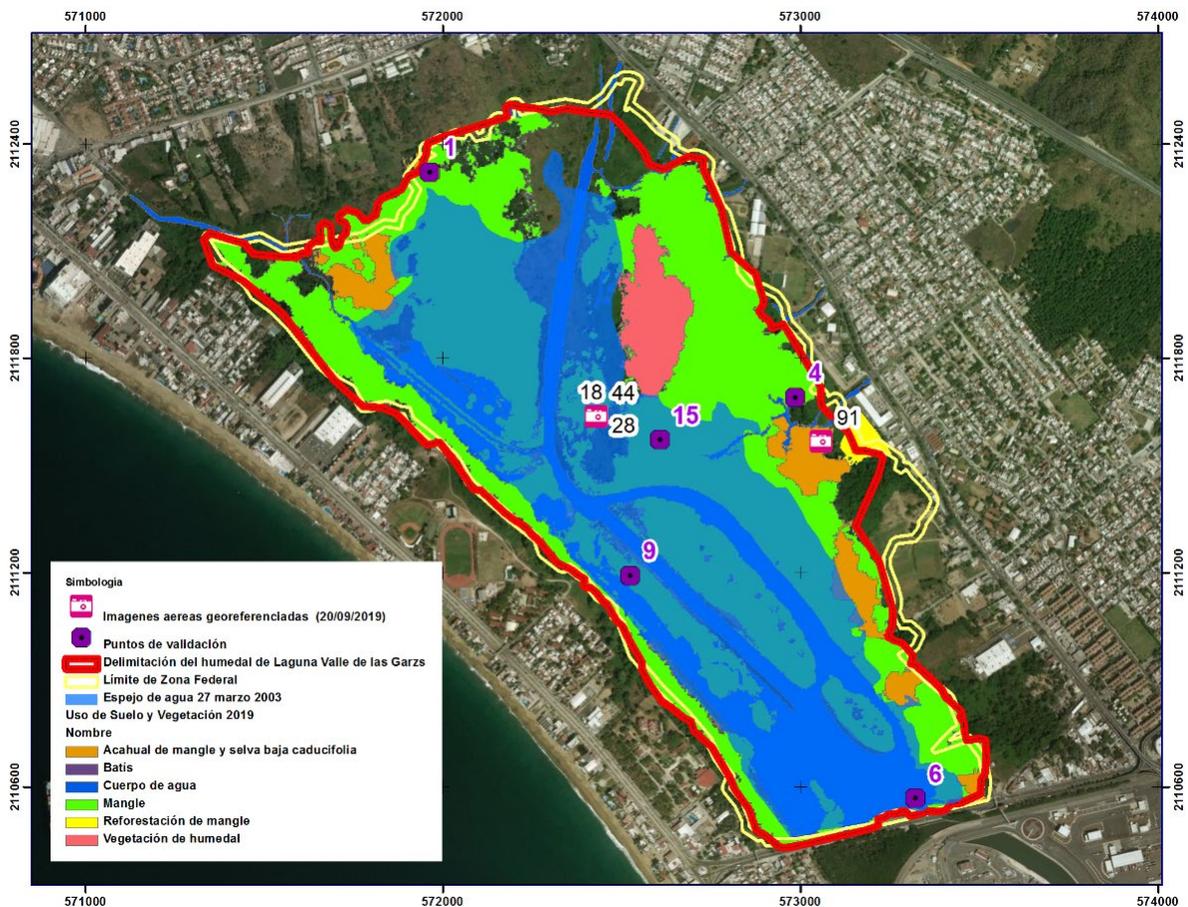
Según el Diario Oficial de la Federación, del viernes 23 de noviembre de 2012, segunda sección.2: “se destina al servicio del Municipio de Manzanillo, la superficie de 293,845.74 m<sup>2</sup> de zona federal de la laguna y terrenos ganados a la laguna, ubicada en el Estero del Valle de las Garzas, Paseo de las Gaviotas sin número, Municipio de Manzanillo, Estado de Colima”. De los cuales 14.74 ha corresponden a la zona federal (Figura 7) según las coordenadas publicadas en dicho acuerdo (Anexo “ANP VÉRTICES COOR”).



**Figura 7. Zona Federal Estero del Valle de las Garzas. Imagen Satelital RGB 2019.**

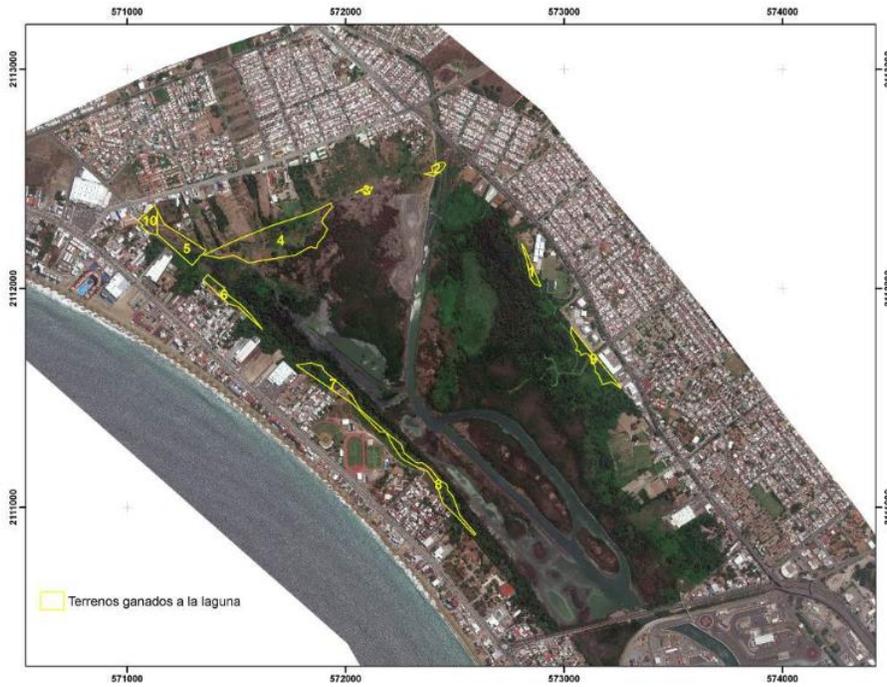
<sup>2</sup> ACUERDO por el que se destina al servicio del Municipio de Manzanillo, la superficie de 293,845.74 metros cuadrados de zona federal de la laguna y terrenos ganados a la laguna, ubicada en el Estero del Valle de las Garzas, Paseo de las Gaviotas sin número, Municipio de Manzanillo, Estado de Colima, con objeto de que se lleve a cabo la realización del proyecto denominado Parque Metropolitano Estero Las Garzas. DOF, 23 de noviembre de 2012.

En la Figura 8 se pueden observar los puntos de muestreo o validación para delimitar el humedal de La Laguna Valle de las Garzas. El polígono que delimita el humedal (línea roja-negra), el uso de suelo 2019 (solo espejo de agua y vegetación hidrófila), los puntos de validación y la georreferencia de las imágenes aéreas.



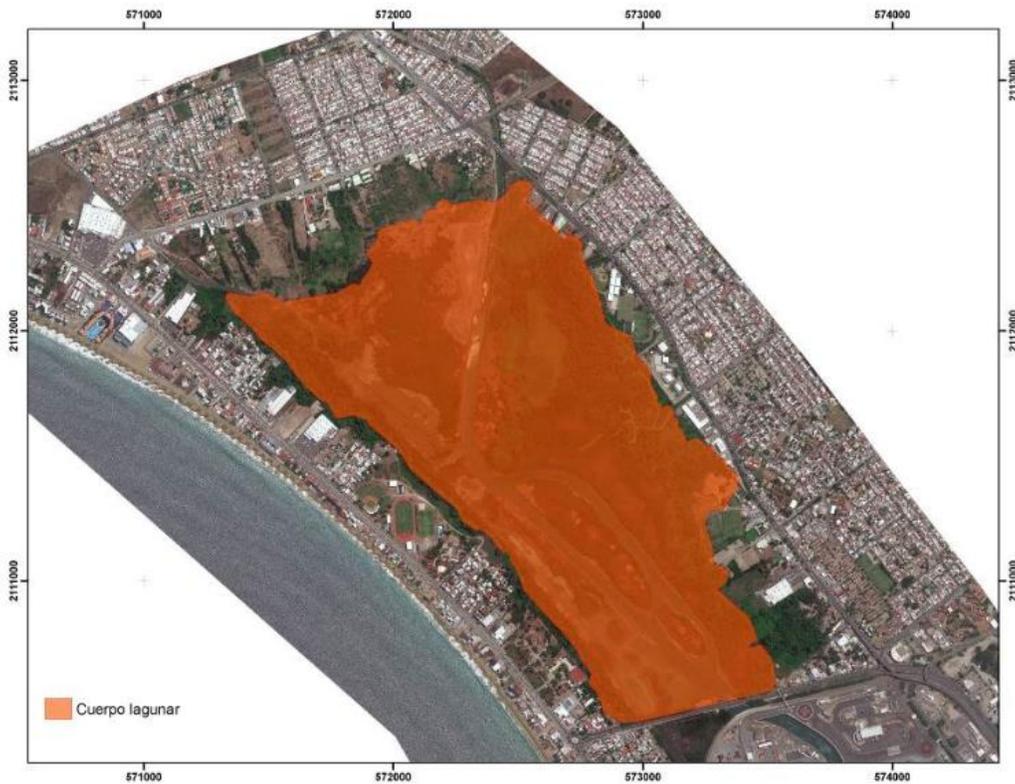
**Figura 8. Delimitación del Humedal de Laguna Valle de las Garzas 2019.**

También se muestran 10 polígonos de terrenos ganados a la laguna con una superficie de 14.64 ha (Figura 9).



**Figura 9. Terrenos ganados a la laguna. Imagen Satelital RGB 2019.<sup>3</sup>**

La superficie propuesta como ANP del humedal de la Laguna Valle de las Garzas se consideró con base al Área de conservación según el PDU de Manzanillo del 2014, información catastral del INPLAN y la cobertura de Manglar, dando como resultado 216.57 ha (Figura 10).



**Figura 10. Superficie propuesta para ANP de la Laguna Valle de las Garzas.**

### **II.3 Vías de acceso**

La Laguna Valle de las Garzas se encuentra rodeada de zona urbana y comercial, el acceso principal es por la lateral Sur de Av. Elías Zamora esquina con Av. Paseo de las Gaviotas. Existe un acceso parcial al sureste de la laguna en el Mirador del Valle de las Garzas ubicado sobre el Boulevard Miguel de la Madrid. Otro acceso parcial es por el estacionamiento interno de la Unidad deportiva Jaime “Tubo” Gómez que se encuentra ubicado sobre la Av. Elías Zamora (Figura 11).



Figura 11. Vías de acceso para ingresar, sobre Imagen Satelital RGB 2019.



**Figura 12. Vías de acceso para llegar, sobre Imagen Satelital RGB 2019.**

### **III. OBJETIVOS DEL PROGRAMA.**

#### **III.1. Objetivo General**

Integrar un estudio técnico que sustente la declaratoria de la Laguna Valle de las Garzas como Área de Reserva Natural.

### **III.2. Objetivos particulares**

- Constituir como área natural protegida de carácter federal o estatal, o bien, como zona de conservación ecológica municipal la Laguna Valle de las Garzas.
- Proteger el patrimonio natural y los servicios ambientales que puede ofrecer la Laguna Valle de las Garzas.

### **III.3. Indicadores ambientales y metas del programa**

Los indicadores de este programa son los propuestos en cada uno de los estudios bióticos y abióticos que se realizaron con el propósito determinar el avance de la recuperación ambiental de la Laguna del Valle de las Garzas para atender a la Condicionante 7 inciso b) de la Resolución Administrativa No. PFPA13.5/2C.27.5/0028/17/0110 de PROFEPA.

La meta del programa se relaciona con las sugerencias de líneas de acción o las alternativas correctivas que resulten necesarias para orientar una tendencia positiva del avance de la restauración y recuperación de la calidad ambiental de la Laguna del Valle de las Garzas que permita demostrar que se han alcanzado condiciones de buena calidad ambiental y equilibrio dinámico que produzcan servicios ambientales.

#### IV. DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS-METODOLOGÍA EMPLEADA.

##### IV.1 Área de estudio.

La Laguna del Valle de Las Garzas se localiza al Norte de la Laguna del puerto interior San Pedrito se encuentra aproximadamente dentro de las coordenadas  $19^{\circ} 05' 05''$  y  $19^{\circ} 06' 10''$ , latitud Norte y  $104^{\circ} 18' 00''$   $104^{\circ} 19' 20''$  de longitud Oeste. Colinda al Norte con la comunidad de Salagua al Este con la comunidad de Las Garzas y la carretera costera Manzanillo-Cihuatlán y al Sur con la carretera Manzanillo-Santiago y a 25 m aproximadamente el puerto interior de San Pedrito (Figura 13 y Figura 14).

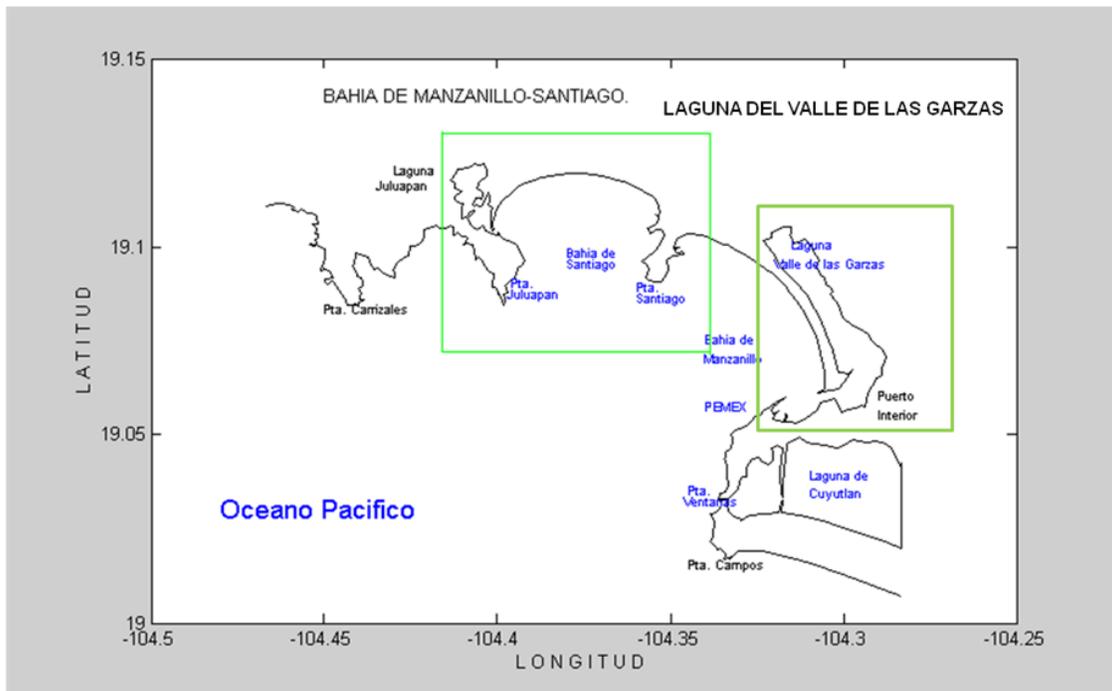


Figura 13. Ubicación de la Laguna del Valle de las Garzas



**Tabla 1. Coordenadas de los sitios de muestreo en la zona de estudio.**

Estación	POINT_X	POINT_Y	Latitud	Longitud
6	573284.0000	2110564.0000	19° 5' 29.55" N	104° 18' 44.75" O
4	572920.0000	2110923.0000	19° 5' 55.53" N	104° 18' 31.08" O
5	572719.0000	2111409.0000	19° 5' 43.90" N	104° 18' 26.38" O
1	572204.0000	2111542.0000	19° 5' 20.86" N	104° 18' 35.60" O
3	572347.0000	2111432.0000	19° 5' 59.38" N	104° 18' 36.52" O
2	572323.0000	2111972.0000	19° 5' 23.23" N	104° 18' 54.41" O
E7	573855.9405	2110106.3298	19° 4' 57.08" N	104° 17' 52.61" O
SP-Intersticial	574152.8424	2108801.1527	19° 4' 14.58" N	104° 17' 42.63" O
E8	573352.5850	2107711.3649	19° 3' 39.23" N	104° 18' 10.16" O
E9	574911.5738	2108578.9077	19° 4' 07.25" N	104° 17' 16.70" O



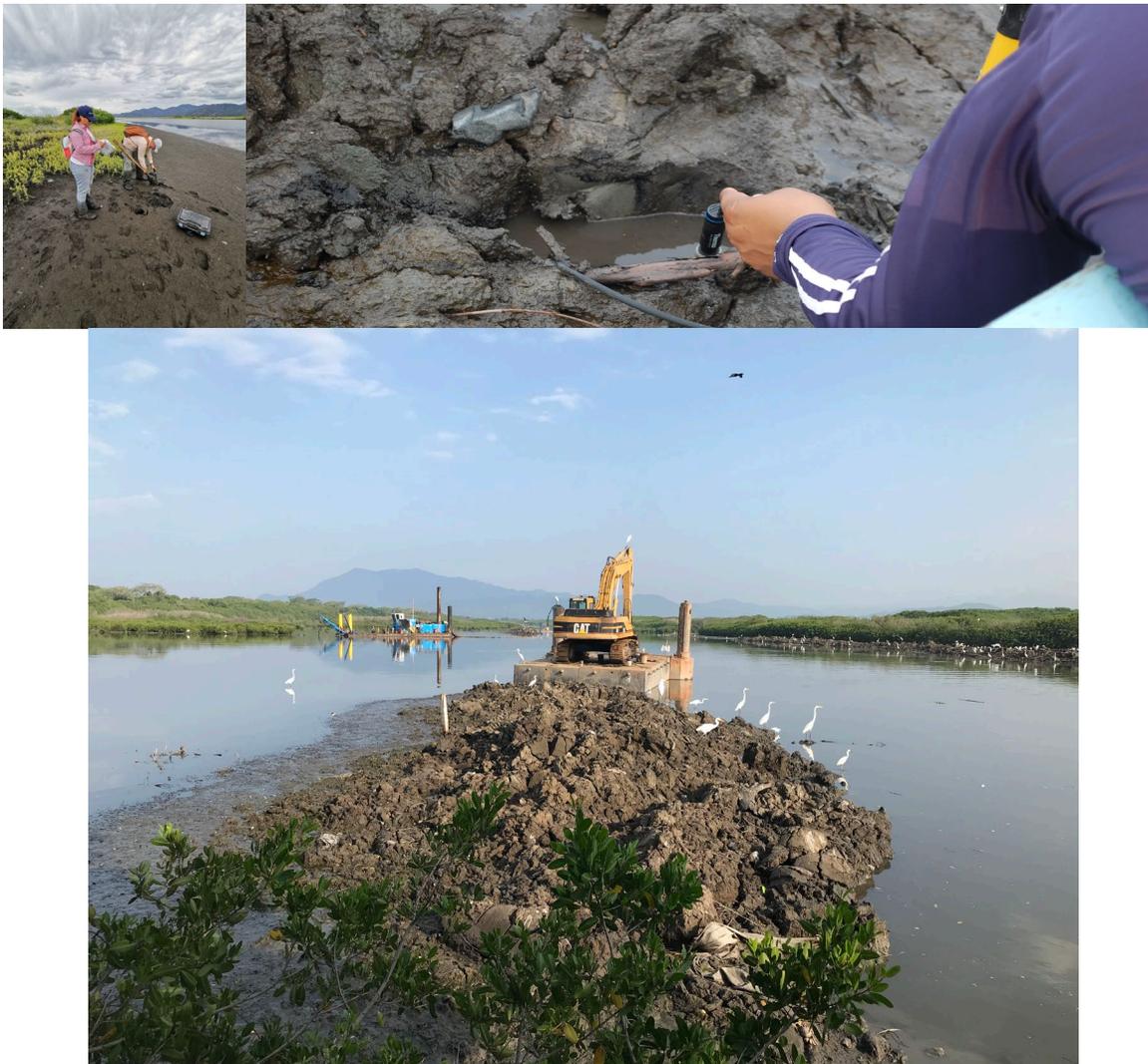
**Figura 15. Ubicación de las estaciones en las Lagunas del Valle de las Garzas, San Pedro y Puerto Interior.**

En el aspecto biótico se midió:

Delimitación del Humedal, Coliformes, Bentos, Fitoplancton, Zooplancton, Peces, Aves, Cocodrilos, Vegetación, y Fauna terrestre.

En el aspecto abiótico se midió:

Suelos, Físicoquímicos, Niveles de agua y gastos (control hidráulico), Estudio de azolvamiento, Agua intersticial y sedimentos para reforestación de mangle (Figura 16 y Figura 17).































**Figura 16. Medición de aspectos bióticos y abióticos en la zona de estudio.**



**Figura 17. Aspecto que presentaron algunas zonas en relación con la calidad del agua en el mes de julio.**

### IV.3. Actividades en laboratorio

En los laboratorios se analizaron las muestras y procesaron los resultados de los estudios bióticos y abióticos con el propósito de considerar la tendencia que sigue la calidad ambiental de las Lagunas Valle de Las Garzas.









A continuación, se muestran algunos resultados de los aspectos bióticos y abióticos, la información en detalle se encuentra como ANEXO en los Informes Anuales de:

- 1. MEDICIONES DE LA AVIFAUNA EN LAS LAGUNAS DEL VALLE DE LAS GARZAS Y SAN PEDRITO.**
- 2. ESTUDIO DE LA PROCEDENCIA, CANTIDAD Y TIPO DE SEDIMENTO QUE PRODUCE EL AZOLVE EN LA LAGUNA DEL VALLE DE LAS GARZAS.**
- 3. VALORACIÓN PERIÓDICA DEL BENTOS EN LA LAGUNA DEL VALLE DE LAS GARZAS Y DE LA PTAR.**
- 4. ABUNDANCIA Y ESTRUCTURA POBLACIONAL DE *Crocodylus acutus* EN LA LAGUNA DEL VALLE DE LAS GARZAS, MANZANILLO, COLIMA, MÉXICO.**

5. MEDICIONES DE COLIFORMES EN LA LAGUNA DEL VALLE DE LAS GARZAS Y DE LA PTAR.
6. DELIMITACIÓN DEL HUMEDAL DE LA LAGUNA VALLE DE LAS GARZAS BAJO CRITERIOS EDAFOLÓGICOS, HIDROLÓGICOS Y BIÓTICOS.
7. MEDICIONES DE LA FAUNA EN LAS LAGUNAS DEL VALLE DE LAS GARZAS Y SAN PEDRITO.
8. MEDICIONES DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS EN LA LAGUNA DEL VALLE DE LAS GARZAS Y DE LA PTAR.
9. VARIACIÓN DEL FITOPLANCTON EN LAS LAGUNAS DEL VALLE DE LAS GARZAS Y SAN PEDRITO.
10. HIDRODINÁMICA EN LA LAGUNA DEL VALLE DE LAS GARZAS Y PUERTO INTERIOR DE SAN PEDRITO.
11. ESTUDIO DE LA ICTIOFAUNA EN LAS LAGUNAS DEL VALLE DE LAS GARZAS Y SAN PEDRITO.
12. SEDIMENTOS EN LA LAGUNA DEL VALLE DE LAS GARZAS Y PUERTO INTERIOR DE SAN PEDRITO.
13. TENDENCIA DE LA CALIDAD AMBIENTAL DE LAS LAGUNAS VALLE DE LAS GARZAS, SAN PEDRITO Y HUMEDAL DE MANGLAR A RESTAURAR.
14. MANGLE Y VEGETACIÓN HALÓFILA
15. VALORACIÓN PERIÓDICA DEL ZOOPLANCTON EN LAS LAGUNAS DEL VALLE DE LAS GARZAS Y SAN PEDRITO.

## V. ASPECTOS BIÓTICOS Y ABIÓTICOS

### V.1. Características físicas

#### V.1.1 Fisiografía y topografía

La Laguna Valle de las Garzas se encuentra en la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur; pertenece a la subprovincia Sierras de las Costas de Jalisco y Colima. El sistema de toposformas al que pertenece es el de Llanura (INEGI, 2001) (Figura 5).

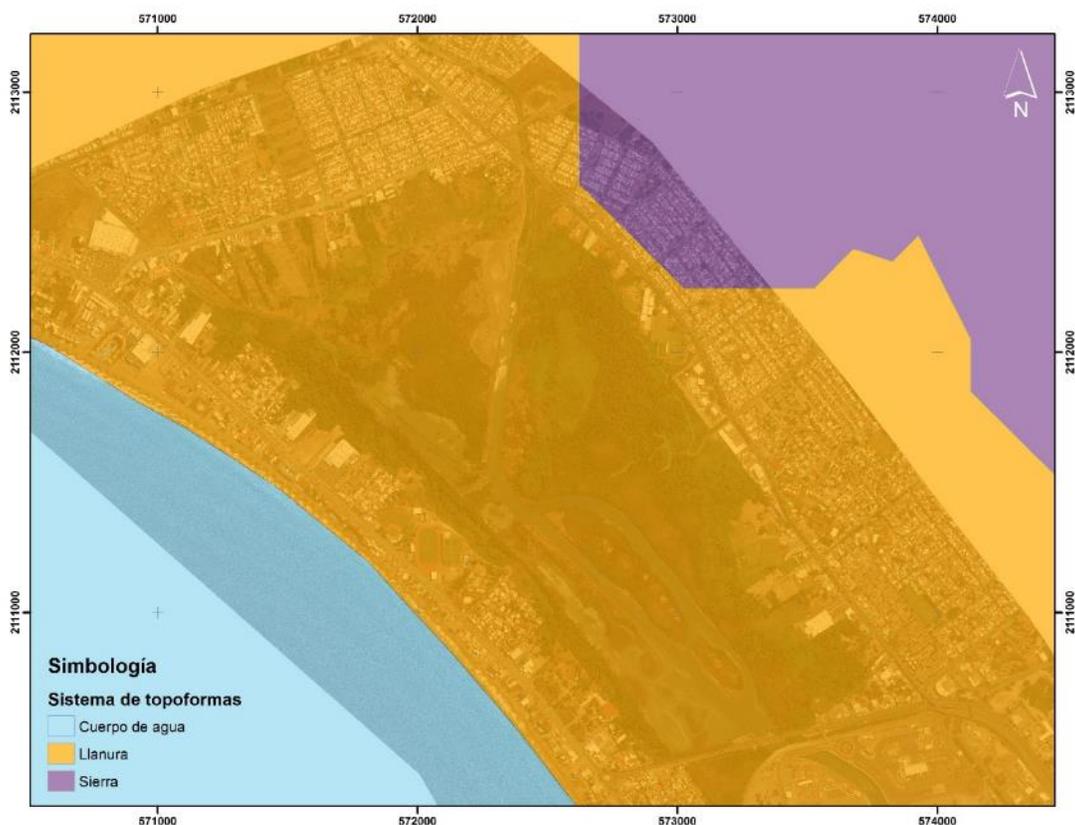
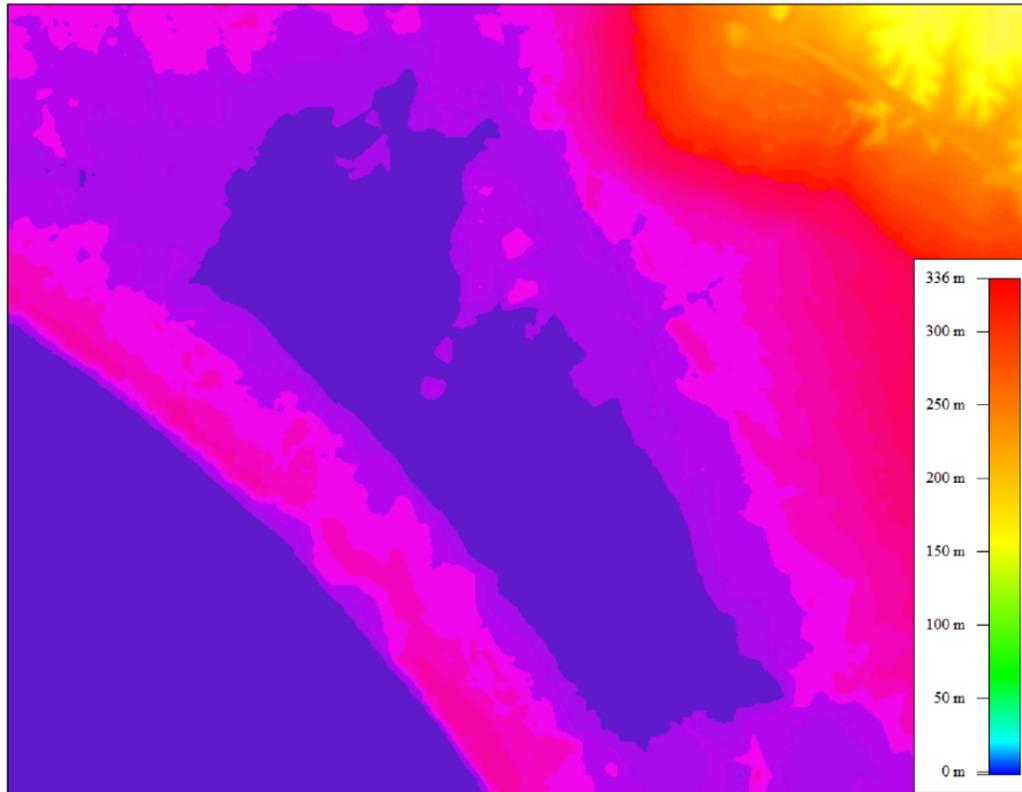


Figura 18. Sistema de toposformas<sup>3</sup>, sobre Imagen Satelital RGB 2019.

En la zona de estudio se usaron las cartas E13B42F2, E13B43D1 y E13B43D2 (año 2011) del modelo digital de elevación (MDE) de alta resolución Lidar de

INEGI, con una resolución de 5 metros. En el modelo digital de elevación se distingue fácilmente la Laguna del Valle de las Garzas (Figura 19).



**Figura 19. Modelo digital de elevación de la Laguna Valle de las Garzas. (INEGI, 2011)**

A partir del MDE se obtuvieron las curvas de nivel de la zona de estudio a cada 50 centímetros. En la Figura 20 se muestran las curvas de nivel sobre el MDE, mientras que en la Figura 21 se muestran las curvas de nivel sobre la **Imagen Satelital RGB 2019**. Donde se puede ver que la zona de estudio tiene cotas de 0 a 2.5 m.

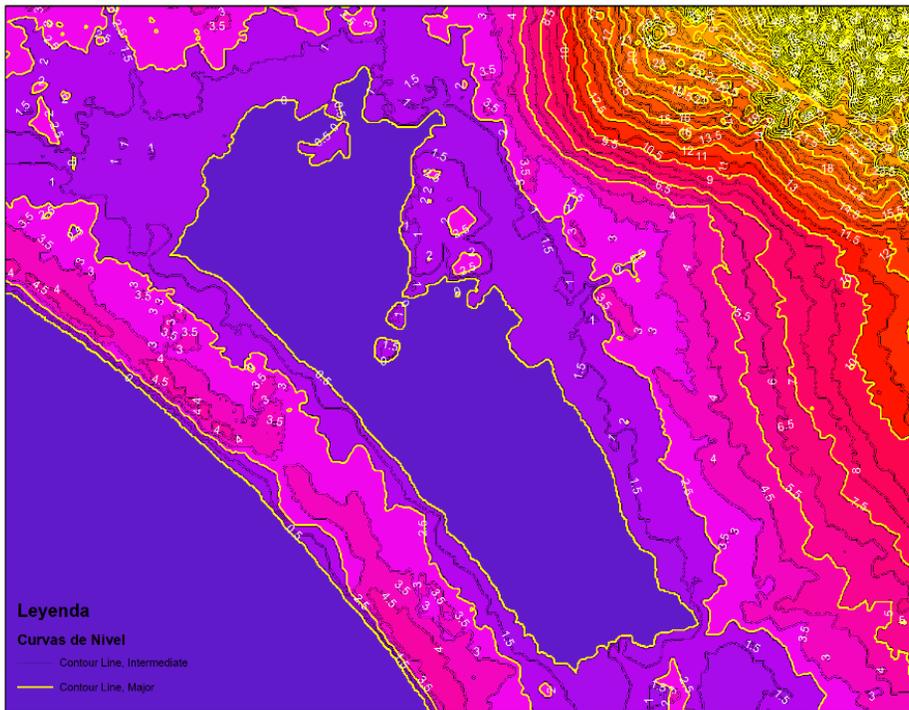


Figura 20. Curvas de nivel a 50 cm sobre el MDE de la Laguna Valle de las Garzas.



Figura 21. Curvas de Nivel a 50 cm sobre Imagen Satelital RGB 2019 de la Laguna Valle de las Garzas.

### V.1.2 Geología histórica y física

Las características litológicas en la zona de estudio son las siguientes: predomina el Palustre (Qpa), seguido de Lacustre (Qla) y en menor proporción Aluvión (Qal) (Figura 22) con tipo de roca sedimentaria.<sup>3</sup>

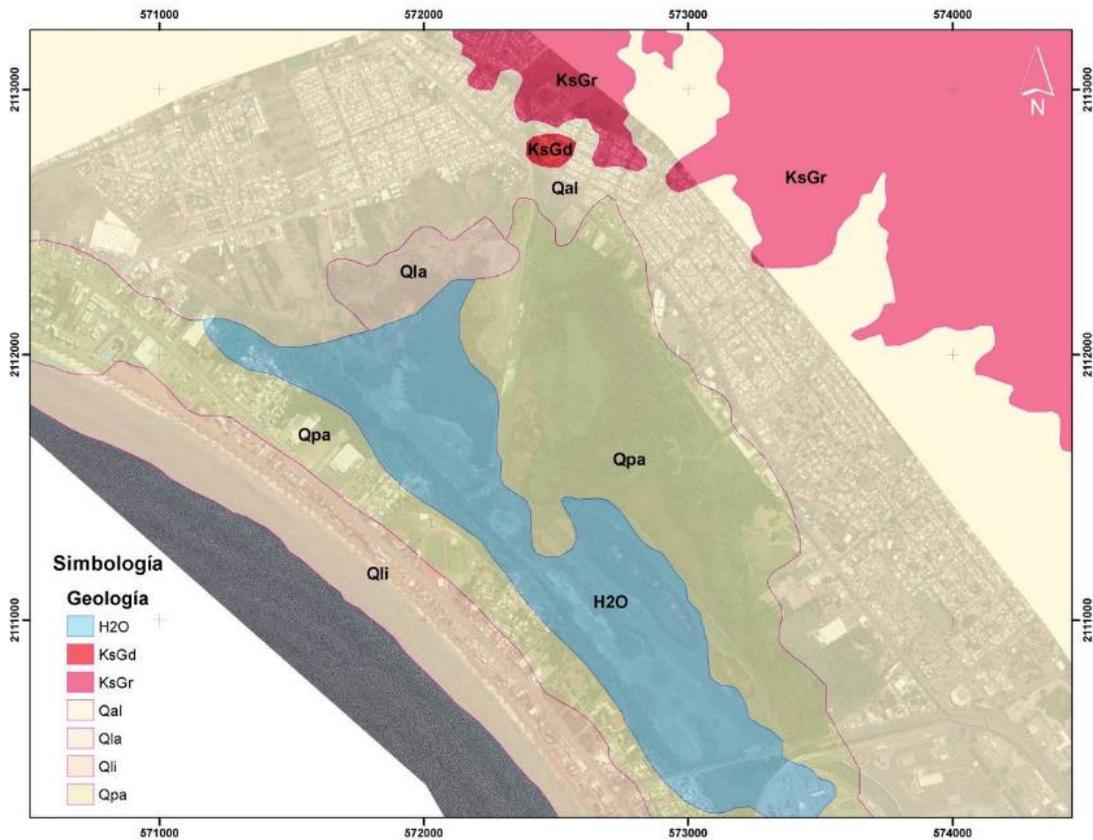


Figura 22. Geología en la zona de estudio, sobre Imagen Satelital RGB 2019.

<sup>3</sup> Servicio Geológico Mexicano. Carta Geológica-Minera Manzanillo E13-B43. Escala 1:50 000.

## Cobertura geológica en el cuerpo lagunar hasta el límite de la zona federal.

En la carta geológica el cuerpo de agua tiene 85.29 ha, Palustre 107.97 ha, Lacustre 9.83 ha y Aluvión 6.04 ha (Tabla 2). En la Figura 23 se muestra la cobertura geológica en el cuerpo lagunar hasta el límite de la zona federal.

**Tabla 2. Cobertura de uso de suelo y vegetación hasta el límite de zona federal.**

Litología	Clave	Ha
Aluvión	Qal	6.04
Cuerpo de agua	H <sub>2</sub> O	85.29
Lacustre	Qla	9.83
Palustre	Qpa	107.97



**Figura 23. Geología en el cuerpo lagunar hasta el límite de la zona federal, sobre Imagen Satelital RGB 2019.**

### ***V.1.3 Hidrología***

La Laguna Valle de las Garzas pertenece a los acuíferos Jalipa-Tapeixtles y Santiago-Salagua, ubicados en el estado de Colima en la región hidrológica administrativa (RHA) VII Lerma-Santiago-Pacífico. En el diario oficial de la federación fue publicado el 4 de enero del 2018 la situación actual de estos dos acuíferos.

El Acuífero Jalipa-Tapeixtles, definido con la clave 0608 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo de Aguas Subterráneas (SIGMAS) de la CONAGUA, se localiza en la porción occidental del estado de Colima, entre los

paralelos 19° 01' y 19° 09' de latitud Norte y entre los meridianos 104° 12' y 104° 21' de longitud Oeste, cubriendo una superficie aproximada de 60 km<sup>2</sup>.

Limita al norte y oeste con el acuífero Santiago-Salagua, al sur y este con el acuífero El Colomo, pertenecientes al estado de Colima; y al suroeste su límite natural es el Océano Pacífico (Figura 24).



Figura 24. Localización del acuífero Jalipa-Tapeixtles (Imagen de World Imagery Esri, 2017).

El acuífero Jalipa-Tapeixtles es jurisdicción territorial de la Dirección Local Colima. Su territorio se encuentra totalmente vedado y sujeto a las disposiciones del *“Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la zona costera del Estado de Colima, controlándose las extracciones, uso o aprovechamiento de aguas del subsuelo de dicha zona”* (DOF, 20 de agosto de 1973).

Esta veda es de tipo II, en la que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permite extracciones para usos domésticos.

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua (2014), el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 3. El uso principal del agua subterránea es el público-urbano.

### **Hidrogeología del acuífero Jalipa-Tapeixtles**

Basados en datos del informe de “Actualización de la disponibilidad media anual del agua en el acuífero Jalipa-Tapeixtles” realizado por CONAGUA, y publicado en el DOF el 4 de enero de 2018, fue revisada la hidrogeología para mostrar el tipo de acuífero, sus parámetros hidráulicos, profundidad de los niveles de agua subterránea (piezometría) y comportamiento hidráulico.

### **Tipo de acuífero**

Con base en los estudios hidrogeológicos realizados, los sondeos geofísicos y la información de la geología superficial, es posible establecer que el acuífero es de tipo libre, heterogéneo y anisotrópico, con presencia de condiciones locales de semi-confinamiento debido a la existencia de sedimentos lacustres en las zonas cercanas a las lagunas. Está integrado, en su porción superior, por un medio granular constituido por sedimentos clásticos de granulometría variada y conglomerados, cuyo espesor puede alcanzar más de cien metros en la porción

centro-sur del acuífero; en su porción inferior por rocas volcánicas, sedimentarias y vulcanosedimentarias que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento y alteración (CONAGUA, 2019).

### Parámetros hidráulicos

Como parte de las actividades del estudio realizado en el 2013, sólo se ejecutó una prueba de bombeo de corta duración, tanto en etapa de abatimiento como de recuperación. Adicionalmente, a los estudios llevados a cabo en 1974 y 1978, con 9 pruebas de bombeo más. De los resultados de su interpretación por métodos analíticos convencionales se observa que los valores de transmisividad varían de  $12.0 \times 10^{-3}$  a  $8.6 \times 10^{-2} \text{m}^2/\text{s}$  (CONAGUA, 2019). Es decir  $1.04 \times 10^3 \text{m}^2/\text{día}$  a  $7.43 \times 10^3 \text{m}^2/\text{día}$ . Por lo que según la Clasificación de terrenos por su transmisividad muestran que es un acuífero excelente y muy permeable (Tabla 3).

**Tabla 3. Clasificación de terrenos por su transmisividad T (IGME, 2020).**

T (m <sup>2</sup> /día)		1	10	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
Calificación	Impermeables	Poco permeable	Algo permeable	Permeable	Muy permeable
Calificación del acuífero	Sin acuífero	Acuífero muy pobre	Acuífero pobre	Acuífero de regular a bueno	Acuífero excelente
Tipo de materiales	Arcilla compacta Pizarra Granito	Arena fina Arena limosa Caliza poco fracturada Basaltos	Arena limpia Grava y arena Arena fina Caliza fracturada	Arena limpia Grava y arena Arena fina Caliza fracturada	Grava limpia Dolomías Calizas muy fracturadas

En la conductividad o permeabilidad hidráulica se registraron valores que varían de  $8.0 \times 10^{-4}$  a  $1.4 \times 10^{-3}$  m/s (69 a 121 m/d). Según la Tabla 4, tiene una permeabilidad hidráulica muy alta con posibilidad del acuífero para pozos de entre 50 y 100 l/s con 10 m de depresión teórica.

**Tabla 4. Valores de la permeabilidad K (IGME, 2020).**

K (m/día)	Calificación estimativa	Posibilidades del acuífero
$K < 10^{-2}$	Muy baja	Pozos de menos de 1 l/s con 10 m de depresión teórica
$10^{-2} < K < 1$	Baja	Pozos de entre 1 y 10 l/s con 10 m de depresión teórica
$1 < K < 10$	Media	Pozos de entre 10 y 50 l/s con 10 m de depresión teórica
$10 < K < 100$	Alta	Pozos de entre 50 y 100 l/s con 10 m de depresión teórica
$100 < K$	Muy alta	Pozos de más de 100 l/s con 10 m de depresión teórica

Los valores más altos se registran en la porción alta de la planicie costera y en las inmediaciones de los cauces principales, donde predominan los clásicos gruesos de alta permeabilidad; en tanto que los valores mínimos se asocian a sedimentos con mayor contenido de arcillas. De acuerdo con la constitución geológica del acuífero, fue establecido que el rendimiento específico varía de 0.1 a 0.25 (CONAGUA, 2019).

## Piezometría.

En geología, se entiende por cota, superficie o nivel piezométrico a la altitud o profundidad (en relación con la superficie del suelo) del límite entre la capa freática y la zona vadosa en un acuífero.

Para el análisis del comportamiento de los niveles del agua subterránea, se eligió la información piezométrica de los años 2006 y 2013.<sup>4</sup>

### V.1.4 Factores climáticos

El clima en la Laguna Valle de las Garzas es de tipo Aw0 (w) que atribuye al tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano, con la particularidad que es el menos húmedo de los cálidos subhúmedos, es decir, humedad muy baja (Figura



Figura 25. Tipo de clima en la Laguna Valle de las Garzas. (Mapa elaborado con datos de INEGI).

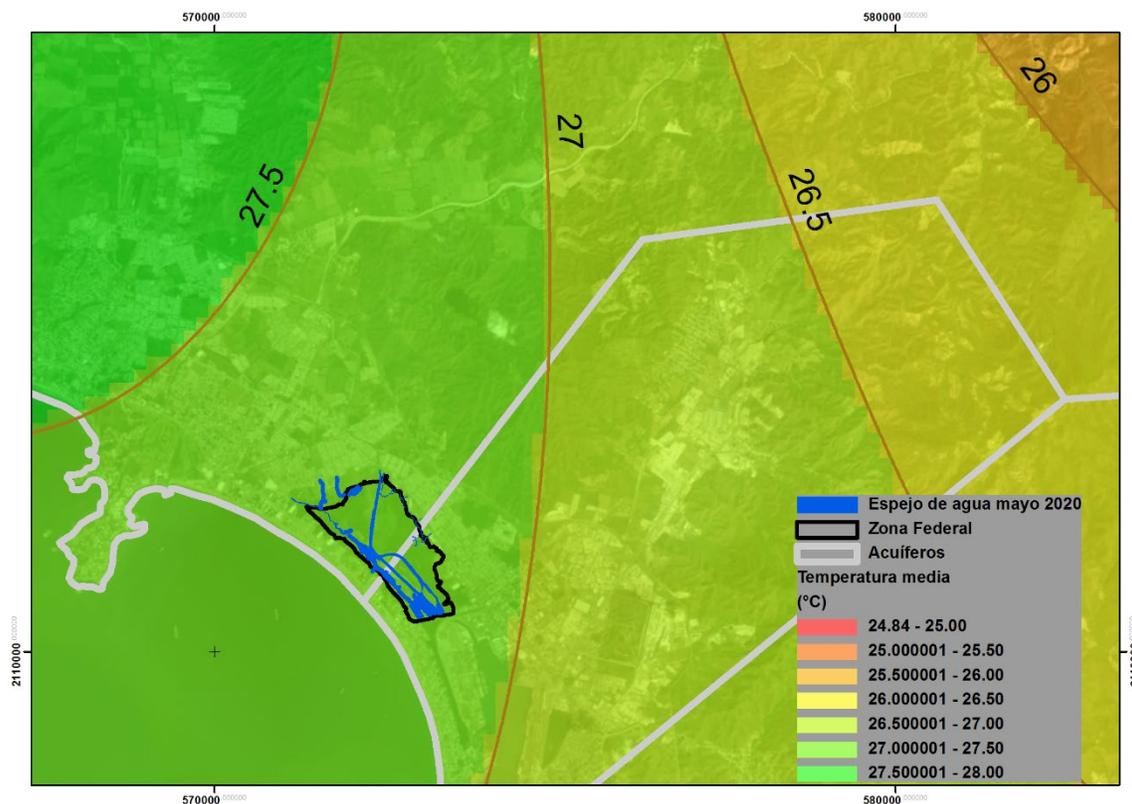
<sup>4</sup> Hasta ese año es la información más actualizada que tiene CONAGUA.

Para describir las características climáticas de la Laguna Valle de las Garzas se tomó como referencia la base de datos de las Estaciones Meteorológicas de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) que se encuentran ubicadas en las cercanías, las cuales son: Estación 06-095 (o 06-018) Manzanillo (Observatorio), Estación 06-001 Armería, Estación 06-069 Punta de Agua, Estación 06-063 Chandiablo, Estación 06-070 San José Lumber, Estación 06-004 Camotlán de Miraflores, y Estación 06-064 El Charco.

Los datos para describir las condiciones climatológicas incluyen registros desde 1961 hasta junio del año 2018.

## Temperatura

Tomando en cuenta los registros de datos de las Estaciones de CONAGUA (2020) ubicadas alrededor de la zona de interés, fue realizada una interpolación de datos para determinar que la temperatura media anual es entre 26.5 a 27°C; la distribución geográfica es mostrada en la Figura 26.



**Figura 26. Temperatura media (°C) en la Laguna Valle de las Garzas.**

La temperatura promedio anual en la estación 06-095 Manzanillo (Observatorio) es de 26.6°C, la temperatura del año más frío 20.3°C en 1971, y la temperatura del año más caluroso 25.5 en 2011. La temperatura promedio anual en la estación 06-069 Punta de Agua es de 26.5°C, la temperatura del año más frío 22.08°C en 2008, y la temperatura del año más caluroso 30.5 en 2014. La temperatura promedio anual en la estación 06-001 Armería es de 26.6°C, la temperatura del

año más frío 23.5°C en 1973 y la temperatura del año más caluroso 28.7 en el 2015.

### Temperatura extrema

Para calcular la distribución geográfica de temperatura máxima fueron interpolados datos de temperatura máxima (máxima anual en °C) de 7 estaciones meteorológicas de CONAGUA. La temperatura máxima en la Laguna Valle de las Garzas es de 40.5°C a 41°C (Figura 27).

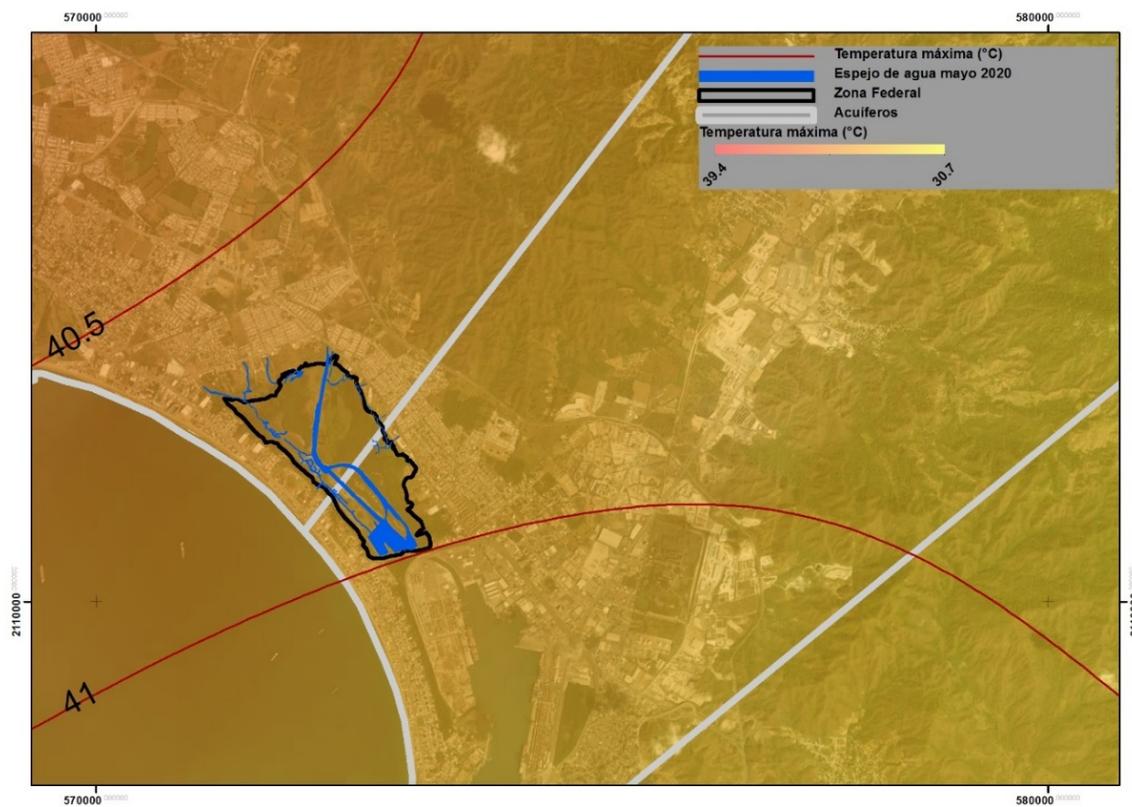


Figura 27. Temperatura máxima en la zona aledaña a la Laguna Valle de las Garzas (°C).

La temperatura máxima registrada fue en la estación de Armería durante el mes de mayo con 43°C.

La temperatura mínima en la Laguna Valle de las Garzas es de 8°C a 11°C, registradas alrededor de la zona por las estaciones meteorológicas 06-095, 06-069 y 06-001. La temperatura mínima es registrada al norte y aumenta hacia el sur, la distribución de la temperatura en la zona es mostrada en la Figura 28.

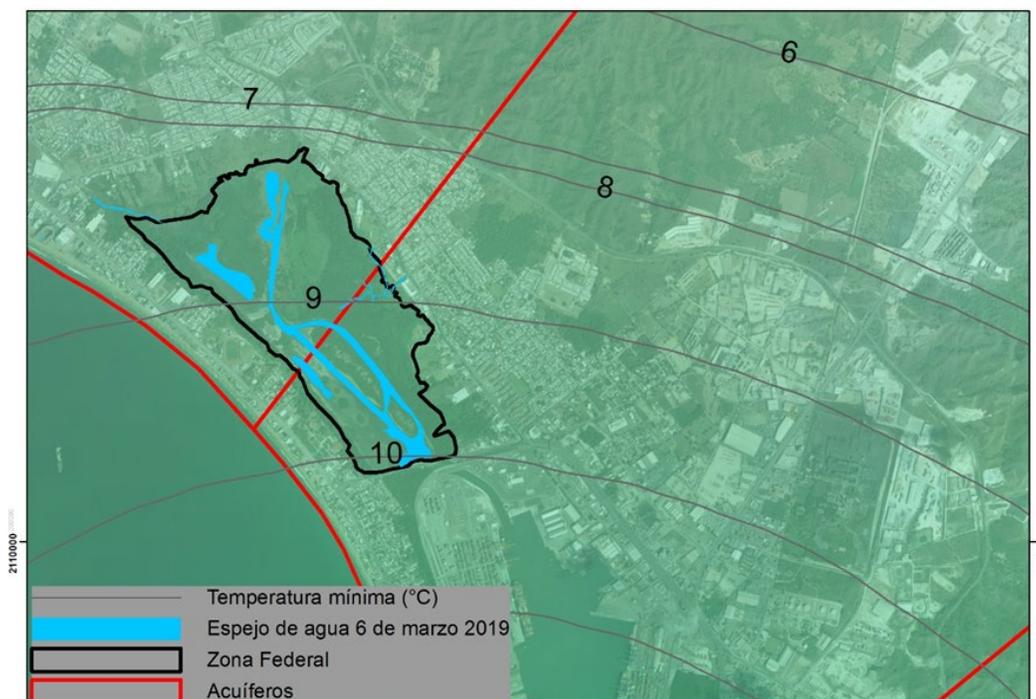


Figura 28. Temperatura mínima (CONAGUA, 2020).

## Lluvia

En la Laguna Valle de las Garzas la lluvia media anual es de 948.1 mm, el dato de lluvia total anual más bajo fue registrado por la estación Punta de Agua y el registro de la lluvia total anual más alta fue en la estación de Manzanillo (Observatorio) con 1143.9 mm.

La lluvia total anual (mm) en la zona de estudio tiene una distribución geográfica de 950 a 1000 mm.

## **Lluvia máxima en 24 horas**

La lluvia máxima en 24 h que se puede presentar en la Laguna Valle de las Garzas es de 180 a 190 mm. Esto fue calculado a partir de los datos registrados por las estaciones meteorológicas de CONAGUA ubicadas alrededor de la zona, con un periodo de registro de 1981 a 2018.

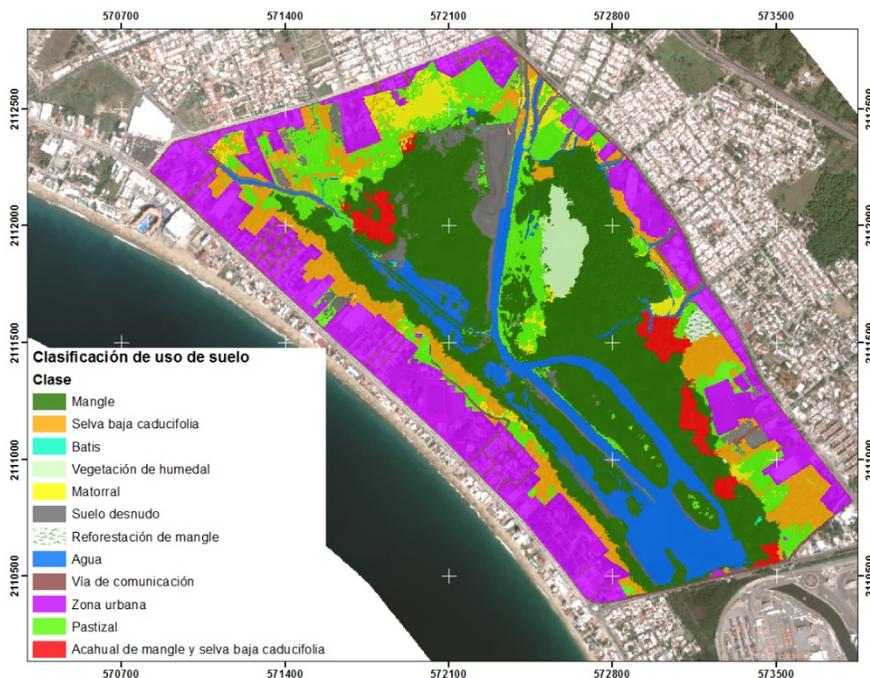
## **Evaporación.**

La Evaporación media anual en la Laguna Valle de las Garzas que se puede presentar es de 1600 a 1650 mm. Esto fue calculado a partir de los datos registrados por las estaciones meteorológicas de CONAGUA ubicadas alrededor de la zona.

## **V.2. Características biológicas**

### ***V.2.1. Flora***

La flora existente en la Laguna Valle de las Garzas es: Mangle, Selva baja caducifolia, Batís, Vegetación de humedal, Matorral, Reforestación de mangle, Pastizal y Acahual de mangle y selva baja caducifolia (Figura 29).



**Figura 29. Clases vegetales en el área de la Laguna Valle de las Garzas.**

La cobertura de uso de suelo de 2019 es de 355.65 ha, el mangle cubre la mayor parte del área con un total de 118.60 ha correspondiente al 33.37%, es decir el 56.87% de la cobertura vegetal. El 7.84% (9.30 ha) de la cobertura de mangle corresponde a acahuales de mangle con selva baja caducifolia (Tabla 5).

**Tabla 5. Cobertura de uso de suelo 2019 en la Laguna del Valle de las Garzas.**

Nombre clase	Área (m <sup>2</sup> )	Área (ha)	Cobertura (%)
Mangle	1,092,975.66	109.30	30.75%
Selva baja caducifolia	336,834.74	33.68	9.48%
Batís	1,431.91	0.14	0.04%
Vegetación de humedal	62,396.77	6.24	1.76%
Matorral	102,952.62	10.30	2.90%
Pastizal	396,006.68	39.60	11.14%
Acahual de mangle y selva baja caducifolia	93,035.87	9.30	2.62%

El Batís marítima, cubre una extensión de 1,431.91 m<sup>2</sup> en las que dos terceras partes se encuentran en forma fragmentada y sólo 516 m<sup>2</sup> un solo bloque (Figura 30).



**Figura 30. Área de 516 m<sup>2</sup> de Batís marítima.**

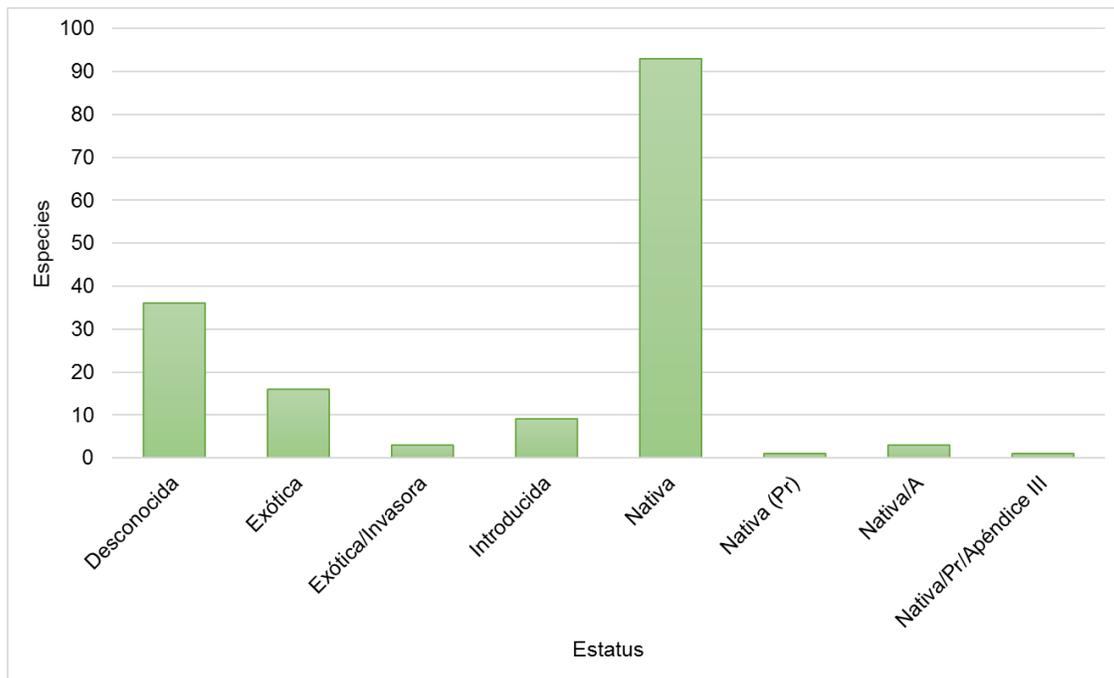
El área clasificada como vegetación de humedal es de 6.24 ha que corresponde al 1.76% de la cobertura total.

De las 162 especies vegetales (Consultar Anexo VEGETACIÓN), el 82.10% corresponde al tipo selva baja caducifolia y el 11.73% a pastizal (Figura 31).



**Figura 31. Tipo de vegetación.**

El 57.41% de las especies vegetales encontradas en la Laguna Valle de las Garzas tienen estatus de nativa, el 22.22% se desconoce su estatus y el 9.88% se consideran exóticas (Figura 32).



**Figura 32. Estatus de las especies.**

La vegetación (no perteneciente a mangle) identificada en la Laguna Valle de las Garzas, se encuentra en una etapa intermedia de sucesión ecológica, razón por la cual es posible encontrar una gran diversidad de especies. Presumiblemente, el este proceso de sucesión, es un fenómeno natural que deriva de la influencia intensa que proviene de las actividades humanas, que se realizan dentro del área de estudio, tales como: depósito de basura, vertimiento de aguas residuales a través de los arroyos de temporada, remoción de tierra, remoción de vegetación y actividades agropecuarias y agrícolas de subsistencia, así como actividades de traspatio de las viviendas colindantes, entre otras; son actividades que afectan la calidad del cuerpo lagunar y la vegetación que la compone, además de perturbar

el desarrollo de las comunidades vegetales; este aspecto se infiere por la gran abundancia de vegetación herbácea (87.37%) que sugiere una actividad antropogénica permanente en la zona.

### Bosque de manglar

El bosque de manglar en la Laguna Valle de las Garzas, existen tres especies, de las cuales predomina el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), pero también podemos encontrar mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en menor cantidad y mangle negro (*Avicennia germinans*) disperso sobre todo en la zona Norte.

El método de cuadrantes fue utilizado en 42 puntos (4 cuadrantes en cada uno) para evaluar el manglar al noreste, este y suroeste de la Laguna Valle de las Garzas (Figura 32). Los resultados son: 140 individuos de *Laguncularia racemosa*, 6 individuos de *Rhizophora mangle*.



Figura 33. Puntos de muestreo con el método de cuadrantes.

La altura máxima registrada en el bosque de manglar es de 23 m, la altura promedio es de 10.5 m. Las alturas fueron agrupadas en 3 clases con una amplitud de 10 metros: 0.0 a 9.9, 10 a 19.9 y 20 a 29.9 metros. En la primer clase se registraron 61 individuos de los cuales 57 son de *Laguncularia racemosa*, 4 de *Rhizophora mangle*; en la segunda clase se registraron 81 individuos (*Laguncularia racemosa*) siendo la clase más abundante y en la tercera se contabilizaron 2 individuos de la especie *Rhizophora mangle* (Figura 34 y Tabla 6).

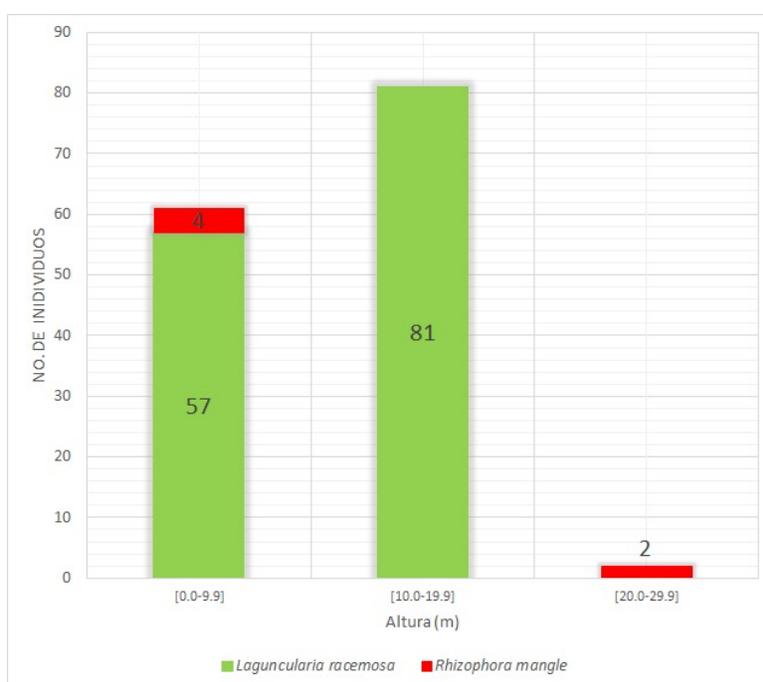
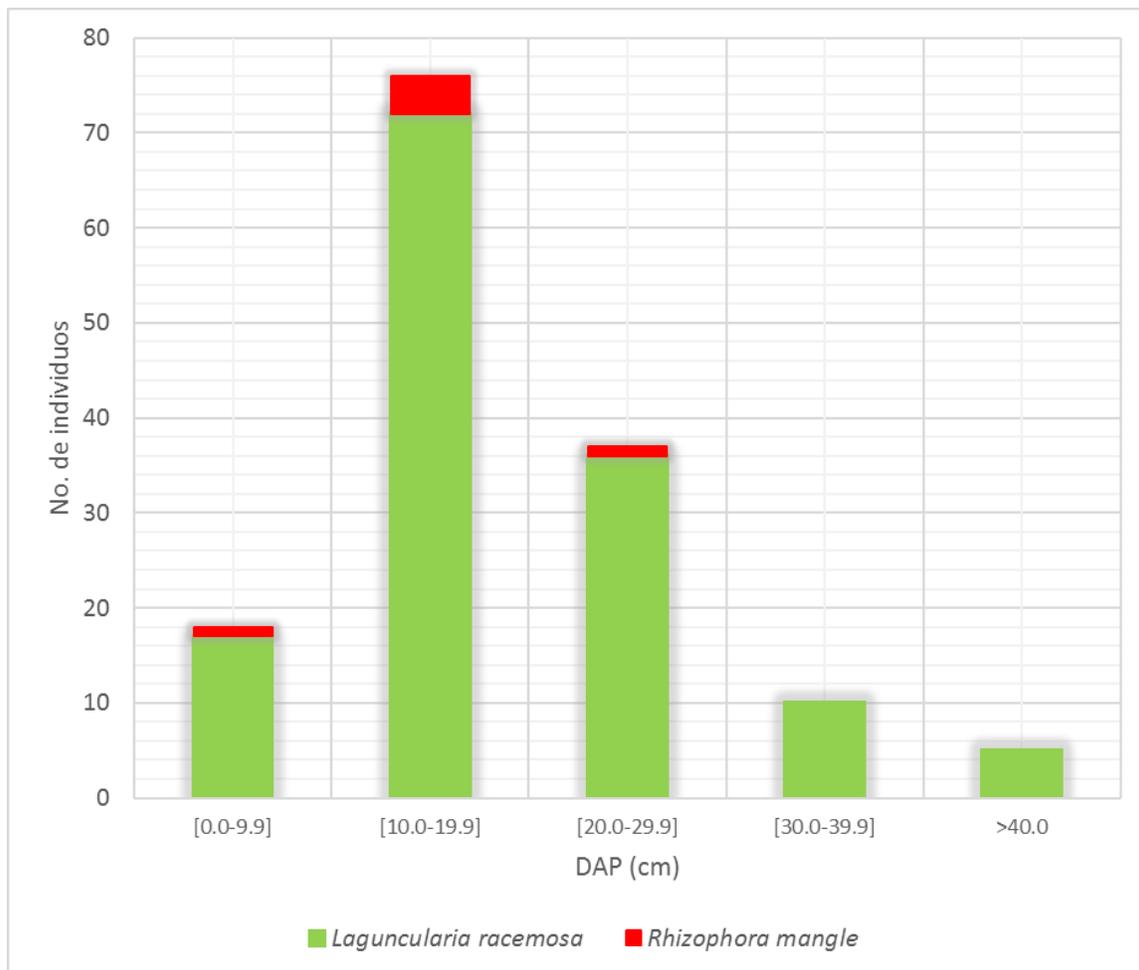


Figura 34. Altura de los árboles de mangle de algunas zonas de Laguna Valle de las Garzas.

Tabla 6. Altura del manglar por especie.

Especie	Altura (m)		
	[0.0-9.9]	[10.0-19.9]	[20.0-29.9]
<i>Laguncularia racemosa</i>	57	81	0
<i>Rhizophora mangle</i>	4	0	2
Total	61	81	2

Los valores del DAP varían de 6.53 a 21.65 cm, con una media de 18.71 cm. La variación diamétrica fue agrupada en 5 categorías: 0.0 a 9.9, 10 a 19.9 y 20.0 a 29.9, 30.0 a 39.9 y mayores a 40 centímetros. En la primer clase se registraron 18 individuos, en la segunda clase se registraron 76 individuos; en la tercera clase se contabilizaron 37 individuos; en la cuarta clase se contabilizaron 10 individuos y en quinta y última clase se contabilizaron 5 individuos (Figura 35). En cuanto a este parámetro la segunda clase, de 10 a 19.9 cm de DAP, resultó ser la más abundante.



**Figura 35 . Distribución diamétrica de los árboles de mangle de algunas zonas de Laguna Valle de las Garzas.**

La distribución diamétrica del manglar por especie es mostrada en Tabla 7, donde la especie *Laguncularia racemosa* registró un individuo con DAP mayor de 49.34 cm, mientras que en la mayoría de los individuos el DAP se registró un rango de 10.0 a 29.9 cm.

**Tabla 7. Distribución diamétrica del manglar por especie.**

Especie	DAP (cm)				
	[0.0-9.9]	[10.0-19.9]	[20.0-29.9]	[30.0-39.9]	>40.0
<i>Laguncularia racemosa</i>	17	72	36	10	5
<i>Rhizophora mangle</i>	1	4	1	0	0
<b>Total</b>	18	76	37	10	5

La densidad del bosque de manglar en la zona evaluada fue de 964 arb/ha. La densidad por especie se obtuvo a partir de la frecuencia relativa y la densidad absoluta del bosque de manglar, el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) tiene una densidad en el bosque de manglar de 924.83 arb/ha y frecuencia relativa de 0.96, la especie *Rhizophora mangle* se encontró con una densidad de 39.64 arb/ha y frecuencia relativa de 0.04 (Tabla 8).

**Tabla 8. Densidad por especie y frecuencia relativa.**

Especie	No. de arboles	Frecuencia	Densidad (ind/ha)
		Relativa	
<i>Laguncularia racemosa</i>	140	0.96	924.833
<i>Rhizophora mangle</i>	22	0.04	39.636
<b>Total</b>	146	1	964.46

El área basal promedio (AB) del manglar fue de 0.0329 m<sup>2</sup> se obtuvo a partir del DAP de cada individuo. El AB promedio para la especie *Rhizophora mangle* con 0.027 m<sup>2</sup> y para la especie *Laguncularia racemosa* fue de 0.0332 m<sup>2</sup>. La relación del área basal con la densidad por especie nos da la dominancia (m<sup>2</sup>/ha). La

suma de la dominancia por especie da finalmente la cobertura (m<sup>2</sup>) por hectárea del manglar en la zona (Tabla 9). La cobertura del manglar en las zonas evaluadas en la Laguna Valle de Las Garzas es de 31.77 m<sup>2</sup>/ha.

**Tabla 9. Área basal y dominancia en el manglar de 3 zonas de la Laguna Valle de las Garzas.**

Especie	Área Basal (m <sup>2</sup> )	Dominancia (m <sup>2</sup> /ha)
<i>Laguncularia racemosa</i>	0.033	30.76
<i>Rhizophora mangle</i>	0.026	1.015
Dominancia del bosque de manglar	0.033	31.77

En resumen, considerando los resultados obtenidos de la estructura de la vegetación de manglar, en la Tabla 10 se describe brevemente: de las tres especies encontradas la más abundante es *Laguncularia racemosa*, en conjunto la altura fue 11.94 m, la densidad de 964.46 ind/ha y un área basal general de 31.77 m<sup>2</sup>/ha. Dada la altura general y la información sobre DAP, podemos afirmar que estos bosques de mangle son relativamente jóvenes.

**Tabla 10. Estructura del manglar en Laguna Valle de las Garzas en la zona Este.**

Sitio	Densidad	Dominancia	Altura	No. de especies	Especie dominante
	(ind/ha)	(m <sup>2</sup> /ha)	(m)		
Laguna Valle de las Garzas	964	31.77	11.94	2	<i>Laguncularia racemosa</i>

### **Estructura de los bosques de Manglar en 3 subzonas particulares.**

Dada la gran variabilidad encontrada en los bosques de mangle de la Laguna de las Garzas, la información se reanalizó separando 3 zonas de manera individual: 1) Zona Suroeste; 2) Zona Este y 3) Zona Noreste:

En cuanto a la primera zona sólo se encontró a *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*: aquí se evaluaron 7 puntos Figura 35.



Figura 36. Puntos de muestreo en la Zona Suroeste de Laguna Valle de las Garzas.

El DAP promedio fue de 22.41 cm, y la altura promedio de 9.17 m. Finalmente, la distancia promedio entre individuos fue de 2.88 m Tabla 10.

Tabla 11. Valores promedio, máximos y mínimos de distancia (m), altura (m) y DAP además de las especies en la zona Este de la Laguna Valle de las Garzas.

SPP	Distancia (m)			DAP (cm)			Altura (m)		
	Min.	Prom.	Máx.	Min.	Prom.	Máx.	Min.	Prom.	Máx.
<i>Laguncularia racemosa</i>	0.85	2.86	5.5	13.37	22.41	36.3	5.86	7.72	9.6
<i>Rhizophora mangle</i>									

En la segunda zona denominada Este, las especies dominantes son, *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa*. Se evaluaron 8 puntos (Figura 35).



**Figura 36. Puntos de muestreo en la zona Este de Laguna Valle de las Garzas.**

Las características del manglar en esta zona fueron: DAP promedio de 22.95 cm, altura promedio 9.17 m y distancia promedio entre individuos de 4.24 m (Tabla 12).

**Tabla 12. Valores promedio, máximos y mínimos de distancia (m), altura (m) y DAP además de las especies encontradas en la Zona Este de la Laguna Valle de las Garzas.**

SPP	Distancia (m)			DAP (cm)			Altura (m)		
	Min.	Prom.	Máx.	Min.	Prom.	Máx.	Min.	Prom.	Máx.
<i>Laguncularia racemosa</i>	1.9	4.24	9.38	9.07	22.95	49.34	4.6	9.17	23

En la Zona Noreste de la Laguna Valle de las Garzas, las especies *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa* fueron las únicas registradas. Se evaluaron 27 puntos (Figura 37).



**Figura 37. Puntos de muestreo en la Zona Noreste de Laguna Valle de las Garzas.**

Las características estructurales del manglar fueron: DAP promedio de 16.63 cm, altura promedio 10.87 m y distancia promedio entre individuos de 3.0 m (Tabla 13).

**Tabla 13. Valores promedio, máximos y mínimos de distancia (m), altura (m) y DAP además de las especies en la zona Noreste de la Laguna Valle de las Garzas.**

SPP	Distancia (m)			DAP (cm)			Altura (m)		
	Min.	Prom.	Máx.	Min.	Prom.	Máx.	Min.	Prom.	Máx.
<i>Laguncularia racemosa</i>	1.1	3	6.9	11.94	16.63	42.21	2.4	6.53	24.1
<i>Rhizophora mangle</i>									

### **Análisis del estado físico del mangle baso en el NDVI**

En la Figura 38 se presenta el NDVI del bosque de manglar de la época de secas (Mayo 2019), el cual es de  $0.49 \pm 0.12$  (Valor máximo 0.85 y mínimo 0.00). Así mismo, en la Figura 39 se presenta el NDVI del bosque de manglar de la época de

lluvias (Noviembre 2019), el cual es de 0.37 (Error estándar de 0.11, valor máximo 0.61 y mínimo 0.0).

Esta información contrastada con otros estudios realizados en la Laguna de Cuyutlán, por la Universidad de Colima, sugieren que, en la Laguna Valle de las Garzas, el manglar ha estado bajo condiciones de estrés de manera prolongada. Por ejemplo, en Cuyutlán, los sitios considerados como “sanos” muestran niveles de NDVI entre 0.60 y 0.89, con un promedio de 0.69 (Error estándar de 0.09)

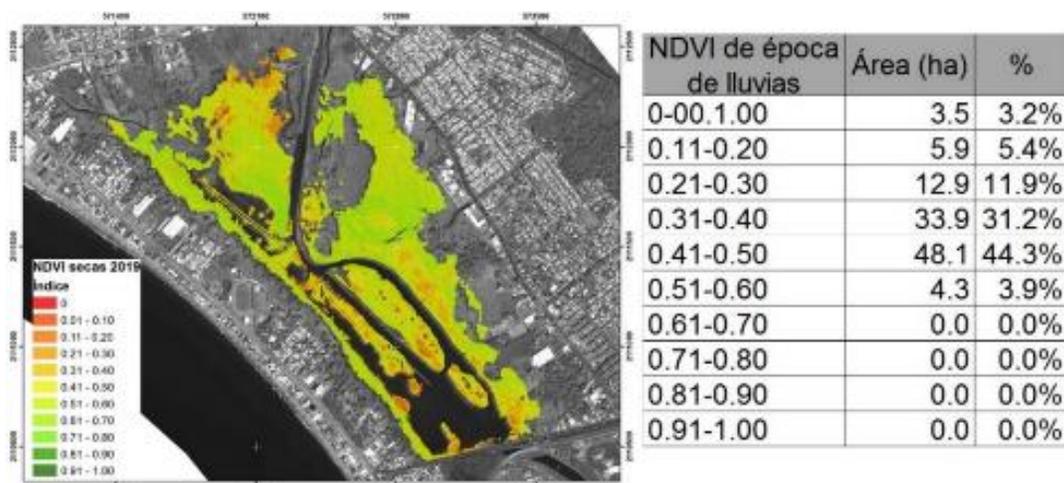


Figura 38. NDVI del bosque de manglar en la Laguna Valle de las Garzas en el mes de mayo de 2019.

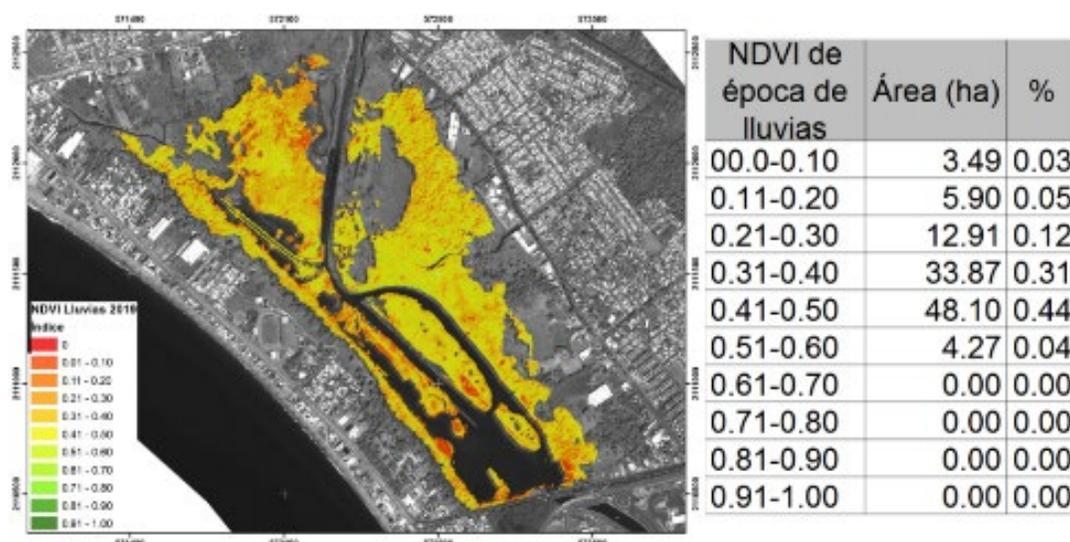


Figura 39. NDVI del bosque de manglar en la Laguna Valle de las Garzas en el mes de noviembre de 2019.

El estudio realizado al bosque de mangle basado en el NDVI, nos permite asegurar o concluir, que todo el bosque de manglar en el Valle de las Garzas, se encuentra afectado negativamente, por las condiciones prevalecientes durante los últimos años.

### **V.2.2. Fauna**

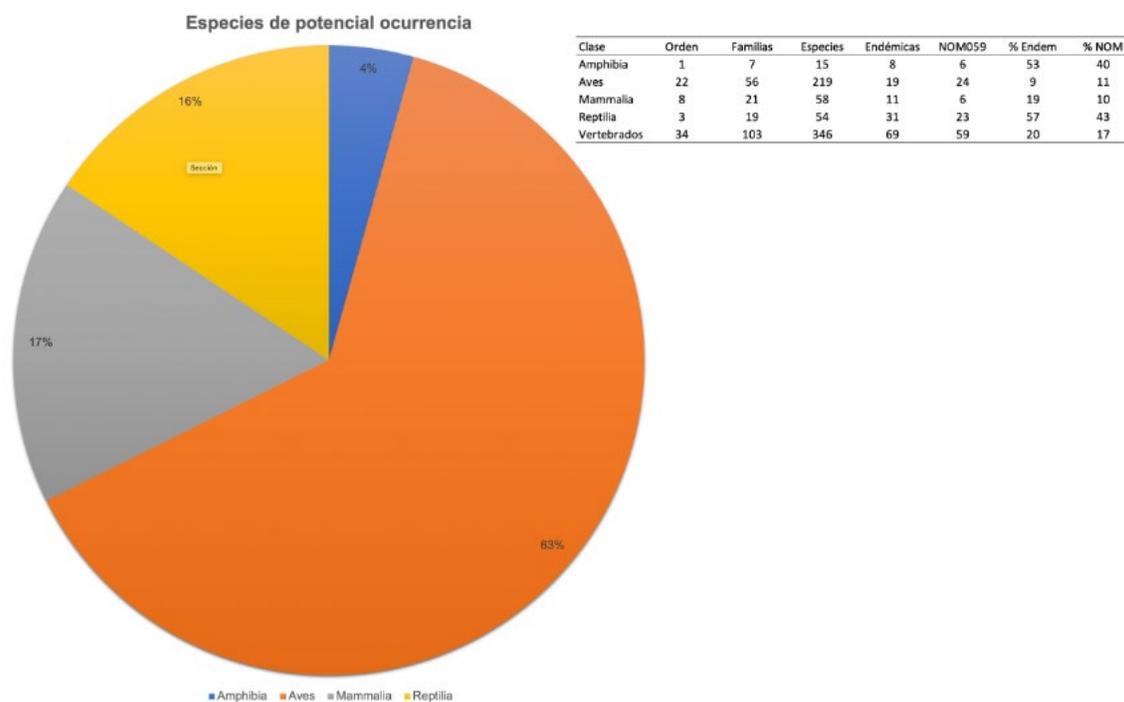
Las especies de vertebrados son un componente sustancial de la fauna y biodiversidad desde la escala mundial, nacional, regional y local. La biodiversidad mexicana es específico una de las más importantes del mundo, debido a su considerable riqueza de especies y endemismos. México es considerado un país megadiverso ya que junto con quince otros países concentra más de 70% de las especies del mundo; México por si solo alberga un poco más del 10% de toda la biodiversidad mundial (Sarukhán *et al.*, 2009). Las especies de vertebrados terrestres mexicanos incluyen 2,600 especies, por lo que México ocupa el quinto lugar mundial en número de especies de anfibios (Parra-Olea *et al.*, 2014), el segundo en reptiles (Flores-Villela y Garcia-Vázquez, 2014) y mamíferos (Ceballos, 2014) y el décimo primero en aves (Ceballos, 2014), grupos en los cuales el porcentaje de especies endémicas puede alcanzar hasta el 60%.

A nivel regional, el occidente de México, y en específico las tierras bajas de la vertiente del Pacífico albergan una de las mayores concentraciones de especies de vertebrados ya que un tercio de la riqueza de especies y endemismos de México están presentes en esta región en la cual alrededor del 40% de las aves son migratorias (Arizmendi *et al.*, 1990; Noguera *et al.*, 2002). La importancia de esta región en la conservación de la biodiversidad mexicana ha sido reconocida a través del establecimiento de una red de áreas naturales protegidas de diversas categorías, así como de regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad general y de las aves en particular (Ceballos *et al.*, 2014).

A nivel estatal, el estado de Colima es refugio de un poco más de una cuarta parte de las especies mexicanas de vertebrados terrestres (García et al., 2016) que incluyen a 628 especies entre las que se encuentran 36 anfibios, 117 de reptiles, 346 de aves y 129 de mamíferos, que en su conjunto representan alrededor del 25% del total de especies presentes en México. Así mismo Colima resalta por el alto grado de endemismo de especies de vertebrados siendo el porcentaje mayor en anfibios (63%), y en menor grado en reptiles (50%), mamíferos (25%) y en aves (13%).

Mediante la revisión de diversas fuentes de información especializada, se elaboró un listado de especies de potencial ocurrencia en dentro y en los alrededores de las Lagunas del Valle de las Garzas, San Pedrito y Tapeixtles. Estos trabajos incluyen diversas publicaciones como los trabajos de García y Ceballos (1994), Howell & Webb (1994), Mellink y de la Riva (2005), Pérez-Valadez, et al., (2013), García et al., (2016), Grosselet y Ruiz (2016), Ceballos y Miranda (2000) y la encontrada en los sitios virtuales como los del IUCN (<http://www.iucnredlist.org/>), amphibian global assessment ([www.amphibiaweb.org](http://www.amphibiaweb.org)), AmphibiaWeb (<http://amphibiaweb.org>) the reptile database (<http://www.reptile-database.org/>), mammal species of the world (<http://www.bucknell.edu/msw3/>) y de la CONABIO para vertebrados en general y aves en particular (<http://avesmx.conabio.gob.mx/> y <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>). En estas fuentes consultadas puede encontrarse información de la distribución de las especies en la región, así como sobre su hábitat y tipo de alimentación. La información sobre el estado de conservación de las especies, endemismo y riesgo se obtuvo a partir de la revisión del listado de especies incluidas en la NOM059-2010 (SEMARNAT, 2010) incluyendo la modificación de su Anexo Normativo III publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de noviembre de 2019 así como la Fe de erratas de dicho anexo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de marzo del 2020.

Así tenemos que en estas lagunas y sus alrededores región existen potencialmente 346 especies de vertebrados que incluyen (Figura 40 y Anexo I) 15 especies de anfibios, 54 de reptiles, 58 de mamíferos y 219 de aves. Estas especies de vertebrados incluyen 69 especies endémicas de México (20% del total potencial) y 59 dentro de alguna categoría de riesgo (17%), siendo el endemismo y riesgo mayor entre los anfibios y los reptiles de esta región.



**Figura 40. Número y porcentaje de especies de posible ocurrencia en la región**

Los resultados de 10 muestreos mensuales en diez sitios a través de las lagunas Valle de las Garzas, San Pedrito y Tapeixtles durante el periodo de agosto 2019 a julio 2020 permitieron corroborar la presencia de 163 especies de vertebrados que incluyen 8 anfibios, 20 reptiles, 126 aves y 9 mamíferos que representan 47% de las especies de posible presencia en la región. Este porcentaje es considerable si se toma en cuenta que las 163 fueron observadas en sitios ubicados dentro de las lagunas y que el número potencial (346) fue establecido de acuerdo con un área

mucho más grande, con más ecosistemas y condiciones y conexiones a corredores de vegetación natural. El que se haya verificado la presencia del 47% de estas especies es un indicador del enorme potencial de estas lagunas para contener mucha más diversidad de la registrada durante los muestreos de campo si se llevan a cabo acciones de restauración, protección y monitoreo de estas lagunas. Lo anterior cobra mayor relevancia ya que el 38% de las especies de aves registradas en campo son migratorias, dicho porcentaje es muy similar (40%) al reportado para las aves del estado de Colima.

Entre las 163 especies registradas en campo, existen 42 especies que están dentro de alguna categoría de riesgo (25 especies o 15% de total registradas) o son endémicas de México (29 o 18% del total registradas), mientras que doce especies endémicas están en riesgo (Tabla 14, Anexo I).

**Tabla 14. Especies de vertebrados endémicas o en riesgo y que fueron registradas en campo.**

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	Cate_NOM
Amphibia	Anura	Eleutherodactylidae	Eleutherodactylus modestus	Rana Chirriadora Dedos Chatos	EN	Pr
Amphibia	Anura	Hylidae	Agalychnis dacnicolor	Ranita Verduzca	EN	SC
Amphibia	Anura	Hylidae	Exerodonta smaragdina	Ranita de Pastizal	EN	Pr
Amphibia	Anura	Hylidae	Tlalocohyla smithii	Rana de Árbol Mexicana Enana	EN	Pr
Amphibia	Anura	Microhylidae	Hypopachus ustus	Sapo Boca Angosta Huasteco	NE	Pr
Amphibia	Anura	Ranidae	Lithobates forreri	Rana Leopardo de Forrer	EN	Pr
Reptilia	Crocodylia	Crocodylidae	Crocodylus acutus	Cocodrilo de Río	NE	Pr
Reptilia	Squamata	Boidae	Boa sigma	Mazacuata	EN	A
Reptilia	Squamata	Colubridae	Salvadora mexicana	Culebra Chata del Pacífico	EN	Pr
Reptilia	Squamata	Columbidae	Lampropeltis polyzona	Falsa Coralillo Real Occidental	EN	SC
Reptilia	Squamata	Dactyloidae	Anolis nebulosus	Abaniquillo Pañuelo del Pacífico	EN	SC
Reptilia	Squamata	Iguanidae	Ctenosaura pectinata	Iguana Mexicana de Cola Espinosa	EN	A
Reptilia	Squamata	Iguanidae	Iguana iguana	Iguana Verde	NE	Pr

Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	Sceloporus pyrocephalus	Lagartija Espinoza de Cabeza Roja	EN	SC
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	Sceloporus utiformis	Lagartija Espinoza del Pacifico	EN	SC
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	Urosaurus bicarinatus	Lagartija de Árbol del Pacifico	EN	SC
Reptilia	Squamata	Phyllodactylidae	Phyllodactylus lanei	Salamanquesa Patas de Res	EN	SC
Reptilia	Squamata	Teiidae	Aspidoscelis lineattissimus	Huico de Líneas de Jalisco	EN	Pr
Reptilia	Squamata	Telidae	Aspidoscelis communis	Huico Moteado Gigante de la Costa de Jalisco	EN	Pr
Reptilia	Testudines	Kinosternidae	Kinosternon chimalhuaca	Tortuga de Pantano Jaliciense	EN	Pr
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Buteo albonotatus	Aguiluilla Aura	NE	Pr
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Buteogallus anthracinus	Aguiluilla Negra Menor	NE	Pr
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Rostrhamus sociabilis	Gavilán Caracolero	NE	Pr
Aves	Anseriformes	Anatidae	Cairina moschata	Pato Real	NE	P
Aves	Charadriiformes	Laridae	Larus heermanni	Gaviota Plomiza	SE	Pr
Aves	Ciconiiformes	Ciconiidae	Mycteria americana	Cigüeña Americana	NE	Pr
Aves	Galliformes	Cracidae	Ortalis poliocephala	Chachalaca Pálida	EN	SC
Aves	Gruiformes	Aramidae	Aramus guarauna	Carrao	NE	A
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	Passerina ciris	Colorín sietecolores	NE	Pr
Aves	Passeriformes	Corvidae	Cyanocorax sanblasianus	Chara de San Blas	EN	SC
Aves	Passeriformes	Poliopitidae	Poliopitila nigriceps	Perlita Sinaloense	EN	SC
Aves	Passeriformes	Thraupidae	Sporophila torqueola	Semillero Cuelliblanco	EN	SC
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Pheugopedius felix	Saltapared Feliz	EN	SC
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	Thryophilus sinaloa	Saltapared Sinaloense	EN	SC
Aves	Passeriformes	Turdidae	Turdus rufopalliatu	Mirlo Dorso Canela	EN	SC
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	Deltarhynchus flammulatus	Papamoscas Mexicano	EN	Pr
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	Tigrisoma mexicanum	Garza Tigre Mexicana	NE	Pr
Aves	Piciformes	Picidae	Melanerpes chrysogenys	Carpintero Enmascarado	EN	SC
Aves	Strigiformes	Strigidae	Glaucidium palmarum	Tecolote Colimense	EN	A
Aves	Trogoniformes	Trogonidae	Trogon citreolus	Coa Citrina	EN	SC
Mammalia	Carnivora	Felidae	Herpailurus yagouaroundi	Jaguarundi	NE	A
Mammalia	Rodentia	Sciuridae	Sciurus colliiei	Ardilla Gris del Pacifico	EN	SC

### V.3. Diagnóstico ambiental

Desde el inicio de los estudios en agosto de 2019, el agua de la Laguna del Valle de las Garzas tuvo una apariencia muy revuelta, se observó un líquido coloide con elevada carga orgánica y partículas minerales, fueron visibles restos de vegetales, espumas en la superficie, restos orgánicos animales, basura, material fecal, y sitios con agua estancada. Todo esto presentó un cuadro de un ecosistema lagunar en un estado de degradación avanzada.

Esta primera impresión con el registro de las mediciones en los meses del año estudiado se ha confirmado, la abundancia de los CT fue alta en el área de estudio con valores  $> 241,960$  NMP/100 ml, principalmente en la LVG y la dársena Norte del PISP. A partir de diciembre de 2019, los valores registrados fueron  $> 24,196$  NMP/100 ml, sin embargo, cuando se utilizó dilución 100:1, los valores reportados fueron  $> 241,960$  NMP/100 ml. Los CF mostraron la misma tendencia que los CT durante el año, incrementando a partir de diciembre de 2019. En todos los meses del ciclo anual estudiado, las bacterias patógenas CF presentaron abundancias mayores a los límites máximos permisibles establecidos por la NOM-001-SEMARNAT (1996) y LFD-SEMARNAT (2016), para el uso de: Protección a la vida acuática: Aguas costeras y estuarios, y para la Protección a la vida acuática: Agua dulce, incluyendo humedales. Este mismo patrón fue observado en las estaciones de la LVG y en la dársena Norte, con un claro gradiente en la abundancia de los coliformes de la parte norte de la laguna hacia el canal de entrada al PISP.

Las altas abundancias de los coliformes representan una preocupante contaminación fecal con bacterias patógenas humanas, que son el resultado de las descargas de aguas residuales urbanas e industriales controladas, pobremente tratadas, además de descargas no controladas de aguas residuales que contaminan el ecosistema. Estas bacterias son consideradas como indicadores de contaminación fecal que pueden generar infecciones de diversos tipos.

El crecimiento de los CF o termotolerantes responde a los cambios que presentan las variables ambientales como temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH, entre otros. Estas variables también regulan la abundancia de las bacterias que son beneficiadas con el aumento de temperatura, sin embargo, tienden a disminuir cuando la salinidad, oxígeno y pH incrementan.

Los resultados reportados en este estudio muestran la suficiente evidencia de que la LVG presenta mala calidad del agua, como resultado de la alta contaminación fecal que contiene microorganismos patógenos y representan riesgo hacia la salud pública. Mientras se sigan vertiendo aguas a la laguna que no cumplan con los estándares de calidad microbiológica, ésta continuará contaminada con bacterias patógenas humanas, con importante riesgo sanitario.

La composición específica de los organismos bentónicos fue muy pobre, de acuerdo a los resultados obtenidos de la infauna bentónica, se debe considerar dividir el área en tres zonas:

Zona I. comprende las estaciones E-1 a E-6 estas se encuentran ubicadas en la Laguna del Valle de las Garzas.

Presentaron una biomasa y diversidad muy baja durante todo el estudio encontrándose valores bajos en el área Norte y aumentando conforme se va acercando a la conexión que tiene la laguna con el agua marina, el total de organismos colectados dentro del cuerpo lagunar fue de 171 organismos y 10 especies. Así como también presento un porcentaje de sobrevivencia bajo, el valor más alto fue de 21.65%. Por lo anterior se puede considerar una zona pobre con problemas de eutroficación debido su calidad de agua no es buena y es un área somera.

Zona II. abarca los puntos E-7 y E-8, localizados dentro del Puerto Interior.

En esta área se considera que tiene condiciones buenas para la sobrevivencia de los organismos debido que presenta un amplio espejo de agua y tiene una buena calidad de agua, se puede apreciar en los resultados como va mejorando la del área norte (E-7) hacia la (E-8), en este punto se encontraron las concentraciones más altas de biomasa, abundancia, diversidad, riqueza y sobrevivencia debido que esta estación está muy cerca a la conexión que tiene el Puerto Interior con el mar. Podemos considerar que es una zona moderadamente buena debido que presentó un total de 2,189 organismos y 27 especies.

Zona III. Estación E-9, se ubicada en la Laguna de Tapeixtles.

También es un área somera con presencia de sedimento de textura fina y con limitado ingreso de agua marina, por consiguiente también presentó valores bajos de biomasa, diversidad y sobrevivencia, también se considera una zona pobre conteniendo un total de 62 organismos y 10 especies, con un porcentaje de sobrevivencia de 9.68 %.

Se encontró un total de 33 especies presente en todo el estudio (agosto de 2019 a julio de 2020), comparando el número de especies encontradas en cada zona, con estudios en otros cuerpos de agua similares se considera las Lagunas del Valle de las Garzas y San Pedrito muy pobres en su contenido de especies encontradas de la infauna bentónica.

El segundo aspecto que se observa es que la laguna VG está prácticamente azolvada (en un porcentaje mayor del 80 %), ya que el sedimento que recibe a una tasa elevada ha cubierto en muy poco tiempo gran parte de la superficie de lo que constituía el espejo de agua. La superficie de agua de la laguna se reduce a un par de canales artificiales (además, debido a los eventos de Lorena y Narda se azolvaron los canales en la zona Norte), rodeados de extensas áreas de vegetación, que llevan aguas negras al mar, la vegetación emergente ha cubierto

el espacio lagunar. en su interior se ubica una tarquina que no es un componente natural de una laguna costera, El depósito del producto del dragado de los canales en las tarquinas o en taludes en la misma laguna, no es el sitio adecuado ya que este material regresa en poco tiempo como sedimento redistribuido a la laguna. En ocasiones se rompe el borde de la tarquina y el sedimento regresa a los canales o superficie azolvada de la laguna. Por otra parte, cuando se contrate a una empresa se sugiere que se revise el programa de dragado sobre todo en los detalles, pues se ha encontrado sedimento producto del dragado en sitios que han afectado flora y fauna en la zona Norte de LVG (E1, E2, E3 y E5).

La aportación de sedimento a la Laguna Valle de las Garzas tiene diferentes orígenes, la cuenca que es la principal aportación, este sedimento se transporta por el cauce principal Arroyo Punta de Agua y concluye en la Laguna Valle de las Garzas. El sedimento acumulado en las áreas urbanas aledaños al cuerpo lagunar, también generan acumulación de sedimentos y estos son transportados por escorrentías urbanas las cuales suceden normalmente en temporada de lluvia teniendo como finalidad la Laguna Valle de las Garzas. La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Salagua concluye su proceso y utiliza como vaso receptor para tratamiento final de las aguas el vaso de la Laguna Valle de las Garzas, sin embargo, estas aguas aun cuentan con partículas de sedimento los cuales se depositan en esta zona ocasionando azolve.

Las islas han funcionado como trampas de sedimento y en algunas zonas el mangle de éstas se encuentra afectado, en general, la totalidad de superficie de bosque de manglar mantiene un alto grado estrés de acuerdo con los resultados obtenidos del NDVI. El 96.1 % tiene una vigorosidad igual o menor al 0.5 y en promedio su índice de calidad es de 0.37. Esta información contrastada con otros estudios realizados en la Laguna de Cuyutlán, por la Universidad de Colima, sugieren que, en la Laguna Valle de las Garzas, el manglar ha estado bajo

condiciones de estrés de manera prolongada. Por ejemplo, en Cuyutlán, los sitios considerados como “sanos” muestran niveles de NDVI entre 0.60 y 0.89.

Además, el cuerpo de agua es utilizado como laguna de oxidación de aguas grises de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras de la Comisión Nacional de Agua y Alcantarillado de la ciudad de Manzanillo (CAPDAM), la cual descarga diariamente y durante las 24 horas, aguas residuales dentro de ella. Durante el periodo de estudio, se han ubicado al menos nueve puntos de descargas de aguas residuales a la Laguna del Valle de las Garzas, que también aportan sedimentos. La reducida hidrodinámica, ocasiona que gran parte del material orgánico sea depositado en el fondo, generando un riesgo en la salud del ecosistema, así como riesgos potenciales a los habitantes de las comunidades cercanas.

En el mes de mayo la draga dejó de realizar los trabajos en los canales de la zona Norte. Las partículas que conformaron los sedimentos (suelos) en la zona de estudio presentaron una distribución granulométrica en la cual predominaron las arenas (entre 0.42 mm y 0.074 mm) y limo-arcilla (0.062 y 0.0039 mm) los dos primeros aportados posiblemente por el flujo de marea a través de la comunicación con el PI y el segundo por la vegetación que se encuentra alrededor del área de estudio. Se determinaron diferencias en los estratos y una distribución relacionada con las corrientes influenciadas por los vientos, la planta de tratamiento y la actividad de dragado. La superficie de agua de la laguna en la zona Norte se redujo pues se azolvó con las lluvias impidiendo que se realizaran mediciones en las estaciones 1 y 2 en algunos meses.

En el agua superficial se registró una elevada concentración de N, P y Si que permiten clasificar al Valle de las Garzas (VG) como un cuerpo de agua hipereutrófico, y a Tapeixtles (Tap) y al Puerto Interior (PI) como eutróficos

producto de descargas antropogénicas o portuarias a pesar del efecto de dilución por intercambio mareal, representando una fuente de estos elementos hacia la zona costera adyacente.

Con relación a las variables fisicoquímicas, durante el año de monitoreo ambiental, en la zona de estudio se presentaron las siguientes características:

- Elevada concentración de N, P y Si que permiten clasificar al Valle de las Garzas (VG) como un cuerpo de agua hipereutrófico, y a Tapeixtles (Tap) y al Puerto Interior (PI) como eutróficos producto de descargas antropogénicas o portuarias a pesar del efecto de dilución por intercambio mareal, representando una fuente de estos elementos hacia la zona costera adyacente.
- La temperatura presentó valores más altos en partes internas del VG relacionadas con la climatología local, menor profundidad, mayor tiempo de residencia y bajo intercambio de agua, lo que se repite en Tap mientras que en el PI los valores presentaron un gradiente hacia el canal de entrada debido intercambio mareal y el efecto de dilución.
- La salinidad en el VG se relacionó con las descargas provenientes de la planta de tratamiento de Salagua, así como por la reducida influencia marina a través del canal de comunicación con el PI, lo cual pone en un estrés biológico a las especies vegetales y animales residentes. Tap mostró variabilidad debido a la influencia marina a través de la alcantarilla de comunicación con el medio marino. En el PI los valores fueron similares a los marinos con disminución puntual hacia la parte interna debido a los aportes del VG.
- La conductividad presentó una tendencia similar a la salinidad y corrobora la entrada de agua continental vía descargas de la planta de tratamiento en

el VG o descargas clandestinas (Tap) cuya influencia se observó en la parte interna del PI.

- El OD registró valores hipóxicos en el VG debido a su agotamiento causado por los aportes de agua residual desde la PTAR Salagua que la hacen funcionar como fosa de oxidación. En Tap y PI su concentración fue mayor, pero baja debido a presencia de material orgánico, escurrimientos o vertidos difusos clandestinos lo que pone en estrés fisiológico a los organismos, sobre todo, bentónicos.
- El pH registró la entrada de agua urbana en la parte interna del VG y en menor proporción en Tap debido a influencia del PI, que presentaron valores similares a los marinos por su comunicación con la Bahía de Manzanillo.
- El  $\text{Cl}_2$  libre residual, aunque no mostró altas concentraciones por su agotamiento o desprendimiento hacia la atmosfera, es indicativo de contaminación antropogénica en los tres cuerpos de agua monitoreados.
- Los SST presentaron mayores valores en zonas someras o internas del VG y aunque no fueron superiores a los 150 mg/l que marca la Norma, fueron indicativos de alteración urbana al igual que en Tap y en PI que incluso llegan hasta la Bahía de Manzanillo.
- Los SS estuvieron representados por minerales provenientes de la cuenca alta y por material orgánico previamente sedimentado que se mantiene suspendido lo que evidencia actividad antrópica.
- El Material Flotante estuvo presente en la parte interna del VG debido a la vegetación circundante y a la basura plástica urbana lo que es evidencia de la influencia antropogénica.
- La  $\text{DBO}_5$  mostró valores que son evidencia de actividades antrópicas que aportaron material que debe ser degradado, generando estrés biológico por

consumo de OD en los distintos cuerpos lagunares monitoreados, lo que es más acusado en el VG.

- Las GyA mostraron valores asociados a contaminación urbana e industrial desde zonas aledañas, por aporte de agua residual en el VG, en el PI y en Tap por el lavado y arrastre de material desde los patios de contenedores aledaños y zonas urbanas.
- Los Metales pesados en la columna de agua como el CrT y Ni indicaron influencia de asentamientos urbanos y aportes sedimentarios al VG, aunque las bajas concentraciones detectadas en los otros metales no descartan la influencia urbana o portuaria debido a escurrimientos difusos que son detectados incluso, en el PI y Tap, donde la actividad portuaria puede ser su principal fuente y se llegaron a detectar valores altos de Hg.

Con relación a los parámetros medidos en el agua intersticial:

- En general los metales pesados, grasas y aceites y nutrientes, en el agua intersticial presentaron un comportamiento muy similar al agua superficial.

En el área de estudio no existe impedimento para la conservación de mangle en áreas de salinidad intersticial elevada (32.2 UPS), así como para su desarrollo en sitios con salinidad intersticial menor (0.1 UPS).

En relación con el primer nivel trófico en el Valle de las Garzas, periodo agosto 2019 a julio de 2020 se observó alta abundancia de organismos fitoplanctónicos menores a 5  $\mu\text{m}$ , en los meses de agosto y septiembre de 2019 de *Microcystis* cf *aeruginosa*. En el mes de julio los valores de abundancia fitoplanctónica fueron muy altos de  $10^8$  cél/l en las estaciones del Valle debido a la presencia de Arqueas, organismos anaeróbicos de tamaño inferior a 2  $\mu\text{m}$ , este es un indicador de que la calidad del agua en la laguna se encuentra en condiciones críticas.

En VG la composición taxonómica por grandes grupos estuvo dominada por cianobacterias en agosto y septiembre de 2019 con salinidades bajas. En los meses de marzo a junio se observó dominancia de nanoflagelados y en julio con condiciones anóxicas.

La composición taxonómica de diatomeas en VG estuvo dominada por la especie *Actinoptychus* sp en diciembre y por el grupo *Chaetoceros* sp NI < 20 µm en el periodo comprendido de febrero a julio de 2020. En el Puerto Interior y Tapeixtles se registraron especies de hábitos planctónicos características de zonas costeras como *Skeletonema costatum* y *Leptocylindrus danicus*.

Los dinoflagelados estuvieron pobremente representados en el periodo de estudio. Dentro de los nanoflagelados, *Cryptomonas* sp fue observada en todos los meses en la mayoría de las estaciones del Valle de las Garzas, pero con valores altos en septiembre.

Así, en el mes de octubre (2019), el índice de diversidad presentó valores superiores a 1 en el Valle de las Garzas, mientras que, en todas las estaciones, los valores registrados fueron inferiores. El análisis anual indica que en el 75 % de las veces este índice fue inferior a 1. Estos valores indican condiciones adversas para la presencia del primer nivel trófico en el Valle de las Garzas principalmente en el periodo comprendido entre marzo y julio.

El segundo nivel trófico estuvo muy afectado en el periodo de estudio. El análisis exploratorio (CCA) en relación con el zooplancton indicó que la zona marina (Puerto Interior E7 y E8) con profundidades comparativamente mayores, presentó una estrecha correspondencia con la salinidad y la biomasa del zooplancton. En ella se identificaron la mayoría de los grupos taxonómicos que demuestra su conexión con la zona nerítica adyacente, a través del Canal del Puerto Interior y

una mejor calidad de agua. En tanto que la Laguna de Las Garzas con una menor salinidad, elevada temperatura, incremento de clorofila-*a*, y afectación de las variables fisicoquímicas es donde se ubicaron la mayor concentración de Copépodos, Nematoda y Brachyura, además de larvas de *Dormitator latifrons* como las más abundantes del total de las larvas de peces. Los cuerpos de agua tropicales de baja salinidad e incomunicados al mar abierto, así como reservorios de agua dulce, por lo regular, presentan baja diversidad de grupos del zooplancton, como es el caso de La Laguna del Valle de las Garzas. A pesar de ello, fue posible observar incrementos de la abundancia de algunos grupos (Brachyura, Copépoda, Pelecypoda y Cladocera).

No se registraron huevos en la zona Norte de LVG lo que indica condiciones no aptas para la reproducción. Entre enero y julio de 2020, en general, el número de taxa del ictioplancton fue bajo y sin una variabilidad estacional definida (<3 taxa en promedio), con la mayoría de los taxa presentes en la zona marina o cercana a la boca de acceso y con influencia de la zona nerítica adyacente. Los huevos de peces, aunque escasos presentaron un máximo en junio (~400 huevos/10 m<sup>2</sup>), con valores promedio de febrero a mayo (<100 huevos), y sus larvas en muy baja abundancia, la mayor parte del periodo estudiado (<5 larvas), con un máximo en enero (20 larvas). *Dormitator latifrons* fue el único taxa con una mayor densidad relativa, al resto de las especies.

Entre las especies de subsistencia únicamente se observó a Engraulidae (spp.), y una especie de Haemulidae en preflexión. Adicionalmente se encontró un organismo dulceacuícola (Poecilidae) en la Laguna del Valle y a una especie de origen mesopelágico en la estación E7 (*Vinciguerria lucetia*), lo que constituye una riqueza muy pobre que corresponde a un ecosistema lacustre muy afectado.

Cuatro aspectos fueron determinantes con relación a la ausencia de la ictiofauna en la zona de estudio durante el periodo estudiado: 1. En la LVG fueron vertidas durante 24 horas todos los días del año las aguas de desecho de la PTAR con

sólidos suspendidos, materia orgánica y sustancias diversas. 2. La influencia marina fue casi nula, pues su alcance llegó muy levemente a menos de la mitad de la LVG. 3. Las actividades de dragado mal organizadas, adicionando materia orgánica, sólidos y diversas sustancias desde el fondo lagunar a la columna de agua y colocando los sedimentos en la tarquina en el área de la LVG. 4. La concentración de basura y azolve en el sitio de estudio por los eventos de Lorena y Narda.

Como consecuencia, en el ciclo anual medido, en cinco (agosto, septiembre, octubre y noviembre del 2019 y julio del 2020) de los doce meses no se registraron peces. Solo se registraron capturas en 7 meses (diciembre 2019, enero, febrero, marzo abril, mayo y junio 2020), es decir, en el 41.67 % del año medido, se tuvo ausencia de ictiofauna.

Por otra parte, solo se capturaron un total de nueve especies (una diversidad muy baja para una laguna costera), de las cuales, el chococo (*Dormitator latifrons*) y la lisa (*Mugil Curema Valenciennes*), representaron el 76.72 %. La característica más sobresaliente del chococo (*Dormitator latifrons*). es su alta resistencia fisiológica, sostenible en su capacidad para sobrevivir en ambientes deficientes de oxígeno y resistir variaciones notables de salinidad y temperatura,

Los cuatro aspectos mencionados, ocasionaron bajos valores de oxígeno disuelto en la columna de agua en todo el periodo medido causando mortalidades de peces en diferentes sitios de la LVG en los meses de mayo y junio. Además, las drásticas condiciones anóxicas en la Laguna del Valle de las Garzas produjeron una inusual presencia de elevadas densidades de arqueas en el mes de julio 2020, este es un indicador contundente de que la calidad del agua en la laguna se encuentra en condiciones críticas y que impiden la presencia de la ictiofauna.

Durante el periodo de estudio, la zona Norte (E1, E2, E3 y E4) (LVG) ha sido la más afectada, la influencia de la planta de tratamiento es muy marcada, y la

calidad del agua ha sido muy mala con un gradiente que mejora levemente desde la parte Norte a la zona marina (PI). La ausencia de ictiofauna indica un ecosistema lagunar (LVG) ambientalmente afectado que influye directamente en el Puerto Interior.

En relación a la presencia de las aves se considera que la laguna, a pesar de las afecciones que ha sufrido a través del tiempo cuenta con el potencial para ser restaurada ya que aún conserva un número importante de especies y de especies en riesgo y migratorias que podrían encontrar refugio en este sitio. Durante los doce muestreos se registró un total de 127 especies e incluyen 19 Ordenes, 46 familias, 36 especies endémicas (28.35 % del total), 6 dentro de alguna categoría de riesgo (4.7 %) y 48 migratorias (37.79 % del total). La estructura trófica y el porcentaje de migratorias se ha mantenido. Existe poca variación temporal de la riqueza, abundancia y diversidad, mientras que, si hay diferencias entre los sitios, especialmente por su disponibilidad de playas, sitios de alimentación y refugio como los presentes en los sitios 4, 5 y 7 sin menoscabo del resto de los sitios los cuales mediante un manejo adecuado tendrán más especies.

Con relación a la fauna, se considera que la laguna, a pesar de las afecciones que ha sufrido a través del tiempo cuenta con el potencial para ser restaurada ya que aún conserva un número importante de especies y de especies endémicas y en riesgo que podrían encontrar refugio en este sitio. Se registró un total de 37 especies e incluyen, 3 Clases, 9 Ordenes, 22 familias, 16 especies endémicas (43.24 % del total) y 13 dentro de alguna categoría de riesgo (35.13 %).

La estructura trófica y el porcentaje de migratorias se ha mantenido. Existe poca variación temporal de la riqueza, abundancia y diversidad. Es muy importante restablecer la vegetación y lograr en lo posible la conectividad de la laguna con áreas de selva adyacentes o estimular el crecimiento, en las calles y avenidas

aledañas, de arbolado natural o cualquiera que permita su uso como corredores biológicos.

El humedal de la Laguna Valle de las Garzas se encuentra influenciado por las actividades humanas que perturban e impiden el libre desarrollo de la vegetación de la zona, el argumento de ello es que se han identificado 162 especies, de las cuales 133 pertenecen al tipo selva baja y sólo 93 tienen estatus de nativa y en su mayoría se encuentran en etapa juvenil y en pocos sitios se registran individuos adultos. Dicho en otras palabras, hay más especies de vegetación de selva baja que especies propias de bosque de manglar, lo cual, nos dice que debido a las condiciones ambientales y las actividades humanas la composición vegetal de la laguna está cambiando, y si no se frenan las actividades que están ocasionando dicho cambio, la degradación del bosque de manglar será cada vez mayor y difícil de detener.

El bosque de manglar que se localiza al Oeste se ha conservado pese a la perturbación que recibe por parte de las actividades humanas. Allí se encuentran individuos adultos de mangle y selva baja caducifolia, los almendros e higueras dan protección de acceso al mangle y conservan la humedad. Se sugiere procurar un manejo de los acahuales para reducirlos o eliminarlos y sustituirlos con bosques de manglar

Considerando los resultados del periodo medido mensualmente (agosto 2019- julio 2020), se estimó una población de 131 cocodrilos en toda la laguna. Para el periodo de lluvias se estimó una población total de 102 cocodrilos y para el periodo de estiaje se estimó una población de 138 cocodrilos. La densidad relativa encontrada y la estimación de la población total de cocodrilos pueden clasificarse como altas.

Con respecto a la marea, se indica que, dado el carácter semidiurno de la misma, se presenta una pleamar máxima y una bajamar máxima registrada por día para cada uno de los sitios de interés de la Laguna del Valle de las Garzas (LVG).

En el sitio del Canal de Navegación (CN), la mayor pleamar registrada fue 34.4 cm y la menor alcanzó -9.1 cm, con amplitudes promedio de  $24.3 \pm 7$  cm. En tanto la máxima bajamar fue de -49.3 cm y mínimo descenso de -7.6 cm y un promedio de  $-32.5 \pm 15$  cm.

En el sitio el Canal de Comunicación (CC), la mayor amplitud de la pleamar fue de 45.1 cm y la mínima de 12.2 cm, la amplitud promedio diaria de la pleamar fue de  $31.2 \pm 9$  cm. Respecto a las bajamares se observó que el mayor descenso fue de -58.8 cm y el menor fue de -12.1 cm, con promedio de  $-40.7 \pm 15.1$  cm.

Respecto a la temperatura del agua, se observó que en el sitio H1a el mayor intervalo de variación fue de 12.8 °C, es decir, es la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registrada durante el periodo de muestreo. En el segundo sitio con mayor variación fue H1 con 8.5 °C, seguido del sitio Canal de Comunicación (CC) con 2.1°C y con menor variación fue el sitio Canal de Navegación (CN) con 1.5°C. Las diferencias podrían ser atribuidas a distintos factores, entre los que se tienen diferencias en el intercambio de agua o profundidad de los sitios de muestreo.

De acuerdo con los resultados de salinidad, se observó que en los sitios H1 y H1a se presentó el mayor intervalo de variación con 13.6 UPS y 9.4 UPS, respectivamente, decir, estas fueron las diferencias entre la máxima y la mínima salinidad. En el sitio Canal de Comunicación (CC) la variación fue de 3.8 UPS. Las diferencias podrían ser atribuidas a distintos factores, entre los que se tienen la

presencia de aportes de agua dulce a LGV, profundidad en los sitios, efecto de la marea, diferencias en el intercambio de agua en los sitios de muestreo.

Respecto a la velocidad de la corriente en el sitio del Canal de Comunicación (CC) entre la laguna y el Puerto Interior se tiene que la velocidad máxima se presentó en el sector ONO-NO, con una magnitud de 34.66 cm/s, un promedio de 10.94 cm/s y una desviación estándar de 5.63 cm/s. En este caso, se presentaron un total de 80 registros de velocidad, lo que represento el 14.49 % del total de observaciones.

En relación con la modelación numérica, los resultados obtenidos muestran una idea de lo que sucedería con la hidrodinámica de la laguna en caso de optar por la segunda alternativa que se está proponiendo. En esta simulación no se consideró el viento ni la presencia del gavión que está localizado en la conexión entre el puerto y la laguna. Es necesario considerar las mediciones *in situ* de salinidad, corrientes y marea dentro de la laguna para validar el modelo y poder tener mayor certeza de los resultados obtenidos.

Con los valores mencionados, se siguió observando la influencia de la propagación de la onda de marea en el sistema lagunar donde se apreció que su efecto llega hasta la mitad de la laguna ya que se amortigua en la comunicación marina (gaviones) que actúa como un bordo, es decir, si existe flujo y reflujó de la marea, sin embargo, la dirección de la corriente prácticamente siempre es de la laguna hacia el mar.

La mejor superficie de agua de LVG está frente al mirador, siendo una zona pequeña. El resto de la superficie del sistema lagunar, está compuesto por un par de canales rodeados de extensas áreas azolvadas con manchas de vegetación

emergente, los canales llevan aguas negras al mar, a través de la Laguna de San Pedrito y el Puerto Interior.

**De acuerdo con los resultados obtenidos, se concluye que, al igual que en el primer mes estudiado (agosto 2019), durante todo el periodo analizado (agosto 2019, julio 2020), la integridad funcional de la Laguna del Valle de las Garzas está drásticamente afectada.**

#### **V.4. Razones que justifican el régimen de protección**

La importancia biológica de la región, donde las lagunas costeras son parte fundamental, radica en que aún existe un número elevado de especies de plantas y animales, muchas de ellas endémicas de México y/o en alguna categoría de riesgo lo que implica que la protección de estas lagunas sean una prioridad.

Los componentes bióticos y abióticos presentes en la Laguna del Valle de las Garzas, de manera individual y en conjunto, son importantes ecológica, económica y socialmente tanto a nivel local como regional, ya que proveen servicios ambientales fundamentales tanto para las comunidades bióticas como para el hombre. Por tanto, el establecimiento del Área de Reserva Natural es primordial para conservar dichas comunidades y por ende los servicios que proveen.

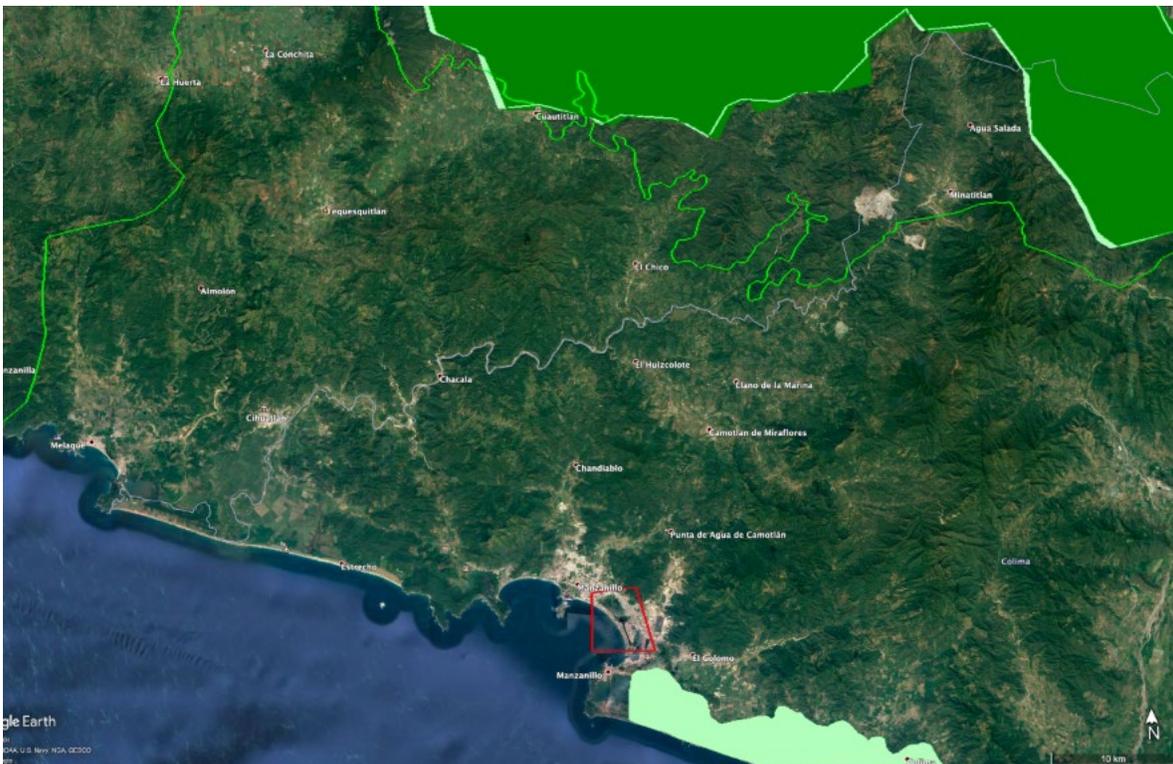
Los ecosistemas propuestos para conservación son importantes para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos que la sociedad requiere. Es además un humedal importante como refugio y alimentación para muchas especies de aves migratorias y de un elevado número de vertebrados.

Por su ubicación dentro de áreas urbanizadas, los humedales a proteger pueden, al mismo tiempo que ser protegidos, funcionar como áreas destinadas a actividades de conservación, educación ambiental, investigación, recreo y

ecoturismo que permita, a través de su manejo sustentable, la convivencia entre la sociedad y la naturaleza.

### **V.5. Ubicación respecto a las regiones prioritarias para la conservación determinadas por la comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad**

La región propuesta a conservación se encuentra inmersa en áreas de gran prioridad para la conservación. Dentro de la región se ubican las Regiones Terrestres Prioritarias Volcán de Colima-Manantlán, Chamela-Cabo Corrientes, el Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) Laguna de Cuyutlán y la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (Figura 40).



**Figura 41. Ubicación del área propuesta a conservar (polígono rojo) con respecto a la reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (polígono verde oscuro), el AICA Laguna de Cuyutlán y la RTP Volcan de Colima-Manantlán y Chamela-Cabo Corrientes (Polígono con contorno)**

## VI. DIAGNÓSTICO DEL ÁREA

### VI.1. Características históricas y culturales arqueología

En los últimos años, el municipio de Manzanillo en el estado de Colima ha enfrentado una serie de cambios infraestructurales en diversas zonas de esta ciudad portuaria, la llegada de proyectos federales como la Terminal de Gas Natural Licuado, la ampliación del área de contenedores y carga del puerto, además del creciente auge turístico y económico, ha provocado que la ciudad donde se concentra la segunda densidad de población del estado, se vea involucrada una reestructuración del puerto mercante, la creación de alternativas habitacionales y la introducción de servicios de agua potable, saneamiento y alcantarillado en varios sectores del municipio (Cuevas Sagardi M., et al., 2013).

Casi semejante al crecimiento exponencial de la región, han sido las intervenciones arqueológicas en la región por parte de diversos investigadores del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), y han permitido en un primer momento, la adecuada protección del patrimonio cultural, y en segunda instancia, a contribuir en la reconstrucción histórica de la región (Cuevas Sagardi M., et al., 2013).

En las inmediaciones de la Laguna del Valle de las Garzas se desarrolló un centro poblacional caracterizado por la eficiencia de sus mecanismos de adaptación al entorno ambiental. El área de estudio se ubica en la parte central de la zona urbana, al Noreste de la cabecera municipal de Manzanillo, específicamente en el denominado Barrio 1 del Valle de las Garzas. Esta parte del municipio se ha visto modificada significativamente por la construcción de una institución educativa, un centro de salud y la terminal de Autobuses Foráneos que se encuentra enfrente del predio.

Los resultados de las exploraciones arqueológicas efectuadas en el año 2012, en el sitio Valle de las Garzas, ubicado en la parte central de la zona urbana, al Noreste de la cabecera municipal de Manzanillo, implican una recuperación de 86 entierros humanos y también restos de fauna, distribuidos en dos áreas específicas de inhumación. La cultura material registrada en este sitio muestra una relación con los vestigios reportados en Playa del Tesoro, otro asentamiento importante de la costa de Colima, la cual tuvo su apogeo entre los años 200 al 650 d.C. A partir de estos hallazgos se pretende dar a conocer algunos aspectos de la dinámica cultural de los grupos humanos que se asentaron durante la época prehispánica en la costa de Colima y en específico del grupo humano que habitó el Valle de las Garzas entre los años 450 al 650 d.C. (Cuevas Sagardi M., et al., 2013).

La zona se organizó en tres sectores, el primero comprendía una superficie de 528 m<sup>2</sup>, en él se recuperaron 41 esqueletos, 39 humanos y dos esqueletos de caninos; en el sector dos se detectó un segundo espacio funerario con un área de 300 m<sup>2</sup> donde se recuperaron un total de 18 entierros. El sector tres estuvo caracterizado por montículos.

En la primera área de enterramiento, los esqueletos inhumados eran, en su mayoría, adultos (89.5 %), y el resto eran infantiles y subadultos (10.5 %). Fueron pocos los casos en que se determinó el sexo (15.8 % masculinos y 10.5 % femeninos) debido al estado de afectación en que se encontraban los restos, en gran medida causado por la acidez y humedad que presentó el suelo donde fueron inhumados.

Los entierros localizados en este sector fueron inhumados en fosas sencillas sin evidencia de elementos arquitectónicos funerarios significativos; se distinguieron sepulturas primarias (92.3 %) y secundarias (7.7 %), la instalación de la mayoría

de los difuntos dentro de la fosa fue de manera extendida, sin embargo se percibieron algunas variantes en cuanto a la posición, como por ejemplo: en decúbito dorsal (36.1 %), en decúbito ventral (19.4 %), y sobre un costado, ya sea del lado derecho (19.4 %) o izquierdo (19.4 %).

En el proceso de reconstrucción histórica y cosmogónica de los pobladores de México prehispánico, la posición y la orientación de un personaje al momento de su inhumación estaba relacionada con los patrones socioculturales del mismo grupo, por lo que un cuerpo dirigido a un punto cardinal específico podía corresponder con la advocación de personajes divinos o ciertas geografías funerarias (Chávez Balderas, 2010).

Los entierros eran orientados hacia los cuatro puntos cardinales, en esta área los individuos fueron encontrados con mayor frecuencia hacia el Sur (37.1 %), seguido el Este (22.9 %), y por último el Norte y Oeste (20 %). El mobiliario funerario que acompañaba a la mayoría tenía algún elemento cultural ofrendado (79.5 %), entre la diversidad de materiales destacan ornamentos de concha y hueso, vasijas y algunos otros pequeños objetos cerámicos.

En la segunda área ubicada en la parte sureste del predio, se detectaron 18 sepulturas primarias: adultos (83.3%) infantiles (11.1%) y edad media (5.6%) ocho de ellos masculinos, seis femeninos y del resto no se logró determinar el sexo.

La posición en decúbito dorsal fue la más recurrente (44.4 %), de igual manera se identificaron esqueletos en decúbito lateral derecho (27.8 %), decúbito lateral izquierdo (16.7 %) y de manera extendida (11.1 %), no obstante, en un caso no fue posible designar estos valores por el precario estado de conservación de los restos óseos. Los sepulcros estaban orientados, en su mayoría, al Sur (44.4 %), al Oeste (27.8 %), al Norte (16.7 %) y al Este (11.1 %), de manera similar a los entierros de la primera área los individuos se encontraban acompañados de mobiliario funerario (88.9 %), elaborados de diferentes materiales.

El sector tres estuvo conformando por una superficie de 7 725.60 m<sup>2</sup>, en esta área se encontraron emplazados tres montículos que delimitaban un patio abierto al Suroeste, mismos que fueron desplantados sobre una plataforma alargada dispuesta en forma de herradura abierta al Suroeste.

El primero de ellos (M1) fue el de mayores dimensiones y delimitó el extremo Este del conjunto. Se trató de una plataforma de silueta rectangular de 50 m × 10 m y una altura de 1 m orientado al Noreste-Sureste, hacia su extremo Noreste se demarca sobre ella otro pequeño cuerpo bajo la misma figura, pero con 50 cm más de elevación. Adosada a la primera plataforma, hacia el extremo Noroeste se desprende la segunda elevación (M2), la cual cierra la parte Norte de esta pequeña plaza y fue construida también bajo una figura rectangular de 15.5 m de largo por 12 m de ancho, con una altura de 80 a 90 cm. La última de estas elevaciones (M3) se situó hacia el lado poniente, la silueta se encontraba distorsionada por factores antrópicos, por esta razón se confunde si la figura era rectangular o semicircular, de cualquier modo se estimaron sus dimensiones de 15 m en su parte más larga y 9.5 m en la más angosta, obteniendo un radio de 8 metros.

De acuerdo con el análisis de las evidencias culturales, podemos referir que el terreno, donde se asentaron estos pobladores, fue acondicionado intencionalmente por un grupo adscrito a un mismo periodo cultural. Es importante mencionar que mediante los datos arrojados por la tipología cerámica, fue entre los años 450 y 650 d.C. cuando se empezó a poblar el sector Suroeste del denominado Valle de las Garzas. Este escenario se caracterizó en la antigüedad por ser una pequeña cuenca pantanosa flanqueada por una extensa zona de humedales conformada al Este por la Laguna de Las Garzas, al Sur por la Laguna de Tepextle, al Norte por los escurrimientos del cerro el Vigía y algunos promontorios pertenecientes al pie de monte de la sierra Madre del Sur, cuyos

escurrimientos desembocaban en el pantano, y finalmente al Oeste por el caudal del extinto Arroyo conocido como Pancho Villa que desembocaba en la Bahía de Manzanillo; dicha fisiografía tan particular conformaba un cinturón hidrológico propicio para el desarrollo y la subsistencia humana.

La población que se apropió del escenario tuvo que acondicionar el espacio para establecer cualquier tipo de construcción, ya sea de carácter habitacional o cívico-ceremonial e incluso funerario. Al ser una zona de constantes inundaciones con un nivel freático muy elevado, los antiguos habitantes se vieron en la necesidad de desarrollar un sistema de edificación determinado por el confinamiento de tierra, formando así plataformas rectangulares o semicirculares. Una vez constituidos los promontorios, levantaron sobre ellos paredes conformadas por materiales perecederos y recubiertos con lodo, que posteriormente era quemado formando paredes enjarradas, tal y como lo demostraron los fragmentos de bajareque que se recuperaron durante el proceso de excavación y en la superficie durante la limpieza de algunas de estas elevaciones.

En este trabajo se sostiene que los materiales empleados para formar la estructura y paredes de las construcciones fueron maderas de mangle de la especie rojo y caballero (*Rhizophora mangle* y *Ryzophora mangel*) que se da en los márgenes de la Laguna de las Garzas. Indiscutiblemente, el mangle era un recurso abundante en el entorno, por lo que debió ser utilizado para formar cercos, canoas, balsas y remos, además de ser un importante proveedor de combustible. El medio no sólo les ofreció el manglar para construir la estructura de las casas, también les proveyó de grandes y frondosas hojas de palma de la especie, un material resistente para conformar las cubiertas (*Attalea Butyracea*), las cuales seguramente fueron utilizadas para enramadas y elaborar los techos de las casas, como actualmente se continúa utilizando en las palapas de los espacios turísticos.

De acuerdo a las características de este material proponemos que éste grupo basó su economía y subsistencia en la agricultura, pesca y elaboración de textiles. La presencia de fragmentos de metates y una gran cantidad manos de diferentes formas y tamaño dieron cuenta que las labores de moler y triturar granos como el maíz, frijol, semillas de calabaza, cacao, entre otros, indican que fue una labor recurrente para la comunidad; otros artefactos detectados como morteros y tejolotes también indican el proceso de molienda

Entre los materiales óseos recuperados en el sitio, destacan los restos de fauna como: venado, perro, armadillo, pescado, almejas, ostiones y cangrejo, posiblemente esta gama de especies formaba parte del régimen alimenticio de estos antiguos pobladores.

Planteamos que otra de las actividades desempeñadas por los miembros de esta comunidad fue la producción algodonera. La siembra de esta planta requiere un escenario húmedo durante su desarrollo, con abundante agua, tal y como era el ecosistema del Valle de las Garzas, permitió el cultivo y la transformación de la fibra que se obtiene de este arbusto del genero *Gossypium hirsutum*. La elaboración del textil pudo dar pie a una economía de mayor escala, que a su vez permitió adquirir productos de otras regiones. El intercambio de prendas de algodón decoradas con tintes de caracoles marinos como la especie *Purpura patula pansa* y *Grana cochinilla*, seguramente sirvieron para adquirir artículos como la obsidiana, de la que no se tiene conocimiento de yacimientos en la región, prueba de dichas actividades son los pequeños objetos redondos y bicóncavos elaborados de cerámica (malacates), los cuales se han asociado con actividades de hilado y elaboración de textiles.

La producción alfarera fue otra de las actividades desempeñadas por los individuos que integraron esta comunidad. La transformación de la arcilla en cerámica permitió dejar impresos en los objetos, los estilos formales y estilísticos de la época, tanto locales como foráneos. Su importancia, más allá de un simple

recipiente, trascendió del plano utilitario a ser utilizados y sacralizados dentro de los espacios funerarios, fungiendo como ofrendas.

Los artesanos de este sitio intentaron reproducir ciertas características formales de especies marinas consideradas como suntuosas e importantes, para celebrar rituales propiciatorios de lluvia como es la especie *Spondylus princeps*, este molusco cuyo culto se remonta a la cultura Valdivia en la costa de Ecuador en los años 3 500 a.C. y que siglos después pasó a Mesoamérica, es considerado parte fundamental de la práctica religiosa que comparten los pueblos costeros del Pacífico (Marcos, 2005).

Finalmente, a través de los datos biológicos y culturales, proponemos que los antiguos habitantes de este sector de la costa de Colima desarrollaron todo un sistema cultural, tecnológico y económico sumamente complejo, que, si bien no se manifestó de manera monumental como otras regiones de Mesoamérica, su adecuada eficacia adaptativa les permitió establecerse en el Valle de las Garzas durante más de 400 años.

**Este es un extracto del trabajo “Consideraciones en torno a la dinámica cultural del sitio costero Valle de las Garzas, Manzanillo, estado de Colima, durante el 450 al 650 d.C” publicado por Maritza Cuevas Sagardi, Juan Joel Hernández Olvera y Rafael Platas Ruiz 2013, de la Revista TRACE (en línea).**

## **VI.2. Aspectos socioeconómicos relevantes desde el punto de vista ambiental**

### ***VI.2.1 Medio socioeconómico de Manzanillo***

La información que aparece en este apartado responde a las condiciones que enfrenta la zona de influencia del proyecto para la designación como Área Natural a la Laguna del Valle de las Garzas de Manzanillo, partiendo del conocimiento general del contexto urbano-demográfico, para proseguir con el económico, en el que se analiza la conformación de la Población Económicamente Activa (PEA), de las principales actividades sectoriales que se desarrollan en la zona de estudio; culminando con la identificación de variables sociales, con el objeto de identificar los niveles de calidad de vida, de pobreza y marginación del Puerto de Manzanillo, región que concentra el 80 % de la población total del municipio, seguido por la Localidad del Colomo con el 6% en 2015.

### ***VI.2.2 Aspectos demográficos***

La evolución de la población de Manzanillo se ha comportado de la siguiente manera: en 2000 contaba con 125,143 habitantes; en 2010 con 161,420; en 2015 con 184,541 (INEGI, 2015); y en una proyección para 2020, se espera que llegue a los 208,895 mil habitantes (CONAPO, 2020). La tasa de crecimiento medio anual de la población entre 2000 y 2010 fue de 5.15, mientras que de 2010 a 2015 fue de 1.7 (Tabla IV.2.). Se observa un crecimiento notorio en 20 años de referencia, incluso por encima de la tendencia estatal, tomando en consideración que en los lustros de 2000-2005, 2005-2010 y 2010-2015 (Tabla 15), también se presentó un aumento, lo que permita inducir, que es necesario realizar una reflexión que coadyuve a responder las siguientes preguntas ¿Cuáles son los motivos que han estimulado al crecimiento poblacional? ¿Qué papel ha jugado la inmigración en ese sentido? ¿Cuáles son los grupos de edad donde se reconoce el mayor acrecentamiento de habitantes? ¿En qué partes del municipio se instalan? ¿Cuáles son las condiciones socioeconómicas que enfrenta?

**Tabla 15. Tasa de crecimiento media anual de Manzanillo, 2000-2015.**

Demarcación	2000-2005	2005-2010	2000-2010	2010-2015
Estado de Colima	0.91	2.75	1.83	1.09
Manzanillo	1.95	3.14	5.15	1.7

**Fuente:** elaboración propia con base en INEGI: XII y XIII Censo General de Población y Vivienda, 2000 y 2010; II Censo de Población y Vivienda 2005; Encuesta Intercensal 2015 de INEGI; y proyecciones de CONAPO, 2020.

De acuerdo con información de SEDATU, el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) y ONU-Hábitat en 2015, el Municipio de Manzanillo contaba con una superficie urbana de 88 kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>), caracterizándose por presentar durante la última década un patrón expansivo de urbanización, al registrar una tasa de crecimiento anual de viviendas superior al de la población (6.9 % y 2.6 %, respectivamente). De igual forma, la densidad de población del municipio era de 134 habitantes por km<sup>2</sup>, parámetro superior a los promedios nacional de 57 habitantes por km<sup>2</sup> y estatal 116 personas por km<sup>2</sup>. Actualmente se asientan un poco más de 184,541 habitantes, lo que representa el 25.9 % del total de la población de la entidad (INEGI, 2016).

Con la información anterior, se tendrá la posibilidad de conocer indicadores urbanos que representan la importancia geográfica en términos de población que tiene Manzanillo para el territorio donde se ubica, ya que el 80% de su población vivía en el puerto y 6% en la Localidad del Colomo. Por ejemplo, se podrán medir el índice de primacía, la ciudad rango-tamaño y el grado y tasa de urbanización, así como una explicación del proceso de urbanización que ha sufrido el territorio. Cuando se hace referencia al índice de primacía, se hace alusión a que porcentaje que representa la población de la ciudad mayor del país, la entidad o el municipio con respecto a la suma de las poblaciones de las cuatro mayores. Estos valores oscilan entre 25 y 100 siendo 100 los valores extremos de macrocefalia y 25 representaría el policentrismo extremo.

Este análisis permitirá también estudiar lo que ocurre en las localidades colindantes al puerto: De acuerdo con el ITER de INEGI, para 2010 la el Colomo contaba con 10,255 habitantes, de los cuales 50.13 % eran hombres y 49.87 % mujeres; Francisco Villa registraba 984 habitantes, de los cuales 49.7 % eran hombres y 50.3 % mujeres; Jalipa tenía 2,186 personas, de los cuales 50.18 % eran hombres y 49.82 % mujeres; Punta de Agua tenía 293 habitantes, de los cuales 50.17 % eran hombres y 49.83 % mujeres; Camotlán de Miraflores, Manzanillo contaba con 1,778 habitantes, de los cuales 50.22 % eran hombres y 49.78% mujeres; y Canoas tenía 363 habitantes, de los cuales 53.45 % eran hombres y 46.55 % mujeres.

En esta dimensión urbana, aparecen la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU)-INFONAVIT-ONU-Habitat (2016), instancias que calculan un Índice Básico de Ciudades Prosperas, donde de acuerdo a su escala de prosperidad global, el valor de Manzanillo es de 54.20 (moderadamente débil), por lo que se requiere fortalecer las políticas que inciden en la prosperidad urbana desde una perspectiva integral, requiriendo priorizar las políticas para las dimensiones de gobernanza, legislación urbana y sostenibilidad ambiental. Por su mejor desempeño, es conveniente consolidar las políticas para las dimensiones de calidad de vida y equidad e inclusión social.

Esta última vertiente de calidad de vida e inclusión social será propicia para estudiar indicadores de INEGI, CONEVAL, CONAPO e IMCO, con el objeto de conocer el comportamiento de indicadores demográficos cercanos a la población, como las tasas de natalidad, fecundidad, mortalidad, desarrollo humano, competitividad, esperanza de vida, grado de escolaridad, desigualdad social, Producto Interno Bruto Per cápita, empleo, capacitación laboral, acceso a salud, educación, cultura, derechos humanos. Con la interpretación de estos resultados será posible construir un diagnóstico, que permita valorar el estado actual de la población, que se encuentra o puede ser ubicada en la línea base del proyecto.

### **VI.2.3 Aspectos económicos**

De acuerdo con el Instituto Mexicano de la Competitividad (IMCO, 2017) Manzanillo desarrolla su base económica desde dos vías: por un lado, por ser el principal puerto marítimo de México en términos del tráfico de contenedores, jugando un rol central en el comercio mexicano con Asia y los países de Norte, Centro y Sudamérica. Por el otro, al ser un centro turístico de playa al que arriban visitantes por vía aérea, terrestre y marítima a través de cruceros. Por ello, el municipio combina un alto flujo de personas de y hacia el extranjero con un alto nivel de inversión extranjera per cápita (IMCO, 2012, p. 72).

Según INEGI (2015), la PEA de Manzanillo representó el 59% del total de la población de dicho municipio (50% hombres y 50% mujeres), estructurándose de la siguiente manera: 20% por jóvenes de 12 a los 24 años; 77% por población adulta (entre los 25 y los 64 años) y un 3% por adultos mayores, de 65 y más años. El 55.9% de la PEA registró educación básica, el 21.1% educación media superior, 19.6% con instrucción superior y el 3.1% no contaba con instrucción. Con respecto a la población ocupada, el 65.9% eran hombres y el 34.1% mujeres; el 68.64% tenía experiencia laboral y el 31.46% no contaba con ella. El 75.2% se especializa en las actividades de comercio y servicios, siguiéndole el sector secundario en que se ocupa poco más de 18.1 % y finalmente, el primario concentra 6.3 %. Como se infiere, tres de cuatro personas ocupadas lo hace en el sector terciario.

La población ocupada en 2015 fue de 41,454 personas, las cuales se concentraron en la realización de actividades en 7,250 Unidades Económicas (UE) o empresas (DNUE, 2015), siendo las más representativas, las que se ubicaron en el sector de comercio al por menor; de servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas; y de otros servicios excepto actividades de gobierno (Tabla 16), quienes alcanzaron 39.7, 16 y 13.9%, respectivamente, sumando en conjunto 69.6% del total de las UE del municipio.

**Tabla 16. Unidades económicas según sector y personal ocupado de Manzanillo, 2015**

Sector	Unidad económica	Personal ocupado	Actividad relevante
Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	125	905	Pesca, Caza y captura
Minería	35	805	Minería de hierro
Construcción	55	1791	Edificación
Manufactura	466	2760	Alimentos (pan y tortilla)
Comercio al por mayor	165	1706	Abarrotes y alimentos
Comercio al por mayor	2879	8944	Abarrotes, alimentos, bebidas, hielo y Tabaco
Transporte, correos y almacenamiento	342	7352	Autotransporte de carga
Servicios financieros y de seguros	47	181	Unidades de crédito e instituciones de ahorro
Servicios educativos	76	1250	Básico a medio superior
Servicios de salud y asistencia social	228	844	Consulta externa
Servicios de esparcimiento, culturales, deportivos y otros servicios recreativos	66	207	Clubes deportivos

Sector	Unidad económica	Personal ocupado	Actividad relevante
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	1163	6996	Restaurantes
Otros servicios, excepto actividades gubernamentales	1006	2440	Reparación de autos, clínicas de belleza

**Fuente:** elaboración propia con base en el Censo Económico 2014-

Como se observa, la actividad económica de Manzanillo se concentra con mayor incidencia en pocos sectores. En este documento se pretende analizar también los componentes que están asociados a otras variables que el mismo Censo Económico 2014-2019 o el DNUE de INEGI arrojaron en estos importantes estudios, destacando cifras de población ocupada (propietarios, familiares y otros trabajadores no remunerados, no dependiente de la razón social, remuneraciones, gastos por consumo de bienes y servicios, ingresos por suministro de bienes y servicios, producción bruta total, consumo intermedio, valor agregado censal bruto, formación bruta de capital fijo, variación total de existencias y activos fijos (depreciación de activos fijos). Dicha información será de utilidad para prospectar la evolución y desempeño de las UE referidas durante los próximos años, lo que permite interpretar el tipo de actividades que estará realizando la población que cohabita en el entorno.

De igual forma, en el contexto de elaboración de este escrito, se busca realizar un análisis detallado de las actividades económicas, que contemple el uso del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), instrumento que facilitará el conocimiento de las acciones económicas concretas que se ejecutan en el territorio, tomando en consideración la siguiente subdivisión: sector, subsector, rama, subrama y clase. Por ejemplo, el sector de agricultura, cría de

explotación de animales, aprovechamiento forestal caza y pesca registró para Manzanillo 125 de las 7,250 UE, de las cuales, 118 estaban en el subsector pesca, caza y captura, cuya misma cifra se identificó en la rama de pesca, desagregando 107 UE para la clase que contempla pesca y captura de otros peces, crustáceos, moluscos y otras especies. De esta forma, es posible conocer con profundidad como se encuentra el entramado económico-sectorial en la región de estudio.

Para Gabriela Benavides Cobos (2017), Presidenta de Manzanillo, en 2017, Manzanillo era el municipio más dinámico de Colima y su puerto el más importante en el litoral del Pacífico mexicano. En ese contexto, en el Plan Municipal de Desarrollo de Manzanillo (2015-2018) se contempla lograr una meta vinculada al ámbito económico, este se titula “Manzanillo Prospero”, en el que intervienen varios subcomités divididos en sectores: agropecuario; comercial, industrial y turístico; de asistencia social; salud; especial de agua potable, drenaje y alcantarillado.

El propósito de esta meta es implementar políticas que establezcan las condiciones favorables que permitan el desarrollo económico de los ciudadanos manzanillenses por medio de atraer capitales nacionales y extranjeros que generen nuevos y mejores empleos propiciando dinamismo en las actividades económicas de la ciudad para que la población cuente con los recursos financieros para satisfacer sus necesidades básica. Si se observa, estas líneas de acción están estrechamente relacionadas con las principales actividades económicas que identifica INEGI, por lo que resultará importante proporcionar un seguimiento y análisis de este proceso de planeación y del funcionamiento de los subcomités referidos.

Para Griselda Martínez Martínez, actual presidenta municipal (2018-2021), en la visión común de prosperidad, de equilibrio de desarrollo portuario, social, turístico, se dibujan las expectativas de una sociedad manzanillense digna que, de frente al

futuro y de manera genuina, confía en las posibilidades de realización personal, de crecimiento y disfrute que deben darse en una sociedad con calidad de vida equitativa y justa. Avanzar responsablemente como gobierno hacia este ideal lleva implícita la claridad de una política estratégica guiada en principios de atención, de colaboración y de trabajo correcto que se han ido definiendo a lo largo del proceso de construcción del Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021. La capacidad de gobierno municipal se medirá en términos de la fortaleza de cohesión social y de la manera de generar alianzas con las instituciones, el sector empresarial y productivo, los grupos colegiados, la academia y la ciudadanía (PMD-2018-2021 de Manzanillo, 2019:53).

En ese contexto, en el eje 4 del PMD 2018-2021, de sustentabilidad y medio ambiente, su principal propósito será proteger el medio ambiente y la riqueza de los recursos naturales del municipio fomentando una cultura ecológica colectiva e implementando una adecuada gestión ambiental con estrecha colaboración con las dependencias municipales, estatales y federales para controlar servicios eco sistémicos, monitorear programas y acciones de compensación, aprovechamiento, restauración ambiental y su caso mitigar y sancionar impactos negativos generados por actividades productivas, de aprovechamiento de recursos naturales y crecimiento urbano.

#### ***VI.2.4 Aspectos sociales***

Según el Consejo Nacional de Población (CONAPO), Manzanillo registró un índice de marginación de 10.14, que lo sitúan como un municipio de muy baja marginación, ubicándose en el tercer lugar estatal en dicho rubro. De la misma manera, se detectó que 4.31% de la población de 15 años o más era analfabeta. De acuerdo con CONEVAL, Manzanillo presentó un Coeficiente de Gini de 0.458 en 2010, lo que lo ubica con un alto grado de Cohesión Social (CONEVAL, 2016). En ese contexto, con datos de INEGI (2015), se apreció que el 84% de la población profesa la religión católica, así también que 1,159 personas de cinco o

más años hablan alguna lengua indígena, siendo las más frecuentes el Náhuatl con un 39.9% y Zapoteco con un 20.6%.

El Consejo Nacional Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL 2019) estimó el nivel de pobreza de Manzanillo para 2015, concentrándose el 27.2% de su población en dicha condición, es decir a 52,141 personas, de las cuales, el 2.0% era extrema y el 25.1% moderada, solo Colima y Villa de Álvarez estaban por debajo de dicha cifra. De la población total del municipio en 2015 (169,058), 35.7% era vulnerable por carencia social, 8.2% por ingreso, 16.4% estaba en rezago educativo, 14.8% presentaba carencia por acceso a los servicios de salud, 45.3% por acceso a la seguridad social, 10.8% insuficiencia por calidad y acceso a la vivienda, 7.5% carencia por servicios básicos a la vivienda, 17.3% escasez por acceso a la alimentación; 35.4% tenía un ingreso inferior a la línea de bienestar y 6.2% a la línea de bienestar mínimo. El propósito de esta investigación es explicar cada uno de los subindicadores que conforman a cada una de las carencias señaladas.

En 2015, de los 52,889 hogares y viviendas habitadas en Manzanillo, 14,554 eran con jefatura femenina; 26.9% de las viviendas eran de solo un cuarto; 1.51% contaba con piso de tierra; 1.14% no disponían de agua entubada de la red pública y 0.88% de drenaje; 0.31% no disponían de energía eléctrica; 25.46 no contaban con lavadora; 6.74% sin refrigerador; 0.88% no tenía excusado ni sanitario (INEGI y CONEVAL, 2015). Se identifica un grado de rezago social muy bajo en Manzanillo, ocupando el lugar 2,253 de los 2,446 municipios de México.

En lo que respecta a educación, En 2020, Manzanillo contaba con 272 escuelas de educación básica (preescolar, primaria y secundaria), 29 bachilleratos, 10 instituciones educativas de educación superior, 10 escuelas de educación especial y 3 de educación inicial (escuelasmex.com, 2020). En dicho periodo no contaba con ninguna primaria indígena. En los servicios de salud, se observa que tan sólo en el rubro de razón de doctores médicos por unidad médica, se tiene que para el

estado en su totalidad cuenta con un 8.2, mientras que el municipio de Manzanillo cuenta con 9, cifra por encima del promedio estatal.

Con relación a la disponibilidad de TIC'S, el 38.3% de las viviendas contaba con internet en 2015; 55.1% con televisión de paga; 55.7% con pantalla plana; 36.7% con computadora; 88.3% con teléfono celular y 37.1% con teléfono fijo (INEGI, 2015).

Con respecto del trabajo y condiciones laborales en ambos municipios, según el Estudio de Vocacionamiento Municipal del Estado de Colima (2014), el nivel de ingresos de la población ocupada de Manzanillo se comportó de la siguiente manera: 49.44% obtuvo ingresos de \$1,001 a \$4,000 pesos mensuales, el 23.60% generó de \$4,001 a 7,000 pesos, el 11.24% menor a \$1,000 pesos.

A pesar de mantener una tasa de ocupación económica superior a 96.9 %, en el municipio se registra que 25 % de su población percibe menos de dos veces el salario mínimo diario, equivalente a \$213.22 pesos (CONASAMI, 2020). En síntesis, el empleo de baja remuneración, el crecimiento económico y habitacional y el impacto de estos factores en temas como la sostenibilidad ambiental, destacan como los principales elementos contextuales a considerar para la interpretación de los resultados del municipio de Manzanillo.

### ***VI.2.5 Problemática ambiental***

Los sitios contaminados pueden definirse como el lugar, espacio, suelo, cuerpo de agua, instalación o cualquier combinación de éstos que ha sido contaminado con materiales o residuos que, por sus cantidades y características, pueden representar un riesgo para la salud humana, a los organismos vivos y el aprovechamiento de los bienes o propiedades de las personas (DOF 2003).

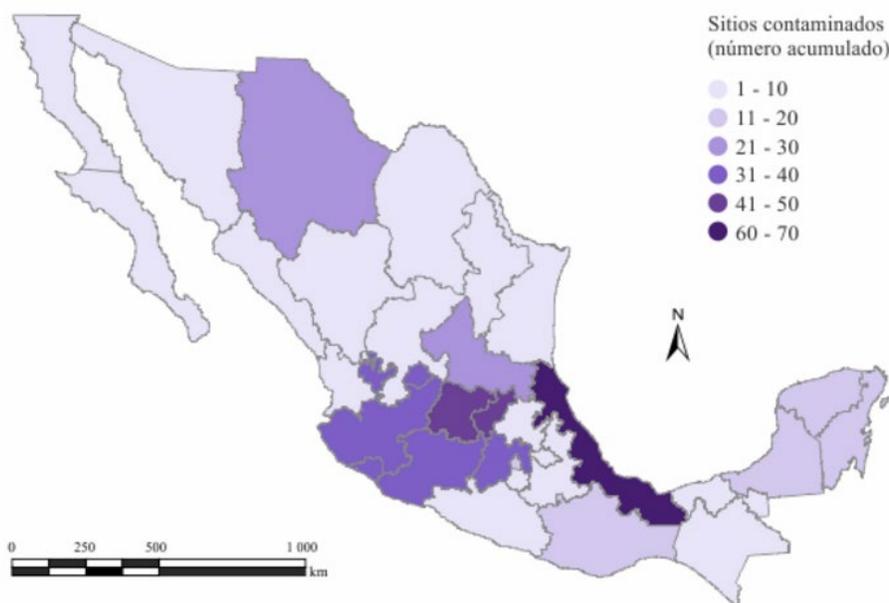
Entre las principales causas que pueden provocar la contaminación de un sitio están: 1) la disposición inadecuada de RSU, RP y RME en terrenos baldíos, bodegas, almacenes y patios de las industrias; 2) fugas de materiales o RP de tanques y contenedores subterráneos, tuberías y ductos, así como de alcantarillados y drenajes industriales o públicos; 3) lixiviación de materiales en sitios de almacenamiento y donde se desarrollan actividades productivas, o bien, de rellenos sanitarios y tiraderos a cielo abierto; 4) derrames accidentales de sustancias químicas durante su transporte; 5) aplicación de sustancias químicas potencialmente tóxicas en el suelo, instalaciones y edificaciones; y 6) la descarga de aguas residuales que contienen RP y sustancias químicas potencialmente tóxicas sin tratamiento previo (Semarnat, 2012).

La Semarnat clasifica los sitios contaminados en dos tipos: por un lado, los denominados pasivos ambientales, de grandes dimensiones y con obligación de remediación, con problemas causados por el uso industrial del suelo y el manejo inadecuado de los RP y que no fueron remediados oportunamente para impedir la dispersión de los contaminantes. Esta categoría incluye además la contaminación generada por una emergencia que tenga efectos a largo plazo sobre el medio ambiente. En segundo lugar se encuentran los sitios contaminados causados por emergencias ambientales (EA), cuya atención ocurre cuando la contaminación del sitio deriva de una circunstancia o evento, indeseado o inesperado, que ocurre repentinamente y que tiene como resultado la liberación no controlada, incendio o explosión de uno o varios materiales o RP que afectan la salud humana o el medio ambiente de manera inmediata (Semarnat, 2012)

En el caso de los sitios contaminados considerados como pasivos ambientales, para el periodo 1995-2013 el Sistema Informático de Sitios Contaminados (SISCO) tenía identificados 587 sitios en el territorio nacional. El sistema ha permitido identificar los sitios contaminados y priorizarlos según su riesgo, con base en una evaluación de riesgo ambiental preliminar. Para 2013, las entidades con mayor

presencia de sitios identificados y acumulados como contaminados fueron Veracruz (69 sitios), Querétaro (58), Guanajuato (48), **Colima (38)** estado de México (36), Michoacán (34) y Aguascalientes (31; Mapa 7.4.1.1).

Mapa 7.4.1.1 Sitios contaminados y registrados en el SISCO como pasivos ambientales por entidad federativa, 1995-2013



**Nota:**

<sup>1</sup> Los datos de 2013 son al mes de mayo.

**Fuente:**

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. 2013.

### VI.3. Usos y aprovechamientos, actuales y potenciales de los recursos naturales.

La Laguna Valle de las Garzas pertenece a los acuíferos Jalipa-Tapeixtles y Santiago-Salagua, ubicados en el estado de Colima en la región hidrológica administrativa (RHA) VII Lerma-Santiago-Pacífico. El acuífero Jalipa-Tapeixtles es

jurisdicción territorial de la Dirección Local Colima. Su territorio se encuentra totalmente vedado y sujeto a las disposiciones del “Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la zona costera del Estado de Colima, controlándose las extracciones, uso o aprovechamiento de aguas del subsuelo de dicha zona”.<sup>5</sup>

Esta veda es de tipo II, en la que la capacidad de los mantos acuíferos sólo permite extracciones para usos domésticos. EL acuífero Jalipa-Tapeixtles tiene un déficit de  $-1.16277 \text{ mm}^3$  anuales

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua (2014), el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 3. El uso principal del agua subterránea es el público-urbano.

La recarga al acuífero Santiago-Salagua proviene de la infiltración de los escurrimientos de los tributarios de los arroyos Chandiablo y Punta de Agua que bajan de las Sierras que lo bordean y de la precipitación pluvial en el Valle. Su descarga se efectúa por medio de bombeo de agua subterránea, principalmente, para uso agrícola y servicios. Así como por las descargas subterráneas hacia la bahía de Manzanillo (I.C.G.) Este tiene un déficit de  $-3.2 \text{ mm}^3$  anuales.

Respecto a otros usos y aprovechamientos de recurso naturales no se presentan, ya que la Laguna Valle de las Garzas está rodeada de zona urbana y comercial, y el estado actual del sistema no permite que se le dé algún uso de consumo local o regional.

#### **VI.4. Situación jurídica de la tenencia de la tierra**

De conformidad con el Párrafo Primero del ARTÍCULO 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, La propiedad de las tierras y aguas

---

<sup>5</sup> DOF, 20 de agosto de 1973.

comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, y en su Párrafo Quinto señala:

Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional; las de las corrientes constantes o intermitentes y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cauce de aquéllas en toda su extensión o en parte de ellas, sirva de límite al territorio nacional o a dos entidades federativas, o cuando pase de una entidad federativa a otra o cruce la línea divisoria de la República; la de los lagos, lagunas o esteros cuyos vasos, zonas o riberas, estén cruzadas por líneas divisorias de dos o más entidades o entre la República y un país vecino, o cuando el límite de las riberas sirva de lindero entre dos entidades federativas o a la República con un país vecino; las de los manantiales que broten en las playas, zonas marítimas, cauces, vasos o riberas de los lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional, y las que se extraigan de las minas; y los cauces, lechos o riberas de los lagos y corrientes interiores en la extensión que fija la ley.

Así también en la Ley General de Bienes Nacionales, en el ARTÍCULO 6º Fracción IX, se establece que “están sujetos al régimen de dominio público de la Federación: los terrenos ganados natural o artificialmente al mar, ríos, corrientes,

lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional; y en el ARTÍCULO 7º Fracción VIII, alude que son bienes de uso común: los cauces de las corrientes y los vasos de los lagos, lagunas y esteros de propiedad nacional.

De esta forma, a través de la Ley de Aguas Nacionales se regula sobre la administración de los bienes nacionales, y entre ellos indica en el ARTÍCULO 113 Fracción II, que, queda a cargo de la Comisión Nacional del Agua “Los terrenos ocupados por los vasos de lagos, lagunas, esteros o depósitos naturales cuyas aguas sean de propiedad nacional; y en su Fracción V “Los terrenos de los cauces y los de los vasos de lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional, descubiertos por causas naturales o por obras artificiales.

Así también, en su ARTÍCULO 117, expresa que:

“El Ejecutivo Federal por sí o a través de la Comisión podrá reducir o suprimir mediante declaratoria la zona federal de corrientes, lagos y lagunas de propiedad nacional, así como la zona federal de la infraestructura hidráulica, en las porciones comprendidas dentro del perímetro de las poblaciones.

Los estados, el Distrito Federal, los municipios o en su caso los particulares interesados en los terrenos a que se refiere este Artículo, deberán presentar a “la Comisión” para su aprobación el proyecto para realizar las obras de control y las que sean necesarias para reducir o suprimir la zona federal. “La Comisión” podrá convenir con los gobiernos de los estados, del Distrito Federal o de los municipios, las custodias, conservación y mantenimiento de las zonas federales referidas en este Artículo.

Al igual, en su ARTÍCULO 119 queda señalado que “La Autoridad del Agua” sancionará conforme a lo previsto por esta Ley, las siguientes faltas: XIV. Arrojar o depositar cualquier contaminante, en contravención a las disposiciones legales, en ríos, cauces, vasos, lagos, lagunas, esteros, aguas marinas y demás depósitos o

corrientes de agua, o infiltrar materiales y sustancias que contaminen las aguas del subsuelo.

Ahora bien, el estado de Colima a través de su Instituto del Medio Ambiente, como institución de la administración pública estatal, se limita a realizar acciones encaminadas a la protección, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Por otro lado, en la Ley de aguas del estado de Colima en su ARTÍCULO 8º Fracción I y II, menciona que corresponde al Gobernador del estado: definir la política hidráulica escuchando la opinión de los Ayuntamientos y aprobar el Programa Hidráulico del Estado de Colima, acorde al Plan Hidráulico Nacional; y establecer, con la participación de los Ayuntamientos, las políticas estrategias, objetivos, programas y normas para el óptimo aprovechamiento del agua en el sistema y su justa distribución y uso entre las diversas comunidades.

Por su parte, el municipio de Manzanillo por medio de la Dirección General de Desarrollo Urbano y Ecología, presentaron el Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial Local del Municipio de Manzanillo, cumpliendo con lo estipulado en los ARTÍCULOS 36 y 38 de la Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima; en cuanto a que los Ayuntamientos formularán y expedirán los programas municipales de ordenamiento ecológico y territorial. De tal manera que la competencia del municipio de Manzanillo, queda señalada como Estrategia y Lineamiento Ambiental por Unidad de Manejo Ambiental del modelo de Ordenamiento Ecológico de Manzanillo, bajo el numeral 61 y como política de preservación con la meta de “Promover un parque municipal en tres años Promover un convenio de coordinación entre municipio y federación para los programas de desarrollo sustentable de la Laguna del Valle de las Garzas”.

## VI.5. Problemática específica que deba de tomarse en cuenta.

Con la finalidad de evitar las inundaciones que en cada temporada de lluvia se producían en los diferentes Barrios del Fraccionamiento del Valle de las Garzas, el Gobierno del estado de Colima construyó en el año 2000 un sistema pluvial con capacidad de 230 m<sup>3</sup>/s conformado por el Canal de Conducción Punta de Agua-Salagua de 3.4 km y 150 m<sup>3</sup>/s, 10 bocas de desfogue entre la Laguna de las Garzas, el Estero San Pedrito y el Canal Punta de Agua-Laguna las Garzas de 3.5 km y 100 m<sup>3</sup>/s.<sup>6</sup> Sin embargo, considerando como una precipitación crítica aquella que supera los 60 mm en una hora o 200 mm en 24 horas y que produce problemas de inundaciones, avalanchas y deslaves<sup>7</sup> se deduce que en los últimos 50 años por precipitaciones mayores a 60 mm por hora en el puerto de Manzanillo se ha presentado una inundación severa y problemas asociados, cada dos años y por precipitaciones mayores a 200 mm en 24 horas, cada cuatro años.<sup>8</sup>

La falta de mantenimiento en los trabajos de desazolve de este canal ha producido una sedimentación en la laguna del Valle de las Garzas, que asimismo se ha ido contaminando con las descargas, la materia orgánica y los residuos domésticos y comerciales de los diferentes Barrios del citado Fraccionamiento.

El daño generado en los últimos 24 años en el espejo de agua en la laguna ha provocado la pérdida de un 78.8% con respecto al año 1996, siendo la mayor la presentada entre los años 2003 al 2018 (Figura 39).

---

<sup>6</sup> Gobierno del Estado de Colima, 2000.

<sup>7</sup> SMN, 2006

<sup>8</sup> Patiño-Barragán et al., 2009.

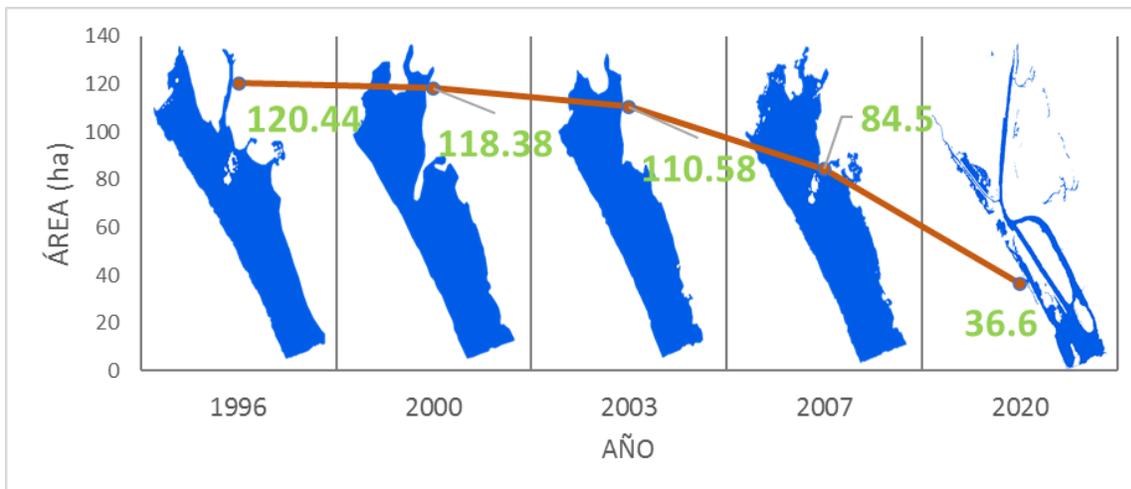


Figura 42. Evolución del espejo de agua de la Laguna Valle de las Garzas.

## VII. SUGERENCIAS PARA REHABILITAR EL SISTEMA LAGUNAR Y GENERAR SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUEDAN PRESERVAR LA BIOTA

En función de los resultados obtenidos se enlistan las sugerencias más importantes:

1. Implementar trampas de sedimento en la parte alta de la cuenca.
2. Reforestar los sitios desprovistos de vegetación en la zona alta de la cuenca y gestionar la actividad agrícola.
2. Desazolver el Arroyo Punta de Agua.
3. Dragar toda la Laguna del Valle de las Garzas, no solo los canales. La propuesta consiste en extender el canal de navegación sobre la zona Suroeste hasta el Nor-Noroeste de la Laguna Valle de las Garzas, eliminando la zona de islotes que se han ido creando durante los últimos años y en los que se encuentra manglar perturbado, humedales y suelos sin vegetación. Este Canal no afectaría

prácticamente áreas de mangle vigoroso y mejoraría la hidrodinámica entre el área Sur y Norte de la laguna. Asimismo, se incrementaría el espejo de agua hacia la zona norte a través de la zona de inundación de áreas carentes de manglar y suelos sin vegetación.

4. El producto del dragado no debe ser vertido en tarquinas en la superficie lagunar sino fuera de la misma, en los lugares autorizados por la autoridad ambiental.

5. El proceso de dragado debe ser optimizado, mejor planeado, efectivo y rápido.

6. Rehabilitar completamente la PTAR.

7. Eliminar las descargas no controladas de aguas residuales domésticas e industriales.

8. Las islas deben ser removidas pues actúan como trampas de sedimento y dificultan la hidrodinámica.

9. El mangle removido debe transplantarse en sitios de ausencia o baja densidad de las orillas de LVG.

10. El gavión debe ser removido para que no dificulte la actividad de la marea.

11. El control hidráulico y de sedimentos debe ser instalado en la zona de bifurcación del Arroyo Punta de agua.

12. En la LVG Deben considerarse las zonas necesarias para que los cocodrilos lleven a cabo actividades fisiológicas básicas importantes como asoleo, alimentación, cortejo y reproducción.

13. Deben considerarse sitios de baja profundidad para la alimentación de las aves.

14. Deben considerarse corredores interconectados de sitios con vegetación para facilitar el desarrollo de la fauna.

15. Continuar con el canal perimetral que ya se encuentra en la zona Norte, con la finalidad de dar protección al mangle.
16. Detener de manera inmediata y permanente cualquier intento actual o futuro por deforestar o perturbar aún más, la vegetación dentro del polígono lagunar.
17. Proponer la protección de dicha área como un Área Voluntaria para la Conservación con uso compatible de manejo, uso ecoturismo y de divulgación ambiental.
18. Establecer un programa de restauración del hábitat que contemple acciones de reforestación y trasplante de mangle, vegetación halófitas y selva mientras elimine pastizales inducidos y acahuales.
19. Se sugiere realizar una conexión de hábitats que mejoren sustancialmente las condiciones de la vegetación adyacente a la laguna, con el propósito de beneficiar a la fauna, para ello se propone determinar un sistema de camellones y calles en los que se promueva la vegetación frutal y de hoja frondosa para formar una red de corredores en las principales calles y avenidas que conecten las áreas cubiertas aun de vegetación natural alrededor de la ciudad, con el área de la Laguna.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Castro-Aguirre, J. L., Pérez, H. E. & Schmitter-Soto, J. J. 1999. *Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México*. Editorial Limusa,
- Contreras, F. 1985. Las lagunas costeras mexicanas. Centro de Ecodesarrollo/Secretaría de Pesca, México.
- Ecocostas 2006. Estudio de factibilidad para la implementación de un centro de capacitación para el cultivo de Chame en el estuario del río Cojimíes Guayaquil., pp. 36.
- Espino Barr, E. 2000. Criterios biológicos para la administración de la pesca multiespecífica artesanal en la costa de Colima, México.
- Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. & Niem, V. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Vol. I. Plantas e Invertebrados. *Food and Agriculture Organization, Rome*.
- Flores-Verdugo, F., Moreno-Casasola, P., Agraz-Hernández, C. M., López-Rosas, H., Benítez-Pardo, D. & Travieso-Bello, A. C. 2007. La topografía y el hidroperiodo: dos factores que condicionan la restauración de los humedales costeros. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*:33-47.
- Ludwig, J. A., QUARTET, L., Reynolds, J. F. & Reynolds, J. 1988. *Statistical ecology: a primer in methods and computing*. John Wiley & Sons,
- Margalef, R. 1972. Ecología Marina Fundación La Saie de Ciencias Naturales. Caracas.
- Margalef, R. 1980. La biosfera. *Ediciones Omega, Barcelona*.
- Nelson, J. 1994. Fishes of the world John Wiley and Sons. *Inc. New York*.
- Odum, H. T. 1983. Systems Ecology; an introduction.
- Pérez-España, H., Galvan-Magaña, F. & Abitia-Cárdenas, L. A. 1996. Variaciones temporales y espaciales en la estructura de la comunidad de peces de arrecifes rocosos del suroeste del Golfo de California, México. *Ciencias Marinas* **22**:273-94.

Maritza Cuevas Sagardi, Juan Joel Hernández Olvera y Rafael Platas Ruiz, « Consideraciones en torno a la dinámica cultural del sitio costero Valle de las Garzas, Manzanillo, estado de Colima, durante el 450 al 650 d.C. », *Trace* [En línea], 64 | 2013, Publicado el 04 agosto 2014, consultado el 04 diciembre 2020. URL: <http://journals.openedition.org/trace/1199>

DOF. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. México. 2003 (8 de octubre).

Semarnat. *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales*. Edición 2008. México. 2009.

Semarnat. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. Semarnat. México. 2012.