



Carbono Azul

**Análisis de vulnerabilidad y determinación
de las dimensiones del reservorio de
carbono en Angostura, Sinaloa**



SEBIDES
SECRETARÍA DE BIENESTAR
Y DESARROLLO SUSTENTABLE

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

IKI  INTERNATIONAL
CLIMATE
INITIATIVE

Este documento fue publicado a través del proyecto Alianza Mexicana – Alemana de Cambio Climático de la *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH* [Cooperación Alemana de Desarrollo Sustentable en México]. La alianza Mexicana–Alemana de Cambio Climático forma parte de la Iniciativa Internacional de Protección del Clima (IKI). El Ministerio Federal de Economía y Protección del Clima (BMWK) apoya esta iniciativa con base en una decisión adoptada por el Parlamento Alemán. Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente representan la opinión de la GIZ. Se autoriza la reproducción parcial o total, siempre y cuando ésta sea sin fines de lucro y se cite la fuente de referencia.

GIZ. (diciembre, 2022). Carbono Azul – Análisis de vulnerabilidad y determinación de las dimensiones del reservorio de carbono en Angostura, Sinaloa.

Supervisión y coordinación

Yuriana González Ulloa, Asesora en Planeación estratégica y coordinación subnacional, Alianza Mexicana–Alemana de Cambio Climático.

Álvaro Luna Terrazas, Asesor principal, Alianza Mexicana–Alemana de Cambio Climático.

Supervisión por parte de la Secretaría de Bienestar y Desarrollo Sustentable del Gobierno del estado de Sinaloa

María Inés Pérez Corral, Secretaria de Bienestar y Desarrollo Sustentable.

Yamel Rubio Rocha, Subsecretaria de Desarrollo Sustentable.

Jorge Humberto Siller Zepeda, Director de Gestión y Cambio Climático.

Equipo técnico del Colegio de Ingenieros Ambientales de México (CINAM)

Alberto Cruzado Martínez, Presidente del Colegio de Ingenieros Ambientales de México y coordinación administrativa del proyecto

Ricardo Daniel Alvarado Hernández, Apoyo técnico

Natalia Lara Trejo, Actores sociales y políticas públicas

Nancy May Ek, Evaluación del reservorio de carbono del manglar

Sachiko Chiriguchi Murayama, Diagnóstico ambiental y propuestas de acciones estratégicas

Adolfo Lara Vázquez, Coordinación técnica del proyecto



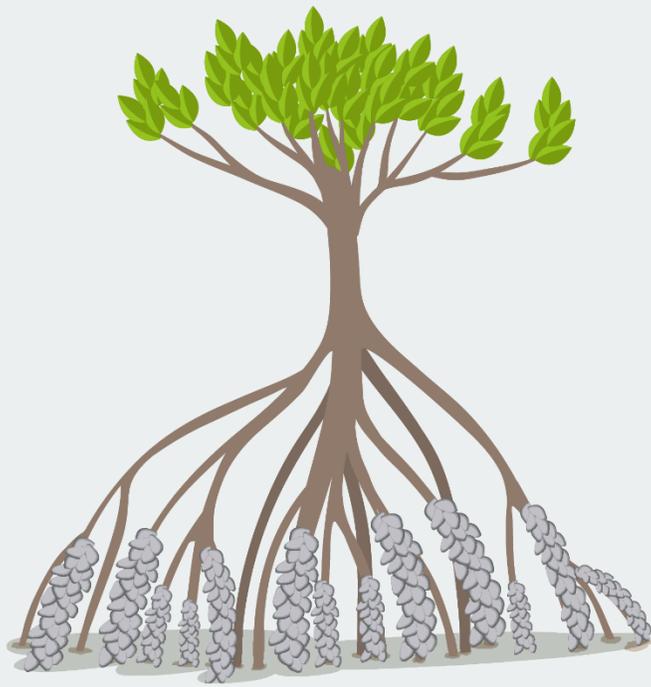
TABLA DE CONTENIDO

SIGLAS Y ACRÓNIMOS	IV
RESUMEN EJECUTIVO	1
1. INTRODUCCIÓN	2
2. OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo general	4
2.2 Objetivos específicos	4
3. METODOLOGÍA	4
4. CARACTERIZACIÓN DEL SITIO DE INTERÉS	7
4.1 Delimitación del sitio de interés	7
4.2 Medio abiótico	8
4.2.1 Clima	8
4.1.2 Geología y geomorfología	9
4.1.3 Edafología	10
4.1.4 Hidrología superficial	11
4.1.5 Hidrología subterránea	12
4.2 Medio biótico	13
4.2.1 Vegetación e usos del suelo	13
4.2.1 Fauna	16
4.3 Sistema lagunar Bahía Santa-María La Reforma	17
4.3.1 Principales características	17
4.3.1 Calidad del agua	18
4.3 Medio socioeconómico	19
4.3.1 Población	20
4.3.2 Viviendas	21
4.3.3 Infraestructura	21
4.3.4 Actividades productivas	23
5. CARBÓN AZUL	27
5.1. Caracterización del manglar en el sitio de interés	28
5.2 Estimación del reservorio de carbono del manglar ubicado en el sitio de interés	29
5.2.2 Estimación de la captura de CO ₂ e del manglar	33
5.3 Estimación del reservorio de carbono del suelo del manglar en el sitio de interés	34
5.3.1 Metodología para la toma de muestras de suelo del manglar	34
5.3.2 Características del suelo del manglar	36
5.3.3 Metodología para la estimación del reservorio de carbono en el suelo del manglar	37
5.3.4 Resultados de la estimación de la captura de CO ₂ e del suelo del manglar	37
5.3.5 Extrapolación de datos del reservorio de carbono del sitio de interés al manglar del Estado de Sinaloa	38
6. DETERIORO DEL MANGLAR DEL SITIO DE INTERÉS	39
6.1. Vulnerabilidad costera	39
6.2 Modificación de la línea de costa	43
6.3 Fragmentación y deforestación	44
6.4 Modificación del flujo hídrico	47
6.5 Contaminación del agua	48

6.6 Incumplimiento de la normatividad vigente	50
6.7 Vulnerabilidad al cambio climático	51
7. IMPACTO SOCIAL DEL DETERIORO DEL MANGLAR	54
7.1 Metodología de análisis de la percepción social	54
7.2 Talleres	55
7.3 Resultados	59
8. PROPUESTAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL RESERVORIO DE CARBONO DEL MANGLAR DEL SISTEMA LAGUNAR	62
8.1 Perspectivas derivadas de los talleres realizados	62
8.2. Integración de las propuestas de acciones para la conservación del manglar ubicado en el Sistema Lagunar Playa Colorada-Bahía Santa María-La Reforma.	64
CAPÍTULO 9. PROPUESTA PARA APLICAR LA METODOLOGÍA DE ESTE TRABAJO EN OTRAS ZONAS DEL PAÍS CON VEGETACIONES DE MANGLAR.	69
9.1. Lecciones aprendidas	69
9.2. Sobre los talleres de capacitación para transferir las experiencias adquiridas en este proyecto	73
9.2.1. Primer taller	73
9.2.2. Segundo taller	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
ANEXO 1. INDICE DE VULNERABILIDAD COSTERA	79
1. Introducción	79
2. Modelo de vulnerabilidad costera.	79
3. Resultados	82
ANEXO 2. ESTUDIO DE IMPACTO SOCIAL	86
1. Introducción	86
2. Metodología	87
2.1.1 Definición de conceptos	87
3. Talleres	88
3.1 Primer Taller	88
Resumen:	88
3.2 Segundo Taller	89
4. Resultados	90
4.1 Resultado de los talleres	91
5. Conclusiones	102
Tablas complementarias	104
ANEXO 3. INFORME DEL TALLER DE DIFUSIÓN Y CAPACITACIÓN A ENTIDADES FEDERATIVAS	107
ANEXO 4. INFORME TALLER DE CONCLUSIONES DEL PROYECTO	110

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AICA	Área de Importancia para la Conservación de las Aves
ANP	Área Natural Protegida
ADV	Áreas Voluntarias para la Conservación
CECA	Criterios Ecológicos de Calidad del Aguas
CH ₄	Metano
CO ₂	Dióxido de carbono
CO ₂ eq	Dióxido de carbono equivalente
CINAM	Colegio de Ingenieros Ambientales de México
CONABIO	Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
IMPLAN	Instituto Municipal de Planeación Urbana
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
IPCC	Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático
LAN	Ley de Aguas Nacionales
LEGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
LGPGIR	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
MIA	Manifestación de Impacto Ambiental
NOM	Norma Oficial Mexicana
N ₂ O	Óxido nitroso
O ₂	Oxígeno
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
POEGT	Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio
RCP	Trayectorias de Concentración Representativas
SADER	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
SEBIDES	Secretaría de Bienestar y Desarrollo Sustentable
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
SMN	Sistema Meteorológico Nacional
SMMM	Sistema de Monitoreo de los Manglares de México
UMA	Unidades de Manejo Ambiental
WHSRN	Western Hemisphere Shorebird Reserve Network en español Red Hemisférica de Reservas de Aves Playera
ZOFEMAT	Zona Federal Marítimo Terrestre
ZRP	Zonas de Refugio Pesquero



RESUMEN EJECUTIVO

La evaluación del reservorio de carbono de los manglares del sistema lagunar de Santa María – La Reforma y su conservación se planteó por la Secretaría de Bienestar y Desarrollo Sustentable SEBIDES del Gobierno de Sinaloa y de la Cooperación Alemana GIZ.

La iniciativa del presente análisis surge de la necesidad de conocer el potencial de almacenamiento de carbono que los manglares de la zona pueden llegar a tener y de su magnitud y relevancia para los inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero. Además, la literatura sobre los manglares plantea que ellos son una barrera protectora contra los efectos de fenómenos hidrometeorológicos extremos que afectan las zonas costeras y por lo mismo su conservación debe ser estratégica para las costas. Al margen de lo anterior, esta vegetación de manglar en los medios acuáticos estuarinos es también un criadero y refugio de un gran número de especies biológicas en estadios larvarios y zonas para su reproducción, muchas de las cuales salen al mar y representan pesquerías importantes para el país.

Para este proyecto se establecieron los siguientes objetivos:

1. Elaborar un mapa de vegetación y usos del suelo del sitio de interés y priorización de las áreas de manglar sujetas a restauración, conservación o un manejo sustentable.
2. Realizar una estimación sobre la capacidad de almacenamiento de carbono del manglar en el sistema lagunar de Santa María – La Reforma, Municipio de Angostura, Sinaloa a través elaborar un análisis de este reservorio.
3. Desarrollo de un análisis de vulnerabilidad costera climática presente y futura que permita desarrollar un enfoque de gestión adaptativa en acciones, responsables, indicadores, escenarios y metas.
4. Fortalecimiento de capacidades y replicación de lecciones aprendidas con actores clave identificados.

Las actividades desarrolladas para cumplir el primer objetivo fueron una revisión bibliográfica sobre las investigaciones y estudios del sitio de interés. En esta actividad se encontró que el Portal de Geoinformación de CONABIO tiene productos elaborados sobre el análisis de los manglares desde 1980 hasta el 2020. Los mapas que contiene el portal están a una escala de trabajo que fue conveniente para este proyecto, por lo que de ellos extrajeron las superficies de manglar para tener una idea de sus cambios a lo largo de los últimos 40 años.

Dentro de las tareas planteadas para este proyecto estaba considerar un polígono de 16,162 ha como área de intervención, el cual presentaba una superficie de manglar de 381 ha. Sin embargo, este polígono no contaba con una justificación del porqué se había propuesto para este proyecto. El polígono fue desechado y se planteó hacer un análisis de toda la región del sistema lagunar a fin de elegir la mejor zona para establecer un sitio de interés representativo del reservorio de carbono del manglar. El nuevo sitio se definió cartográficamente y se documentó. Así, con su delimitación se tuvo un mejor conocimiento del territorio para desarrollar los demás trabajos de este proyecto.

Un producto solicitado fue un mapa de la vegetación del manglar del sitio de Interés, a través de la clasificación automatizada de una imagen de satélite adquirida para tal propósito. Sin embargo, al haber encontrado en el Portal de Geoinformación de CONABIO mapas de la distribución y cambios de superficie del manglar de 1981, 2005, 2010, 2015 y 2020, a una escala de trabajo conveniente y con una calidad difícil de superar con el análisis de una sola imagen satelital y para una sola fecha, se decidió dejar de hacer esta clasificación e invertir los recursos que se le habían asignado a otra tarea más relevante para este proyecto. Dicha tarea fue el llevar a cabo un muestreo de campo del manglar. Esta decisión fue tomada en común acuerdo con quienes supervisaban este proyecto por parte de la GIZ y SEBIDES del estado de Sinaloa.



Las actividades anteriores permitieron el desarrollo de la caracterización del sitio de interés y de la evaluación de su reservorio de carbono. Para la evaluación del reservorio de carbono del manglar se hizo una zonificación de la distribución de esta vegetación y se establecieron 13 sitios de muestreo, de acuerdo con una metodología específica de evaluación forestal. En cada uno de estos sitios se evaluó la biomasa aérea del manglar, considerando árboles dañados y muertos, en pie o derribados. Por medio de un factor de conversión se valoró la biomasa subterránea de los manglares. En estos sitios también se tomaron muestras del suelo a 30 cm. Cabe mencionar que las condiciones de humedad y mareas no permitieron tomar muestras a mayor profundidad con el equipo disponible para ello, pues resultaron demasiado diluidas por el alto nivel del agua subterránea en los suelos de los esteros.

Los valores obtenidos de carbono equivalente del reservorio fueron extrapolados a nivel estatal en una primera aproximación para valorar el reservorio de carbono que este estado tendría. Estos valores fueron significativos al compararlos con las emisiones obtenidas para el estado de Sinaloa en su inventario más reciente, ellas superan la cantidad anual de emisiones totales reportadas y si se perdiera tan solo el 1% de este reservorio al año, sus emisiones serían mayores que las que anualmente genera la agricultura de Sinaloa.

Aunque los valores anteriores sobre el reservorio de carbono del manglar en el sitio de interés fueron de carácter experimental, dan una primera aproximación de las dimensiones de este reservorio.

Originalmente se establecía estimar el volumen del reservorio del manglar a través de las herramientas de balance de carbono ex-ante del nivel 2 (Tier2) que recomienda el IPanel Intergubernamental de Cambio Climático para el desarrollo de los inventarios nacionales de gases y compuestos de efecto invernadero. Lo anterior, según lo planteado en su apartado de AFOLU (Agricultural, Forestry and Land Use por sus siglas en inglés). Este método requería hacerlo a través de factores teóricos de emisión y adsorción de carbono, los cuales tienen un valor preestablecido. Sin embargo, en un análisis

más profundo, se consideró que era inadecuado para este proyecto aplicar esta metodología porque no se encontraron factores de emisión/absorción específicos para manglares. En el más reciente inventario nacional de emisiones para nuestro país se considera al manglar como una vegetación hidrófila, halófila (a fin a la presencia de agua y sal) y leñosa, la cual está asignada a "tierras forestales y praderas". Al manglar se le asigna una categoría semejante a la vegetación de galería o riparia, que crece en las márgenes de los ríos o es semejante a la de los petenes. Con esta denominación un mangle sería equivalente a un árbol de sauce, ahuehuate, ahuejote, tintal, canacoite, caoba, zapote, palma, etc, solo por mencionar algunos de los árboles que crecen en las riberas de los ríos y petenes, los cuales son muy diferentes entre sí y poco parecidos a los manglares.

Por otra parte, la fisonomía de los manglares es muy distinta a lo largo de la costa del Pacífico, dado que en la zona norte esta vegetación tiende a ser de menor altura e incluso se presenta como un matorral. Por el contrario, hacia el sur es más alta y en las costas de Chiapas se encuentran ejemplares del manglar que podrían alcanzar hasta 40 metros de altura. Otra limitante es que, para la vegetación hidrófila y halófila leñosa, como se clasifica el manglar en el inventario nacional de gases y compuestos de efecto invernadero, no existen factores de emisión de CO₂ para sus suelos.

La siguiente fase de este proyecto se refirió al análisis de vulnerabilidad del sistema lagunar y del manglar. Para esta parte del trabajo se aplicó un modelo de vulnerabilidad costera creado y automatizado en un programa de cómputo por la Universidad Norteamericana de Stanford. La aplicación del modelo resultó interesante porque consideró a las vegetaciones forestales costeras, al manglar y a los pastos marinos, como barreras defensoras contra la erosión marina y las inundaciones provocadas por las mareas de tormenta. Con la comparación entre el escenario actual y otro donde no existieran estos tipos de vegetación, escenarios que son calculados por el modelo de vulnerabilidad costera aplicado, se pudo observar la relevancia que la vegetación tiene para disminuir la exposición a la erosión y a las



inundaciones en las orillas de la laguna costera y las zonas de manglar. La comparación de estos dos escenarios mostró que los manglares son una gran protección para los lugares donde se ubican y, donde ellos están azolvados, se observó que se incrementa la vulnerabilidad a estos fenómenos, por lo que se tuvo una evidencia de la importancia de la restauración de esta vegetación para dichos sitios.

Si bien este modelo sirvió para señalar las zonas más vulnerables del manglar a las mareas de tormenta, su vinculación con el cambio climático no fue posible determinarla por carencias de información. Aunque están disponibles varios de los escenarios de cambio climático en la información que pone a consideración de las personas el INECC y el Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la UNAM, con los datos que arrojan dichos escenarios de temperaturas promedio y precipitación pluvial promedio acumulada, aún no es posible determinar una relación causal con las tormentas y huracanes. Bajo esta consideración solo se pudieron tener algunos planteamientos sobre los probables aumentos de las temperaturas medias y la disminución paulatina de la lluvia en los escenarios de más largo plazo del clima; con ellos se pudieron plantear algunas medidas precautorias dentro de los ejes estratégicos de acciones propuestas para protección de los manglares y la población. Sin embargo, si se realizaran otros estudios sobre el arrastre litoral de sedimentos marinos, la hidrodinámica del sistema lagunar, la recurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos a través de un análisis regional durante un estudio histórico lo más amplio posible, es probable que se pueda avanzar en precisar más estos peligros. Un estudio específico para la ordenación acuícola y pesquera del sitio de interés requeriría el abordar algunos de estos aspectos para tener recomendaciones más específicas en este tema.

Los trabajos anteriores se complementaron con el análisis de otros aspectos que deterioran el manglar, como fue su fragmentación y su afectación por las actividades humanas provenientes de la agricultura, la acuicultura y los centros de población con sus descargas de aguas

residuales y manejos poco adecuado de sus residuos sólidos.

Concluidas las fases anteriores del trabajo, para identificar y tener contacto con los actores sociales clave del sitio de interés se llevaron a cabo dos talleres. Estos talleres cumplieron sus objetivos con el apoyo y participación de la Dirección de Gestión y Cambio Climático de SEBIDES y la Dirección de Ecología del Municipio de Angostura, Sinaloa. Con su gestión fue posible la presencia diversificada de los asistentes a los talleres planteados, tanto con funcionarios de varias instituciones del gobierno federal, estatal y municipal, así como con miembros de algunas de las instituciones estatales de educación superior y de asociaciones civiles. También se tuvo la asistencia de pescadores, agricultores y ciudadanos de la región de estudio, incluso de las infancias de la localidad de Playa Colorada, la cual está cercana a la zona más densa de manglares del sitio de interés.

Con los resultados de los talleres sobre la población humana clave del sitio de interés y de los trabajos de evaluación del reservorio del carbono, la determinación de su vulnerabilidad a los fenómenos climáticos y de las mareas de tormentas, tanto como los impactos ambientales de las actividades agrícolas, acuícolas, como de las aguas residuales y los desechos sólidos de los centros de población aledaños al manglar, se plantearon acciones para evitar o minimizar dichos problemas contenidas en cuatro ejes estratégicos. Los ejes anteriores se constituyeron en:

1. La propuesta de un programa para un área natural protegida que integre las acciones actualmente instrumentadas de conservación del manglar y del sistema lagunar, dado que ellas están dispersas en dependencias federales, alejadas del sitio de interés de este proyecto y en acciones estatales y municipales con poco interés y presupuesto.
2. Planteamiento de un programa de ordenación acuícola y pesquera que resulte ser, desde un punto de vista técnico y social, una respuesta al problema de mayor relevancia provocado por las acciones de deterioro que conlleva la ocupación del



espacio acuícola, cuya extensión es mayor que la del manglar y con ellos se puede estar más allá de la capacidad de carga del sistema lagunar, así como por la extracción de grandes volúmenes de agua para los estanques y descargas de sus aguas residuales con abundante materia orgánica y con los niveles más altos de salinidad, sobre los esteros del manglar.

3. Creación de programa de ordenamiento ecológico y territorial a nivel municipal que, entre otras cosas, permita la regulación de las actividades agrícolas y urbanas deteriorantes del sistema lagunar.

4. Introducción en los programas de educación formal de la problemática del cambio climático y de la necesidad de conservar el reservorio de carbono del

manglar, así como de la difusión de información para la concientización social de las ventajas de la conservación del manglar y de sus servicios ambientales.

Se integró un informe con todos estos resultados y ellos se dieron a conocer a través de un taller presencial en las instalaciones del palacio municipal de Angostura con la presencia de autoridades, académicos, productores, organizaciones de la sociedad civil y ciudadanos interesados en el tema.

Otro taller también se llevó a cabo a través de un aula virtual de internet, esta vez para difundir los resultados y las experiencias adquiridas para instituciones interesadas de otros estados costeros del país que quieran hacer un trabajo de este tipo.

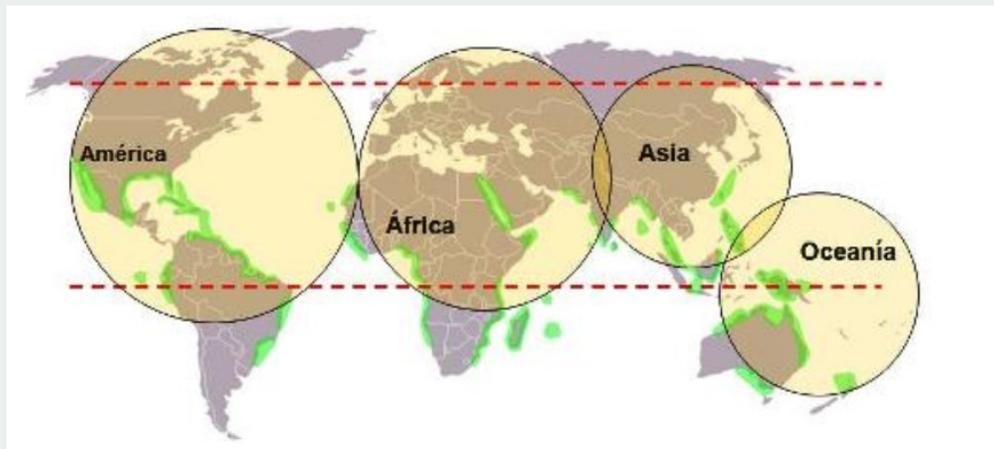


1. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas costeros brindan importantes servicios ambientales, como la protección de costas, la remoción de nutrientes y otros contaminantes del agua, el sustento de pesquerías, la conservación de la biodiversidad y altas tasas de acumulación de carbono. Por ello, se ha denominado como carbono azul, al que se produce en ecosistemas costeros tales como manglares, marismas y praderas de pastos marinos. Una de sus características es que se acumula como biomasa (hojas, ramas, tallos, raíces y madera), o como parte del detritus orgánico enterrado en el sedimento (Mcleod et al., 2011), donde puede preservarse durante largos períodos de tiempo (de siglos a milenios) (Duarte et al., 2005).

Los manglares contienen los mayores inventarios de carbono orgánico (Corg) por hectárea (386 Mg ha⁻¹) en comparación con otros ecosistemas costeros como las marismas (255 Mg ha⁻¹) o los pastos marinos (108 Mg ha⁻¹) (IPCC, 2013; Howard et al., 2014). Se estima que al prevenir la pérdida y degradación de los manglares y catalizar su recuperación, podemos contribuir a compensar el 3-7% de las emisiones actuales de combustibles fósiles (un total de 7,200 Tg C año⁻¹) en dos décadas (Nelleman et al., 2009).

Figura 1. Mapa de áreas de distribución de manglares en el mundo



Estos sistemas, representan sólo el 0.7% de la superficie de los bosques tropicales y son reconocidos como uno de los mayores almacenadores de carbono orgánico en el mundo, con valores superiores a las 1,000 TC/ha (Donato et al., 2011); una proporción de almacenamiento que es tres veces más alta que la mayoría de los bosques terrestres. Además, sus suelos son ricos en materia orgánica y esta se almacena tanto en la superficie como a lo largo del perfil edáfico subterráneo. Es por ello que, si los suelos de los manglares son perturbados, pueden liberar grandes cantidades de gases de efecto invernadero (Kauffman et al., 2013).

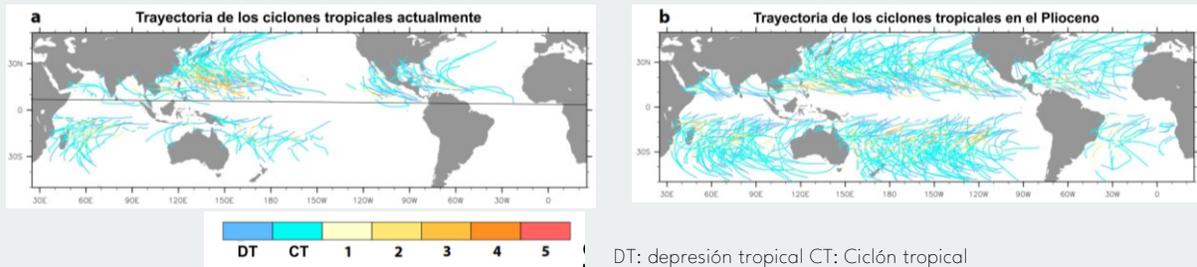
Una de las características sobresalientes de los ecosistemas estuarinos formados por aportaciones de agua dulce del continente y del agua marina en la costa es su poca profundidad, sobre todo si se originaron miles de años atrás por el aumento del nivel del mar sobre llanuras costeras que fueron anegadas al final del último periodo glacial del planeta (Lankford, R. 1977). Esta característica hace que estos ecosistemas tengan cambios continuos en la extensión de su espejo de agua; así como, en la reducción de su superficie por el depósito de azolves. Pero este proceso se acelera enormemente como consecuencia de las actividades humanas que provocan la deforestación, el cambio de usos del suelo por la ocupación de la agricultura, la ganadería y la acuicultura en las zonas litorales.

Por otra parte, las actividades productivas desarrolladas con el uso intensivo de los combustibles fósiles--sobre todo en los grandes países industrializados--ocasionan el incremento del calentamiento global y la exacerbación de los fenómenos meteorológicos extremos, como, los huracanes. Ejemplo de ello, se encuentra en el trabajo de los académicos Chistopher Brierley y



Alexey Federov de la Universidad de Yale quienes analizaron el papel de los ciclones tropicales en el clima global demostrando que, en la época del Pleistoceno el clima de la tierra experimentaba fenómenos muy similares a los que se ocasiona el calentamiento global actual. Al analizar químicamente sedimentos del fondo marino, pudieron determinar la temperatura ambiental en el Plioceno y, concluyeron que en esa época había el doble de huracanes, con una intensidad y frecuencia mayor que en otras épocas (Sherwin Y. 2010).

Figura 2. Comparación de la frecuencia e intensidad de huracanes actual y del Plioceno



Esta situación se repite en nuestros días; por ejemplo, en noviembre del 2020 se estableció un nuevo registro en la presencia de huracanes en el Océano Atlántico para México y los países colindantes. Aunado a ello, en 2022 sucedió un fenómeno extraordinario al coincidir dos sistemas ciclónicos en este océano: uno fue el huracán Theta y el otro Eta. Este último, se destacó por su gran intensidad e impacto socio-ambiental, donde se registraron pérdidas de vidas humanas, inundaciones severas y deslizamientos de tierras. Parte de las consecuencias se registraron en el daño a infraestructura pública como carreteras e infraestructura eléctrica.

Como parte del panorama de variación en la intensidad de los ciclones, se puede mencionar el caso de Eta, el cual llegó a ser el huracán más fuerte de la temporada, con vientos de 240 km/h al tocar tierra y la presión barométrica más baja, registrando 923 hPa (Hectopascales). Así, debido a la frecuencia, intensidad y poca capacidad de adaptación, la administración pública tiene muy pocas capacidades para la atención de la población, lo cual incrementa las migraciones y pérdidas económicas tanto para familias como para países enteros.

No hay objeción en mencionar que el impacto de los fenómenos meteorológicos extremos es consecuencia del cambio climático y sobre la costa puede afectar la vida de las personas allí establecidas, destruye sistemas productivos e infraestructura y afecta a los ecosistemas naturales. Por ende, tiene gran relevancia buscar las formas de adaptación a tales circunstancias, donde no se vea solamente una resistencia pasiva a los fenómenos hidrometeorológicos que representan una amenaza, sino se ponga en práctica acciones preventivas eficaces, como podrían ser programas de protección civil de corto y mediano plazo. Asimismo, se requiere de la participación de la sociedad para la implementación de formas de aprovechamiento sustentable de aquellos ecosistemas que protegen a las comunidades humanas de las amenazas del cambio climático.

Así, ante el peligro de los fenómenos meteorológicos extremos, se hace necesaria la prevención de riesgos sobre el medio ambiente, considerándolo como un todo que abarca al medio natural y al social; así como, la lucha por la reducción de las emisiones de carbono que implica impedir el deterioro de la vegetación costera y su entorno. Para ello, se requiere preservar su capacidad de secuestro de carbono atmosférico.

No obstante, las lagunas costeras están perdiendo su vegetación por el impacto de las actividades humanas. En los últimos 25 años se ha disminuido alrededor del 10% de las superficies de manglar (Velázquez C. et al 2019), lo que ocasiona la liberación a la atmósfera de grandes cantidades de carbono almacenado en sus suelos durante largo tiempo. Actualmente, este fenómeno no se contabiliza en los inventarios de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero en nuestro país. En ese sentido, México ha subestimado el potencial que tiene la protección de los manglares



para reducir sus emisiones de carbono equivalente. En tal virtud, hay una necesidad de incluir la contabilización del carbono azul que se encuentra en este tipo de vegetación y suelos. Para ello es necesario visibilizar el problema del deterioro de manglares y darle prioridad a su conservación y a la vegetación costera.

Con base en ello, el sistema lagunar costero de Santa María - La Reforma, ubicado en el estado de Sinaloa, reúne las características necesarias para ser un ejemplo en la evaluación de un reservorio de carbono azul. La elaboración de un diagnóstico para estimar la magnitud del reservorio de carbono del manglar y de su vulnerabilidad ante los fenómenos meteorológicos extremos, así como ante las actividades humanas que lo puedan deteriorar, permitirá proponer acciones para su conservación y para impedir que se generen grandes emisiones de gases de efecto invernadero por el deterioro de esta vegetación y de sus suelos. De igual modo, puede ser un ejemplo de cómo es posible combinar y potenciar los efectos sinérgicos de acciones de adaptación y mitigación al cambio climático.

Con los resultados, se pueden difundir metodologías de evaluación y protección de este tipo de reservorios de carbono y plantear un seguimiento de las acciones que resulten exitosas. Al igual que, se promueva su aplicación en otras regiones costeras del país con problemáticas semejantes.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Analizar la vulnerabilidad costera para determinar las dimensiones del reservorio de carbono azul contenido en un área específica del manglar, priorizando aquellas áreas susceptibles a la restauración, conservación y el manejo sostenible de los recursos a través de un proceso participativo de la población local.

2.2 Objetivos específicos

- Delimitar y describir el sitio de interés, para elaborar un mapa de las áreas de manglar sujetas a restauración, conservación o a un manejo sostenible
- Realizar un análisis de vulnerabilidad costera ante fenómenos meteorológicos derivados de la variabilidad climática presente y futura que permita desarrollar un enfoque de gestión adaptativa, con acciones responsables, indicadores, escenarios y metas.
- Realizar una estimación sobre la capacidad de almacenamiento de carbono azul en el Sistema Lagunar Playa Colorada-Santa María -La Reforma, Municipio de Angostura, Sinaloa.
- Proponer acciones para el fortalecimiento de capacidades locales y replicación de lecciones aprendidas con actores clave identificados.

3. METODOLOGÍA

La elaboración de este estudio se realizó en cuatro fases y en cada una de ellas se contó con la participación de los representantes estatales de SEBIDES. A través de ellos se tuvo contacto con autoridades municipales y con los síndicos de algunas de las localidades aledañas al sistema lagunar, dentro del municipio de Angostura. Varias de las personas anteriores participaron tanto en el primer taller híbrido planteado por este trabajo, como en el segundo taller presencial de diagnóstico y propuestas para la conservación del manglar del sitio de interés.

Fase I. Delimitación, descripción del sitio de interés y elaboración del mapa de distribución del manglar



Para definir el sitio de interés, del Sistema lagunar de Playa Colorada-Santa María – Reforma, se utilizaron varios criterios tales como: la distribución del manglar, rasgos hidrográficos, así como factores sociales y administrativos. El sitio de interés correspondió a la parte norte y noroeste del municipio de Angostura y del Sistema lagunar Playa Colorada-Santa María-La Reforma, con una extensión de 99,900.29 ha dentro de las cuales está una parte importante de la vegetación del manglar.

Para la caracterización del sitio de interés se realizó un análisis documental y cartográfico de diferentes dependencias gubernamentales; así como, de instituciones públicas y privadas.

Cabe destacar, que, para la primera fase de este trabajo, en sus términos de referencia se propuso desarrollar el procesamiento de una imagen de satélite para zonificar el manglar como paso previo a la caracterización de esa vegetación. Sin embargo, después de una investigación documental llevada a cabo, se observó que la CONABIO, en su proyecto: SMMM ya había trabajado los cambios de la superficie del manglar desde 1970 y ha realizado cuatro evaluaciones de los manglares del país: la primera de 1970-1980, la segunda en el 2005, la tercera en el 2010 y la cuarta en el 2020; las cuales permiten identificar y analizar los principales cambios de la superficie y de la dinámicas del manglar del país y del área de estudio.

El mapa específico que la CONABIO elaboró para el Sistema lagunar Playa Colorada-Santa María-La Reforma en 2017, a través de la clasificación de una imagen de satélite Landsat de la serie 8, fue otro de los trabajos utilizados para determinar la distribución del manglar en la Bahía de Playa Colorada. Por tal circunstancia, se decidió aprovechar esta información encontrada y dejar de hacer una clasificación de la vegetación del manglar. Los recursos que no fueron usados para elaborar un mapa con la distribución del manglar sirvieron para llevar a cabo un muestreo de campo para determinar la biomasa y el carbono almacenado en esta vegetación y en sus suelos. Fase II. Análisis de vulnerabilidad costera, presenta y futura

Para la segunda fase de este proyecto se aplicó un índice de vulnerabilidad costera, automatizado por la Universidad de Stanford. Este modelo utiliza las características geofísicas y de hábitat natural de los paisajes costeros para comparar su exposición a la erosión y las inundaciones en condiciones meteorológicas adversas. La sobreposición de sus resultados sobre el sitio de interés identificó manglares y asentamientos humanos que enfrentan peligros por olas e inundaciones como consecuencia de las mareas de tormenta.

Otros de los peligros analizados se concentran en las actividades humanas que deterioran el medio ambiente. Las evidencias que se reunieron en torno a sectores productivos que dañan suelos y vegetación en los sitios de interés, se sistematizaron por medio de talleres participativos con la comunidad de Playa Colorada y funcionarios públicos encargados de la conservación del sistema lagunar. Dicha metodología de acercamiento se realizó con base en el modelo de gestión del conocimiento conocido como Pentágono de la Acción Pública, desarrollado por Pierre Lascoumes y Patrick Le Galés, académicos del Centro de Estudios Europeos de Science Pro.

Fase III. Reservorio de carbono azul en los sitios prioritarios del sitio de interés

Para esta fase se planteó en los términos de referencia de este estudio evaluar el reservorio de carbono azul a través de una estimación que emplea factores de emisión y de captura del manglar en el nivel 2 (Tier 2) de la metodología que estableció el IPCC, la cual ha sido adoptada y modificada por México. Cabe señalar que el IPCC aún no ha desarrollado factores específicos de emisiones y captura de CO₂ equivalente, ni de estimación del reservorio de carbono azul para su biomasa y suelos. Con lo cual, dicha estimación comprende un alto nivel de incertidumbre debido a que se usan factores de emisión y de captura para el manglar de otras especies arbóreas.

Aunado a ello, los manglares no tienen las mismas características de desarrollo en diversas partes del país, donde contrastan las zonas áridas y semiáridas del norte. La característica de esta comunidad vegetal se presenta con una fisonomía de bosques de poca altura o de matorrales y con



menor biomasa en comparación con otras regiones costeras. En cambio, hacia el sur del país, en estados como Veracruz, Chiapas, Tabasco y la mayor parte de Campeche, los manglares pueden presentar árboles con troncos anchos y alturas de más de 20 metros. Un caso particular es la península de Yucatán, donde los manglares establecidos sobre el suelo calcáreo tienen un menor desarrollo en su altura y biomasa (CONABIO 2020).

En tal virtud, se desarrolló un muestreo de campo del manglar, haciendo previamente una zonificación de su apariencia, vigor, grado cualitativo de azolvamiento a través de la fotointerpretación de una imagen de satélite Birdeye, en la plataforma Bing, de Microsoft, desplegada dentro del sistema de información geográfica ArcMap Pro y de la plataforma de Google Earth Pro.

Se hizo un muestreo a través de 13 sitios homogéneamente distribuidos en las zonas definidas en la imagen satelital siguiendo el Protocolo para la estimación de las reservas de carbono en la biomasa forestal en México 2015 de la CONAFOR. Con lo cual, los datos obtenidos del muestreo del manglar se complementaron con el muestreo de los suelos y su análisis correspondiente para obtener la cantidad de materia orgánica que contienen. A través de este análisis químico fue posible inferir la cantidad de carbono que se encuentra depositada en ellos. Cabe destacar que este muestreo fue exploratorio, ya que se requiere una intensidad mayor de muestreo. Sin embargo, se consideró como una metodología válida como una primera aproximación, que es una opción mejor que solo usar un factor teórico para estimar el reservorio de carbono del manglar presente en el sistema lagunar de Laguna Playa Colorada-Santa María - La Reforma.

Fase IV. Fortalecimiento de capacidades

Esta fase comprendió el acercamiento directo con la SEBIDES, quienes fungieron como enlace con las autoridades municipales y la comunidad de Playa Colorada para llevar a cabo un primer taller virtual sobre diagnóstico y participación en propuestas generales de solución a los problemas ambientales, en particular a los relacionados con la vulnerabilidad del manglar y su reservorio de carbono en el sistema lagunar de la Bahía Playa Colorada-Santa María - La Reforma.

En el primer taller intervinieron también las autoridades federales de la CONANP, la Subsecretaría de Pesca, junto con las autoridades del medio ambiente estatal, la Dirección de Ecología del Municipio y sindicaturas municipales, así como habitantes de las localidades del Municipio de Angostura y organizaciones civiles interesadas en la protección de medio ambiente.

Con base en los resultados del primer taller se desarrollaron posteriormente dos talleres presenciales: uno de ellos en la cabecera municipal de Angostura, con la participación de autoridades estatales, municipales, organizaciones civiles, representantes de varias universidades locales y síndicos del municipio, el segundo taller fue directamente organizado con la comunidad de Playa Colorada, con la asistencia preponderantes de mujeres, donde se elaboraron cartografías comunitarias de los problemas y soluciones, como parte un ejercicio de sensibilización social y conocimiento de las capacidades locales.

En estos talleres se tuvieron discusiones y propuestas para responder a los problemas ambientales y sociales presentes en la comunidad Playa Colorada, que se encuentra vinculada con el manglar y la laguna costera a través de sus actividades productivas dedicadas a la pesca y un turismo local. De forma paralela se desarrolló un taller para las infancias de la comunidad, donde a través de actividades lúdicas, se determinó cual es la percepción tienen del sistema lagunar y de sus recursos naturales, su problemática y soluciones.



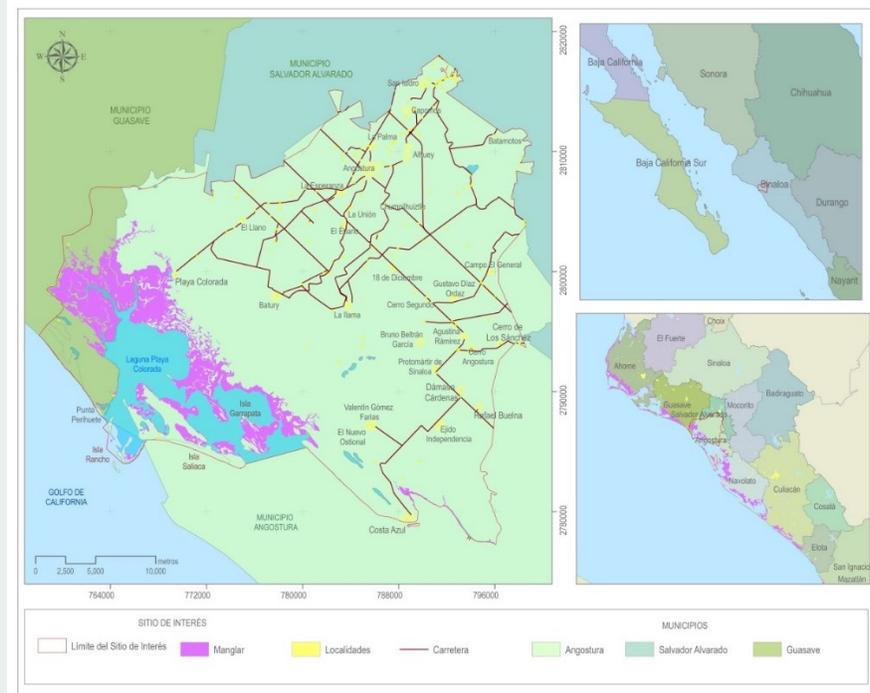
4. CARACTERIZACIÓN DEL SITIO DE INTERÉS

4.1 Delimitación del sitio de interés

Para delimitar un sitio de interés dentro del sistema lagunar Santa María – Reforma, se utilizaron los siguientes criterios:

1. Análisis cartográfico de la distribución del manglar en el sistema lagunar Santa María-La Reforma. Este se presenta en dos grandes zonas al noroeste y al sureste.
2. Se trabajó la zona noroeste cuya superficie de manglar es más compacta, pero presenta áreas extensas bien conservadas; sin embargo, ya tiene problemas de azolve, descargas de drenes agrícolas con sustancias contaminantes y una superficie amplia ocupada por granjas acuícolas.
3. Esta zona incluye tres localidades con actividades pesqueras: Reforma, Costa Azul y Playa Colorada. Esta última se ubica en una zona de esteros, con extensas áreas de manglar. Además, en ella junto con la pesca se proporcionan servicios de turismo local.
4. El sitio de interés se ubicó dentro del municipio de Angostura en el Estado de Sinaloa, ocupando su porción Oeste y Noroeste, con una pequeña franja de manglar del municipio de Guasave en la costa. La superficie del área de interés es de 99,900.2 has. En las siguientes figuras se presenta su ubicación a nivel estatal y municipal.

Figura 3. Ubicación regional, municipal y local del sitio de interés



Fuente: Elaboración propia con base en la información cartográfica de INEGI. Escala 1:250,000



4.2 Medio abiótico

4.2.1 Clima

El sitio de interés presenta un clima seco cálido (BSO(h')hw) con lluvias en verano y escasa precipitación en el invierno. La temperatura media anual es de 24°C, con una máxima 41°C y una mínima de 2°C. La precipitación promedio anual es de 550 milímetros, ocurriendo de manera general durante el verano en los meses de julio a septiembre, que son los más lluviosos.

De acuerdo con los registros de la estación El Playón, ubicada en el municipio de Angostura, con coordenadas de 25°13'20" N y 108°11'25" W y a una altura de 6.0 msnm, la temperatura promedio anual es de 24.1°C, las temperaturas máximas se presentan en los meses de junio a septiembre van de 29.5°C a 30.0°C. En lo referente a las temperaturas mínimas se presenta en diciembre a febrero, con una media anual que va de 17.8°C a 15.6°C.

La precipitación media anual es de 478.3 mm, siendo los meses más lluviosos de agosto y septiembre, y el periodo más seco de marzo a julio, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 1. Registros de temperatura y precipitación en la estación El Playón (1951-2010)

Parámetro	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Temperatura	17.7	18.3	19.6	22.2	25.0	28.6	30.0	29.8	29.5	27.1	22.3	18.6	24.1
Precipitación	14.3	10.9	2.5	1.2	1.9	7.3	83.1	138.2	113.8	63.9	19.4	21.8	478.3

Fuente: SMN.Conagua.gob.mx

Eventos meteorológicos extremos

De acuerdo con el Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México, es en los meses de septiembre y octubre, en los que más ciclones tropicales y huracanes se forman en el Océano Pacífico. Durante los últimos 30 años alrededor de 60 huracanes causaron graves daños en siete estados del país ubicados al Sur del Océano Pacífico y estuvo expuesto a igual número de tormentas tropicales con vientos máximos de hasta 110 kilómetros por hora.

En el municipio de Angostura se tiene un promedio anual de formación de 13 ciclones tropicales de los cuales 4 entran a tierra, entre los fenómenos naturales de este tipo que han afectado el municipio de Angostura están la Tormenta tropical "Lidia" en 1981 y los ciclones tropicales y huracanes "Paul" en 1982 de categoría H2; "Paine" en 1986 de Categoría H1; "Ismael" en 1995 de categoría H1; "Fausto" en 1996 de categoría H3; "Iris" en 1998 de categoría H1; y nuevamente "Paul" en 2006 de categoría H2.

Riesgos

De acuerdo con el Atlas de Riesgo del municipio de Angostura, los riesgos hidrometeorológicos más importantes son: frentes fríos, heladas, sequías, temperaturas máximas extremas e inundaciones y ciclones.

Tabla 2. Nivel de riesgo por eventos Hidrometeorológicos

Tipo de riesgo	Nivel	Justificación
Ciclones y Huracanes	Bajo	En el municipio de Angostura se tiene un promedio anual de formación de 13 ciclones tropicales de los cuales 4 entran a tierra, el municipio está protegido por el sistema lagunar Playa Colorada-Bahía Santa María-La Reforma.
Frentes fríos y heladas	Alto	Las heladas más intensas están asociadas al desplazamiento de las grandes masas de aire polar que se presentan desde finales del otoño e invierno, en el 2011 se registró una temperatura de -7°C que provocó pérdidas de cultivos que estaban en pie como: el maíz, garbanzo, frijol, cártamo, sorgo y hortalizas, así como daños irreversibles a los huertos de árboles frutales como el mango, guayaba, ciruelos y



Tipo de riesgo	Nivel	Justificación
		miles de neem, olivos y otros endémicos.
Vientos fuertes	Bajo	En el municipio de Angostura los vientos con regularidad van de brisa suave a fuertes, con intensidad de 4 a 26 km/hr, con dirección de norte-noroeste a este-sureste durante finales del otoño y el invierno; y de suaves a moderados, con intensidad de 4 hasta los 35 km/hr, con direcciones cambiantes de oeste-suroeste hacia el este-noreste en los meses de la primavera y el verano, principalmente, por efecto de la cercanía con la costa. Son poco frecuentes los vientos fuertes, ventarrones y temporales que derriben árboles y postes con cables de energía eléctrica.
Tormentas eléctricas	Bajo	Aunque las tormentas eléctricas llegan a presentarse con la lluvia en los meses de julio a octubre durante la temporada regular, son muy pocos los días del año que se presentan.
Sequías	Alto	De forma contrastante Angostura también ha sentido los efectos catastróficos ocasionados por las recurrentes sequías atípicas ocurridas durante la época de estiaje; por este motivo, durante los últimos quince años, junto a la mayoría de los municipios de Sinaloa, cada año ha sido declarado como zona de desastre natural por la ocurrencia de este fenómeno hidrometeorológico.
Inundaciones	Alto	Las zonas inundables en cada una de las localidades están asociadas con los diferentes drenes y canales que forman una red que cubre todo el territorio que ocupa el municipio, incluyendo el río Évora.

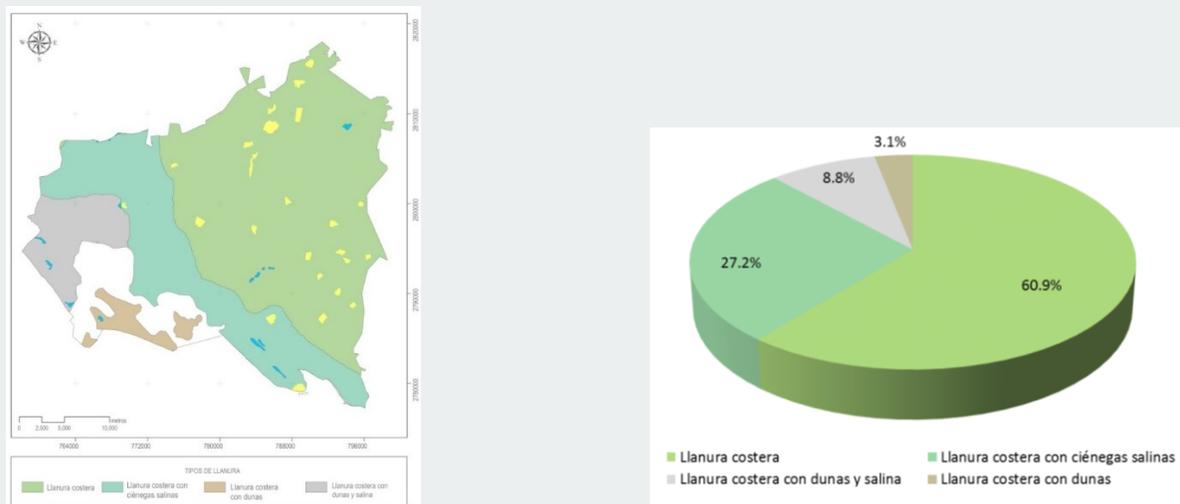
Fuente: IMPLAN et al. 2012. Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Angostura, Sinaloa

4.1.2 Geología y geomorfología

El sitio de interés se ubica en la Provincia fisiográfica Llanura Costera del Pacífico, en la Subprovincia Llanura Costera y Deltas de Sonora y Sinaloa, por tanto, la totalidad del terreno se localiza en una llanura costera, con altitudes que van de los 0 msnm, en la costa, a los 40 metros en las colindancias con el municipio de Salvador Alvarado.

De acuerdo con la cartografía de INEGI, se registran cuatro tipos de llanuras: 1) Llanura costera que predomina en la zona de interés donde se asienta la agricultura, 2) la llanura costera con ciénegas salinas que es la zona de transición entre la Bahía o Laguna Playa Colorada, junto con la llanura costera donde se ubica el manglar, los relictos de la vegetación halófila y las granjas acuícolas, 3) la llanura costera con dunas salinas, se ubica al oeste del área de interés y colinda con el Golfo de California y 4) las islas dentro de la laguna costera que son parte del área continental como se puede observar en la siguiente figura.

Figura 4. Distribución y porcentaje de superficie ocupada por los tipos de toposformas del sitio de interés



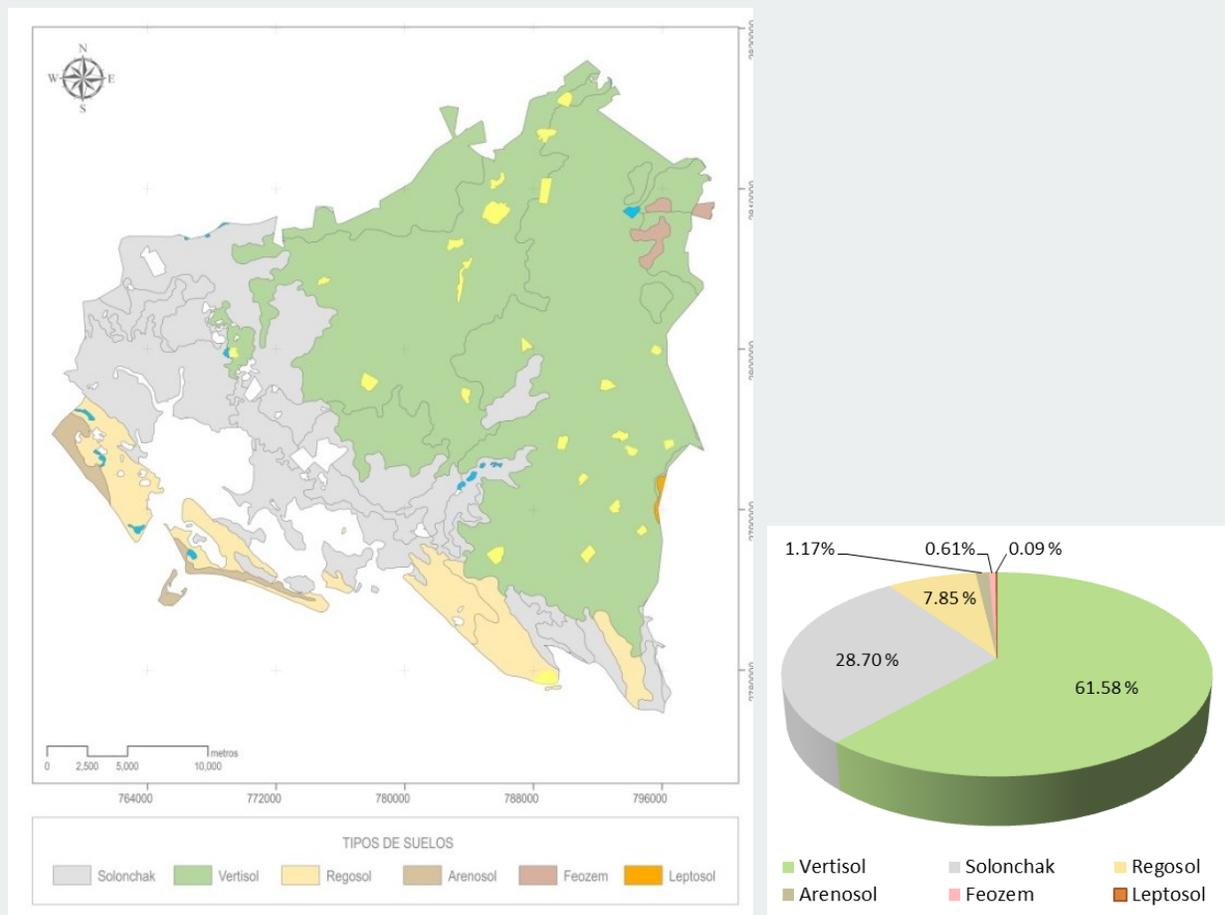
Fuente: INEGI. Carta tipos de topoformas. Escala 1:250,000

4.1.3 Edafología

En el sitio de interés, de acuerdo con la carta de edafología serie III de INEGI, predominan los suelos tipo vertisol, seguidos por los solonchak y regosoles. Las características de cada uno se presentan en la siguiente lista, así como el porcentaje que abarcan.

- Vertisol: suelos arcillosos de color negro, cuando están secos presentan grietas cuando están húmedos son pegajosos, se distribuye en la llanura costera donde se desarrolla la agricultura.
- Solonchack: suelos con alto contenido de sales, se registran en la llanura con ciénegas salinas donde se distribuye el manglar la vegetación halófila y la mayoría de las granjas acuícolas.
- Regosol: suelos poco desarrollados pobres en materia orgánica, se presenta en la llanura costera con dunas y salina, en las islas y en la zona suroeste del sitio de interés.
- Arenosol: suelos desarrollados en arenas residuales, se presenta en las zonas que colindan con el Golfo de California.
- Feozem: suelos con una capa superficial rica en materia orgánica y nutrientes, se observa de forma puntual al noroeste del sitio de interés
- Leptosol: suelos delgados, pobres en materia orgánica tienen poco desarrollo, se distribuye de forma limitada al sureste en una pequeña porción del territorio.

Figura 5. Distribución y porcentaje de superficie ocupada por los tipos de suelos del sitio de interés

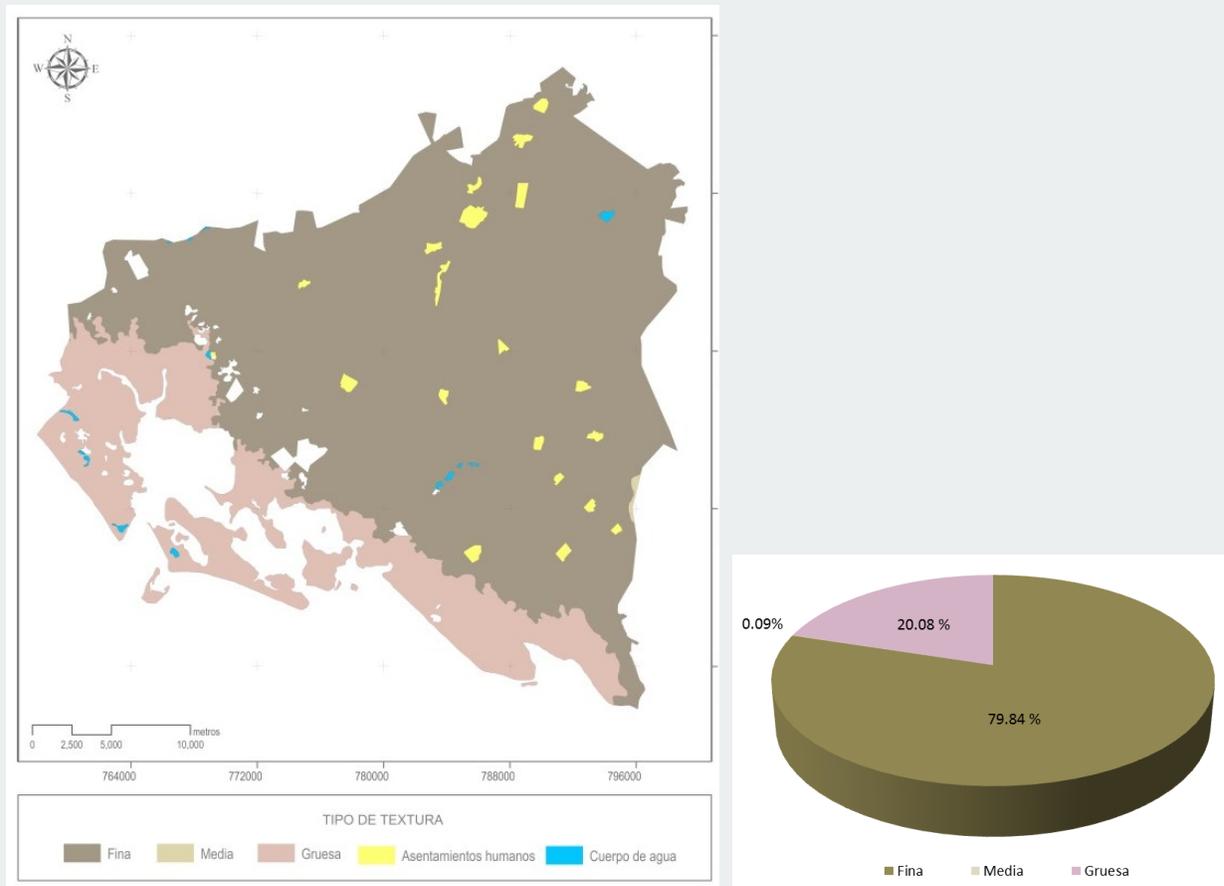


Fuente: INEGI. Carta Edafológica Serie III. Escala 1:250,000



Con respecto a la textura, en la llanura costera los suelos presentan una textura fina, que presentan más del 35% de arcillas y que retienen el agua; en la llanura costera con ciénegas salinas predomina la textura gruesa, con más de 65% de arena, menor capacidad de retención de agua y nutrientes para las plantas. En la siguiente figura se presenta la distribución de los tipos de textura.

Figura 6. Distribución y porcentaje de superficie ocupada por los tipos de textura de los suelos



Fuente: INEGI. Carta Edafológica escala 1:250,000 Serie III.

4.1.4 Hidrología superficial

El sitio de interés se ubica en la Región Hidrológica No.3 Pacífico Norte, en la Cuenca del Río Mocarito y en tres subcuencas: Mocarito, Grupo de Corrientes Huyaqui y Grupo de corrientes Reforma.

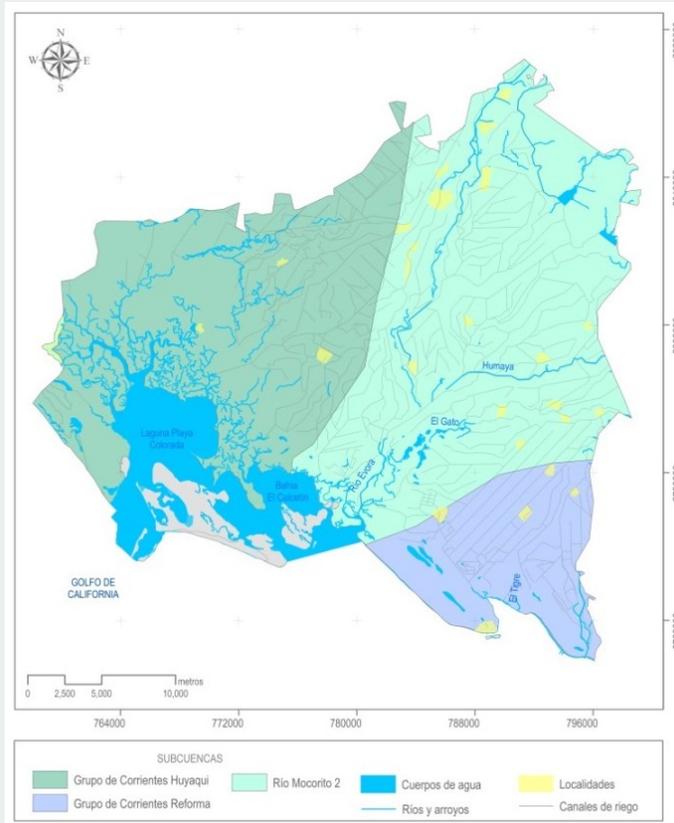
El Río Évora con un escurrimiento anual de 134.0 mm³, nace en las elevaciones montañosas cercanas a los 2,000 msnm en el municipio de Badiraguato y recorre 160 Km, atravesando entre otros el municipio de Angostura y desemboca en la Bahía de Santa María.

La obra hidráulica más importante sobre el río Évora o Mocarito es la presa “Eustaquio Buelna” construida en 1973, ubicada al norte de la Ciudad de Guamúchil, la cual tiene un embalse de 180



mm³, desde su operación, el aporte de agua del río Évora al Sistema lagunar Santa María-La Reforma, disminuyó significativamente y la mayor afluencia de agua dulce proviene de los drenes agrícolas.

Figura 7. Distribución de las subcuencas, ríos y cuerpos de agua



Fuente: INEGI. Carta Topográfica. Escala 1:250,000 y 1:50,000

4.1.5 Hidrología subterránea

El 88% de la superficie del sitio de interés se encuentra en el acuífero Río Mocorito que presenta un déficit de 20.95762200 hm³ (cantidad de extracción superior al volumen de recarga del acuífero dado por la lluvia, lo cual hace que se abatan los niveles de agua y sea más difícil su extracción. Además, entre más vaya siendo la profundidad a la que se extraiga el agua, se tiene el peligro de que ella presente mayor salinidad, lo cual puede hacer que ella ya no sea tan conveniente para uso público o agrícola) y el 12% se ubica en el acuífero Río Sinaloa que tiene una disponibilidad del 8.23188000 hm³ para otorgar nuevas concesiones. En la siguiente tabla se presenta el balance de agua para cada uno de los acuíferos.

Tabla 3. Balance de aguas subterráneas de los acuíferos Río Mocorito y Río Sinaloa

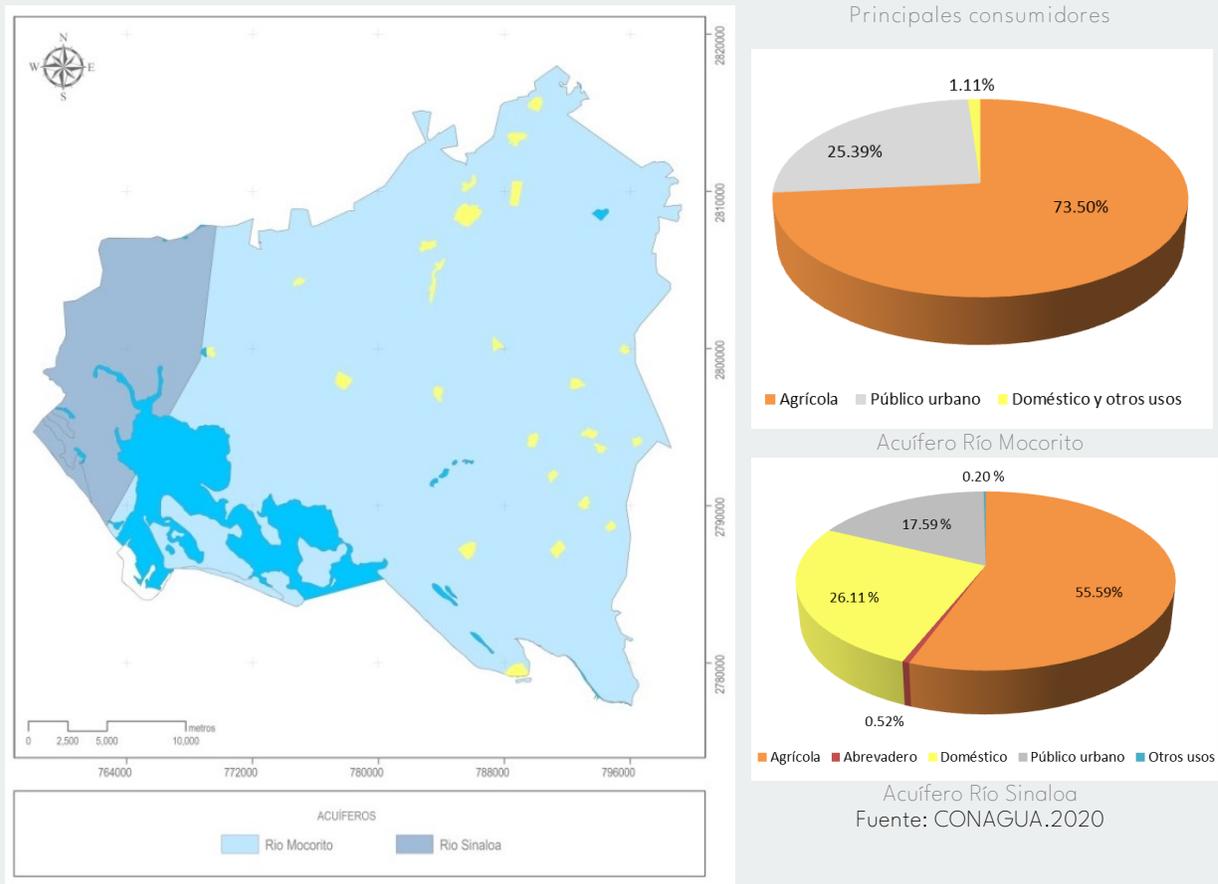
Variables	Acuífero	
	Río Mocorito	Río Sinaloa
Disponibilidad media anual de agua subterránea en hm ³ /año	-20.957622	8.231880
Descarga natural comprometida en hm ³ anuales	44.3	141.3
Recarga total media anual hm ³ /año	137.2	448.6
Volumen de extracción de aguas subterráneas: hm ³ anuales	113.857622	299.068120

Fuente: <https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Edos/sinaloa/sinaloa.html>



En ambos acuíferos el agua se utiliza principalmente para la agricultura y para usos doméstico-público urbano como se observa en las siguientes figuras.

Figura 8. Distribución y porcentajes de los principales de los acuíferos ubicados en el sitio de interés



4.2 Medio biótico

4.2.1 Vegetación e usos del suelo

Para realizar la caracterización retrospectiva del sitio de interés, se hizo un análisis comparativo de los usos del suelo y vegetación, Serie II, Serie III, Serie V y Serie VII de INEGI, con el fin de facilitar el análisis se agruparon los usos del suelo en tres tipos de ecosistemas:

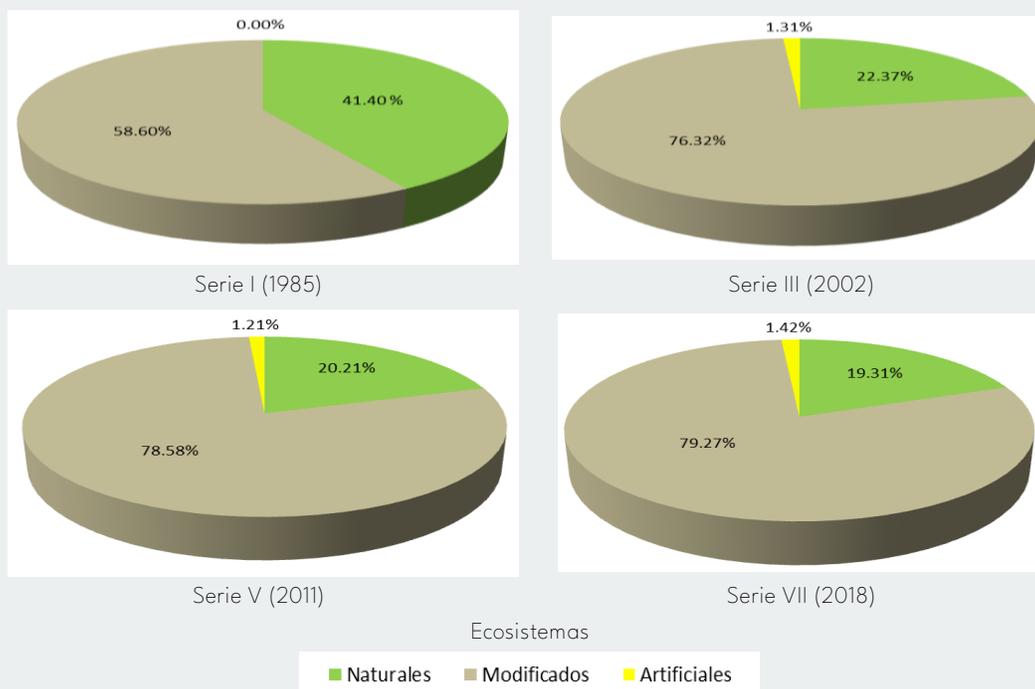
- Ecosistemas naturales: incluye a todos los tipos de vegetación natural incluyendo cuerpos de agua.
- Ecosistemas modificados: agrupa a los diferentes tipos de agricultura, pastizal cultivado, acuicultura así como áreas sin vegetación natural.
- Ecosistemas artificiales: incluyen las zonas urbanas y asentamientos humanos.

En el sitio de interés, siempre han predominado los ecosistemas modificados constituidos principalmente por la agricultura de riego y temporal, las áreas dedicadas a la acuicultura inician a partir de la Serie II de la carta de usos del suelo y vegetación de 1993 en adelante, le siguen los ecosistemas naturales que incluyen los tipos de vegetación natural: matorral sarcocaulé, sarcocrasicaule, vegetación de galería, halófito y manglar, la selva baja caducifolia, es de notar que en 1985 ocupaban aproximadamente un poco más del 40% de la superficie y en 17 años hubo una



pérdida de casi el 50%, la disminución de los ecosistemas naturales continua como puede observarse en las siguientes gráficas.

Figura 9. Porcentajes de superficies por tipo de ecosistemas en el periodo 1985-2018



Fuente: INEGI. Carta 1:250,000 Usos del suelo y Vegetación Serie I, III, V y VII.

De acuerdo con el análisis histórico de la cartografía de usos del suelo y vegetación de INEGI, la agricultura ha sido y es el uso predominante en el sitio de interés, se desarrolló sobre los diferentes tipos de matorral (sarcocaulé y sarcocrasicaule) los cuáles ocupan actualmente una mínima superficie, junto con la vegetación de galería, la selva baja caducifolia registrada en 1985 ya desapareció por completo. Por otro lado, los asentamientos humanos han crecido sobre las zonas agrícolas.

La acuicultura no se registraba en 1985 y aparece cartográficamente hasta la Serie II (1993), se reporta que en el periodo de 1987 a 2002 se construyeron 77 granjas camaronícolas y hasta la fecha no ha dejado de incrementar su superficie, esta actividad se correlaciona directamente sobre la pérdida de la cobertura de la vegetación halófila y pequeños cuerpos de agua.

Tabla 4. Usos del suelo y vegetación en el sitio de interés

Tipo de ecosistema	Usos del suelo y vegetación	Superficie (%)			
		Serie I (1985)	Serie III (2002)	Serie V (2011)	Serie VII (2018)
Natural	Selva baja caducifolia	2.07	0	0	0
	Matorral sarcocaulé, sarcocrasicaule	12.92	4.18	4.10	4.05
	Vegetación de galería	0.56	0.60	0.16	0.24
	Vegetación halófila (xerófila e hidrófila)	16.95	7.67	6.04	4.96
	Manglar	7.72	8.33	8.36	8.39
	Áreas sin vegetación aparente	1.12	1.13	1.30	1.30

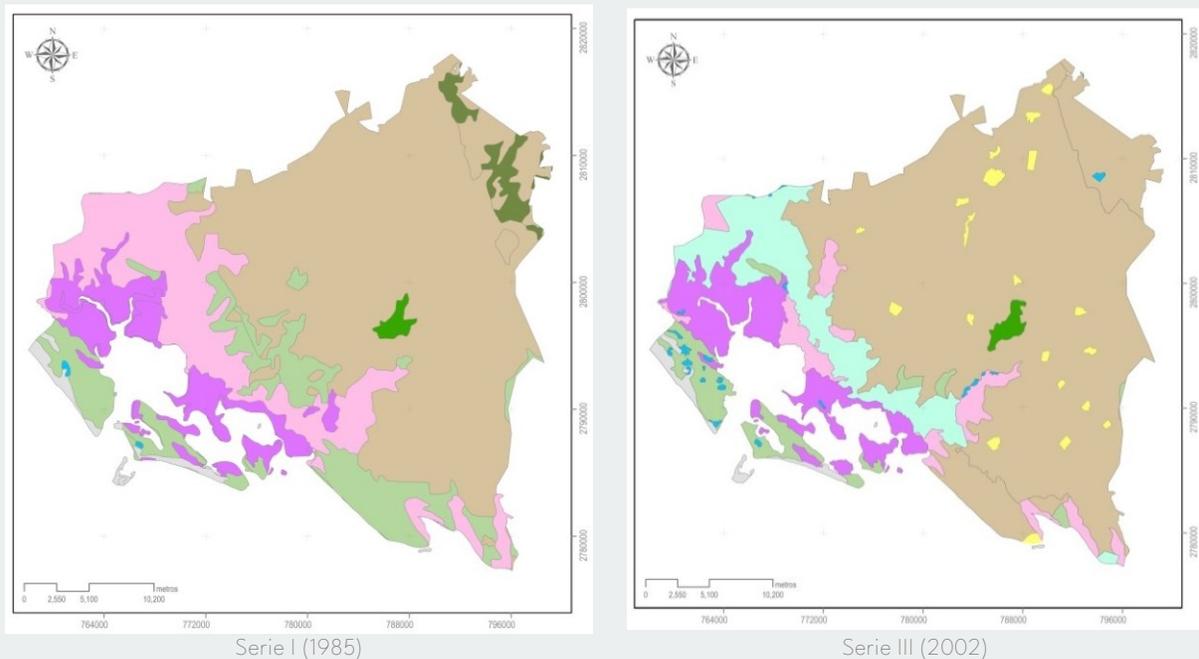


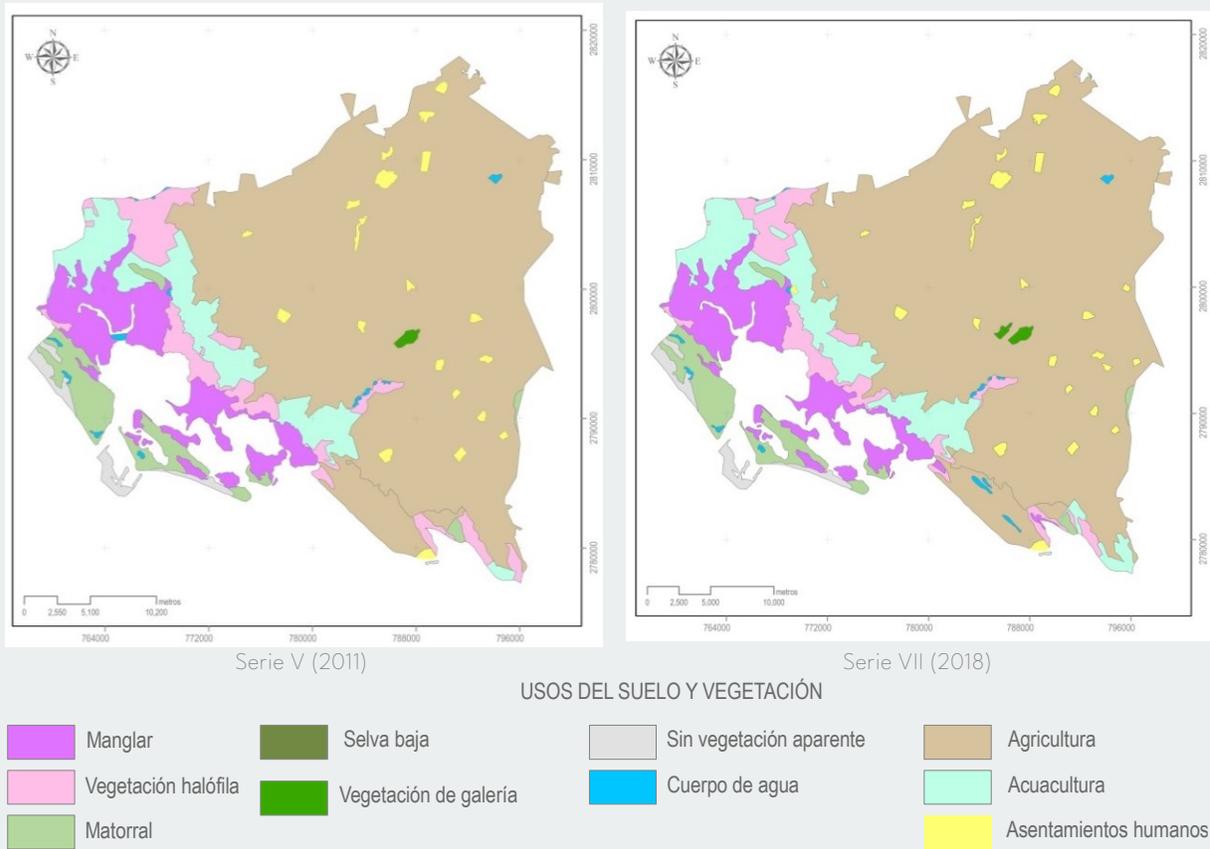
Tipo de ecosistema	Usos del suelo y vegetación	Superficie (%)			
		Serie I (1985)	Serie III (2002)	Serie V (2011)	Serie VII (2018)
	Cuerpos de agua (no incluye la laguna Playa Colorada)	0.05	0.47	0.25	0.37
Modificado	Agricultura de riego y de temporal	58.60	68.63	70.54	70.03
	Acuacultura	0.00	7.69	8.04	9.24
Artificial	Asentamientos humanos	0.00	1.31	1.21	1.42

Fuente: INEGI. Carta 1:250,000 Usos del suelo y Vegetación Serie I, III, V y VII.

Cabe destacar que la cobertura del manglar, de acuerdo con la cartografía de INEGI, en términos generales ha incrementado su superficie, aunque en proporción reducida, que bien podría deberse a los cambios en los medios y metodologías de análisis a lo largo de varias décadas. Ellos han pasado de fotografías aéreas a el uso de imágenes de satélite cada vez con mayor resolución en sus resultados y con mayor número de bandas espectrales, todo lo cual va dando una mayor precisión a las evaluaciones de la distribución de la vegetación. En las siguientes figuras se pueden observar la evolución de los usos del suelo y vegetación del sitio de interés del periodo 1985-2018.

Figura 10. Evolución de los usos del suelo y vegetación en el sitio de interés





Fuente: INEGI. Carta 1:250,000 Usos del suelo y Vegetación Serie I, III, V y VII.

4.2.1 Fauna

El sistema lagunar-Santa María La Reforma, es el hábitat de más de 600 especies: 303 de aves, 185 de peces de aguas salobres o marinos; 7 de agua dulce; 11 de anfibios; 24 de reptiles; y 62 de mamíferos. Al menos 46 de estas especies están incluidas en la lista de especies con alguna categoría de riesgo según la NOM 059-2010 que incluyen las cuatro especies de manglar. (Sánchez-Ibarra, C., et al. 2013).

Tabla 5. Listados de las principales especies de vertebrados registrados en el Sistema Lagunar Playa Colorada-Bahía Santa María-La Reforma

Grupo de vertebrados	Especies relevantes
Anfibios y reptiles	<i>Crotalus basiliscus</i> ,
Aves	<i>Ardea herodias</i> , <i>Anas clypeata</i> , <i>Pelecanus occidentalis</i> , <i>Anas acuta</i> , <i>Anser albifrons</i> , <i>Buteo jamaicensis</i> , <i>Quiscalus mexicanus</i> , <i>Passer domesticus</i> , <i>Columbina passerina</i> , <i>Pelecanus erythrorhynchus</i> , <i>Falco sparverius</i> , <i>Phalacrocorax olivaceus</i> , <i>Mimus polyglottos</i> , <i>Platalea ajaja</i> , <i>Bubo virginianus</i> , <i>Amazilia violiceps</i> , <i>Sula neboxii</i> , <i>Sula leucogaster</i> , <i>Falco peregrinus</i> , <i>Larus heermanni</i> y <i>Rallus limicola</i> .
Mamíferos	<i>Didelphys virginiana</i> , <i>Mephitis macroura</i> , <i>Silvylagus audobonii</i> , <i>Dasypus novemcinctus</i> , <i>Lepus alleni</i> , <i>Marmosa canescens</i> , <i>Urocyon cinereoargenteus</i> , <i>Bassariscus astutus</i> y <i>Canis latrans</i> .
Peces	<i>Mugil cephalus</i> y <i>M. curema</i> , <i>Sphaeroides annulatus</i> , <i>Diapterus peruvianus</i> , <i>Scomberomorus sierra</i> , <i>Cynoscion reticulatus</i> , <i>Lutjanus argentiventris</i> , <i>Pseudobalistes spp</i> , <i>Lutjanus colorado</i> , <i>L. guttatus</i> y <i>L. griseus</i> ; <i>Centropomus spp</i> .



Fuente: Sánchez-Ibarra, C., et al. 2013

4.3 Sistema lagunar Bahía Santa-María La Reforma

4.3.1 Principales características

El sitio de interés se localiza en el Sistema Lagunar Santa María-La Reforma, el cual ha sido clasificado como tipo III-A (III-C), depresión de planicie costera; es decir, una laguna costera de plataforma de barrera interna, con boca permanente y con orientación semiparalela a la costa (Lankford 1977) y restringida (Kjerfve 1994). Tiene una superficie de 58,300 has, con una profundidad promedio de 3.75 m, un volumen de 2,186,250,000 m³ y un recambio de agua cada 18 días.

La comunicación con el mar es a través de dos bocas, una al noroeste denominada boca Perihuate y otra al sureste boca Yameto, ubicada en el extremo sur de la Isla Altamura. (Instituto Nacional de la Pesca et al. 2014). Presenta un régimen de mareas semidiurno con un rango anual de 1.10 m.

El principal cuerpo de agua del sitio de interés es Bahía Playa Colorada, la cual tiene forma circular irregular, con una longitud máxima aproximada entre 7.1 km; ancho 6.8 km, al sur se ubica la Bahía El Calceñ. Se registran varias islas entre las que destacan: Saliaca, El Rancho y Garrapata, El Otate, Playa Colorada e islas El Mero. La isla Altamura, separa la laguna Playa Colorada del Golfo de California. (Breltrán et al.2014).

La Bahía Playa Colorada, así como la Bahía El Calceñ son receptoras de un gran volumen de aguas de retorno agrícolas y de los efluentes camaronícolas, así como de aguas municipales y actualmente presenta problemas de azolvamiento, contaminación del agua por agroquímicos y nutrientes en algunas de sus zonas que inciden en el recambio de las aguas y por lo tanto en la productividad pesquera.

Tabla 6. Valores medios y desviación estándar de profundidad, transparencia del agua, temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto

Parámetro	Sistema Lagunar Playa Colorada-Santa María -La Reforma				Sitio de interés		
	Variación estacional	Promedio	Mínima	Máxima	Promedio	Mínima	Máxima
Profundidad (m)	La menor profundidad media se registró en enero con 3.32 y la mayor en septiembre con 4.22.	3.75	0.30	15.80	5.14	1.43	10.43
Transparencia (m)	En octubre se registró el valor más bajo de 0.73 y el valor más alto fue en febrero con una visibilidad de 1.41.	1.08	0.15	4.30	1.04	0.2	2.25
Temperatura (°C)	La temperatura media del agua en las estaciones osciló entre 25.9° C y 27.6° C, el valor medio mensual más alto de 32.0° C se registró en agosto y el más bajo de 15.0° C en enero, la temperatura media del sistema fue de 26.6° C	26.67	11.63	34.42	26.56	25.5	27.6
Salinidad (ups)	Los valores más bajos se presentaron en octubre con 27.7 y los más altos en agosto con 39.5	34.23	1.30	44.25	32.71	21.1	35.6
pH	El valor medio mensual osciló entre 8.05 en septiembre y 8.41 en febrero.	8.18	7.42	9.14	8.12	7.88	8.22



Parámetro	Sistema Lagunar Playa Colorada-Santa María -La Reforma	Sitio de interés					
Oxígeno disuelto (mg·l ⁻¹)	Durante el ciclo anual los valores medios más bajos se presentaron en marzo con 3.2 y los más altos en diciembre con 5.4.	4.44	1.13	9.12	4.13	3.0	4.6

Fuente: Beltrán et al. 2014

4.3.1 Calidad del agua

El sistema lagunar Santa María -La Reforma, que incluye a la Laguna o Bahía Playa Colorada, donde se ubica el sitio de interés, se caracteriza por que en la subcuenca adyacente se desarrolla una agricultura altamente tecnificada que requiere grandes cantidades de insumos como fertilizantes, insecticidas, herbicidas y fungicidas, además de numerosas granjas acuícolas que utiliza grandes volúmenes de agua provenientes del sistema lagunar así como de fertilizantes, tales como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) para el crecimiento del camarón.

En el Sistema Lagunar Santa María-La Reforma, al igual que en el sitio de interés, las aguas residuales producidas por la agricultura y acuicultura tienen como receptor final la Laguna Playa Colorada a través de los drenes y escurrimientos naturales, representando así un riesgo para la calidad alimentaria de los productos pesqueros y la supervivencia misma de los organismos por el exceso de carga de nutrientes, además de la afectación del manglar por la acumulación de sedimentos. (INP et al. 2014).

De acuerdo con los (CECA) (DOF 1989), se establece como límite para la protección de la vida acuática en las zonas costeras, para nitritos un valor de 0.002 mg·l⁻¹, para los nitratos una concentración de 0.04 mg·l⁻¹ y en el caso de amonio un valor límite de 0.01 mg·l⁻¹. En el caso del sitio de interés, los datos indican que los niveles registrados están por arriba de los valores establecidos para la protección de la vida acuática.

Con respecto a la clorofila *a*, las concentraciones más altas se ubicaron en la zona de esteros y las más bajas en la zona cercana a las bocas de intercambio con el mar, debido a que en los esteros se ubica el mayor aporte de nutrientes procedente de tierra firme, en cambio, en las bocas, están directamente influenciadas por el intercambio de agua entre las lagunas y el mar.

Tabla 7. Concentración media y desviación estándar de nutrientes y clorofila α

Parámetro	Sistema Lagunar Playa Colorada-Santa María -La Reforma	Sitio de interés					
	Variación estacional	Promedio	Mínima	Máxima	Promedio	Mínima	Máxima
Nitritos (mg·l ⁻¹)	Los valores variaron entre 0.004 en julio y 0.023 en febrero.	0.011	0.00	0.193	0.01	0.002	0.054
Nitratos (mg·l ⁻¹)	Los valores fluctuaron entre 0.02 en julio, agosto y octubre, hasta 0.15 registrados de febrero a abril.	0.08	0.00	1.25	0.10	0.01	0.29
Amonio total (mg·l ⁻¹)	Los valores más bajos con 0.07 y en abril se registraron los valores más altos con 0.42.	0.22	0.00	6.90	0.17	0.10	0.29
Nitrógeno total (mg·l ⁻¹)	En diciembre y septiembre se presentó el valor más bajo con 0.53 y el valor medio más alto de 1.25 se registró en junio.	0.75	0.07	9.08	0.72	0.45	1.29



Parámetro	Sistema Lagunar Playa Colorada-Santa María -La Reforma			Sitio de interés			
	Variación estacional	Promedio	Mínima	Máxima	Promedio	Mínima	Máxima
Fosfatos (mg·l ⁻¹)	Los valores fluctuaron de 0.03 en marzo y julio a 0.06 en los meses de junio y noviembre.	0.04	0.00	0.66	0.04	0.02	0.07
Fósforo total (mg·l ⁻¹)	En enero se presentaron los valores medios más bajos con 0.05 y en octubre los más altos en el orden de 0.13.	0.09	0.01	0.67	0.09	0.05	0.13
Clorofila alfa (mg·l ⁻¹)	Los valores medios mensuales más bajos correspondieron a febrero con 2.93 y los más altos de 8.07 a octubre.	4.98	0.00	20.92	4.35	3.50	6.10

Fuente: Beltrán et al. 2014

Sedimentos

Los sedimentos lagunares son mezclas derivadas de múltiples fuentes o combinaciones de fuentes externas. En los sistemas lagunares costeros es común encontrar valores de materia orgánica entre 0.5% y 10%. En el Sistema Lagunar Santa María-La Reforma, específicamente en el sitio de interés se tuvo en promedio 6.1% con variaciones en las estaciones de 0.52 a 12.4%.

Tabla 8. Calidad del sedimento

Parámetro	Sistema Lagunar Santa María -La Reforma			Sitio de interés		
	Promedio	Mínima	Máxima	Promedio	Mínima	Máxima
Materia orgánica (%)	5.25	0.52	15.66	6.10	0.52	12.4
Nitrógeno total (mg·kg ⁻¹)	1,089.71	338.11	1,949.86	1,100.81	409	1,559.32
Fósforo total (mg·kg ⁻¹)	184.39	58.89	560.69	242.64	70.62	560.69
Composición de arena, arcilla y limo (%)	Predominaron las arenas con 78.14%, seguidas por la arcilla con 13.24% y finalmente el limo con 8.62%.			Predominaron las arenas con 74.74%, seguidas por las arcillas con el 15.24% y el limo con 10.02%.		
Texturas (%)	Las texturas predominantes fueron la franco arenoso y la arena franca en 29.2% de las estaciones, respectivamente, seguida de la clasificación de arena en 25.0% de las estaciones, y en menor proporción la franco arcillo arenosa en 16.7% de las estaciones.			Las texturas predominantes fueron las franco arcillo arenosas y las franco arenosas con el 33.3% cada una le siguen las arenas con el 25% y finalmente la textura arenosa con el 8.3%		

Fuente: Beltrán et al. 2014

4.3 Medio socioeconómico

El sitio de interés se ubica en el municipio de Angostura, que se encuentra en el centro-norte del estado de Sinaloa, colinda al norte con los municipios de Guasave y Salvador Alvarado; al este con los de Salvador Alvarado, Mocerito y Navolato; al sur con el Golfo de California y el municipio de Navolato; y al oeste con el Golfo de California y el municipio de Guasave.



El municipio está formado por ocho sindicaturas: La Llama, Colonia Agrícola México, Gato de Lara, Alhuey, Campo Plata, La Reforma, La Colonia Agrícola Independencia y Costa Azul.

4.3.1 Población

De acuerdo con el censo de población y vivienda de 2020, la población del municipio de Angostura fue de 44,093 habitantes (50.2% hombres y 49.8% mujeres). En el sitio de interés se registran 29,578 personas distribuidas en 100 localidades.

Solo se registran dos localidades con más de 2,500 personas: Alhuey y la cabecera municipal Angostura, 56 localidades registran menos de 100 personas, 36 localidades tienen entre 101 y 999 habitantes, siete localidades tienen entre 1000 y 2499 habitantes.

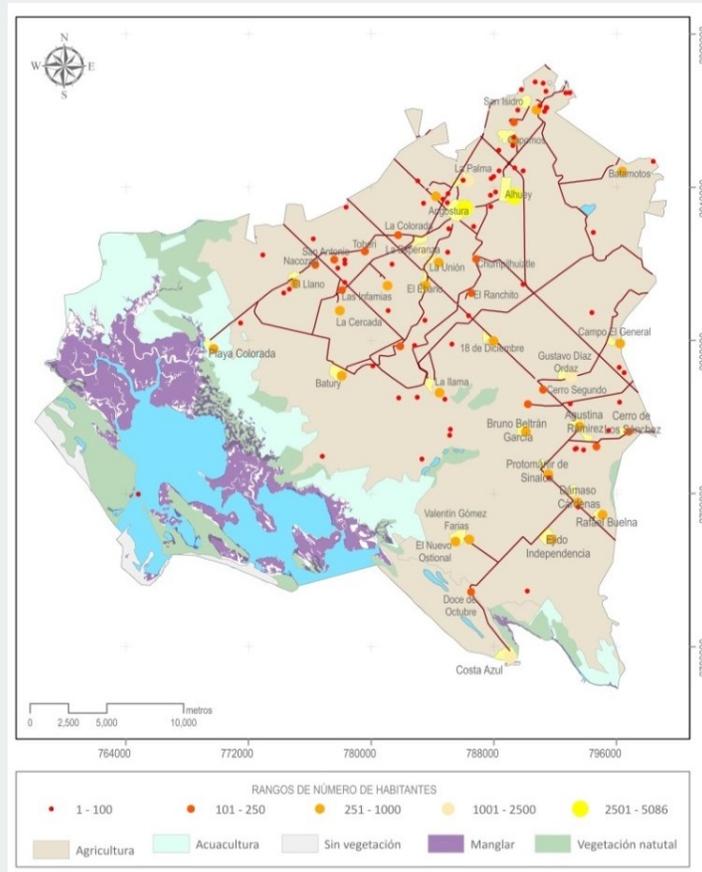
En el municipio de Angostura, la población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena fue 498 personas, lo que corresponde a 1.13% del total de la población del municipio. Las lenguas indígenas más habladas fueron Mayo (194 habitantes), Mixteco (174 habitantes) y Náhuatl (103 habitantes).

En el sitio de interés, se registra una población de 265 personas de tres años y más que habla alguna lengua indígena, se distribuyen en 14 localidades: Campo el General, La Cercada, Chumpilihuiztle, El Ébano, La Esperanza, Gustavo Díaz Ordaz (Campo Plata), La Primavera, San Isidro, San Luciano, Toberi, Santa María del Playón, Cerro de los Sánchez, El Ranchito, El Huitussi y Anexos (El Huitussito).

De acuerdo con el CONEVAL, en 2020, el 23.9% de la población del municipio de Angostura se encontraba en situación de pobreza moderada, el 2.12% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 50.4%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 4.91%.

Figura 11. Distribución por tamaño de las localidades del sitio de interés





Fuente: INEGI. 2020. Censo de población y vivienda

4.3.2 Viviendas

El censo de población y vivienda 2020, registró para el sitio de interés 5,301 viviendas con 18,515 ocupantes. El promedio de habitantes por vivienda es de 3.2 personas. Cabe destacar que solo 56 de las 100 localidades que se encuentran dentro del área de interés cuentan con todos los datos del censo de población y vivienda 2020.

Tabla 9. Número de viviendas particulares con servicios de electricidad, agua potable y drenaje

Servicio	No de viviendas particulares habitadas
Electricidad	5,298 viviendas particulares cuentan con el servicio de electricidad que representan casi el 99.9%.
Agua potable	5,251 viviendas particulares habitadas con agua potable dentro de la vivienda, de las cuales 3,097 cuentan con tinaco y 217 con cisterna.
Drenaje	Se registraron 5,128 viviendas particulares habitadas con servicio de drenaje 5,097 cuentan con excusado y 44 con letrinas.

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020.

4.3.3 Infraestructura

Vial

La carretera estatal 225 es la principal vialidad que recorre todo el municipio de norte a sur, une la cabecera municipal, las Sindicaturas y las principales localidades urbanas como San Isidro, Capomos, Alhuey; Colonia Independencia (Chinitos), Colonia Agrícola México (Palmitas), Costa Azul, Gustavo Díaz Ordaz (Campo Plata), Leopoldo Sánchez Celis (El Gato de Lara), Agustina Ramírez, la



Esperanza y La Reforma, con la Ciudad de Guamúchil, cabecera de Salvador Alvarado. El resto de las carretas que unen a la cabecera con las comunidades rurales son de terracería.

Agua potable

El municipio de Angostura cuenta con una planta potabilizadora con una capacidad de 60 l/, se abastece de la presa Eustaquio Buelna que se localiza sobre el Río Mocerito, el agua almacenada es utilizada para auxiliar al Distrito de Riego 074, cuando el almacenamiento en ésta lo permite y a través de un estanque sobre el cauce del Río Mocerito, localizado aguas abajo de la cortina de la presa, para recargar la batería de pozos que suministran agua potable a la ciudad de Guamúchil y al poblado de Tamazula II.

Manejo de residuos urbanos

El municipio de Angostura no cuenta con un relleno sanitario que cumpla con la NOM-083-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. En su lugar, cuenta con nueve tiraderos a cielo abierto o basurones que en conjunto ocupan una superficie de 488,334.00 m², en la siguiente tabla se presenta el listado con la ubicación y superficie.

Tabla 10. Nombre, ubicación y superficie de los tiraderos a cielo abierto o basurones

Nombre del basurón	Ubicación		Superficie (m ²)
Batamotos	Carretera Las vías-Batamotos	Km 4+180	30,000.00
Playa Colorada	Carretera Angostura-Playa Colorada	17+350	30,000.00
Campo Plata	Camino de carretera A campo plata a Basuron	0+495	25,000.00
Estación Acatita	Vereda a basuron	--	20,000.00
Costa Azul	Carretera Ec. Carretera Angostura-La Reforma a Costa Azul	14+041	10,000.00
Gato de Lara	Camino De gato de Lara a Basuron	1-914	19,996.00
La Reforma	Calle Emiliano Zapata	--	106,941.00
Palmitas	Camino a Basuron Camino	3+392	16,287.00
Chinitos	Camino a Basuron Camino	4+915	230,110.00

Fuente: SEBIDES. 2022. Diagnóstico de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos en Sinaloa. Fuente interna.

Se tiene además servicio privado para el manejo de baterías, residuos de mercados y manejo de residuos agrícolas, en la siguiente tabla se presenta el listado con la descripción del servicio.

Tabla 11. Infraestructura privada para el manejo de la basura

Servicio	Descripción del servicio
Manejo de baterías	Baterías Lizárraga. Calle Río Culiacán entre Rafael Buelna y Emiliano Zapata, La Reforma, Angostura, Sin.
Manejo de residuos de mercados	Recolecciones López (Carretera Guamúchil-Mocerito Km 8, CP. 80800).
Manejo de residuos agrícolas	CAT Campo Limpio (campolimpio.org.mx), Carretera Guamúchil - Angostura Km 7. Terrenos de la junta local de sanidad vegetal del Valle del Évora, Angostura, Sinaloa.

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020.

Manejo de aguas residuales

Se registran 29 plantas de tratamiento de aguas residuales dentro del sitio de interés con una capacidad instalada de 112.1 l/s, con un caudal tratado de 92.2 l/s, atienden a una población de 39,220 personas que corresponden al 89% de la población ubicada dentro del sitio de interés. En la siguiente tabla se enlistan las plantas de tratamiento.



Tabla 12. Listado de las plantas de tratamiento de aguas residuales ubicadas dentro del sitio de interés

Localidad	Año de inicio de operación	Habitantes beneficiados	Capacidad Instalada (l/s)	Caudal Tratado (l/s)	Proceso de tratamiento del agua residual
18 de Diciembre	2006	380	1	0.9	Fosas sépticas más humedal
Alhuey	2008	3,203	5.3	4.7	Lagunas de estabilización
Angostura	2008	8,683	22	19	Lagunas de estabilización
Batamotos	2013	355	0.4	0.2	Fosas sépticas más campo de oxidación
Batury	2009	999	1.5	1.5	Fosas sépticas
Bruno Beltrán García	2007	366	0.9	0.8	Fosas sépticas más humedal
Campo el General	2004	389	0.9	0.8	Fosas sépticas más campo de oxidación
Capomos	2006	758	1.6	1.5	Fosas sépticas más humedal
Cerro de Abajo	2011	167	0.3	0.2	Fosas sépticas más campo de oxidación
Cerro de los Sánchez	2013	228	0.4	0.3	Fosas sépticas más campo de oxidación
Cerro Segundo	2015	128	1.5	0.4	Fosas sépticas más campo de oxidación
Chumpilhuistle	2006	206	0.4	0.4	Fosas sépticas más humedal
Colonia Agrícola Sinaloa	2002	813	1.3	1.2	Fosas sépticas más humedal
Chinitos - Palmitas - Gato de Lara	2010	8,622	33.2	27	Lagunas primarias, estabilización y humedal
Costa Azul	2011	1,466	4.6	3.2	Lagunas de estabilización
Doce de Octubre	2013	152	0.4	0.2	Fosas sépticas más campo de oxidación
Ejido Independencia	2004	940	1.9	1.8	Fosas sépticas más humedal
El Batallón	2011	186	0.4	0.3	Fosas sépticas más campo de oxidación
El ranchito	2013	172	0.4	0.3	Fosas sépticas más campo de oxidación
Ignacio Allende	2011	278	0.5	0.4	Fosas sépticas más humedal
La Llama	2007	353	0.8	0.7	Fosas sépticas más humedal
La Isleta	2012	222	0.4	0.3	Fosas sépticas más campo de oxidación
La Primavera	2011	450	0.3	0.2	Fosas sépticas más campo de oxidación
La Reforma	1996	6,743	23.2	19.5	Lagunas de estabilización
Nacozari	2013	290	0.4	0.3	Fosas sépticas más campo de oxidación
Playa Colorada	2015	878	1.6	0.9	Lagunas de estabilización
Rafael Buelna	2016	265	1.5	1.2	Fosas sépticas más campo de oxidación
San Isidro	2004	895	2.2	2	Fosas sépticas más humedal
Valentín Gómez Farías	2015	633	2.8	2	Fosas sépticas más campo de oxidación

Fuente: Comisión estatal de Agua Potable y Alcantarillado de Sinaloa.

4.3.4 Actividades productivas

En Playa Colorada, se registra el primer asentamiento humano del sistema lagunar Playa Colorada Santa María-La Reforma. En el siglo XIX, era el puerto más importante de la región: alcanzó su auge y declinación a mediados y a fines de ese siglo, respectivamente. En esa bahía se tenían servicios de aduana, bodegas, oficinas federales y teléfono. A principios del siglo XX, contaba con



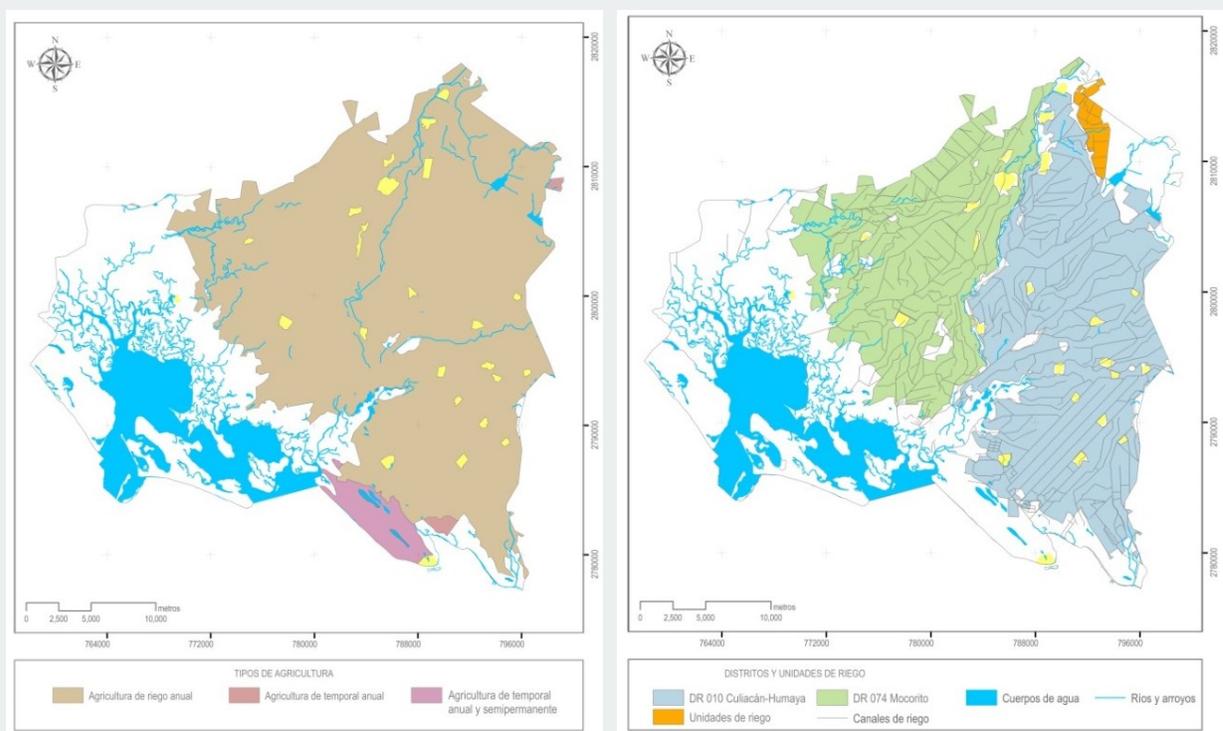
un taller de reparación de barcos y con embarcaciones para transportar garbanzo, cueros, minerales, palo de Brasil, mezcal, manteca, maíz, etc. y se recibían harina, ropa, calzado, herramientas y lo necesario que ahí no se producía.

Posteriormente, la Laguna Playa Colorada, al igual que en la de Santa María, las actividades económicas más importantes por su impacto económico y social han sido la pesca y la agricultura, y en los últimos años, la camaronicultura.

Agricultura

Desde 1912 en el municipio de Angostura se inició la construcción de una red de canales para aprovechar las aguas del río Mocorito, formando un sistema de riego que apoyó la bonanza del garbanzo a partir de 1920, uno de los factores que intervinieron para conformar el municipio de Angostura en 1916 fue la importancia económica que había logrado por medio de la agricultura.

Figura 12. Distribución de la agricultura de temporal y de los distritos de riego



Fuente: INEGI. Carta 1:250,000 Usos del suelo y Vegetación Serie VII

En el sitio de interés existen tres tipos de agricultura: de riego, temporal anual y temporal anual semipermanente. La agricultura de riego se agrupa en su mayoría en dos distritos de riego, 010 Culiacán-Humaya y 074 Mocorito, y una porción al norte en unidades de riego, como se puede observar en las figuras anteriores.

En la siguiente tabla se presentan las características de los Distritos de riego cabe destacar que el que tiene mayor representación en el sitio de interés en el DR 074 Mocorito.

Tabla 13. Número de usuarios, superficie y volumen de agua distribuido

Distrito de riego (DR)	Número de usuarios	Superficie (ha)		% de la superficie del DR dentro del sitio de interés	Volumen distribuido (Miles m ³)
		Total del DR	Sitio de interés		



Distrito de riego (DR)	Número de usuarios	Superficie (ha)		% de la superficie del DR dentro del sitio de interés	Volumen distribuido (Miles m ³)
		Total del DR	Sitio de interés		
010 Culiacán-Humaya	18,971	186,883.33	22,797.73	12	1,845,508
074 Mocerito	5,477	39,164.00	30,972.53	79	393,619

Fuente: CONAGUA. Subdirección General de Infraestructura Hidroagrícola.

La eficiencia global del uso del agua en la agricultura es inferior al 50 %, es decir, se estima que más del 50 % del agua aplicada al riego se traduce en pérdidas del recurso. (CONAGUA, 2014).

Acuacultura

La actividad acuícola en Sinaloa inició a principios de la década de los ochenta, a partir de la legislación en la que se dio acceso al capital privado en 1986, el desarrollo de esta actividad mostró un incremento, pasando de casi 350 ha a más de 1,350 ha a nivel estatal. En el sistema lagunar Playa Colorada-Bahía Santa María-La Reforma, en un lapso de 15 años, en el periodo de 1987 a 2002, se construyeron 77 granjas camaroneras.

En el sitio de interés, se registraron 50 granjas acuícolas que ocupan una superficie total de 62,116.60 ha. La mayoría de las granjas acuícolas, tienen estanques rústicos y son cultivos sem-intensivos, a excepción de dos granjas que son cultivos hiperintensivos.

Tabla 14. Resumen de las características de las granjas acuícolas ubicadas en el sitio de interés

Característica	Total	Promedio	Máxima	Mínima
Superficie total (ha)	62,116.60	1,217.97	56,800.00	3.45
Superficie de espejo de agua (ha)	14,766.18	289.53	3.00	10,800.00
Superficie sembrada (ha)	10,456.65*	871.39	5,400.00	14.00
No. de estanques	529	10	50	2
Profundidad de estanques	--	1.3	0.6	2.10
Capacidad de recambio	20548.00	456.62	2.0	20,000.00

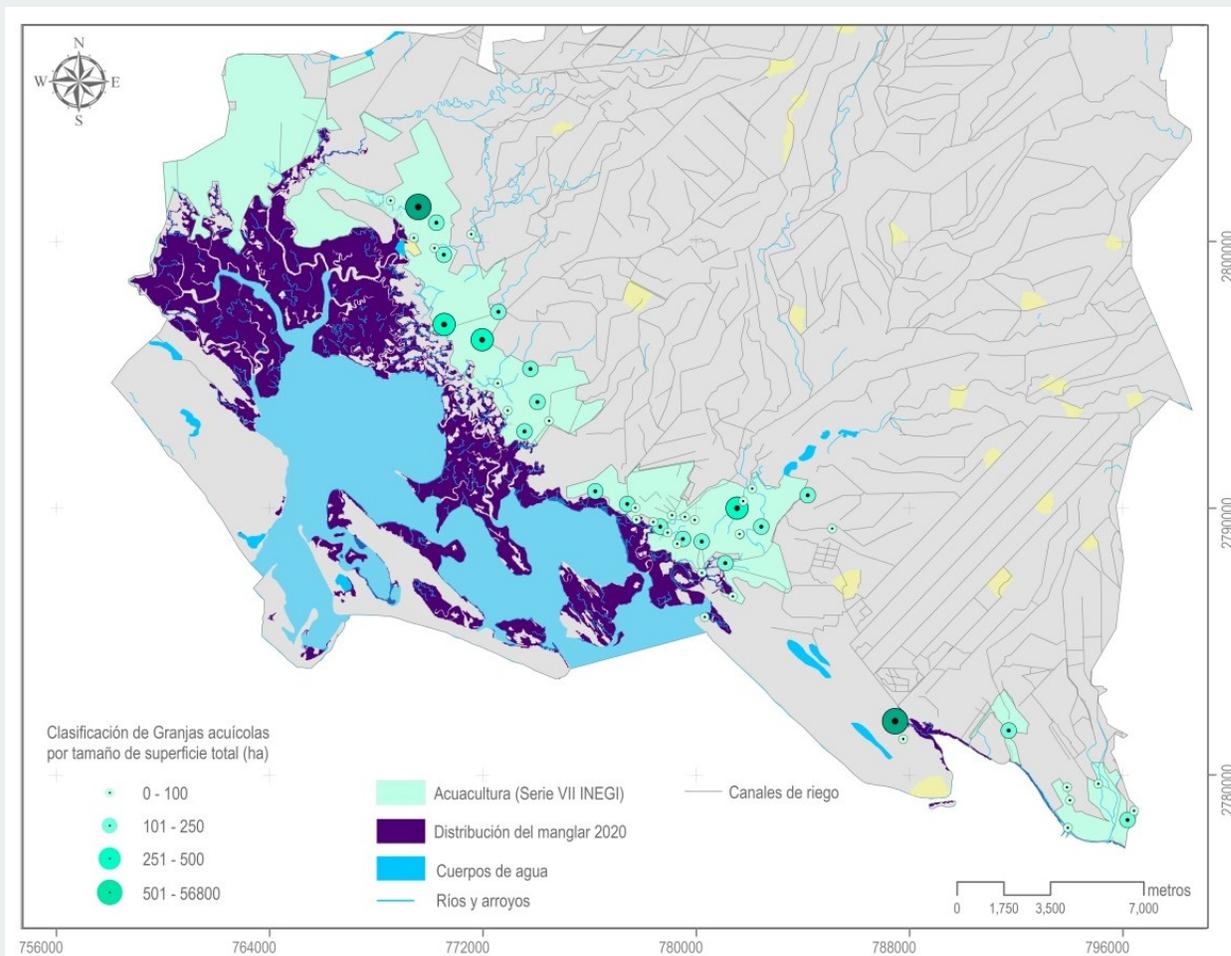
Notas: * No se tiene registro de la superficie sembrada de once granjas

Fuente: Comité Estatal de Sanidad Acuícola de Sinaloa, 2017.

De las 50 granjas registradas, tres descargan directamente a la Bahía Santa María, ocho a dren o canal, 29 a esteros, tres a ríos y siete no se tienen datos. En la siguiente figura se presenta su ubicación.

Figura 13. Ubicación de las granjas acuícolas





Fuente: Elaboración propia con base en la información cartográfica de la distribución del manglar de CONABIO, de la distribución y la acuicultura de acuerdo a la cartografía de usos del suelo y vegetación Serie VII de INEGI y la información del Comité Estatal de Sanidad Acuícola de Sinaloa, 2017.

Pesca

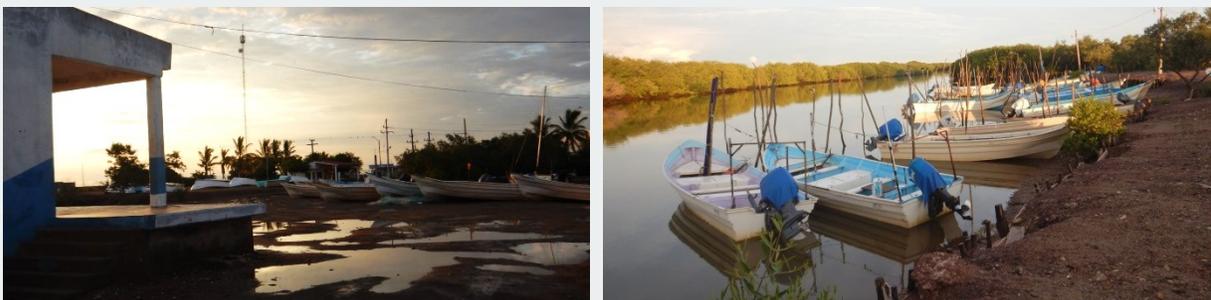
La pesca ribereña o artesanal ha sido sustento de comunidades pesqueras durante muchas décadas. Los recursos pesqueros de mayor relevancia corresponden al camarón, jaiba, los peces de escama, almejas, caracoles, ostiones y en el litoral externo, los elasmobranquios (tiburones, mantas y rayas) y calamares. La apreciación de los pescadores es que la producción pesquera ha disminuido paulatinamente, hasta resultar apenas rentable su ejecución en la actualidad.

En el sitio de interés se desarrolla la pesca ribereña, siendo el camarón la principal especie explotada; también se capturan lisa, jaiba, cazón, almeja, sierra, botete, tiburón, raya, berrugata y curvina. El camarón se captura durante cinco meses, en la otra mitad del año se captura jaiba o jaibón, tiburón y escama.

La pesca ribereña es la principal fuente de ingresos de tres comunidades pesqueras que se ubican dentro del sitio de interés: Reforma, Costa Azul y Playa Colorada.

Fotografías que muestran el embarcadero de Playa Colorada





Fuente: Elaboración propia. Fotografías tomadas en el sitio de interés

Turismo

Angostura está reconocido por las culturas que habitaron en las tierras de este municipio, principalmente el grupo denominado Achires, en diversas partes de este municipio se encuentran vestigios de este antiguo asentamiento, como piedras labradas, figuras de barro, vestigios de ollas donde sepultaban a personas. Así como también petroglifos.

Una de las mayores tradiciones de Angostura es su carnaval, en Semana Santa es muy común que las personas de las localidades del municipio visiten sus playas, siendo una de las más visitadas El Médano Blanco.

5. CARBÓN AZUL

Los manglares, junto con los pastizales marinos y las marismas, se encuentran entre los ecosistemas costeros conocidos como ecosistemas de carbono azul. Los ecosistemas de interés para este estudio, son sumideros naturales de carbono, relevantes para la mitigación del calentamiento global debido a que son capaces de secuestrar importantes cantidades de CO₂ para producción de biomasa; así como, de almacenar materia orgánica en sus sedimentos durante muy largo plazo.

Los humedales ocupan solo entre el 4-6% de la superficie terrestre (Mistch y Gosselink, 2000), pero a pesar de ello, tienen una capacidad de secuestro de carbono por unidad de área mucho mayor que otros sistemas (Bridgham et al., 2006). Su reserva media de carbono es de 956 Mg C ha⁻¹, frente a 241 Mg C ha⁻¹ bosques tropicales húmedos de hoja perenne, 408 Mg C ha⁻¹ para pantanos de turba tropicales, 593 Mg C ha⁻¹ para marismas subtropicales y 142.2 Mg C ha⁻¹ para pastos marinos (Alongi, 2014).

La alta productividad de las plantas y la baja descomposición de la materia orgánica que ocurre en sus suelos inundados permite el almacenamiento de carbono por largos periodos de tiempo (Collins y Kuehl, 2000). Los ecosistemas de manglar se desarrollan en zonas tropicales y subtropicales, principalmente alrededor de esteros, lagunas costeras, desembocaduras de ríos y arroyos (CONABIO, 2009). Estos representan sólo el 0.7% de la superficie de los bosques tropicales, pero son reconocidos como uno de los mayores almacenadores de carbono orgánico en el mundo, con valores superiores a las 1,000 TC/ha (Donato et al., 2011); tres veces más alta que la mayoría de los bosques terrestres.

Los manglares poseen suelos ricos en materia orgánica (MOS), donde el Carbono Orgánico es el principal elemento que los constituye, tanto en la superficie como dentro del perfil del suelo. Es por ello por lo que, si los suelos de los manglares son perturbados, son susceptibles de liberar grandes cantidades de gases de efecto invernadero (Kauffman et al., 2013).

Debido al papel que juegan los manglares en el almacenamiento del carbono atmosférico y a la amenaza que representa su pérdida, es necesario conocer estos factores para establecer un monitoreo de su condición y tendencia de cambio (Kauffman et al., 2013). El conocimiento del potencial de almacenamiento de carbono en la biomasa aérea y en el suelo del manglar también son



elementos fundamentales para valorar la magnitud de los servicios ambientales que prestan, así como para generar estrategias para su conservación o restauración.

5.1. Caracterización del manglar en el sitio de interés

Los manglares se desarrollan en una amplia variedad de ambientes costeros, las especies que los componen y su arreglo en un sitio en particular responden a factores y procesos cuya importancia varía espacial y temporalmente. De forma general, existen cuatro factores principales que afectan esa variación: el marco geofísico general, el control geomorfológico, el factor hidrológico y el factor biológico. La combinación de estos factores da como resultado la expresión, en muchos casos heterogénea, de las características estructurales de la vegetación y de los procesos ecológicos que en estos ecosistemas suceden.

Dentro del sitio de interés, se observa la presencia de manglar de franja, compuesto principalmente por *Rhizophora mangle* que se distribuye principalmente en los esteros de la Laguna Playa Colorada, seguido por una combinación de *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*. También se presentaron franjas con *L. racemosa* dominante, *A. germinans* codominante y con menor presencia individuos de *R. mangle*.



Manglar de franja con *Rhizophora mangle* como especie dominante



Franja de manglar compuesto por *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*

Fuente:: Elaboración propia. Fotografías tomadas en el sitio de interés

Se registró una zona de azolvada con presencia de arbustos de *Avicennia germinans* que se localiza en la parte central de la zona de interés.



Avicennia germinans, dominante y de baja altura en esteros próximos a granjas y zonas azolvadas

Fuente:: Elaboración propia. Fotografías tomadas en el sitio de interés



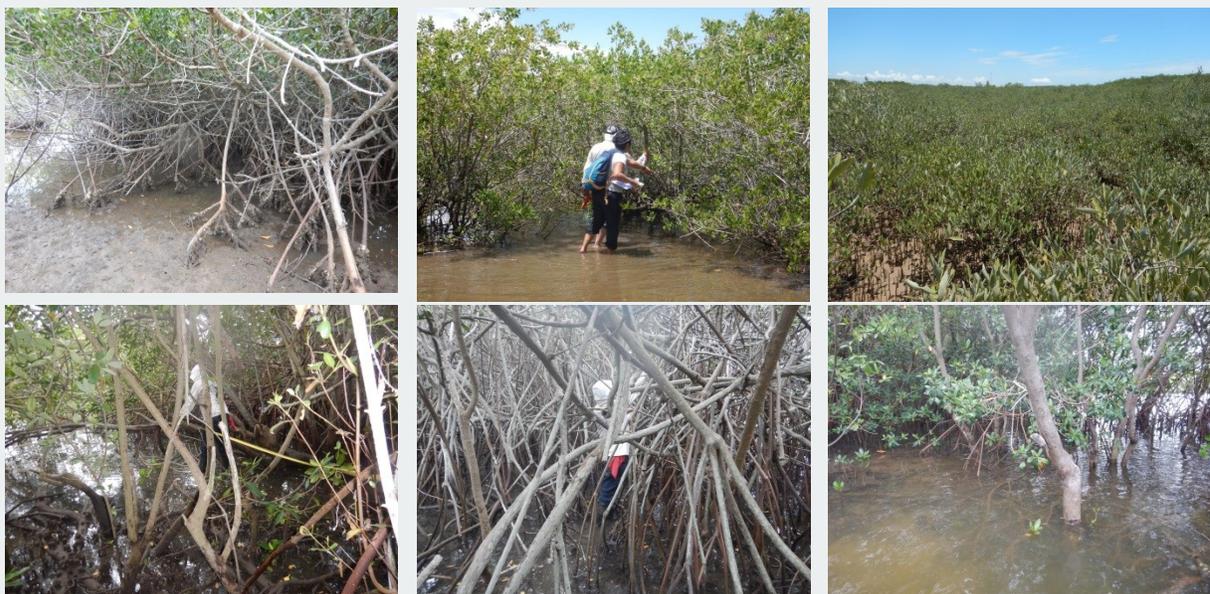
La especie *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) no tuvo registro en ninguno de los sitios de muestreo; sin embargo, si se observó su presencia en áreas colindantes con vegetación de matorral xerófilo, ocupando fragmentos discontinuos de 5 a 10 m de amplitud.

5.2 Estimación del reservorio de carbono del manglar ubicado en el sitio de interés

Previo al muestreo se realizó un análisis de imágenes de satélite que establecieron grandes zonas dependiendo de sus características geomorfológicas y grado de conservación del manglar y se determinaron los puntos de muestreo de campo.

La selección final de los sitios se realizó considerando las zonas previamente delimitadas y la accesibilidad al sitio, originalmente se habían planteado un tamaño para las parcelas de 400 m²; sin embargo, esto no fue factible en todos los casos, debido a las características particulares, por ejemplo en las áreas ubicadas entre esteros el tamaño del manglar tenía una superficie menor a los 400 m², en otros sitios se registraron áreas densas de manglar arbustivo o en donde no había forma de acceder para realizar las mediciones.

Fotografías en donde se muestra la diversidad de las características de los sitios de muestreo registrados en el sitio de interés



Fuente: Elaboración propia. Fotografías tomadas en el sitio de interés

Finalmente, el muestreo dirigido abarcó una superficie de 2,562 m², distribuido en trece sitios, los registros se tomaron de la siguiente forma:

- En los sitios de 200 y 400 m² se registraron los individuos arbustivos y arbóreos. Se realizó una subdivisión del sitio, siendo que en los primeros 100 m² (10 x 10 m) se registraron todos los individuos desde 2.5 cm de DN y en los siguientes 100 o 300 m los individuos iguales o mayores a 5 cm de diámetro. Se siguió la dirección de la franja del manglar.
- Los sitios de 100 m² se utilizaron para el registro de individuos arbustivos, menores a 3 m de altura en promedio. En el arbolado de talla menor a 1.5 m en promedio, se registró el diámetro en la base y la altura total.
- En el caso de los sitios de 50 y 12 m², también se utilizó el criterio de medición de cobertura, debido a que prevalecieron condiciones de alta densidad de individuos y tallas reducidas, sumadas a la reducida accesibilidad para el registro de los individuos de mangle, que restringió el trazo y levantamiento de datos en sitios de mayor tamaño.



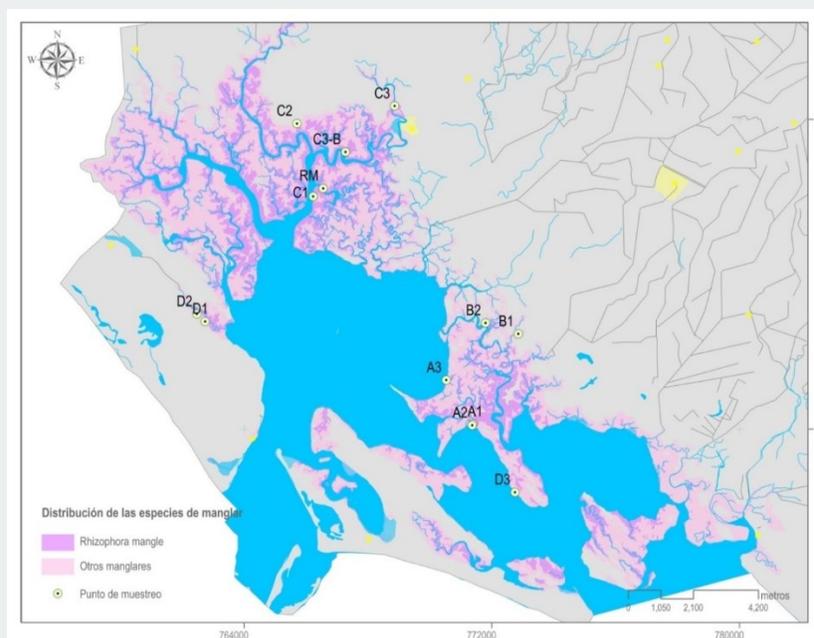
En la siguiente tabla se presenta la ubicación de cada sitio por zona previamente delimitada, tamaño de la parcela y las mediciones que se realizaron.

Tabla 15. Ubicación de los sitios de muestreo por zona, tamaño de las parcelas y mediciones realizadas

Zona	Áreas de muestreo	Tipo de suelo	Coordenadas UTM WGS84		Tamaño de la parcela (m ²)	Mediciones
			X	Y		
A	A1	Solonchak	771389	2790161	100	Diámetros \geq 2.5 cm y cobertura
	A2		771369	2790121	400	Diámetros \geq 2.5 cm
	A3		770528	2791581	400	Diámetros \geq 2.5 cm
B	B1	Solonchak	772856	2793074	100	Diámetros \geq 2.5 cm y cobertura
	B2		771800	2793427	100	Cobertura
C	C1	Solonchak	766231	2797514	200	Diámetros \geq 2.5 cm
	C2		765707	2799867	50	Diámetros \geq 2.5 cm
	C3		768861	2800433	100	Cobertura
	C3-B		767278	2798949	200	Diámetros \geq 2.5 cm
	RM		766552	2797773	100	Diámetros \geq 7.5 cm
D	D1	Regosol	762742	2793475	12	Diámetros \geq 2.5 cm
	D2		762476	2793717	400	Diámetros \geq 2.5 cm
	D3	Solonchak	772748	2787959	400	Diámetros \geq 2.5 cm

En cada uno de los sitios, se registraron todos los individuos arbustivos y arbóreos desde 2.5 cm de diámetro normal medido a 1.3 m sobre el nivel del suelo y a 0.3 m por arriba de las raíces aéreas o donde se localice el tallo principal en el caso de *Rhizophora mangle*. En la siguiente figura se muestra la ubicación de los sitios de muestreo.

Figura 14. Ubicación de los sitios de muestreo del manglar



Fuente: Modificado con base al plano de distribución de las especies de manglar de CONABIO, 2017



Las variables que fueron registradas en cada sitio de muestreo se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 16. Características generales de los sitios de muestreo y coordenadas de ubicación

Variable	Descripción										
Parcela											
Dirección	Debido a las diferencias en composición y estructura del mangle, de la orilla de la laguna o estero, hasta tierra dentro; los sitios en manglar de franja, se trazaron en la dirección de la franja.										
Coordenadas	Se registraron con el apoyo de un geoposicionador GARMIN GPSMAP 64, utilizando Datum WGS84, zona 12N y coordenadas UTM										
Datos dasométricos											
Número	Cada árbol o arbusto fue numerado en la hoja de registro										
Especie	Se registró la especie de manglar: <i>Avicennia germinans</i> , <i>Conocarpus erectus</i> , <i>Laguncularia racemosa</i> , <i>Rhizophora mangle</i> .										
Diámetro	Medido en centímetros (cm) a 1.3 m sobre el nivel del suelo y a 0.3 m por encima de las raíces aéreas en el caso de R. mangle, utilizando una forcípula o flexómetro.										
Altura total	Se midió desde la base hasta la punta del individuo en metros y décimas de metro, se realizó con ayuda de un flexómetro de mediana resistencia, ya que los árboles tenían alturas promedio menor a 6 m.										
Altura del fuste o tallo	Medido desde la base del tronco hasta la primera rama viva mayor a 5 cm de diámetro, dato reportado en unidades métricas.										
Vigor	<p>Para cada árbol, se proporciona una calificación aparente sobre el vigor del árbol. La determinación del vigor se basa en consideraciones de color de follaje, proporción de copa y apariencia, retención de hojas/aguja, apariencia de crecimiento apical (aparición en la parte de arriba del árbol) longitud entre espirales de crecimiento, presencia de cavidades y el crecimiento de hongos. El código se asigna según la clasificación que se describe a continuación.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Muy sano/ Dominante</td> <td>La copa está llena en todos los lados y la longitud de la copa es de por lo menos el 30% del largo del árbol, o la altura total del árbol (medida en el paso 11) menos la altura a la base de la copa (medido en el paso 12) dividido por el total de la altura del árbol, es de por lo menos 30%. La copa del árbol está por lo general por arriba de otros árboles de su alrededor y tiene mínima competencia.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sano/ Co-dominante</td> <td>La copa no está llena en todos los lados debido a competencia con árboles adjuntos, pero tiene una proporción de la copa que recibe completamente la luz del sol. La copa es de por lo menos el 20% del largo del árbol.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Suprimido</td> <td>La copa está por lo general debajo de otros árboles y tiene follaje vivo pero en decadencia.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Muerto con algo de deterioro</td> <td>El árbol no tiene follaje. Las ramas y la parte superior están intactas y la corteza está pegada al árbol.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Muerto con deterioro avanzado</td> <td>El árbol puede no tener la parte superior, tiene cuerpos fúngicos, la corteza no está presente. El árbol ya no tiene follaje en la copa.</td> </tr> </tbody> </table>	Muy sano/ Dominante	La copa está llena en todos los lados y la longitud de la copa es de por lo menos el 30% del largo del árbol, o la altura total del árbol (medida en el paso 11) menos la altura a la base de la copa (medido en el paso 12) dividido por el total de la altura del árbol, es de por lo menos 30%. La copa del árbol está por lo general por arriba de otros árboles de su alrededor y tiene mínima competencia.	Sano/ Co-dominante	La copa no está llena en todos los lados debido a competencia con árboles adjuntos, pero tiene una proporción de la copa que recibe completamente la luz del sol. La copa es de por lo menos el 20% del largo del árbol.	Suprimido	La copa está por lo general debajo de otros árboles y tiene follaje vivo pero en decadencia.	Muerto con algo de deterioro	El árbol no tiene follaje. Las ramas y la parte superior están intactas y la corteza está pegada al árbol.	Muerto con deterioro avanzado	El árbol puede no tener la parte superior, tiene cuerpos fúngicos, la corteza no está presente. El árbol ya no tiene follaje en la copa.
Muy sano/ Dominante	La copa está llena en todos los lados y la longitud de la copa es de por lo menos el 30% del largo del árbol, o la altura total del árbol (medida en el paso 11) menos la altura a la base de la copa (medido en el paso 12) dividido por el total de la altura del árbol, es de por lo menos 30%. La copa del árbol está por lo general por arriba de otros árboles de su alrededor y tiene mínima competencia.										
Sano/ Co-dominante	La copa no está llena en todos los lados debido a competencia con árboles adjuntos, pero tiene una proporción de la copa que recibe completamente la luz del sol. La copa es de por lo menos el 20% del largo del árbol.										
Suprimido	La copa está por lo general debajo de otros árboles y tiene follaje vivo pero en decadencia.										
Muerto con algo de deterioro	El árbol no tiene follaje. Las ramas y la parte superior están intactas y la corteza está pegada al árbol.										
Muerto con deterioro avanzado	El árbol puede no tener la parte superior, tiene cuerpos fúngicos, la corteza no está presente. El árbol ya no tiene follaje en la copa.										



Variable	Descripción			
Defecto	Porción actual de defecto en cada sección del árbol (observado como si se aplicara al árbol completo). Ejemplo: 100% si la porción completa está faltando (es decir, defecto completo), 0% si no falta ninguna porción (es decir, sin defecto), como se observa en la siguiente tabla			
	Atributo	Descripción		
		Superior 1/3	10%	0-100%
		Medio 1/3	30%	0-100%
Bajo 1/3		60%	0-100%	
	Ajuste (para la densidad de la madera)			

La estimación del carbono en madera viva y muerta en pie se realizó con base en la secuencia metodológica establecida en el Protocolo Forestal para México, versión 2.0, marzo 2020, en la cual se siguientes pasos:

1. Calcular la biomasa en gramos de cada árbol
2. Conversión de la biomasa a toneladas de CO₂e
3. Ajustes en la estimación del almacenamiento de carbono en arbolado vivo y muerto
4. Extrapolar las toneladas de CO₂e en cada árbol a uno por hectárea y al sitio de interés de acuerdo con la zonificación del manglar realizada

En la siguiente tabla se presenta la descripción detallada de cada uno de los pasos:

Tabla 17. Metodología para obtener la biomasa, CO y CO₂e en arbolado vivo o muerto

Variable	Descripción		
1. Calcular la biomasa en gramos de cada árbol	Para la estimación de la biomasa aérea, correspondiente a los árboles vivos y muertos en pie, se utilizaron los siguientes modelos alométricos, que permiten estimar la biomasa total de un árbol por medio de ecuaciones alométricas ajustadas por especie o especies de mangle		
	Especie	Modelo alométrico	Referencia
	<i>Laguncularia racemosa</i>	BT = (Exp (-1.5919) * d130 ^2.1924) d130 = diámetro en cm, medido a 1.3 m sobre el nivel del suelo	Day <i>et al.</i> , 1987
	<i>Rhizophora mangle</i>	BT = (Exp (-1.5605) * d30 ^2.5072) d30 = diámetro en cm, medido a 0.3 m por encima de la raíz del zanco más alto o en tallo principal (Kauffman et al., 2013)	
<i>Avicennia germinans</i>	BT = (Exp (-0.395) * d130 ^1.934)		
2. Conversión de la biomasa a toneladas de CO ₂ e	Los estimados de biomasa obtenidos se convirtieron a toneladas de CO ₂ e dividiendo la biomasa (en kilogramos) entre 1000 y multiplicando el resultado por 0.5 (para convertir el valor a carbono) y posteriormente multiplicando por 3.67 (para convertir el valor a CO ₂ e). El resultado está en toneladas de CO ₂ e por árbol o arbusto en el momento del muestreo (condiciones actuales, línea base).		
3. Ajustes en la estimación del almacenamiento de carbono en arbolado vivo y muerto	El estimado de CO ₂ e calculado para cada árbol en el paso 2, se ajustó basándose en el porcentaje de defectos asignado a cada árbol durante el muestreo de acuerdo a la siguiente tabla		
	Descripción	Proceso requerido	
	Defecto – Abajo 33%	60% x toneladas de CO ₂ e en el árbol bruto (Paso 2) x % Defecto (Abajo 33%)	



Variable	Descripción	
	Defecto – En Medio 33%	30% x toneladas de CO ₂ e en el árbol bruto (Paso 2) x % Defecto (En medio 33%)
	Defecto – Arriba 33%	10% x toneladas de CO ₂ e en el árbol bruto (Paso 2) x % Defecto (Abajo 33%)
	Suma Defecto CO ₂ e Ajustada	Suma de las toneladas de CO ₂ e para cada paso mencionado arriba Toneladas de CO ₂ e obtenidas en el paso 2 – Suma Defecto
3. Ajustes en la estimación del almacenamiento de carbono en arbolado vivo y muerto	<p>Además, se multiplican por 0.5 para hacer el ajuste de las toneladas de CO₂e de cada árbol muerto que cumpla con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Muerto con algo de deterioro: El árbol no tiene follaje. Las ramas y la parte superior están intactas y la corteza está pegada al árbol. – Muerto con deterioro avanzado: el árbol puede no tener la parte superior, tiene cuerpos fúngicos, la corteza no está presente. El árbol ya no tiene follaje en la copa. <p>Los árboles en decadencia se multiplican por 0.75 para cuantificar la descomposición que impacta la densidad de la madera.</p> <p>El resto de los otros árboles permanecen iguales</p>	
4. Extrapolar las toneladas de CO ₂ e en cada árbol a uno por hectárea y al sitio de interés de acuerdo a la zonificación del manglar realizada	<p>Con las estimaciones por árbol del contenido de carbono ajustado según los defectos y daños, se realizó la sumatoria del carbono de todos los árboles y arbustos para obtener el total de cada sitio de muestreo y se extrapoló a una hectárea.</p> <p>Posteriormente se obtuvo un promedio de las estimaciones obtenidas en los sitios de muestreo para tener un solo valor promedio por zona de manglar</p>	

5.2.2 Estimación de la captura de CO₂e del manglar

Se obtuvo una biomasa promedio total de 190.711 vol/ha, el mayor volumen se registró en la zona donde domina *Rhizophora mangle* con 106.832 vol/ha, seguido por la zona de otros manglares con 77.057 vol/ha y finalmente la zona azolvada registró un volumen de 6.822 vol/ha.

Con respecto a las especies de manglar, en promedio se obtuvo una biomasa para *Avicennia germinans* de 85.784 vol/ha, *Laguncularia racemosa* con 68.459 vol/ha y *Rhizophora mangle* con 36.469 vol/ha. En la siguiente tabla se reportan los resultados de las estimaciones realizadas con las fórmulas de estimación de biomasa total de Day et al. (1987), diferenciadas para cada especie.

Tabla 18. Estimación de la biomasa por especie de manglar

Zona	Sitios de muestreo	Biomasa Vol/ha			Total Biomasa (Vol/ha)
		<i>Avicennia germinans</i>	<i>Laguncularia racemosa</i>	<i>Rhizophora mangle</i>	
<i>Rhizophora mangle</i>	A3	83.515	14.864	4.417	102.796
	C3-B	68.019	28.961	13.427	110.407
	C1	13.636	81.537	65.042	160.215
	RM	--	--	53.911	53.911
	Promedio	41.293	31.340	34.199	106.832
Zona azolvada	B1+ICOB	8.267	--	--	8.267
	B2COB	5.376	--	--	5.376
	Promedio	6.822	0.000	0.000	6.822
Otros manglares	A1+ICOB	12.338	--	--	12.338
	A2	95.297	--	--	95.297
	C2	63.967	--	--	63.967
	C3+3COB	7.318	--	--	7.318
	D1	--	46.030	13.748	59.777
	D2	3.747	150.907	0.209	154.863
	D3	81.013	62.896	1.931	145.840
Promedio	37.669	37.119	2.270	77.057	



La estimación promedio total fue de 335.30 TCO₂e/ha, en la zona de *Rhizophora mangle* se obtuvo un promedio de 190.153 TCO₂e/ha, en la zona de otros manglares 132.632 TCO₂e/ha y la zona azolvada con 12.518 TCO₂e/ha.

Con respecto a las especies de manglar, *Avicennia germinans* registró un promedio de 146.533 TCOe/ha, *Laguncularia racemosa* 122.775 TCOe/ha, *Rhizophora mangle* 65.995 TCOe/ha.

En la siguiente tabla se presenta la estimación de CO₂e por zona y especie de manglar, en estas estimaciones ya se consideraron los ajustes por daños que presentan los individuos según lo establece el Protocolo Forestal 2.0.

Tabla 19. Estimación del CO₂e por especie de y por zona

Zona	Sitios de muestreo	CO ₂ e/ha			CO ₂ e/ha
		<i>Avicennia germinans</i>	<i>Laguncularia racemosa</i>	<i>Rhizophora mangle</i>	
<i>Rhizophora mangle</i>	A3	143.389	26.564	7.945	177.899
	C3-B	117.574	52.825	24.639	195.037
	C1	24.909	148.031	115.811	288.750
	RM	--	--	98.926	98.926
	Promedio	71.468	56.855	61.830	190.153
Zona Azolvada	B1+1COB	15.170	--	--	15.170
	B2COB	9.865	--	--	9.865
	Promedio	12.518	0.000	0.000	12.518
Otros manglares	A1+1COB	22.292	--	--	22.292
	A2	156.118	--	--	156.118
	C2	112.463	--	--	112.463
	C3+3COB	13.429	--	--	13.429
	D1	-	80.190	25.227	105.417
	D2	6.876	276.915	0.383	284.174
	D3	126.650	104.337	3.544	234.532
	Promedio	62.547	65.920	4.165	132.632

Al realizar la extrapolación de los datos para el sitio de interés fue de 1,024,510.28 TCOe, en la siguiente tabla se presentan los resultados por zona.

Tabla 20. Estimación total de CO₂e por especie de manglar y por zona

Zonificación	Área (ha)	TC /ha	TCOe /ha	TC	TCOe
<i>Rhizophora mangle</i>	2,289.07	106.832	190.153	244,546.15	435,273.60
Manglar en zona azolvada	525.29	6.822	12.518	3,583.27	6,575.42
Otros tipos de manglar	4,393.06	77.057	132.632	338,516.83	582,661.26
Total	7,207.42	190.71	335.30	586,646.24	1,024,510.28

5.3 Estimación del reservorio de carbono del suelo del manglar en el sitio de interés

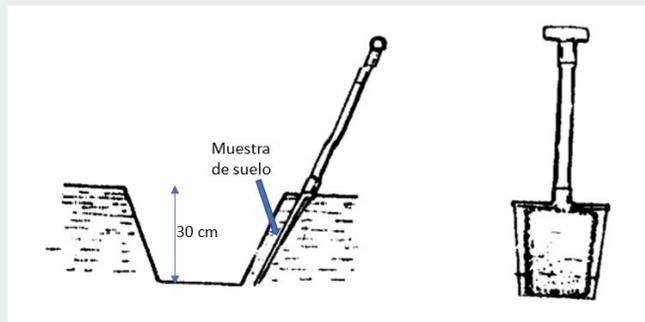
5.3.1 Metodología para la toma de muestras de suelo del manglar

Se obtuvieron trece muestras una por cada parcela donde se muestreo el manglar, bajo las siguientes características:

1. Para cada muestra de suelo se tomó en un perfil de 30 cm, lo más cerca posible del centro de la parcela de muestreo.
2. Se eliminó la capa superficial de hojarasca y excavando con pala a 35 cm de profundidad aproximada o insertando un tubo de PVC que contuviera una muestra de suelo a la



profundidad establecida y retirándolo con la pala para evitar la pérdida de suelo (en suelo muy húmedo).



3. El suelo con exceso de agua se colocó en una malla y se colgó para eliminar el exceso de agua. Las muestras se limpiaron de raíces y piedras y se secaron a temperatura ambiente, obteniendo entre 1.0-1.5 kg de suelo por parcela.
4. Cada muestra fue empacada y etiquetada.



Fuente: Elaboración propia. Fotografías tomadas en el sitio de interés

Las muestras se enviaron a un laboratorio de análisis de suelo, en donde se determinaron las siguientes variables: textura, densidad aparente, materia orgánica y carbono orgánico.

Tabla 21. Descripción de las variables de las muestras del suelo determinadas en laboratorio

Variable	Descripción
Textura del suelo	Determinación de la clase textural por medio del hidrómetro de Bouyoucos, porcentajes de limo, arcilla y arena y triángulo de texturas
Densidad aparente	Determinación por el método de la probeta de 50 ml
Contenido de materia orgánica	Determinación del % de materia orgánica utilizando la técnica de Walkley y Black, se estima a partir del COS multiplicado por el factor de Van Benmelen equivalente 1,724.



5.3.2 Características del suelo del manglar

De acuerdo a los resultados de laboratorio, las muestras de suelo presentaron una densidad promedio de 0.86 g/cm³ y un bajo contenido de materia orgánica con un promedio de 3.80%. En la siguiente tabla se muestran las características del suelo por cada punto de muestreo.

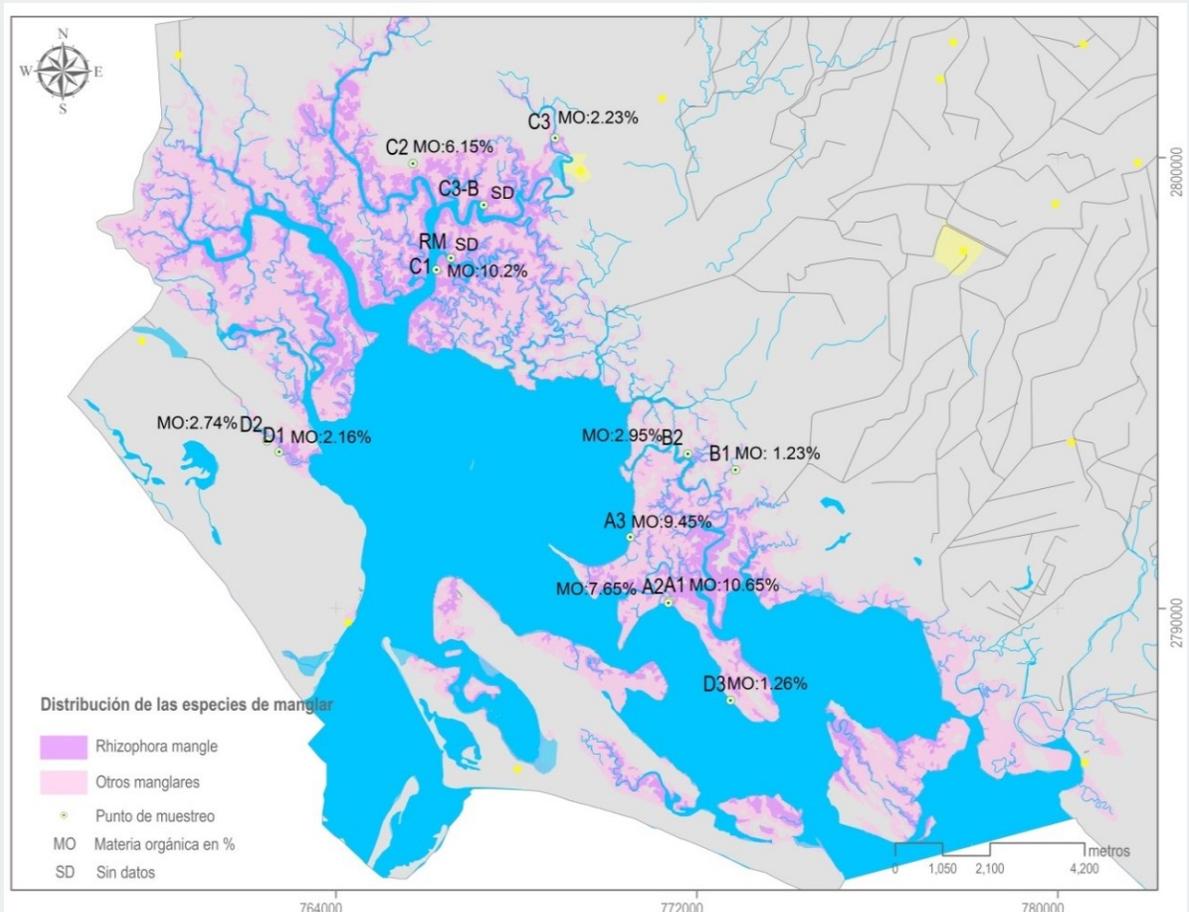
Tabla 22. Resultados del análisis de laboratorio las muestras de suelo

Muestra	Textura del suelo	Composición (%)			Densidad aparente (g/cm ³)	Contenido de materia orgánica (%)
		Arena	Arcilla	Limo		
A1	Franco Arenoso	64.04	19.96	16	0.47	10.5.
A2	Arcilla	30.04	49.96	20	0.54	7.65
A3	Arcilla	26.04	47.96	26	0.41	9.45
B1	Franco arcilloso	36.04	35.96	28	1.24	1.23
B2	Arcilla	20.04	43.96	36	1.24	2.95
B3	Arcilla	26.04	49.96	24	1.04	0.98
C1	Franco Arcilloso	40.04	27.96	32	0.44	10.2
C2	Franco Arcilloso	34.04	39.96	26	0.58	6.15
C3	Franco Arcilloso	26.04	39.96	34	1.11	2.23
D1-1	Franco Arcillo Arenoso	46.04	31.96	22	1.03	2.16
D1-2	Arcillo Arenoso	48.04	35.96	16	1.01	2.52
D2	Areno Franco	82.04	11.96	6	1.13	2.74
D3	Franco Arcillo Arenoso	46.04	33.96	20	1.01	1.26

En la siguiente figura se muestra la ubicación de la toma de muestras del suelo y su contenido en materia orgánica que arrojaron los resultados de laboratorio.

Figura 15. Ubicación de los sitios de muestreo del suelo del manglar y su % de materia orgánica





Fuente: Modificado con base al plano de CONABIO, 2017

5.3.3 Metodología para la estimación del reservorio de carbono en el suelo del manglar

Para la estimación del reservorio de carbono se obtuvo el peso del suelo en toneladas (T), con los datos de densidad aparente y la profundidad de la muestra. El cálculo se realizó con la siguiente ecuación:

$$\text{Peso del suelo (T/ha)} = (\text{profundidad del suelo muestreado}) * (\text{densidad aparente})$$

Una vez obtenido el Peso del suelo, se determinó el porcentaje de carbono orgánico (%CO) con el método de Walkley y Black, que representa el contenido de carbono orgánico del suelo, expresado en porcentaje (NOM-021-RECNAT-2000).

A partir del peso seco del suelo en T/ha y el contenido de carbono orgánico (% CO) se estimó la cantidad de almacenamiento de captura de carbono en el suelo por parcela de muestreo (TC/ha) utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{TC/ha} = (\text{peso del suelo}) * (\% \text{ CO})$$

5.3.4 Resultados de la estimación de la captura de CO₂e del suelo del manglar

En la siguiente tabla se presentan los resultados de la densidad promedio máxima estimada se registra en el manglar de la zona azolvada con 1.240 T/m³ con un peso de 3,720 T/ha y 0.012 % de carbono.



Tabla 23. Estimaciones de densidad, profundidad, peso y de carbono por zona

Zonificación	Densidad (T/m ³)	Profundidad (m)	Peso T/m ²	Peso T/ha	Carbono (%)
<i>Rhizophora mangle</i>	0.630	0.3	0.189	1890.0	0.040
Manglar en zona azolvada	1.240	0.3	0.372	3720.0	0.012
Otros tipos de manglar	0.821	0.3	0.246	2463.0	0.027

La estimación total de CO₂e fue de 1,807,929.91 toneladas para el sitio de interés, en la siguiente tabla se presentan los resultados por zona.

Tabla 24. Estimaciones del almacén de CO₂e a 30 cm de profundidad por zona y en el sitio de interés

Zonificación	Área (ha)	TC /ha	TCO ₂ e/ha	TC	TCO ₂ e
<i>Rhizophora mangle</i>	2,289.07	75.392	276.689	172,577.79	633,360.51
Manglar en zona azolvada	525.29	45.086	165.467	23,683.44	86,918.21
Otros tipos de manglar	4,393.06	67.462	247.584	296,362.72	1,087,651.20
Total	7,207.42	--	--	492,623.95	1,807,929.91

Para tener una idea de lo que representan los datos anteriores del almacén de carbono del sitio de interés de este sistema lagunar se juntaron los datos del reservorio de la biomasa del manglar con los del suelo, para tener una cantidad total de almacenamiento de carbono equivalente. Si esta cantidad se multiplica por la superficie de manglares que existen en el estado de Sinaloa, se tendría un volumen de aproximadamente de 29.984 Gg de CO₂ (un Gigagramo equivale a 1000 toneladas).

5.3.5 Extrapolación de datos del reservorio de carbono del sitio de interés al manglar del Estado de Sinaloa

La cantidad obtenida del posible reservorio de carbono en los manglares del estado de Sinaloa es mayor que todas las emisiones anuales de este estado reportadas en su inventario de 2012, la cual fue de 16,558.627 Gg; cabe mencionar que este inventario fue hecho tomando como base el año 2005. (Gobierno del estado de Sinaloa, 2012). Sí el reservorio de carbono del manglar del estado de Sinaloa se perdiera en 1% anual, esta cantidad sería superior a todas las emisiones de gases y compuestos anuales de la agricultura de esta entidad federativa reportadas en su inventario de emisiones más reciente, la cual ascendía a 271.28 Gg anuales. Por lo cual es del todo importante proteger este reservorio de las acciones que lo deterioran y de hacer que incremente su capacidad de adsorción de bióxido de carbono a través de restaurar las superficies donde esta azolvado y deteriorado. Una vegetación nueva y en crecimiento puede aportar una cantidad significativa de captura de carbono que se retira de la atmósfera y permite una colaboración significativa para que México cumpla sus compromisos internacionales en materia de mitigación del cambio climático.

Conviene aclarar esta última estimación del reservorio de carbono de los manglares de Sinaloa es una primera aproximación, con un rango de incertidumbre amplio, puesto que el muestreo llevado a cabo fue de carácter experimental y valdría la pena ampliar la superficie de muestreo para obtener resultados más objetivos. También sería necesario, para tener un valor más representativo, llevar a cabo trabajos como este en otros sistemas lagunares de esta entidad federativa a fin de tener un muestreo más representativo de esta vegetación y de su reservorio de carbono.



6. DETERIORO DEL MANGLAR DEL SITIO DE INTERÉS

6.1. Vulnerabilidad costera

El programa de la Universidad de Stanford, California, denominado como: Natural Capital (Stanford University, 2020), ha desarrollado un conjunto de modelos con el nombre de InVEST, los cuales pueden ser usados para cartografiar y evaluar bienes y servicios ecosistémicos.

El modelo de vulnerabilidad costera InVEST produce una estimación cualitativa sobre los cambios que pueden afectar a las costas por erosión e inundación marina inducidas por tormentas. Este modelo diferencia las áreas de alta o baja sensibilidad a estos fenómenos y visibiliza las que son más vulnerables a las olas y las mareas de tormenta a lo largo de una costa.

El modelo calcula el índice de vulnerabilidad costera utilizando una representación espacial con los indicadores: relieve, exposición al viento, a las olas, potencial de marejada y hábitats naturales. Las categorías obtenidas con su aplicación varían desde una sensibilidad muy baja (rango = 1) a una muy alta (rango = 5), según una combinación de criterios definidos por el usuario y el modelo.

El modelo calcula el índice de vulnerabilidad para cada punto de la costa y utiliza para ello la media geométrica de todos los rangos de los indicadores utilizados:

$$EI = (R_{\text{Relieve}} R_{\text{Habitats}} R_{\text{SLR}} R_{\text{Exposición viento}} R_{\text{Exposición olas}} R_{\text{Marea}})^{1/5}$$

O de manera más general la ecuación anterior se puede expresar de la siguiente forma:

$$EI = \left(\prod_{i=1}^n R_i \right)^{1/n}$$

A continuación, se describen cada uno de los indicadores del modelo empleado:

Tabla 25. Descripción de los indicadores utilizados en el índice de vulnerabilidad costera

Indicador	Descripción
Relieve	El modelo, considera que los sitios que en promedio están a una mayor elevación tienen un riesgo menor de ser inundados, que aquellos con elevaciones más bajas. En el modelo de elevación del terreno, se identifican las áreas terrestres bajas que pueden ser cubiertas por el mar cuando olas y mareas de tormenta se generan por los vientos que soplan en dirección a la costa. Para este caso se usó el continuo de elevaciones de INEGI: https://www.inegi.org.mx/temas/relieve/continental/#Descargas .
Exposición al viento	Los vientos fuertes pueden generar oleajes de gran energía si soplan sobre un área de la costa durante un período de tiempo lo suficientemente largo para ello. En el modelo se clasifican los segmentos de la costa en función de su exposición relativa a vientos. Se utiliza la base de datos oceanográfica Wave Watch III (también nombrada WWW3), la cual contiene los datos de intensidad y dirección del viento y olas requeridas por el modelo. (Una versión de este modelo la proporciona el Programa INVEST en su página de internet: http://releases.naturalcapitalproject.org/?prefix=invest/3.9.2/data/ . La versión de este modelo sirve para los dos factores siguientes de exposición a las olas y a las mareas de tormenta.
Exposición a las olas	Las costas que están expuestas al océano abierto generalmente experimentan una mayor exposición a los efectos de las olas de largo período, o marejadas, que son generadas por tormentas distantes. Las costas cerradas por elementos terrestres o biológicos como manglares, pastos marinos y arrecifes coralinas están más protegidas.



Indicador	Descripción
Marea de tormenta	La elevación de la marea ciclónica está en función de la velocidad y dirección del viento, pero también del periodo de tiempo que el viento sopla sobre áreas relativamente poco profundas. En general, cuanto mayor sea la distancia entre la costa y el borde de la plataforma continental en un área determinada durante una tormenta particular, mayor será la marea ciclónica.
Hábitats naturales	Los hábitats naturales costeros como las marismas, los lechos de pastos marinos, los manglares, la vegetación de dunas costeras y otros, juegan un papel importante en la disminución de los impactos de fenómenos marinos sobre los litorales. Las olas grandes rompen en los arrecifes de coral antes de llegar a la costa, los manglares reducen la altura de las olas en aguas poco profundas y disminuyen la fuerza de las corrientes generadas por el viento, los lechos de pastos marinos y las marismas estabilizan los sedimentos y fomentan la acumulación de tierra en áreas cercanas a la costa, por otro lado, las playas con poco o ningún hábitat biológico como las dunas de arena sin vegetación ofrecen poca protección contra la erosión y las inundaciones. (Para estos factores se usó la cartografía de INEGI del Continuo de uso del suelo y vegetación de la serie siete. La información del mapa de CONABIO de uso del suelo y vegetación de la zona costera asociada a los manglares de la región del Pacífico Norte 2020 y los mapas de pastos marinos y arrecifes de coral del World Conservation Monitoring Centre UN WCMC)

Es importante señalar que este modelo no tiene en cuenta los procesos costeros que son exclusivos de una región, ni predice cambios a corto o largo plazo en la posición o configuración de la costa.

Para aplicar el modelo de vulnerabilidad costera de INVEST se consideró una distancia máxima de 12,000 metros donde pueden correr los vientos sobre la superficie marina colindante con el sitio de interés, además se estableció una resolución de 1000 metros. En la siguiente tabla se enlistan los insumos de mapas para el modelo INVEST así como los resultados obtenidos.

Tabla 26. Insumos y resultados del índice de vulnerabilidad costera

Insumos de mapas	Modelo	Resultados
Límite del sitio de interés en formato vectorial	INVEST de Vulnerabilidad costera	A) Mapa considerando la presencia de los hábitats de manglar y pastos marinos dentro del sitio de interés de la laguna y el mar
Batimetría de la zona oceánica ubicada en frente del sitio de interés en formato raster		Los puntos que señalan los sitios con mayor exposición a inundaciones y erosión costera, provocadas por olas y vientos durante las mareas de tormenta clasificados en tres categorías: alto, medio y bajo
Vegetación costera del sitio de interés en formato vectorial		
Manglar del sitio de interés en formato vectorial		B) Mapa sin considerar la protección que los hábitats de manglar y pastos marinos ofrecen a la costa y los litorales internos de las bahías o lagunas costeras del sistema lagunar de Playa Colorada-Santa María - La Reforma
Pastos marinos del área de las lagunas del sitio de interés y de la zona oceánica		
Plataforma continental ubicada en frente del sitio de interés en formato vectorial		Los puntos que señalan los sitios con mayor exposición a inundaciones y erosión costera, provocadas por olas y vientos durante las mareas de tormenta clasificados en cuatro categorías: muy alto, alto, medio y bajo
Modelo digital continuo de elevaciones		

Fuente: información propia con base en la descripción del modelo de vulnerabilidad costera INVEST

Para el análisis de la vulnerabilidad costera y del manglar a los fenómenos hidrometeorológicos que pueden producir erosión por oleaje e inundaciones por el aumento del nivel del mar, fue conveniente



considerar que el sistema lagunar se puede dividir en tres grandes zonas: 1) Bahía de Playa Colorada, 2) Bahía el Calceñ y 3) Bahía Santa María.

De las zonas anteriores, la que tiene una menor exposición a las mareas de tormenta y sus efectos es la Bahía de Playa Colorada, la cual se constituye en un espacio más cerrado que las demás y ella está protegida de la influencia marina por los suelos arenosos de Playa Bella Vista. Esta playa es una barrera arenosa que tiene una anchura de más de 3 km. Por otro lado, las islas El Rancho, la Isla Siliaca y la Isla Garrapata funcionan como una barrera que delimita tanto a la Bahía de Playa Colorada como la Bahía el Calceñ. Según los resultados del modelo aplicado, la abundancia del manglar en estas dos bahías hace que se reduzca la exposición a la erosión e inundaciones por las mareas de tormenta. No obstante, si el manglar desapareciera y con ellos también los pastos marinos del mar y la laguna, la erosión y las inundaciones se incrementarían hacia el norte de la Bahía de Playa Colorada y también muchos de los puntos calificados como de alta vulnerabilidad, pasan a ser de muy alta vulnerabilidad.

Una circunstancia parecida acontece con la Bahía El Calceñ, donde también la ausencia del manglar y los pastos marinos aumentarían los puntos expuestos a una alta vulnerabilidad y otros pasan a muy alta vulnerabilidad a las mareas de tormenta. En esta bahía existen más puntos con alta vulnerabilidad en las zonas de manglar debido a que esta vegetación está alrededor de las islas de sustrato arenoso, el cual tienen una mayor movilidad a las corrientes de influencia marina. En el caso de la localidad de Playa Colorada, en el primer mapa, su vulnerabilidad a las inundaciones para marea de tormenta es media y en ausencia de los manglares se torna alta.

Para el caso de la Bahía de Santa María, este es un espacio más amplio que las dos bahías anteriores y carece de vegetación de manglar. La exposición a la erosión e inundaciones es alta en el litoral al Oeste de la Población de Costa Azul--donde la población tiene la más alta exposición a las mareas de tormenta.

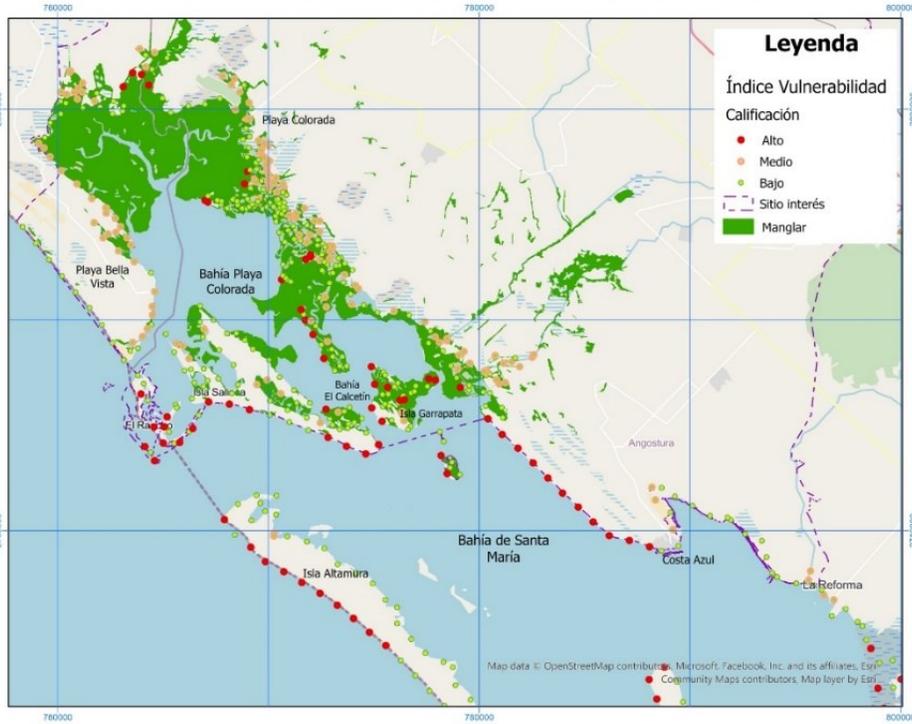
Sin la protección de los pastos marinos y los manglares los puntos vulnerables de Bahía de Santa María aumentan considerablemente al pasar de una alta exposición a una muy alta. En esta comparación de dos condiciones del modelo, la población de Reforma tiene una exposición actual media, pero en ausencia de manglares y pastas marinos los puntos cercanos a ella pasan a tener valores altos de vulnerabilidad.

Por último, la línea de costa con el mar, con los manglares y los pastos marinos solo tiene puntos expuestos de vulnerabilidad alta en la Isla de Altamura y la Isla del Rancho. Sin la presencia de los hábitats del manglar y pastos marinos, ella pasa a tener puntos de muy alta vulnerabilidad en toda la costa, incluyendo Playa Bella Vista, que en el primer mapa obtuvo una baja vulnerabilidad.

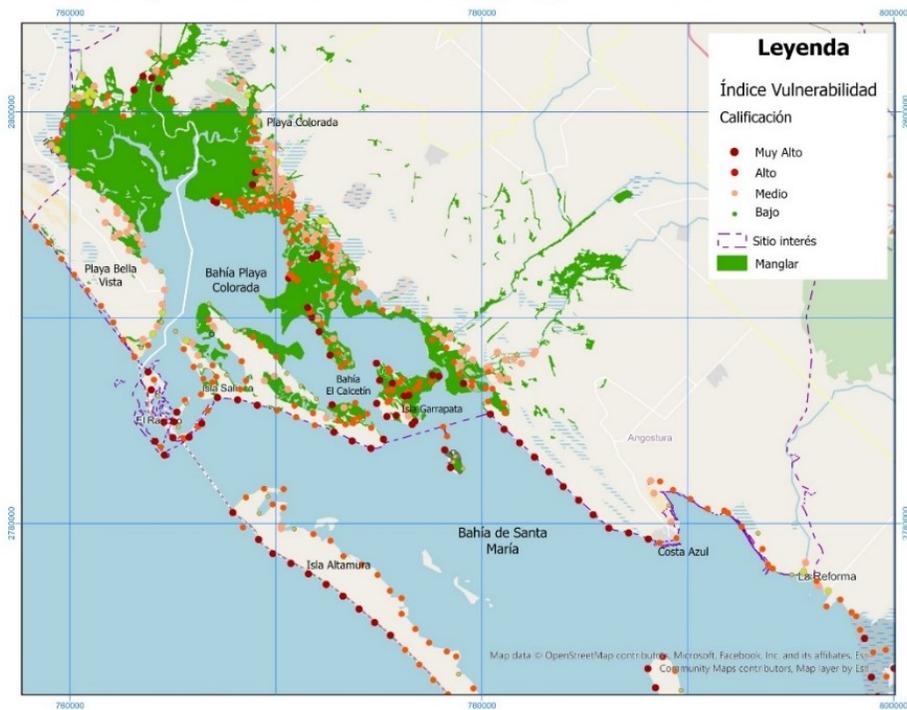
Figura 16. Vulnerabilidad costera



A) Considerando la protección de los hábitats de manglar y pastos marinos



B) Sin la protección de los hábitats de manglar y pastos marinos



Fuente: elaboración propia con base al software INVEST del modelo de Vulnerabilidad costera



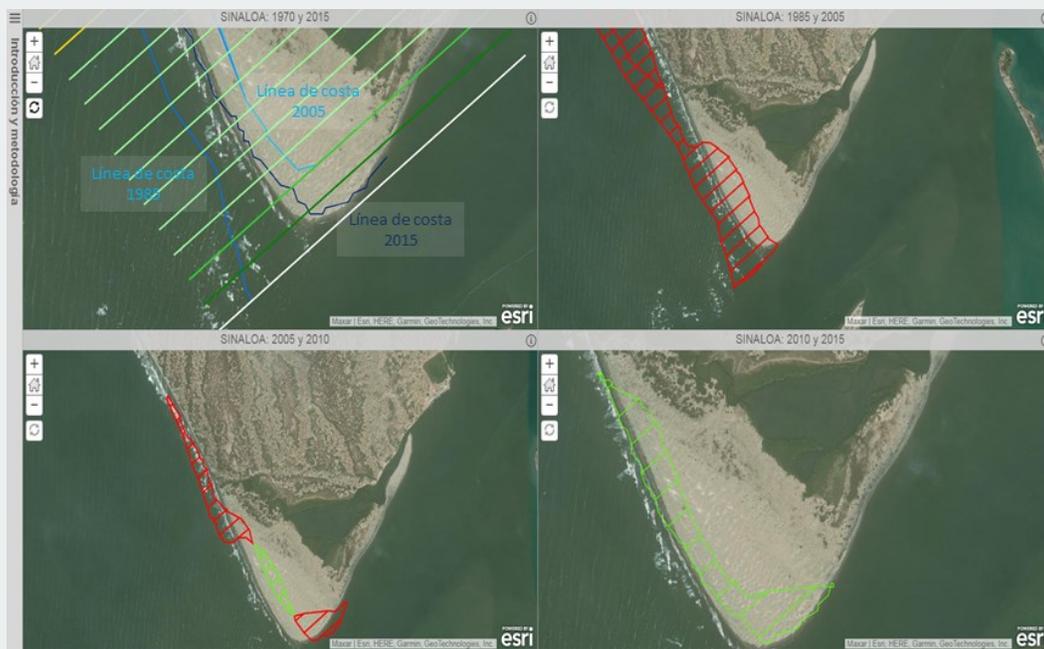
6.2 Modificación de la línea de costa

La zona costera cubierta de material suelto arenoso, sujeta a la acumulación y erosión de sedimento, que tiende a moverse a lo largo de la costa por causa del oleaje y las corrientes paralelas, provoca a largo plazo: erosión, sedimentación o equilibrio dinámico, dependiendo de las cantidades relativas de sedimento.

CONABIO a partir de los mapas generados por el proyecto del SMMM obtuvieron las posiciones de la línea de costa del país en aproximadamente 65% de la longitud del litoral del país para tres fechas distintas, que abarcan en promedio unos 40 años. De forma paralela, haciendo uso de los mapas de cambio de cobertura del SMMM, obtuvieron los cambios en la línea de costa, representados por las variaciones de las coberturas circunscritas entre los desplazamientos del litoral, pudiéndose establecer el periodo y el tipo de cobertura terrestre involucrado en cada caso.

En el sitio de interés se puede observar, de acuerdo con el análisis de la línea de costa, que en el periodo de 1985 a 2005 hubo un proceso de erosión. Sin embargo este proceso y la línea de costa de la barra y en Punta Perihuate ha crecido durante el periodo 2005-2015 como se puede observar en las siguientes imágenes, que fueron elaboradas por CONABIO dentro del SMMM con el fin de identificar los cambios en la línea de costa, en rojo se marcan las pérdidas mientras que el color verde indica crecimiento.

Figura 17. Evolución de la línea de costa en Punta Perihuate



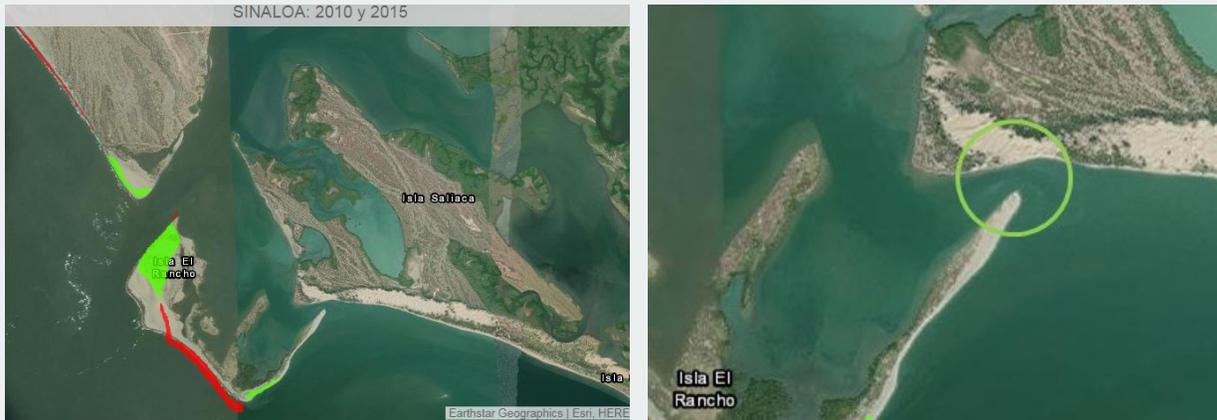
Fuente: <https://www.biodiversidad.gob.mx/atlas/costa/>

Como se puede observar en la siguiente figura “áreas de depositación y erosión en la Isla Saliaca”, el canal de navegación ubicado entre Punta Perihuate y la Isla El Rancho durante el periodo de 2010 a 2015 se ha ido estrechando, en la siguiente figura se muestra en verde las áreas que han ganado superficie y en rojo las que se han erosionado. La Isla El Rancho ha tenido un incremento de 49,77 ha mientras que en Punta Perihuate es de 12.18 has.

Por otro lado, cabe destacar que, durante el trabajo de campo realizado, los pescadores mencionaron que el canal ubicado entre la punta este de la Isla El Rancho y la Isla Saliaca, ya está cerrado, por lo que ya no pueden navegar por ese canal.



Figura 18. Áreas de depositación y erosión en la Isla Saliaca



Fuente: <https://www.biodiversidad.gob.mx/atlas/costa/>

No se omite mencionar que tanto la vulnerabilidad costera como la modificación de la línea de costa pueden incrementarse con la presencia de los ciclones tropicales. Si bien el Atlas de Riesgo del Municipio de Angostura, evalúa que el riesgo por estos fenómenos es bajo, no se debe olvidar que en los últimos cincuenta años se han registrado 16 ciclones, destacando Liza en 1976, con vientos de hasta 120 km/h y Manuel en el 2013 que impactó en el sur del Sistema Lagunar de Santa María – La Reforma con vientos de hasta 65 km/h.

Muy probablemente el periodo de retorno de huracanes con algún riesgo para el sitio de interés oscile entre los 10 y 15 años, pero es de esperar que con el cambio climático ese periodo se vaya reduciendo y también se prevé como una hipótesis que los huracanes vayan siendo cada vez más intensos, aunque aún está en investigación la mayor frecuencia e intensidad de los huracanes como consecuencia del cambio climático.

La conservación de los manglares es una medida de adaptación a los fenómenos hidrometeorológicos vinculados al cambio climático, debido a la protección que ofrecen contra la erosión y las inundaciones violentas desde el mar.

6.3 Fragmentación y deforestación

Conocer la ubicación, superficie y dinámica de los cambios de los manglares es de gran importancia para su protección y conservación, por lo que desde 2005, a partir de imágenes satelitales de alta resolución espacial de 10 m, excepto para 1970/1980 para lo cual se usaron fotografías aéreas históricas, la CONABIO a través del SMMM, ha elaborado mapas de distribución de los manglares en México para los periodos 1981/1990, 2005, 2010, 2015 y 2020 con una escala cartográfica 1:50 000.

Se hizo un análisis cartográfico de las series de mapas del SMMM para el sitio de interés, en el periodo de 1970 a 2015 hubo una pérdida de la superficie del manglar de aproximadamente 255 has, para el 2020 hay un ligero incremento de 55 has. En la siguiente tabla se muestra la superficie del manglar en el periodo 1970-2020.

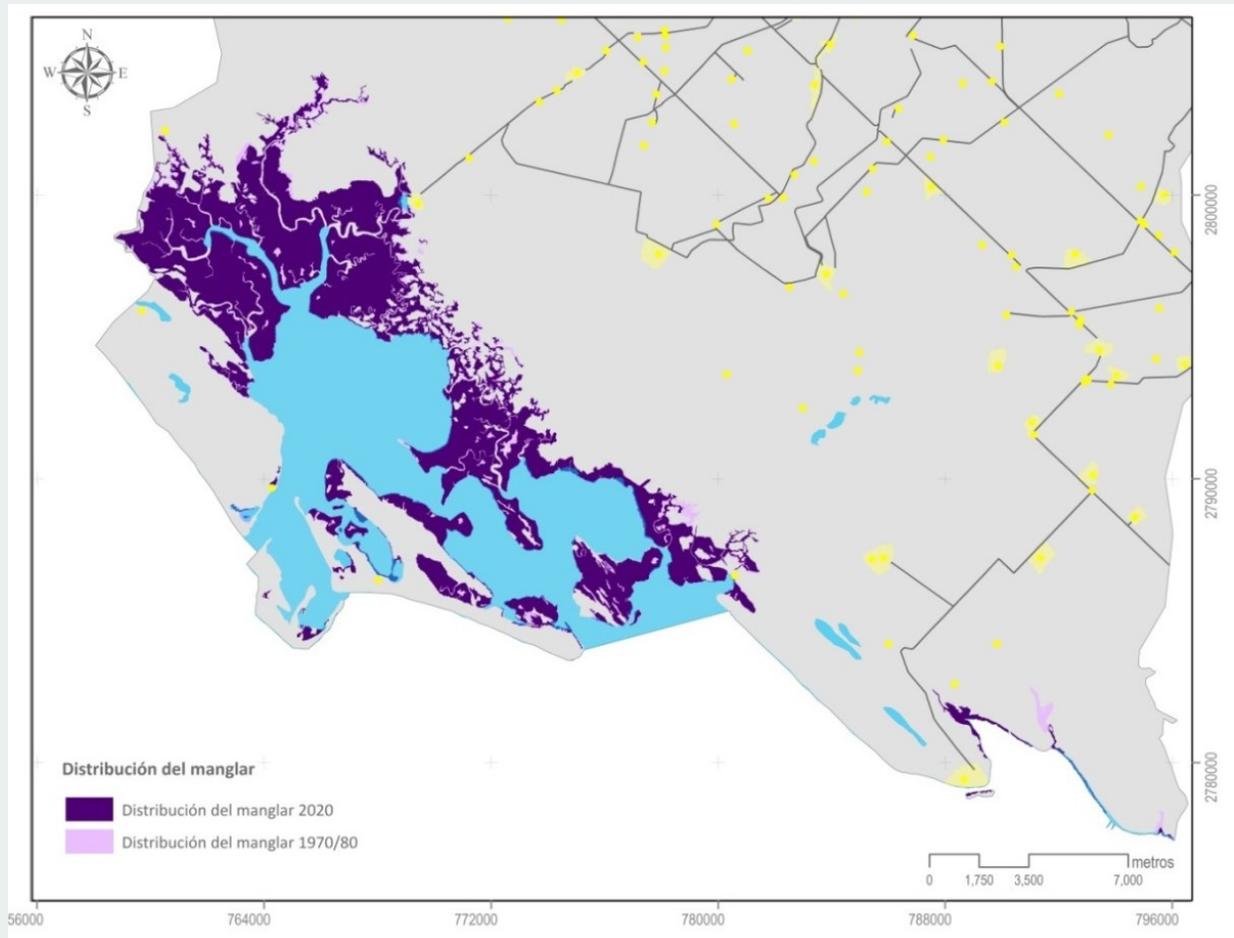
Tabla 27. Superficie del manglar en el sitio de interés en el periodo 1970-2020



Año	Superficie del manglar en has	Año	Superficie del manglar en has
1970/1980	7,634.07	2015	7,378.55
2005	7,694.75	2020	7,436.88
2010	7,439.28	--	--

En la siguiente figura se observar que el manglar en 1970/1980 tenía una distribución ligeramente más amplia que la registrada en el 2020, particularmente al sur y norte del sitio de interés.

Figura 19. Distribución del manglar 2020 y en 1970/80



Fuente: Elaboración propia con base en la cartografía del SMMM de CONABIO

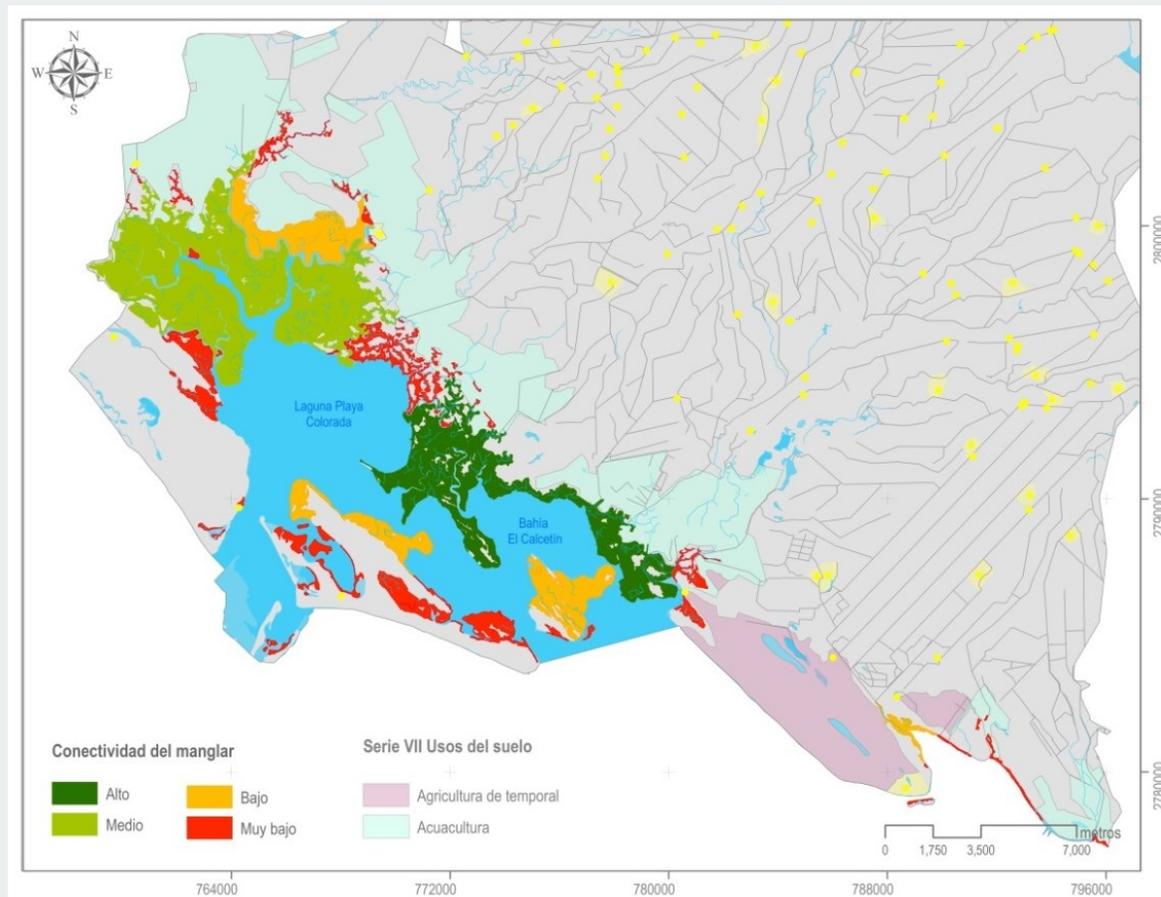
La fragmentación es el proceso en el que una cobertura, generalmente, natural y compacta va perdiendo superficie y empieza a disgregarse hasta convertirse en “islas” o parches de diferente extensión dentro del espacio geográfico. La conectividad está directamente relacionada con la fragmentación ya que conforme el paisaje se fragmenta, la integridad del paisaje disminuye afectando su estructura. La pérdida de la conectividad es una de las mayores amenazas para la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas del paisaje (CONABIO, 2020). Además, los humedales costeros aislados que se encuentran en pasajes fragmentados tienden a ser degradados con facilidad por plantas exóticas o invasoras o por la disminución de la calidad de agua (NOM-022-SEMARNAT-2003).

En la zona central del sitio de interés y en áreas adyacentes a la acuacultura y agricultura de temporal en la zona norte y sur, presentan una conectividad muy baja debido al crecimiento



territorial de estas actividades. Cabe destacar que existen otras áreas con conectividad muy baja en las islas, pero se evaluó que se debe a condiciones naturales que no ponen en riesgo al manglar.

Figura 20. Grado de conectividad del manglar del sitio de interés



Fuente: Elaboración propia con base en la cartografía del SMMM de CONABIO

En las siguientes fotografías de la zona central del sitio de interés donde se encuentra áreas de manglar arbustivo de la especie de *Avicennia germinans*, cabe destacar que estas áreas tienen un riesgo mayor para ser utilizadas para la acuicultura debido a que ya presentan una alta fragmentación y baja conectividad.

Fotografías que muestran el azolvamiento ubicada en la parte central del sitio de interés



Fuente: Elaboración propia. Fotografías tomadas en el sitio de interés

Por otro lado, la Laguna Playa Colorada y la Bahía Calceín al igual que el resto del sistema lagunar se ve afectada por el azolvamiento, generado por la excavación de los estanques, reservorios y canales de llamada de las granjas camaronícolas, así como por los sedimentos que son arrastrados



en los canales de riego y que desembocan a las lagunas. Durante el trabajo de campo se observó este fenómeno en una granja recién construida, en las siguientes fotografías se observan los suelos desnudos que posteriormente son arrastrados hacia los esteros y las lagunas.

Fotografías que muestran la aportación de sedimentos de los canales acuícolas



Fuente: Elaboración propia. Fotografías tomadas en el sitio de interés

La modificación en la tasa de sedimentación, erosión del suelo y la pérdida de la biomasa vegetal implica que los manglares emitan gases de efecto invernadero, superando el 66.3% $MgCO_2eq$, por cada hectárea de manglar perdido (Kauffman et al., 2016).

6.4 Modificación del flujo hídrico

El balance de agua de los sistemas lagunares está en función de la pérdida de esta por evaporación la cual se compensa por el aporte del mar; así como, por los aportes de aguas residuales, de retorno agrícola y por las lluvias.

La construcción de la presa Eustaquio Buelna, en 1973, provocó la disminución del volumen de aportación de agua dulce al Sistema Lagunar Playa Colorada-Bahía Santa María-La Reforma, el cual fue sustituido por la descarga de los canales de riego y de las granjas acuícolas, en conjunto aportan 4,811.56 ($10^3m^3/d$) donde aproximadamente el 94% lo aportan los drenes agrícolas, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 28. Balance hídrico del Sistema Lagunar Playa Colorada-Bahía Santa María-La Reforma

Entradas ($10^3m^3/d$)			Salidas ($10^3m^3/d$)		Superficie (10^3m^2)	Volumen (10^3m^3) del sistema
Granjas	Drenes	Precipitación	Volumen residual	Evaporación		
305.80	4,505.76	1,188.74	3003.68	2996.62	583,000	2,186,250

Fuente: Instituto Nacional de la Pesca et al. 2014

Si bien no se tienen datos específicos para el sitio de interés, es de esperar que presente un comportamiento similar al del Sistema Lagunar Playa Colorada-Bahía Santa María-La Reforma.



Cabe destacar, que el balance hidráulico, tiene variaciones importantes, que no se ven reflejados en el balance hidráulico anual; por ejemplo, en el ciclo de mareas, gran parte del sistema lagunar se seca durante la marea baja, solo quedan los canales de navegación, como se puede observar en las siguientes fotografías.

Vista parcial del Sistema lagunar Playa Colorada-Bahía Santa María-La Reforma



Fuente: IMPLAN et al. 2012. Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Angostura, Sinaloa

Otros factores que no se ven representados en el balance es el efecto del manejo del agua durante los ciclos de las granjas camarónícolas que bombean el agua del sistema Lagunar de Playa Colorada-Bahía Santa María-La Reforma, en el sitio de interés esta situación se agudiza en la zona norte debido a que el agua la extraen y descargan a los esteros donde el movimiento de agua es menor.

6.5 Contaminación del agua

El Sistema Lagunar de Playa Colorada-Bahía Santa María-La Reforma, presenta un deterioro en la calidad del agua. Esto se origina por la creación de la presa Eustaquio, la cual disminuye el volumen de este recurso y aumenta la descarga de los drenes agrícolas con gran cantidad de fertilizantes y plaguicidas, productos químicos utilizados en las granjas camarónícolas, que provocan la salinización y eutrofización.

El nitrógeno y el fósforo aportado a la laguna contribuyen al crecimiento de algas y plantas acuáticas, promoviendo un hábitat adecuado para las poblaciones de peces, moluscos y otros organismos. No obstante, el exceso de estos dos elementos derivado de las aportaciones de las actividades productivas, provoca el crecimiento rápido de materia orgánica que induce la reducción del oxígeno y en ocasiones la muerte de la fauna acuática. En el Sistema Lagunar de Playa Colorada-Bahía Santa María-La Reforma, ya se han presentado incidentes de muerte masiva de peces, también se tienen reportes de una alta mortandad de mamíferos marinos.

El Sistema Lagunar de Playa Colorada-Bahía Santa María-La Reforma, al año tiene una aportación de 9,444 toneladas de nitrógeno, 368 toneladas de fósforo y 14,005.65 ups m³/día de sales (Instituto Nacional de la Pesca, 2014) actúa como fuente de nitrógeno y como sumidero de fósforo.

Tabla 29. Aportaciones de nitrógeno, fósforo y sales provenientes de los drenes agrícolas y granjas

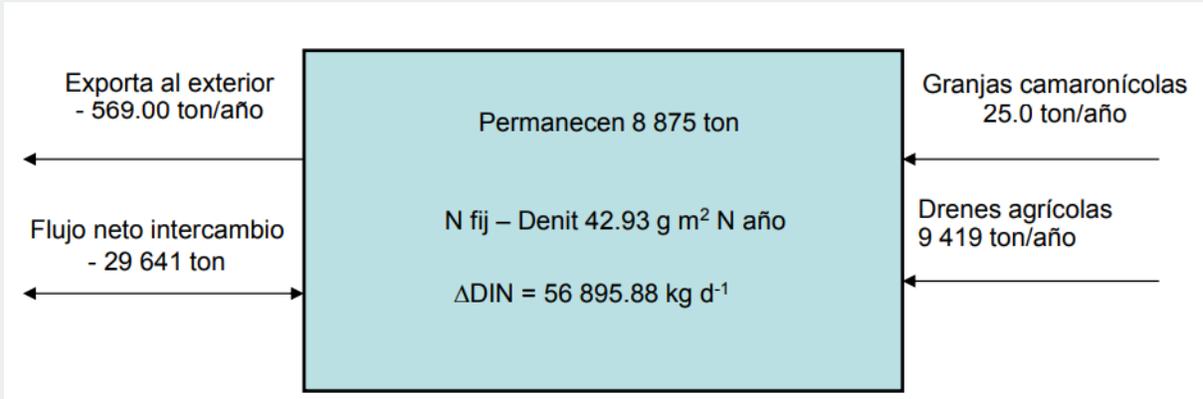
Origen de las descargas	Entradas (10 ³ m ³ /d)	Nitrógeno (t/año)	Fósforo (t/año)	Ups m ³ /d
Drenes agrícolas	4,505.76	9,419	362	--
Granjas	305.80	25	6	14,005.65

Fuente: Instituto Nacional de la Pesca et al. 2014

En el sistema se retienen 8,875 ton de nitrógeno y 323 ton de fósforo los cuáles son utilizados principalmente para la producción primaria, la cual se ha calculado en 9.37 g·C·m² año⁻¹ y se observa una fijación de nitrógeno de 42.93 g·m²N·año⁻¹.

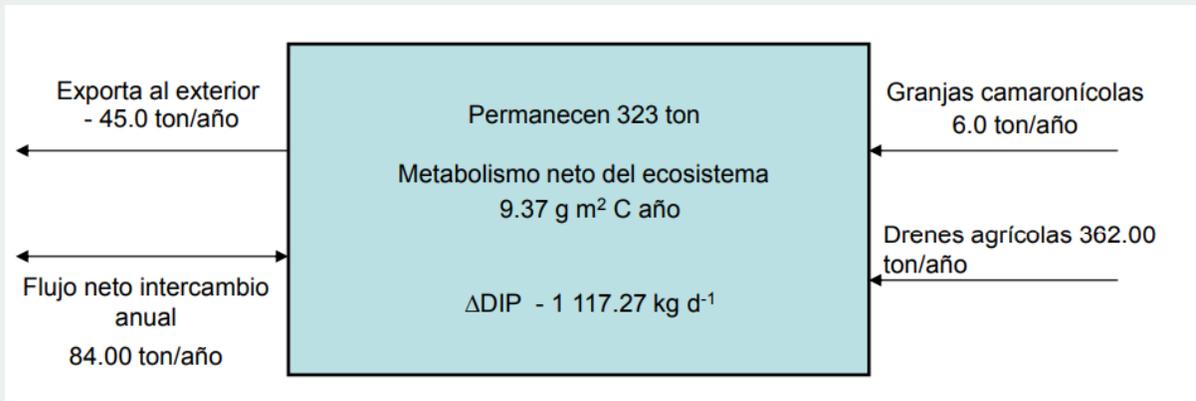


Figura 21. Balance del flujo de nitrógeno en el Sistema lagunar Playa Colorada-Bahía Santa María-La Reforma



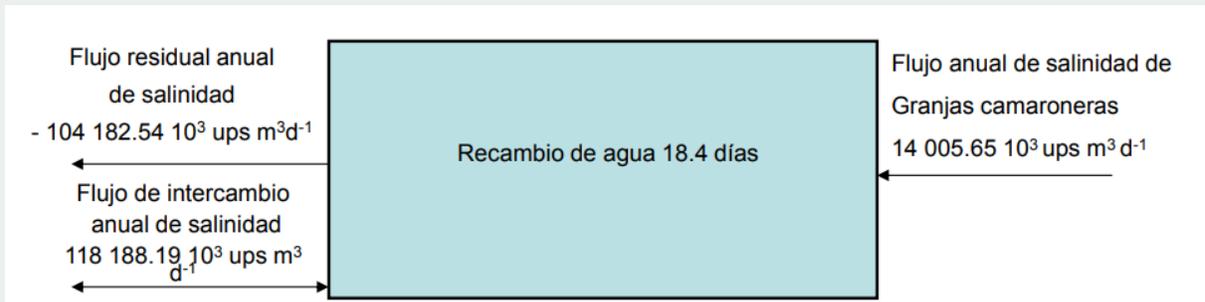
Fuente: Beltrán et al. 2014

Figura 22. Balance del flujo de fósforo en el Sistema lagunar Playa Colorada-Bahía Santa María-La Reforma



Fuente: Beltrán et al. 2014

Figura 23. Balance de salinidad en el Sistema lagunar Playa Colorada-Bahía Santa María-La Reforma



Fuente: Beltrán et al. 2014

Por otro lado, en el Sistema Lagunar de Playa Colorada-Bahía Santa María-La Reforma, se han detectado organoclorados y otros plaguicidas; además de hidrocarburos aromáticos y metales como cobre, zinc y plomo entre otros, en sedimentos y en tejidos de ostiones (Galindo-Reyes 1999, Páez-Osuna et al. 2002).



También se han registrado contaminantes orgánicos persistentes (COPs) y metales pesados en los tejidos de aves marinas del sistema lagunar, en la mayoría de los huevos analizados se detectó presencia de Hg y Cu. Las concentraciones medias más elevadas de Hg se registraron en los huevos de aves predominantemente piscívoras: *Sula nebouxii* (2.25 µg/g) y *Pelecanus occidentalis* (1.95 µg/g). En más del 90% de las muestras de plasma sanguíneo y huevos analizadas tuvieron presencia de por lo menos un plaguicida organoclorado. (Ceyca-Contreras et al.2013).

También es destacar la contaminación del Sistema Lagunar de Playa Colorada-Bahía Santa María-La Reforma la contaminación por los residuos sólidos, un indicador de la magnitud de este problema, el año pasado en un evento de pesca de basura, en cuatro horas aproximadamente se sacaron 2.6 toneladas de plásticos de Bahía Santa María, Sinaloa.

6.6 Incumplimiento de la normatividad vigente

En México existe un amplio marco normativo para la protección de los manglares que no se cumple; lo cual impacta en el cambio de la superficie de manglar de acuerdo con el SMMM de la CONABIO 2020. Dicho comportamiento también se presenta en el sitio de interés, sin embargo, hubo un incremento de la superficie de manglar de 58.33 has en el periodo 2015-2020.

Para la conservación de los manglares se cuenta dentro del marco normativo con la NOM-022-SEMARNAT-2003. En el análisis documental realizado se detectó el incumplimiento de este instrumento por parte de los sectores productivos que amenazan a la integridad del manglar del sitio de interés. Algunos de los aspectos más importantes se enlistan en la siguiente tabla.

Tabla 30. Descripción de los incumplimientos a la NOM-022-2003 detectados en el Sitio de interés

NOM-022-SEMARNAT-2003	Descripción del incumplimiento
4.6 Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.	<p>El sistema lagunar presenta azolvamiento, generado por la excavación de los estanques, reservorios y canales de llamada de las granjas camaronícolas, así como por los sedimentos que son arrastrados en los canales de riego y que desembocan a las lagunas.</p> <p>El Sistema Lagunar Playa Colorada-Bahía Santa María-La Reforma, al año, tiene una aportación de los drenes agrícolas y descargas de las granjas acuícolas de 9,444 toneladas de nitrógeno, 368 toneladas de fósforo y 14,005.65 ups m³/día de sales.</p> <p>Se han registrado contaminantes orgánicos persistentes (COPs) y metales pesados en los tejidos de aves marinas del sistema lagunar, en la mayoría de los huevos analizados se detectó presencia de Hg y Cu.</p>
4.8 Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.	
4.7 La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.	



NOM-022-SEMARNAT-2003	Descripción del incumplimiento
<p>4.16 Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.</p>	<p>Las granjas acuícolas no respetan los 100 m de distancia entre el manglar y sus estanques como un ejemplo se pueden observar en las siguientes imágenes que se ubican dentro del sitio de interés</p> 

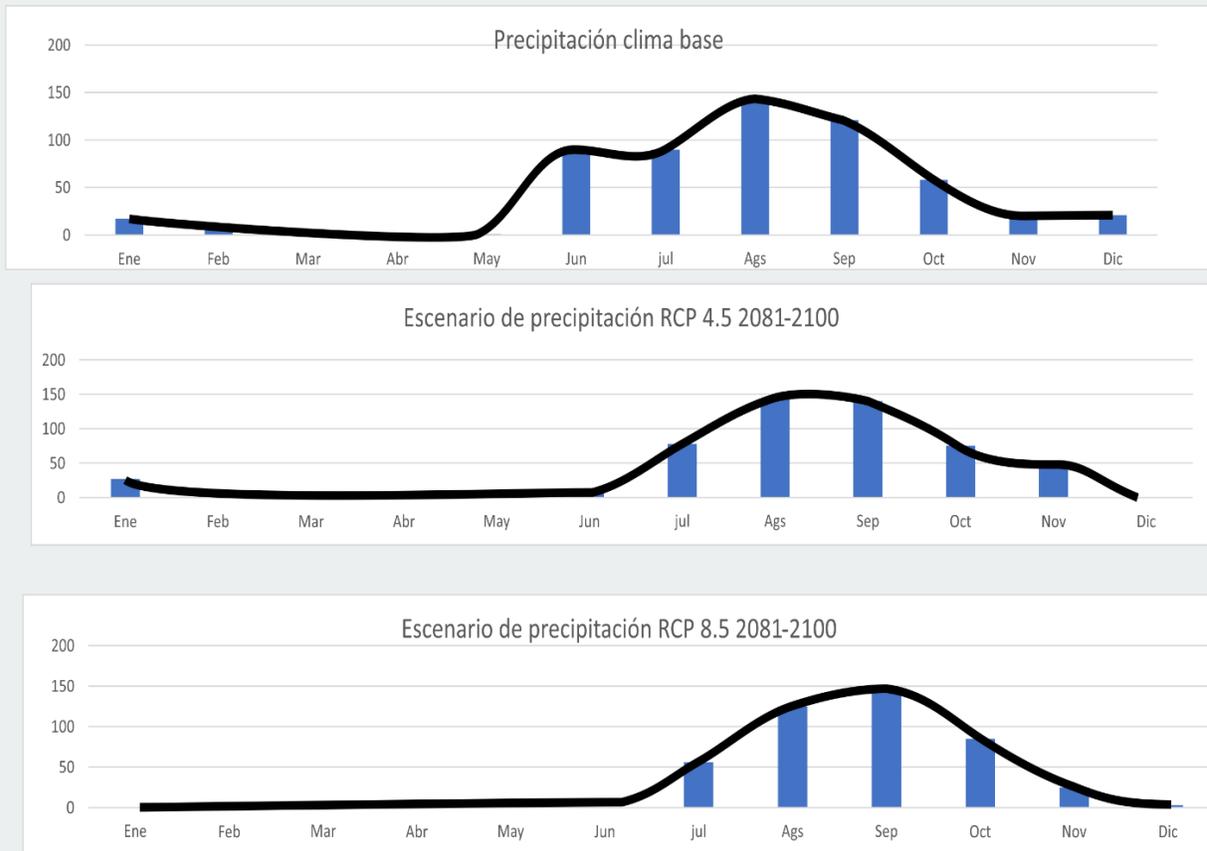
Recientemente se publicó la NOM-001-SEMARNAT-2021 que considera que los humedales incluidos los sitios RAMSAR, son un eslabón básico e insustituible del ciclo del agua y estratégicos para nuestro país por su riqueza biológica y los servicios ambientales que proveen, los cuales son vulnerables a la contaminación proveniente de las aguas residuales, por lo que requieren condiciones particulares de descarga. No existen datos sobre la calidad del agua de los drenes agrícolas y canales de riego, debido a la dificultad de determinar los sitios de monitoreo y determinar la responsabilidad de cada uno de ellos.

6.7 Vulnerabilidad al cambio climático

Para tener una idea de cómo el cambio climático podría afectar al sitio de interés, en particular al manglar y a las actividades económicas que dependan de él, en principio se analizaron de forma gráfica los cambios en la precipitación pluvial en el municipio de Angostura, Sin. a través de la comparación entre el clima base obtenido de la combinación de datos del Servicio Meteorológicos y las bases de datos World- Clim para 1981-2010 y los datos de los escenarios RCP 4.5 y 8.5 de los años 2081-2100, mostrados cartográficamente en la plataforma de internet del Atlas Climático creado por el Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la UNAM.

Figura 24- Comparación de datos de clima base y escenarios rcp para 2081-2100 en el Municipio de Angostura Sinaloa.





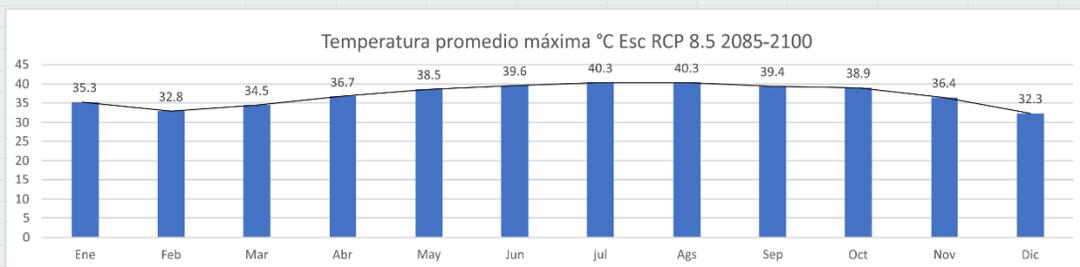
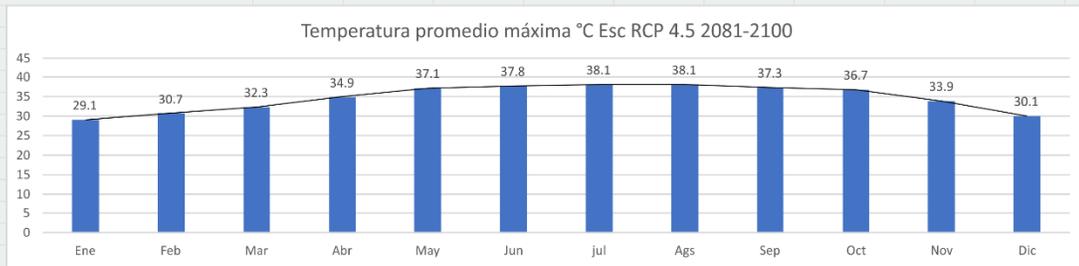
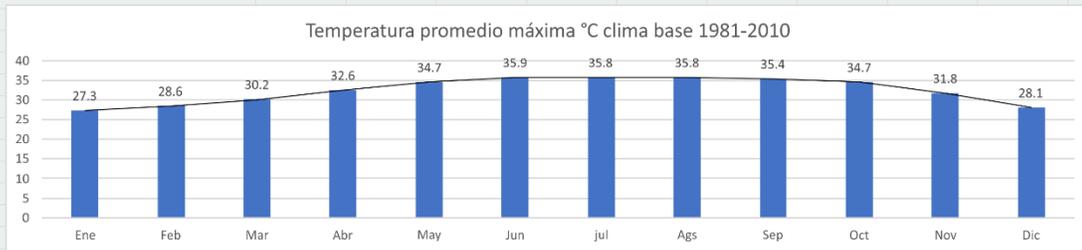
Fuente. Atlas de Cambio Climático.

Lo que se puede inferir de estas gráficas es que, como acontece en otras partes del país, la temporada de lluvia retrasará su inicio de mayo a julio, donde los escenarios futuros muestran una más aguda época de estiaje de febrero a junio, en la cual cambia el clima actual de una lluvia mínima a otra donde disminuye más hasta llegar a no estar presente en el estiaje de enero a junio. También la época de lluvias se constriñe de siete meses a solo cinco y se reduce la precipitación media anual. Esto traerá como consecuencia que paulatinamente pueda aumentar el estrés hídrico sobre el sistema lagunar, el manglar y actividades como la agricultura y la acuicultura. Para la acuicultura la lluvia atenúa la salinidad de las aguas del sistema lagunar y de los estanques acuícolas. Desafortunadamente, aún no es posible vinculara de forma más directa y objetiva fenómenos como las sequías de diversos tipos a los escenarios climáticos.

Sobre los cambios de temperatura se tienen las siguientes gráficas del comportamiento de la temperatura máxima promedio del clima base y para los escenarios RCP 4.5 y 8.5 en el periodo 2081-2100

Figura 25- Comportamiento de la temperatura máxima promedio del clima base y para los escenarios RCP 4.5 y 8.5 en el periodo 2081-2100





Fuente. Atlas de Cambio Climático.

Lo que podemos inferir de estas gráficas es que los registros de la temperatura máxima mensual del clima actual se incrementarán para todos los meses del año. Cabe destacar estas temperaturas son mayores en el mes de julio y, tanto en el escenario moderado como en el más pesimista, la temperatura máxima crece de 35.8 °C a 38.1 °C y a 40.3 °C, Lo que representa un incremento considerable de 2.3°C y 4.5 en cada escenario. Lo anterior podría reflejarse en una mayor evapotranspiración y déficit de agua para la población y los cultivos, lo mismo que una mayor evaporación y aumento de salinidad en esta época de las aguas del sistema lagunar. El grado de confort para la población ante el calor puede disminuir drásticamente y se requerirían más sistemas de aire acondicionado para soportar el clima en la época calurosa del año.

Como ya se comentó, no hay aún métodos para poder correlacionar la información de los escenarios climáticos con los fenómenos meteorológicos extremos de sequías o lluvias torrenciales, pero en general el cambio climático plantea que dichos eventos paulatinamente pueden presentarse de forma intempestiva cada vez con más frecuencia e intensidad, como es el caso de las tormentas y los huracanes, de ahí la necesidad de plantear medidas de adaptación. No una adaptación estoica de soportar el clima y sus embates de forma voluntarista, sino de crear medios técnicos, obras y organización social y productiva para atenuar sus impactos y reducir la vulnerabilidad a estos fenómenos.

En varios estudios sobre adaptación al cambio climático lo que se busca es saber si los instrumentos de planeación ambiental han contemplado esta circunstancia, de tal manera que los municipios como Angostura tengan programas de políticas públicas para ir enfrentando los posibles cambios



del clima. Esos instrumentos a nivel municipal son un programa de cambio climático, el Atlas de Vulnerabilidad al Cambio Climático, que trascienda los estudios de protección civil del análisis histórico de la recurrencia de los fenómenos meteorológicos a través de la determinación de los periodos de retorno, porque bajo la amenaza del cambio climático el pasado ya no será igual que el futuro. En este sentido, los lineamientos del programa de cambio climático municipal tienen que estar distribuidos de acuerdo con las responsabilidades de cada sector de gobierno en los planes y programas respectivos, de desarrollo urbano, educación, salud, infraestructura hídrica, saneamiento, protección ambiental, etc. A nivel nacional pocos son los municipios que han iniciado este proceso y por lo mismo se requiere hacer conciencia de esta necesidad en la población y en el gobierno municipal de Angostura, para que inicie una gestión en este sentido, con el apoyo del gobierno estatal.

Si bien las amenazas detectadas en estos escenarios del cambio del clima en el largo plazo para el municipio de Angostura dan tiempo para prevenir sus efectos desde ahora. Es necesario que se inicien las programas de diagnóstico más específico y de planteamiento de medidas de adaptación, puesto que los problemas de sequía, insuficiencia de agua en ciertas épocas el año para algunas partes del municipio y los crecimientos de la población y las actividades productivas sin planeación ambiental van construyendo y aumentando la vulnerabilidad social y ambiental del municipio, así como la presión hacia el manglar y del sistema lagunar, que puede hacer crisis en alguno de los eventos hidrometeorológicos extremos, los cuales se pueden presentar de forma intempestiva en cualquier momento, como resultado del calentamiento global que ya padece ahora en nuestro planeta.

7. IMPACTO SOCIAL DEL DETERIORO DEL MANGLAR

Dentro de los objetivos del presente proyecto, se buscó fortalecer las capacidades de instituciones y actores de incidencia para la conservación del sistema lagunar. Con lo cual, se desarrolló una metodología enfocada en el modelo de gestión del conocimiento de Lascoumes y Le Gáles, conocido como Sociología de la Acción Pública. A través de 5 componentes: actores, representaciones, instituciones, procesos y resultados; se sistematizó la percepción de autoridades regionales y locales encargadas de abordar acciones de conservación en el sitio de interés. De igual manera, se incluyó la participación de las comunidades pesqueras y habitantes de Playa Colorada, cuyas actividades cotidianas son clave para cambiar la trayectoria en el índice de deterioro del Sistema Lagunar.

7.1 Metodología de análisis de la percepción social

Las poblaciones humanas que habitan el espacio del sitio de interés y tienen diferentes concepciones que las vinculan con el territorio. Estas pueden ser económicas, históricas, culturales o hasta violentas. Dentro de la complejidad de interacciones que suceden en un mismo sitio, sorprenden las formas de organización que se generan en virtud de sostener la vida dentro de la demarcación municipal.

Tomando como punto de partida la necesidad de la sostenibilidad ambiental y de preservar el reservorio de carbono azul en el sitio de interés, se optó por obtener un análisis sociológico de la acción pública, para saber de su efectividad en la promoción de un cambio para el bienestar social y ambiental. Bajo este concepto, el análisis giró en torno a la autoridad pública, entendiendo que observa a actores colectivos que interactúan con diversas actividades productivas en el sitio de interés.

Derivado de este marco de análisis, se utilizó el Pentágono de la Acción Pública desarrollado por los académicos franceses Pierre Lascoumes y Patrick Le Galés, donde se sistematizaron los siguientes componentes (Lascoumes, 2017).

Tabla 31. Componentes del Pentágono de la Acción Pública

Componentes	Descripción
-------------	-------------



Componentes	Descripción
Actores	Pueden ser individuos o entes colectivos, que están dotados de intereses y de recursos, que disponen de una cierta autonomía para desarrollar estrategias, tienen capacidad para hacer elecciones y están guiados por intereses materiales y/o simbólicos
Representaciones:	Se refiere a los marcos cognitivos y normativos que dan un sentido a las acciones tanto del gobierno, como de otras organizaciones y entes sociales. Estas representaciones condicionan las acciones, pero también las reflejan. Dentro de esta categoría se clasifican los temas y se relacionan con valores y símbolos
Instituciones	Se refiere a los marcos de acción como normas, reglas, rutinas y procedimientos que orientan las interacciones
Procesos	Este concepto hace referencia a las dinámicas de las acciones entre los actores, sus representaciones y las instituciones; es decir, cómo se mueven entorno a una coyuntura
Resultados	Son los efectos producidos sobre las organizaciones y comportamientos; además de que se analizan los impactos sobre el problema que se desea tratar.

7.2 Talleres

Para conocer los componentes anteriores se diseñaron tres talleres, el primero de carácter “híbrido”, posteriormente se desarrollaron dos talleres presenciales, uno se realizó en el Palacio Municipal de Angostura, para funcionarios públicos, académicos y asociaciones civiles, el otro se llevó a cabo en la Primaria Margarita Maza de Juárez de la localidad Playa Colorada.

Primer taller

Se impartió el 31 de mayo de 2022, en formato híbrido, asistieron 31 personas, dentro del formato virtual se inscribieron 11 personas, las cuales son parte de los sectores de gobierno, académico y sociedad civil, en el formato presencial acudieron 20 personas quienes fueron parte de las comunidades pesqueras y cooperativa productivas del sitio de interés.

Los resultados señalan una vinculación estrecha entre las actividades económicas productivas y la concepción del espacio. Es decir, que el sistema lagunar se aprecia por su valor económico vinculado con los sectores productivos primarios, en especial con el acuícola.

Además, se identificaron las acciones nocivas más representativas para los asistentes: como aguas negras residuales que no desembocan en la bahía, donde habría una menor sensibilidad hacia su contaminación, sino directamente sobre los manglares que son más vulnerables a ellas, disposición inadecuada de la basura, contaminantes químicos de la agricultura sobre el agua que llega a la laguna, deforestación del manglar, quema de soca o rastrojo de los cultivos con grandes emisiones de humo, mal uso de equipo de pesca deportiva, desechos de la fumigación mal manejados y depositados en lugares poco convenientes, falta de respeto a las vedas, basureros cerca de la bahía, necesidad de tratamiento del agua de ríos y canales que se llena de insecticida, tala del manglar y ubicación inadecuada de lagunas de oxidación para tratar las aguas residuales de las poblaciones y las granjas de acuicultura, ya que ellas son grandes contaminantes de la laguna.

Dentro de la Figura 26, se señalan los puntos de convergencia sobre los problemas que se señalaron en el taller. Los nodos más amplios, señalan el punto de partida para interpretar con qué se relaciona dicho concepto. Por ejemplo, la “Conservación del Manglar”, se vincula con “Educación”, “Tecnología” y “Normatividad”. De igual manera, dentro de ese mismo sistema “Gobierno” se relaciona con “Legislación” y nuevamente con “Normatividad”.

Figura 26. Diagrama de nodos



A través de una cartografía comunitaria y mapeo de actores, se visualizó cómo la comunidad tiene una gran preocupación por la destrucción del manglar, pero predomina una sensación de aislamiento y falta de organización para atender problemas puntuales.

Los resultados de esta cartografía participativa dentro de la comunidad arrojan una sobrerrepresentación de las granjas de camarones en el sitio, donde las personas ubican los equipamientos nocivos para su entorno como la laguna de oxidación y el tiradero de basura que están cercanos a la población. Resulta curioso que no se buscará representar a la comunidad como una población vulnerable, se hizo mucha referencia a las actividades productivas, invisibilizando otro tipo de equipamientos como escuelas, clínicas o hasta las mismas viviendas.

En las siguientes imágenes se muestra el proceso de la cartografía comunitaria realizada en la comunidad de Playa Colorada.



1. La percepción de los agentes contaminantes como la laguna de oxidación y el basurero es de mucha proximidad con la comunidad. En la distancia física, existe una brecha importante de varios kilómetros tanto de la laguna como del basurero. Dichas percepciones, contemplan la necesidad de atención inmediata del problema de gestión de residuos por parte de la comunidad.
2. La saturación de granjas acuícolas en el sistema lagunar, coincide con la percepción de la población. Tanto en la cartografía comunitaria, como en la imagen satelital, el sistema lagunar destaca por su aprovechamiento acuícola.
3. El manglar se visibiliza por la comunidad como el drenaje de las granjas acuícolas, los drenes para ellos se dirigen al manglar. Dentro de las imágenes satelitales del estudio, se visualiza un comportamiento parecido, donde la desembocadura de los drenes se dirige al manglar.
4. Se busca visualizar el sitio de interés turístico para la comunidad: “Las Palpas” que se ubica a un costado de la comunidad, entre drenes y la delimitación que señalan como Playa Colorada.
5. Se menciona la quema del manglar, en las partes aledañas a las granjas, donde se aprecia que la ubican en la entrada a los esteros.

7.3 Resultados

En la siguiente tabla se sintetizan los resultados obtenidos sobre los principales problemas identificados por sectores:

Tabla 32. Identificación de los principales problemas como resultado de los talleres realizados.

Taller	Resultados	
Funcionarios públicos, académicos y asociaciones civiles	<p>Destaca en primer término la percepción de una mala gestión de residuos,</p> <p>En segundo término, se menciona la adaptación (la afectación) del suelo por los contaminantes a los que se encuentra expuesto. Dentro de las acciones más mencionadas se encuentra la acidificación de las aguas y cambios en la hidrodinámica del agua marina.</p> <p>Asimismo, el tema de la normatividad se centró en acciones de vigilancia que no se implementan, haciendo alusión a que existen marcos que prohíben prácticas de contaminación acuícola que en la práctica no tiene una implementación.</p> <p>Como últimos puntos de interés se menciona la deforestación del manglar, donde las talas y extracción de madera juegan un papel relevante en el escenario de devastación del ambiente; además de los temas de cultura y educación, que indican la necesidad de generar una política de educación ambiental que logre cerrar la brecha de desinformación sobre el valor ambiental de la zona de manglar y del sistema lagunar en general.</p>	
Comunidad en Playa Colorada	<p>Para el caso de la comunidad de Playa Colorada, a diferencia de los funcionarios públicos, la comunidad no visualizó escenarios de procesos de contaminación, sino que identificó materiales, equipo y lugares físicos que son el punto de partida del deterioro del ambiente.</p> <p>La mayoría de las participaciones se centraron en las Granjas Acuícolas, como el factor preponderante de la contaminación. Aunado a ello, se contempla la quema del manglar, la cercanía del basurero a la bahía, la contaminación de los drenes por las descargas de aguas residuales de las granjas y la laguna de oxidación que recibe las aguas residuales de la localidad, como agentes nocivos.</p> <p>Se percibe como un problema menor la falta de organización en la comunidad para intervenir en la solución a los conflictos medioambientales.</p>	



Taller	Resultados	
Infancia de la comunidad en Playa Colorada	<p>La percepción de las infancias de Playa Colorada sobre el tema de contaminación en el ambiente en el que se desarrollan. Destacan las frases de contaminación del mar (o de la bahía) y la contaminación por plásticos. Asimismo, en menor medida vinculan problemas que se viven consecuencia de actividades productivas; por ejemplo: contaminación por las granjas de camarón, el vertedero de gasolina en la bahía, las aguas negras y la tala de árboles.</p>	

Acorde con el marco teórico señalado sobre el Pentágono de la Acción Pública, se elaboró el siguiente resumen de los resultados de la percepción social del deterioro del manglar en el sitio de interés del sistema lagunar de Laguna Playa Colorada-Santa María – La Reforma, Angostura, Sinaloa.

Tabla 33. Pentágono de Acción Pública para el sitio de interés

Sectores	Componentes
Actores	
Sector público	CONANP, Secretaría de Acuicultura y Pesca, Secretaría de Turismo
Sector académico	Facultad de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa y Universidad Tecnológica de Culiacán
Sector social	Comunidades, SUCEDE A.C. y Pronatura A.C.,
Sector económico	Comité Estatal de Sanidad Acuícola de Sinaloa, Junta Local de Sanidad Vegetal del Valle del Évora,
Representaciones	
Sector público	Sus representaciones se basan en reglamentos internos, marcos jurídicos y lineamientos públicos basados en la acción administrativa del estado
Sector económico	Las representaciones del sector económico, se muestran bajo la percepción de entender al sistema lagunar como una zona de aprovechamiento productivo. Cabe señalar, que la muestra para comprender a este sector se basó en las percepciones de los participantes de los talleres.
Sector académico	Las representaciones académicas toman en consideración aspectos técnicos de la situación medio ambiental. Un ejemplo se muestra en las descripciones de los problemas de contaminación, donde se busca una explicación a fondo de las dinámicas del suelo, su química y procesos de adaptación. En comparación con la comunidad, quienes solo señalan el equipamiento nocivo para la región
Sector social:	Las representaciones del sector social se muestran dispersas; por un lado, hay organizaciones conformadas que entienden el problema desde una percepción de combate a la pobreza, ideando programas de ayuda social. Por otro lado, hay prácticas de capacitación y educación ambiental, cuyas representaciones se enfocan en reducir el deterioro ambiental en la zona. Finalmente, la comunidad, tiene diversas representaciones que se enfocan en su vida cotidiana, su forma de participación se aprecia dentro de la vinculación de programas con gobierno o en el sector económico al que están adscritos.
Instituciones	



Sector	Componentes
<p>Las instituciones de gobierno partícipes de los talleres tienen un marco de referencia institucional sólido. Esto se refiere a un reglamento característico que muestra sus funciones, un presupuesto programático para realizar actividades acordes a los ejes de desarrollo en los que se enfoca su área.</p> <p>La institución académica, de igual manera tiene un significado de connotación de investigación que permite centrar su aparato de acción en metodologías de investigación y procesos de revisión técnica constantes.</p> <p>El sector social tiene instituciones más diversas, se cuenta con figuras formales de Sociedad Civil; no obstante, la comunidad se aprecia como una forma de acción vinculada a los servicios que otorga el municipio.</p>	
Procesos	
Sector público	<p>Posee herramientas jurídicas para la conservación del sistema lagunar, además de una institución estable que tiene objetivos para un funcionamiento administrativo eficiente. Sin embargo, los procesos, no se ven reflejados como una forma causal para atender las problemáticas identificadas. Las personas funcionarias públicas, señalan la necesidad de construir escenarios de solución que se contemplen en las instituciones a las que pertenecen</p>
Sector académico	<p>La institución y su representación brindan análisis explicativo de la forma en que se manifiestan los problemas de contaminación y sus consecuencias. No obstante, dentro de sus propuestas de construcción de soluciones, se plantea mejorar las bases de datos y construir censos que permitan regular y disminuir las prácticas nocivas al sistema lagunar</p>
Sector social	<p>El sector social es un actor disperso y heterogéneo. Las organizaciones que trabajan dentro del área de interés poseen una estructura organizativa visible, además de una identidad como es el caso de SUCEDE A.C. Sus procesos se contemplan en ejes de acción social, donde elaboran actividades semejantes a las del municipio de Angostura. Sus procesos como sociedad civil se entienden como una figura que desarrolla acciones públicas, pero sin un marco institucional que parta del presupuesto público.</p> <p>En contraste con la comunidad de Playa Colorada, los procesos de las y los habitantes, se encuentran relacionados con las instituciones de gobierno. Su forma de acción se encuentra enmarcada en los programas públicos de gobierno, haciendo que sus procesos de organización sean parte de padrones de beneficiarios de programas públicos. Con lo cual sus escenarios de solución se centran en una acción pasiva, donde la solución recae en estos actores dentro del rol de beneficiarios</p>
Sector económico:	<p>Los procesos del sector económico son bastante opacos para este estudio, ya que no se contó con la presencia de este actor dentro del ejercicio de talleres. Sin embargo, las percepciones externas y la interacción con miembros de la cooperativa de pesqueros, señala que su desarrollo en el sistema lagunar es netamente económico. El manglar, es un recurso económico necesario para obtener ganancias monetarias.</p>
Resultados	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Las instituciones de gobierno tienen procesos de acción para reducir la contaminación del sistema lagunar; sin embargo, la implementación y supervisión no posee componentes de acción eficientes. 2. El sector académico posibilita el entendimiento del desgaste ambiental en el manglar. No obstante, existe una brecha de acción que imposibilita que sus procesos puedan generar dinámicas de incidencia que permitan una mejor labor de conservación. 3. Las asociaciones civiles, atienden el problema desde una acción de bienestar social. 4. La comunidad tiene procesos de organización centrados en las acciones de gobierno para la asistencia social. 5. El sector económico identifica al sistema lagunar solo como parte de los activos y pasivos de su capital. 	



8. PROPUESTAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL RESERVORIO DE CARBONO DEL MANGLAR DEL SISTEMA LAGUNAR

El planteamiento de las propuestas vertidas para este trabajo tomó, como punto de partida, los resultados de los talleres realizados con los actores del sitio de interés: funcionarios públicos, académicos, organizaciones de la sociedad civil y habitantes de la comunidad de Playa Colorada. También se consideró el análisis del reservorio de carbono del manglar y de la vulnerabilidad a fenómenos naturales y a las actividades humanas deteriorantes del sistema lagunar y del medio ambiente en general. Esto con el propósito de poder generar acciones enfocadas en la planeación para la conservación del manglar y del sistema lagunar.

En tal virtud, una perspectiva bottom-up, aporta elementos más precisos para el diseño de componentes de solución. Esto debido a que existe un amplio marco normativo mexicano para la conservación de sistemas lagunares y diversos instrumentos de ordenamiento de las actividades productivas que deterioran el medio ambiente. Sobre todo, porque en el sitio de interés se aprecian problemas en la gestión de soluciones. Con lo cual, generar propuestas desde lo local, coadyuva en cerrar las brechas del deterioro del manglar y el medio ambiente.

Las propuestas fueron integradas en cuatro ejes programáticos de acciones:

1. Programa para establecer un área natural protegida.
2. Programa de ordenamiento acuícola y pesquero.
3. Programa parcial de ordenamiento ecológico y territorial, que integre aspectos del medio ambiente y del desarrollo urbano, para el municipio de Angostura. Sin.
4. Programa municipal de educación ambiental.

8.1 Perspectivas derivadas de los talleres realizados

Como parte de las construcciones de posibles soluciones ante los problemas que enfrenta la comunidad se desarrolló un mapeo de actores, con la intención de identificar autoridades, empresas, organizaciones o miembros de la comunidad que se vieran vinculados con los eventos nocivos que afectan al sistema lagunar.

Después del trabajo anterior se plantearon recomendaciones, las cuales correspondieron más a una percepción de las personas participantes de los talleres, quienes tuvieron una posición de acuerdo con el grupo de interés al que pertenecían, ya sea como funcionarios públicos, académicos, representantes de la sociedad civil, productores pesqueros, entre otros.

Cabe señalar que las participaciones dentro del taller comunitario en la localidad de Playa Colorada, mencionaron un abandono por parte del gobierno para la solución de las problemáticas ambientales que lograron identificar. Su proximidad con un funcionario municipal construyó la percepción de que poco se hace para atender las denuncias. Por otro lado, no se consideran como actores a las autoridades federales o estatales y también existe un desconocimiento de cómo éstas podrían ser parte de la solución. Dicho panorama, fortalece los testimonios de que no son considerados como una población relevante dentro del municipio.

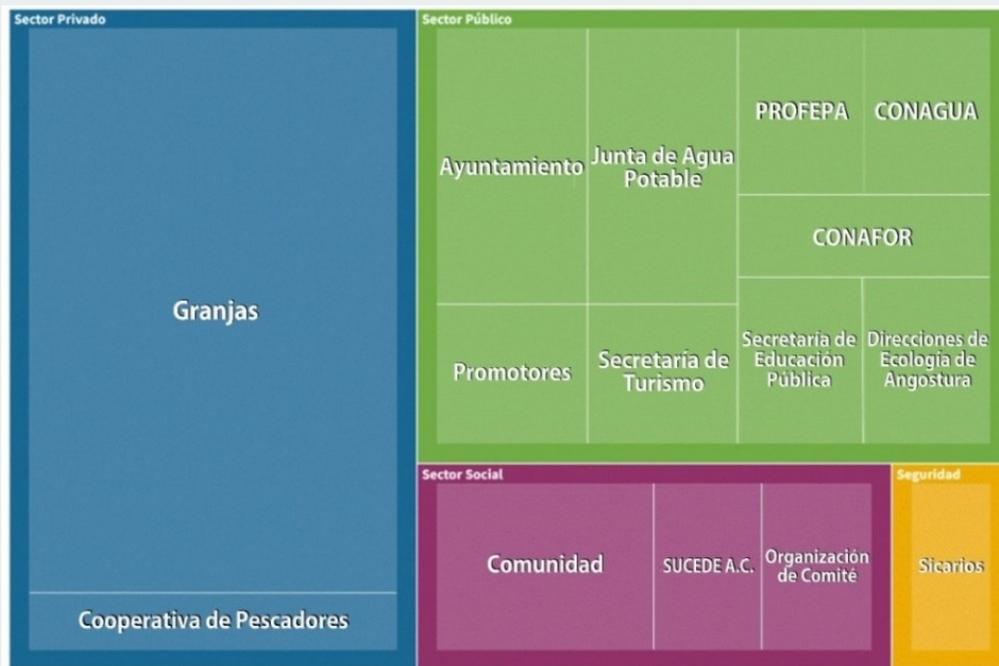
Los actores del sector público tienen una forma estructurada y condicionada de sus acciones por el marco jurídico, el cual acota sus funciones. Las representaciones de sus acciones tienen dificultades para coordinarse con otras entidades públicas y se encuentran muy enmarcadas dentro de la asignación de los recursos públicos disponibles.

En cuanto al sector académico, este se centra en los problemas técnicos y las perspectivas teóricas del manejo del medio ambiente de forma sustentable. No obstante, para la comunidad, la visión científica o de educación no son partícipes para la construcción de una solución ante los problemas que conllevan el deterioro medioambiental. No se omite señalar, que el sector académico no formo



parte de las discusiones de actores relevantes dentro de los talleres en la comunidad de Playa Colorada.

Figura 27. Mapeo de Actores y el sector al que pertenece



Fuente: Elaboración propia

Dentro del mapeo de actores, la comunidad de Playa Colorada destacó su visión sobre las granjas acuícolas de la región, las cuales son vistas como los principales entes que controlan el manejo del sistema lagunar. En comparación con los demás factores que se exponen, las actividades acuícolas, ocupan casi un 50% del panorama del escenario de instituciones que conviven en el sitio de interés.

La percepción de las granjas acuícolas por parte de los pobladores se expresa también como una forma de violencia, vinculando su actividad con problemas de seguridad nacional. Dicha situación implica que se genere la idea de que no hay posibilidad de dialogar o acercarse a las granjas. En tal virtud, la comunidad identifica toda causa de los problemas ambientales con las granjas acuícolas, a pesar de que los registros de contaminación implican otras prácticas productivas como la agricultura, o la gestión de residuos sólidos poco eficiente en el municipio.

Los resultados, dentro de la construcción de escenarios, para resolver el deterioro medioambiental se exponen en la propuesta de construcción de indicadores para 6 componentes de una política ambiental, desde la perspectiva de los funcionarios públicos. Estos componentes pueden usarse como base para permitir cerrar la brecha del deterioro ambiental y pérdida de carbono azul en la región.

La propuesta de puntos para un ejercicio de integración es la siguiente:

1. Elaboración de un Plan de Ordenamiento para la región del sistema lagunar del municipio de Angostura
2. Implementar y actualizar el ordenamiento pesquero acuícola
3. Generar numeraria sobre la cobertura del mangle
4. Verificación de la aplicación de la normatividad
5. Aplicación de educación ambiental
6. Realizar una caracterización de las especies del mangle



Figura 28. Escenarios de Solución del Taller de Personas Funcionarias Públicas



Fuente: Elaboración propia

8.2. Integración de las propuestas de acciones para la conservación del manglar ubicado en el Sistema Lagunar Playa Colorada-Bahía Santa María-La Reforma.

Con los conocimientos técnicos proporcionados por el trabajo de investigaciones de gabinete, los trabajos de reconocimiento y muestreo de campo, los talleres tenidos con los diferentes actores que pueden incidir en las políticas públicas del sitio de interés en el Municipio de Angostura, Sin. se presentan a continuación las propuestas de acción planteadas en los siguientes cuatro ejes programáticos:

Eje 1. Programa para establecer un área natural protegida federal, que integre y promueva la aplicación de los instrumentos jurídico-administrativos de protección al manglar, con la participación del gobierno municipal

Objetivo

Integrar en un solo instrumento de protección ambiental al manglar del sitio de interés, junto con las disposiciones de la norma oficial mexicana para la conservación de esta vegetación, las zonas consideradas como área natural protegida de Islas del Golfo de California, los Sitios RAMSAR y las AICA, las especies biológicas protegidas por la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección del Medio Ambiente y las disposiciones existentes sobre la zona federal marítimo terrestre. Este instrumento podría ser una Reserva para la Protección de la Flora y Fauna Silvestre y los Recursos



Naturales. A este instrumento se podrían integrar también zonas para la conservación voluntaria de predios de particulares.

Acciones

1. Protección de los manglares, su flora y fauna silvestre terrestre y acuática, en partes relevantes de la llanura costera y la plataforma continental marina, donde hay hábitats para los manglares, las marismas y los pastos marinos. Todas estas vegetaciones son las que más aportan para la captura de carbono atmosférico y su conservación es una de las principales medidas de mitigación contra el cambio climático y la protección del reservorio de carbono azul que estas vegetaciones han creado a lo largo del tiempo.
2. El área natural protegida que se propone como instrumento de integración de acciones y programas ya establecidos en el sitio de interés de este estudio, estará zonificada, de tal manera de tener una zona de preservación de los ecosistemas naturales, donde se deje a la naturaleza a su libre evolución, otras zonas de conservación sujetas a actividades de observación y recreación por parte de los visitantes, otra más de aprovechamiento sustentable que no deteriore a las comunidades biológicas donde destaquen actividades de ecoturismo y pesca sustentable; así como, zonas donde es necesaria la restauración de los manglares y demás ecosistemas naturales. Esta zonificación será la base de su programa de conservación y manejo sustentable, el cual es necesario para que se contemple en los programas operativos anuales de recursos económicos para su administración y desarrollo de acciones para el cumplimiento de sus objetivos.
3. En las zonas para la restauración se tendrán acciones de repoblamiento del manglar, principalmente en las áreas donde esta especie tiene “baja conectividad”. En particular de la zona que se encuentra en depresiones en la parte continental emergida, debido a que son las que tienen mayor riesgo, en su colindancia con granjas acuícolas. Otras más están al sureste, en colindan con zonas de agricultura. Las labores de restauración serán fuente de trabajo para la población local.
4. En la reserva natural se impulsará la creación de las áreas voluntarias para la conservación en zonas adyacentes al manglar, las cuales podrían ser granjas acuícolas abandonadas o de baja productividad o zonas de agricultura de temporal. Todas ellas servirán para la promoción de actividades como la restauración del paisaje, unidades de manejo ambiental, ecoturismo, etc.
5. Impulsar un programa para la conservación y restauración del manglar en el que se integren a asociaciones civiles y a las comunidades pesqueras , así como al Plan Estratégico Ramsar 2016-2024.
6. Caracterizar y monitorear el manglar con muestreos de campo que valoren su potencial, con el fin de impulsar el pago de servicios ambientales, como una alternativa de financiamiento para su conservación. Este proceso amerita una evaluación inicial para poder hacer una certificación de su potencial de almacenamiento de carbono por una instancia calificada para ello. En esta evaluación se determina la periodicidad de los análisis para poder tener acceso al pago por servicios ambientales de forma periódica.
7. Establecer un sistema de estaciones de monitoreo de la calidad del agua de las Bahías de Playa Colorada y El Calceñín. Así como, hacer un análisis periódico de los resultados considerando el ciclo de mareas, temporadas de lluvia, calendario de las descargas de los drenes agrícolas y acuícolas. Lo anterior, para tener elementos para plantear acciones que minimicen los efectos de la contaminación sobre los manglares. Un análisis de este tipo amerita un ciclo anual completo, con muestreos al menos en las épocas de lluvia y estiaje, así como en la temporada más caliente del año y la más fría.

Eje 2. Programa local de ordenamiento acuícola y pesquero propuesto a la CONAPESCA, para la protección del sistema lagunar, que permita un aprovechamiento sustentable y rentable a largo plazo de la pesca y la acuicultura, con la colaboración del gobierno del estado y el gobierno municipal.

Objetivo



Establecer un programa de ordenamiento acuícola y pesquero para las Bahías de Playa Colorada Bahía del Calcehín y Bahía Santa María, con su área terrestre colindante, en el cual participen autoridades federales, estatales, municipales y miembros de la sociedad civil de los distintos grupos de interés del sector productivo, académico y ciudadano. Para llevar a cabo este ordenamiento se puede constituir un comité, bajo el cual se desarrolle este programa. Este comité podría tener dos órganos de gobierno, el ejecutivo y el consultivo para el desarrollo y gestión de sus propuestas de acción pública, dentro del marco legal establecido para los instrumentos de planeación de este tipo.

Acciones

1. Cartografiar los estanques y elaborar un censo de las granjas acuícolas con datos ambientales relevantes sobre sus insumos, productos y desechos.
2. Ubicar los canales de llamadas, puntos de extracción de aguas de la laguna y sus esteros, para las granjas acuícolas, junto con los puntos y drenes de sus descargas de aguas residuales, con la estimación de sus gastos instantáneos y volúmenes diarios.
3. Establecer registros periódicos del volumen de descarga de aguas residuales de cada granja y de sus contaminantes más comunes, para garantizar el cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-2021 para el control de la contaminación de sitios receptores de estas descargas, dentro de las aguas del sistema lagunar.
4. Realizar un estudio que determine el volumen de agua disponible en el sistema lagunar para la operación de las granjas acuícolas. Con los resultados de este estudio se podrán establecer acciones para no poner en riesgo a los ecosistemas asociados a este cuerpo de agua, principalmente al manglar y la vegetación halófila en la Bahía Playa Colorada y El Calcehín, así como para no afectar a las poblaciones de fauna, incluyendo a las especies con algún estatus de protección o de importancia comercial.
5. Realizar una cartografía de los drenes agrícolas, con la identificación de sus puntos de descarga a drenes principales y al sistema lagunar, para establecer un sistema de monitoreo de la calidad del agua de este cuerpo receptor y garantizar el cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-2021.
6. Establecer un calendario para las descargas de los drenes agrícolas y descargas de las aguas residuales de las granjas, para que se realicen en marea alta y en zonas de alta circulación de agua, a fin de evitar la muerte masiva de peces y otras especies de la fauna acuática.
7. En particular, es necesario implementar un programa de buenas prácticas para la acuicultura de camarón, donde se establezcan normas para que los productores descarguen sus aguas residuales de forma programada y no todos al mismo tiempo, para evitar un episodio de mortandad de peces y demás organismos en los esteros y en el sistema lagunar (Cuéllar-Anjel J. et al. 2010).
8. Se tienen que cumplir con este programa las disposiciones que marca la norma oficial mexicana de protección a los manglares, en cuanto a establecer un área de amortiguamiento entre el manglar y los estanques acuícolas.
9. Las buenas prácticas acuícolas recomiendan la construcción de estanques de sedimentación, que se instalan en sitios previos a las descargas de aguas residuales de los estanques hacia los manglares, a fin de que dichas descargas no contribuyan con un rápido azolve de esta vegetación (Cuéllar-Anjel J. et al. 2010).
10. Los estanques de sedimentación pueden funcionar también, con acondicionamientos básicos, como lagunas de oxidación que remuevan parte de la materia orgánica que contiene el agua de desecho de los estanques acuícolas. Como tales, estas lagunas pueden disminuir el riesgo de provocar zonas anóxicas en los esteros y en la laguna por descargas de agua con alto contenido de materia orgánica. Estas aguas pueden matar a los peces y a otros organismos en episodios adversos provocados por sequía, marea baja extraordinaria y altas temperaturas del ambiente. Estas últimas también provocan que la salinidad de los estanques acuícolas se incremente por el aumento de la evaporación de sus aguas y sean un peligro para los



organismos acuáticos, tanto en los estanques, como en el cuerpo de agua receptor de sus descargas de desecho.

11. Impulsar y consolidar la iniciativa de establecer zonas de refugio pesquero en la Bahía Santa María-La Reforma.

Eje 3. Programa parcial de ordenamiento ecológico y territorial, que puede ser decretado por el Municipio de Angostura, el cual integre aspectos del medio ambiente y del desarrollo urbano en la zona de interés de este proyecto.

Objetivo

Integrar en un solo instrumento de planeación municipal los aspectos de protección ambiental y de desarrollo urbano, considerando la regulación de las actividades productivas y de servicios, así como para la determinación de los usos y destinos del suelo en el área de interés. Todo lo anterior, para el bienestar de la población, el aprovechamiento sustentable y sostenido a lo largo del tiempo de los recursos naturales y la protección de los sistemas productivos, la infraestructura estratégica y la conservación del patrimonio natural.

Acciones

1. Solicitar a la autoridad federal que se cumpla lo que establece la Ley de Aguas Nacionales, en materia del gasto ecológico del agua en los ríos, con la restauración del flujo hídrico de la Presa Eustaquio Buelna hacia ellos, el cual debe garantizar un caudal mínimo del Río Évora. Este caudal puede contribuir de forma importante con la conservación de la flora y fauna silvestres de cauces de arroyos y ríos, también con la recarga de los acuíferos subterráneos, algunos de ellos en el área de interés están en franco agotamiento por sobreexplotación. El gasto ecológico puede ser una fuente de agua dulce para abatir los altos niveles de salinidad de los esteros de la Bahía de Playa Colorada y la Bahía El Calceñín, lo cual puede ser un beneficio para la flora y fauna silvestre acuática, la pesca y también para la acuicultura de camarón, al mejorar la calidad de las aguas de sitios que abastecen a los canales de llamadas de los estanques acuícolas.
2. Bajo el Programa de Apoyo a la Infraestructura Hidroagrícola, impulsar la implementación del proyecto RIGRAT (Riego por Gravedad Tecnificado) para incrementar la eficiencia del uso del agua en los distritos de riego que incluye, entre otros, el establecimiento de mecanismos de medición y cobro del agua.
3. Incrementar la eficiencia de conducción de la infraestructura hidráulica, nivelación de las parcelas agrícolas, etc. como una medida eficaz de un uso más eficiente del agua de riego agrícola.
4. Construir un relleno sanitario municipal, considerando no solo la NOM-083-SEMARNAT-2003, sino también la recuperación del gas metano que se produce por la descomposición de la basura, para utilizarlo en la generación de energía y, de forma paralela, implementar políticas para la revalorización de los residuos sólidos.
5. Atender al buen funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales, haciendo que sus aguas tratadas sean utilizadas por la agricultura y que los ingresos por la venta de esta agua sean usados para el mantenimiento y buen funcionamiento de esta infraestructura de saneamiento.
6. Verificar que las 29 plantas de tratamiento de aguas residuales existentes en el sitio de interés de este proyecto de carbono azul, en el municipio de Angostura, cumplan con la NOM-01-SEMARNAT-2021 antes de descargar sus aguas a ríos y otros cuerpos de agua.
7. Impulsar y apoyar la implementación de otras alternativas de aprovechamiento sustentable en el municipio, como el establecimiento de áreas destinadas voluntariamente a la conservación,



unidades de manejo ambiental para realizar pesca deportiva, ecoturismo, turismo científico, turismo de aventura, etc.

8. Establecer los usos del suelo en el territorio, considerando las zonas para la expansión urbana, la conservación de las áreas agrícolas más productivas, los límites para la extensión de la acuicultura en función de la capacidad de carga del sistema lagunar, la necesidad de la conservación de áreas naturales para la recreación o para la instalación de rellenos sanitarios alejados de las poblaciones, donde se puedan depositar residuos domésticos. Estos últimos espacios, a lo largo del tiempo, pueden hacer que este tipo de residuos lleguen a ser inocuos y con ello se puedan aprovechar estas áreas en otros usos del suelo, después de algún tiempo.
9. En el programa se puede determinar las zonas con algún peligro a los fenómenos hidrometeorológicos vinculados con el cambio climático, para limitar en ellas los asentamientos humanos y propiciar otros usos que no impliquen riesgo alguno para la población y sus sistemas productivos, equipamientos e infraestructura.

Eje 4. Programa de educación ambiental y difusión de las acciones que pueden implementar las personas para la protección ambiental en los distintos sectores productivos del municipio. Esta educación y difusión de información debe permitir la toma de conciencia de la población sobre la necesidad de la protección de los recursos naturales y el planteamiento de buenas prácticas de producción y servicios en el municipio, así como la participación social en acciones contra el deterioro del medio ambiente y la mitigación y adaptación al cambio climático.

Objetivo.

Elaboración de un programa de educación ambiental, vinculado a la educación formal e informal y a formas de difusión para la población municipal sobre los problemas ambientales, de salud pública, de deterioro de los recursos naturales y riesgos a fenómenos extremos, los cuales podrían estar vinculados al cambio climático.

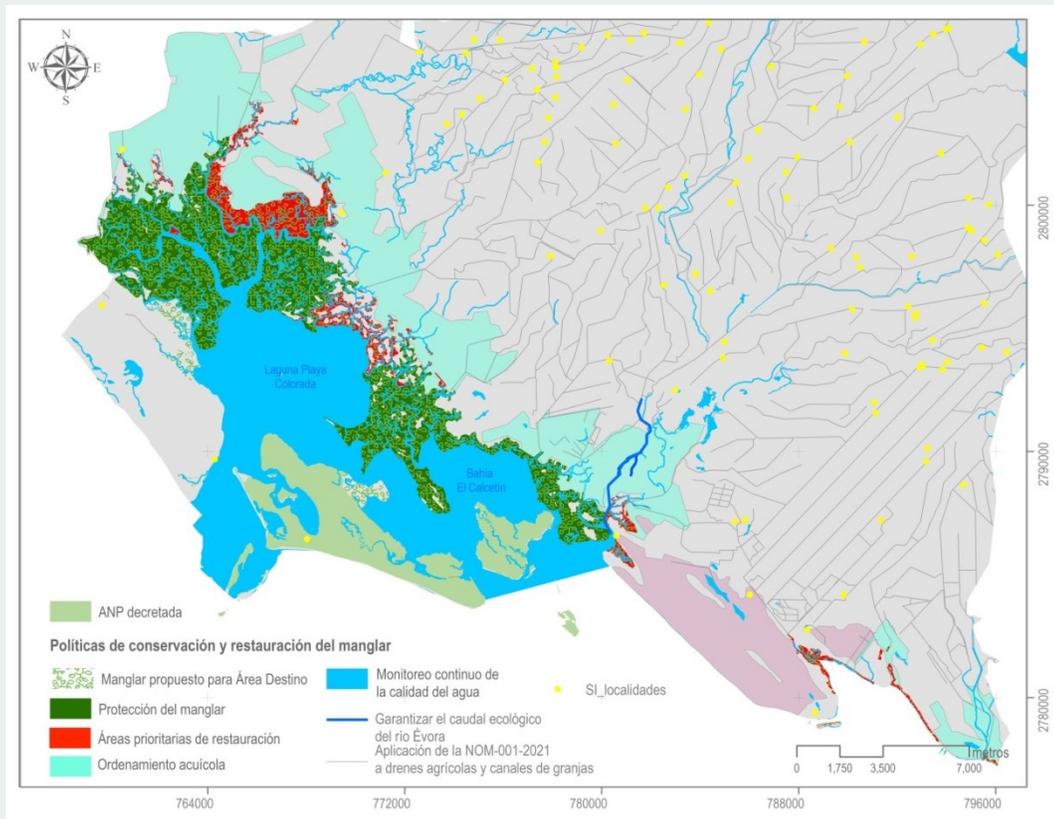
Acciones

1. Elaboración de campañas de información a la población sobre las consecuencias de dejar de tomar acciones para la protección del medio ambiente y de los recursos naturales del municipio de Angostura.
2. Campaña de educación ambiental a los agricultores y acuacultores, sobre las consecuencias que tienen sus descargas de aguas residuales y de drenes agrícolas en la salud de la población, así como en el Sistema Lagunar de Santa María – La Reforma, sus ecosistemas asociados y en las poblaciones de las especies de fauna, incluyendo las especies comerciales.
3. Talleres de educación ambiental, a cargo del municipio, sobre la importancia de respetar las zonas de refugio pesquero y de la implementación de otras alternativas de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales del municipio.
4. Talleres sobre cultura del agua y la protección del medio ambiente para fortalecer e impulsar la denuncia ambiental por parte de las dependencias municipales, estatales y federales, a fin de proteger a los ecosistemas naturales y la población de las localidades pesqueras, principalmente de Playa Colorada y Costa Azul.
5. Talleres sobre las políticas públicas del cuidado, la importancia de resolver los problemas sociales de género y los cuidados sobre el medio ambiente, así como de la necesidad de cambios de los paradigmas tradicionales de educación y desarrollo social, para darle mayor relevancia a la equidad de género en beneficio del medio ambiente y toda la sociedad.

En la siguiente figura se presenta la ubicación de las estrategias más relevantes para la conservación del manglar.

Figura 29. Ubicación de las principales estrategias de conservación del manglar





Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 9. PROPUESTA PARA APLICAR LA METODOLOGÍA DE ESTE TRABAJO EN OTRAS ZONAS DEL PAÍS CON VEGETACIONES DE MANGLAR.

9.1. Lecciones aprendidas

Una forma de transferir la metodología de este trabajo a otras personas que quieran plantear acciones de solución a problemáticas semejantes en otras zonas del país está en poder describir los momentos claves de cómo se planteó este proyecto, como se desarrolló y cuáles fueron sus resultados.

Al respecto, el proyecto se planteó por la SEBIDES en coordinación con la GIZ y la forma de desarrollarlo quedó establecida en los términos de referencia para llevarlo a cabo. La justificación para desarrollar el trabajo se basó en un discurso técnico puesto en dichos términos de referencia, los cuales describen la relevancia que tiene el manglar para capturar y almacenar CO₂ atmosférico en su biomasa y en el suelo, donde está la mayor cantidad de carbono de su reservorio creado a lo largo del tiempo. Este almacenamiento de carbono es de tal magnitud que su volumen puede tener relevancia para el inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero. Por otra parte, también se menciona que mucha de la literatura sobre los manglares plantea que ellos son una barrera protectora contra los efectos de fenómenos hidrometeorológicos extremos que afectan las zonas costeras y por lo mismo su conservación debe ser estratégica para el país.

Al margen de lo anterior, esta vegetación de manglar en esteros y lagunas es un criadero y refugio de un gran número de especies biológicas en estadios larvarios y son zonas de reproducción, muchas de las cuales se desarrollan en las lagunas costeras o salen al mar y representan pesquerías importantes del país.



Los términos de referencia de este proyecto se establecieron los siguientes puntos para desarrollar este proyecto:

1. Elaborar un mapa de vegetación y usos del suelo del sitio de interés y priorización de las áreas de manglar sujetas a restauración, conservación o un manejo sustentable.
2. Desarrollo de un análisis de vulnerabilidad costera climática presente y futura que permita desarrollar un enfoque de gestión adaptativa en acciones, responsables, indicadores, escenarios y metas.
3. Realizar una estimación sobre la capacidad de almacenamiento de carbono en el sistema lagunar de Santa María – La Reforma, Municipio de Angostura, Sinaloa y elaborar un análisis de sus reservorios de carbono.
4. Fortalecimiento de capacidades y replicación de lecciones aprendidas con actores clave identificados.

Sobre el primer punto, en la propuesta técnica de este proyecto se investigaron varias fuentes bibliográficas y se encontró que el Portal de Geoinformación de la CONABIO tenía productos elaborados sobre el análisis de los manglares desde 1980 hasta el 2020. Dichos productos han sido el resultado de su programa de Monitoreo de Manglares. Los mapas producidos tienen una escala de trabajo conveniente y una cobertura nacional, por lo que ellos deben ser tomados en cuenta para el análisis más específico del manglar en cualquier otro lugar de la costa del país. De estos mapas se extrajeron las superficies del manglar del sitio de interés de este proyecto a lo largo de los últimos 40 años y se tuvo una idea de sus cambios.

Dentro de las tareas para realizar este proyecto estaba considerar un polígono de 16,162 ha como área de intervención, en la cual se presentaba una cobertura de manglar de 381 ha, pero debido a que no se contaba con una justificación lo suficientemente elaborada del porqué se había propuesto este polígono para este proyecto, se propuso hacer un análisis de todo el sistema lagunar a fin de elegir la mejor zona para establecer sitio de interés. Esta área, después de un análisis, se definió cartográficamente y se documentó por qué este sitio era el más conveniente para llevar a cabo las actividades planeadas en este proyecto. La acción anterior resultó más adecuada que el haber considerado el polígono que previamente había sido establecido, pues con su delimitación se tuvo un mejor conocimiento del sitio de interés para desarrollar los demás trabajos de caracterización y diagnóstico. Definir un área o universo de estudio y justificarlo adecuadamente se recomienda, para quien desarrolle un trabajo semejante y también defina el sitio de interés con base en un análisis panorámico de todo el territorio donde se ubica.

Otro punto del trabajo solicitado en los términos de referencia fue un mapa de vegetación y usos del suelo del Sitio de Interés, donde se esperaba que el consultor realizara una clasificación de la vegetación, determinando el número de muestras en campo para medir el error de reclasificación. Originalmente, en la propuesta técnica presentada, se planteó que dicho mapa se elaboraría a través de la clasificación automatizada de una imagen de satélite que se adquiriría para tal propósito. Sin embargo, al haber encontrado en el Portal de Geoinformación de CONABIO mapas de la distribución y cambios de superficie del manglar de 1981, 2005, 2010, 2015 y 2020, a una escala de trabajo conveniente y con una calidad difícil de superar con el análisis de una sola imagen satelital y para una sola fecha, se decidió dejar de hacer esta clasificación e invertir los recursos que se le habían asignado a otra tarea más relevante para este proyecto. Esta decisión fue tomada en común acuerdo con quienes supervisaban este proyecto por parte de la GIZ y la SEBIDES del estado de Sinaloa y los recursos se invirtieron en el desarrollo de un muestreo de campo del manglar.

La segunda fase de este proyecto se refirió al análisis de vulnerabilidad costera, presente y futura. Para esta parte del trabajo se aplicó un modelo de vulnerabilidad creado y automatizado en un programa de cómputo por la Universidad Norteamericana de Stanford. La aplicación del modelo resultó interesante porque consideró a las vegetaciones forestales costeras, como el manglar y los pastos marinos, como barreras defensoras contra la erosión marina y las inundaciones provocadas por las mareas de tormenta. Con la comparación entre el escenario actual y otro donde no



existieran estos tipos de vegetación, los cuales son calculados por el modelo de vulnerabilidad costera aplicado, se pudo observar la relevancia que la vegetación tiene para disminuir la exposición a la erosión y a las inundaciones en las orillas de la laguna costera y las zonas de manglar. La comparación de estos dos escenarios mostró que los manglares son una gran protección para los lugares donde se ubican y, donde ellos están azolvados, se observó que se incrementa la vulnerabilidad a estos fenómenos, por lo que se tuvo una evidencia de la importancia de la restauración de esta vegetación para dichos sitios.

Si bien este modelo sirvió para señalar las zonas más vulnerables del manglar a las mareas de tormenta, su vinculación con el cambio climático no fue posible determinarla por carencias de información. Aunque están disponibles, en la información que pone a consideración de las personas el INECC, los escenarios de cambio climático para varios periodos de tiempo y diferentes probabilidades de las Trayectorias de Concentración Representativa (RCP por sus siglas en inglés), con los datos que arrojan dichos escenarios de temperatura y precipitación pluvial promedio, aún no es posible determinar una relación causal con las tormentas y los huracanes. Bajo esta consideración, por el momento, para el sitio de interés solo se pueden tener medidas precautorias, donde los manglares tienen gran relevancia para la protección de la costa y la laguna costera. Sin embargo, si se tuvieran otros estudios sobre el arrastre litoral de sedimentos marinos, la hidrodinámica del sistema lagunar, la recurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos a través de un análisis regional durante un estudio histórico lo más amplio posible, es probable que se pueda avanzar en precisar más estos peligros. Un estudio específico para la ordenación acuícola y pesquera del sitio de interés requeriría el abordar algunos de estos aspectos para tener recomendaciones más específicas en este tema.

Conviene mencionar que el manglar del sitio de interés tiene varias características naturales que disminuyen su vulnerabilidad, entre ellas que la mayor cantidad de la superficie de esta vegetación está en un “rincón” de la Bahía de Playa Colorada, protegida por una playa arenosa ancha de más de 3 kilómetros entre el mar y las orillas de la laguna costera. Por otra parte, el manglar de la bahía El Caletín está protegido de la acción directa del mar por islas de tamaño suficiente para ser barreras contra el oleaje proveniente del mar. Si bien es cierto que la afluencia de sedimentos de la tierra al mar ha disminuido por efecto de la retención de materiales de este tipo por la presa Eustaquio Buelna, la cual está situada cuenca arriba del sitio de interés, y este fenómeno puede causar una acción de retracción de la costa por la retención de sedimentos por dicha obra, los cordones litorales arenosos, formados a lo largo de varios siglos, son tan anchos que aún pueden proteger adecuadamente a la Bahía de Playa Colorada y a la principal zona de manglar del sitio de interés.

Esta circunstancia particular quizá no se manifieste en otros sitios del manglar del mismo sistema lagunar de Santa María – La Reforma o del estado de Sinaloa, así como de otras partes del país, puesto que generalmente las lagunas costeras están en zonas de deltas aluviales, con grandes movimientos de sedimentos por el transporte terrestre de materiales hacia el mar y por el transporte litoral de sedimentos marinos que se van desplazando a lo largo de las costas. Para muchos otros sitios, donde hay grandes superficies de manglar, existen problemas de subsidencia (hundimiento de las costas o retracción de la tierra y ganancia del mar sobre el continente), que sería importante tomar en cuenta como algo de extrema relevancia en lo que concierne a la vulnerabilidad costera y del manglar en particular.

Sobre el reservorio de carbono azul en el sitio de interés, en principio, se planteó estimar su volumen a través de las herramientas de balance de carbono ex-ante en su nivel 2 (Tier2) que recomienda el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés). Para ello se requiere hacerlo a través de factores de emisión y captura de carbono, los cuales tienen un valor preestablecido en las metodologías para el inventario de gases y compuestos de efecto invernadero. Sin embargo, en un análisis más profundo de este método, se consideró que era inadecuado para este proyecto aplicar esta metodología porque no se encontraron factores de emisión/absorción específicos para manglares. En el inventario nacional de emisiones se considera al manglar como una vegetación hidrófila, halófila, leñosa que está asignada a “tierras forestales y praderas”



(INECC 2018 pag.170). En este inventario nacional de emisiones se le asigna una categoría semejante a la de vegetación de galería o riparia que crece en las márgenes de los ríos o es semejante a los petenes. Con esta denominación un manglar sería semejante a un árbol de sauce, ahuehuate, ahuejote, tintal, canacoite, caoba, zapote o palma, solo por mencionar algunos de los árboles que crecen en las riberas de los ríos y petenes, los cuales son muy diferentes entre sí y poco parecidos a los manglares.

Por otra parte, la fisonomía de los manglares (fenotipo) es muy distinta a lo largo de la costa del Pacífico, dado que en la zona norte esta vegetación tiende a ser de menor altura e incluso se presenta como un matorral menor de dos metros. Por el contrario, hacia el sur es más alta y en las costas de Chiapas se encuentran ejemplares del manglar que alcanzan hasta 40 metros de altura. Otra limitante es que, para la vegetación hidrófila, halófila leñosa, como se clasifica el manglar en el Inventario Nacional de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, no existen factores de emisión de CO₂ para sus suelos.

Por lo anterior, usar un factor de emisión y adsorción de CO₂, preestablecido y homogéneo para todo el país, no se consideró conveniente para estimar el reservorio de carbono del sitio de interés. Por lo cual, se optó por llevar a cabo un muestreo de campo para calcular la biomasa del manglar y el carbono contenido en sus suelos.

Los recursos que no se usaron para la clasificación automatizada de una imagen satelital fueron transferidos a esta actividad de muestreo del manglar. Para ello se hizo una zonificación de esta vegetación en una imagen satelital del año 2022 de la plataforma de Google Earth. En las zonas definidas se planteó llevar a cabo el muestreo del manglar y sobre ellas se desarrollaron los trabajos de campo. Al respecto se usaron seis días de trabajo y un equipo de cuatro personas para el muestreo de trece sitios, de acuerdo con la Metodología Forestal Mexicana.

En este muestreo se evaluó la cantidad de biomasa aérea viva y muerta del manglar, así como la cantidad de materia orgánica de sus suelos. Los resultados obtenidos fueron de carácter exploratorio y por tal circunstancia no fue posible tener resultados válidos para diferenciar el carbono obtenido en cada zona establecida para los muestreos. Se consideró que para tal propósito sería necesario tener un mayor número de puntos de muestreo, con mayor número de días de trabajo o en su caso con varios grupos de trabajo que pudieran abarcar más espacio, sobre todo en los sitios de mayor dificultad para el acceso. No obstante, si se obtuvieron volúmenes de la biomasa viva y muerta y de la materia orgánica de los suelos del manglar del sitio de interés de forma generalizada. Con ellos se constató la gran capacidad del manglar para almacenar carbono y la necesidad de proteger este reservorio, pues de lo contrario, la cantidad de gases de efecto invernadero que se pudieran producir por las afectaciones al manglar o su desaparición serían considerables.

Es conveniente que, si se quiere replicar este trabajo en algún otro lugar de la costa del país, se considere la necesidad de llevar a cabo un muestreo de la vegetación de manglar y de sus suelos y se programen recursos en tiempo y costo de forma mínima y suficiente para llevar a cabo esta labor.

Concluidas las tres primeras fases del trabajo, su cuarta y última fase se refirió al fortalecimiento de capacidades. Para ello, los términos de referencia establecieron el desarrollo de dos eventos de capacitación, donde se mostró el proceso técnico de esta consultoría, así como de sus buenas prácticas y lecciones aprendidas.

Sobre esta fase, conviene mencionar que un aspecto importante de este trabajo, el cual no aparece en los términos de referencia, pero que se planteó en la propuesta técnica presentada para este proyecto, fue el que, para identificar y tener contacto con los actores locales importantes del sitio de interés se tuvieron dos talleres durante el desarrollo del proyecto. Estos talleres cumplieron sus objetivos con el apoyo y participación entusiasta de la Dirección de Gestión y Cambio Climático de la Secretaría de Bienestar y Desarrollo Sustentable (SEBIDES) y la Dirección de Ecología del Municipio de Angostura. Ambas instituciones del estado de Sinaloa. Con su gestión fue posible la presencia



diversificada de los asistentes a los dos talleres planteados, tanto con funcionarios de varias instituciones del gobierno federal, estatal y municipal, así como con miembros de algunas de las instituciones estatales de educación superior y de asociaciones civiles. También con pescadores y ciudadanos municipales.

De igual modo, se tuvo, con las gestiones de la Dirección de Ecología Municipal, asistencia y un lugar para el desarrollo de un taller comunitario en la localidad de Playa Colorada, cuyos resultados se han comentado en los capítulos de este informe. En este sentido, lo mencionado por los términos de referencia de que al primer taller de capacitación se invite a los actores clave del sitio de interés, se resuelve invitando a los participantes de los talleres desarrollados, quienes, además de ser actores clave de la región de estudio, tienen el interés de saber los resultados de este trabajo y de su participación en los talleres previos. Una experiencia adquirida fue que talleres de sensibilidad y de participación de los actores locales en las propuestas ante los problemas que padece el área de estudio es una buena estrategia para trabajos de este tipo.

9.2. Sobre los talleres de capacitación para transferir las experiencias adquiridas en este proyecto

9.2.1. Primer taller

Para el primer taller de Sinaloa, se elaboró una propuesta de agenda y dinámicas de participación para un taller presencial de un día que permitió, por un lado, fortalecer las capacidades locales y por otro, recopilar las observaciones y opiniones que sobre la versión final de este trabajo tenían los participantes.

Sobre este taller se levantó una minuta y relatoría con fotografías de los asistentes.

En el taller se proporcionaron las herramientas e información necesaria para que los actores logaran decidir cuáles de las acciones planteadas se podrían poner en marcha en sus instituciones y ámbito de acción, de acuerdo con las funciones que tenían, en el corto plazo, con base en los resultados del trabajo desarrollado.

Así mismo, el informe final de este trabajo provee la información necesaria para que el municipio de Angostura pueda plantear programas con diferentes sectores del sector público y la sociedad civil dentro de una política sobre la conservación del carbono azul en beneficio de sus habitantes y la conservación y aprovechamiento sustentable de sus recursos naturales. De poderlo hacer, esta sería una experiencia piloto para que el estado de Sinaloa pueda plantear un proyecto para desarrollar una política pública estatal en materia de Carbono Azul para los municipios costeros de su jurisdicción.

Los resultados de este taller se recopilaron en un informe que es un anexo de este documento.

9.2.2. Segundo taller

El segundo taller de capacitación se desarrolló para otros estados que en sus costas tuvieran lagunas costeras y sistemas estuarinos con extensiones importantes de manglares. Pero una condición para transferir el conocimiento que se pudo generar en este trabajo fue que hubiera una semejanza física con el sitio de interés de este proyecto, pero lo más importante, que también hubiera una problemática similar.

Es difícil encontrar otras zonas semejantes al sitio de interés de este trabajo, puesto que en Sinaloa se localiza más del 50% de toda la superficie acuícola de la costa del Pacífico Mexicano (SAGARPA, 2015).

Tabla 34. Unidades de producción de camarón y sistema de cultivo para la costa del Pacífico.



Estado	Total		Extensivo		Semi Intensivo		Intensivo	
	Número	ha	Número	ha	Número	ha	Número	ha
Baja California	48	1,481	5	154	38	1173	5	154
Baja California Sur	6	441			3	374	3	67
Chiapas	37	492	34	302	1	9	2	181
Colima	23	31	1	1	22	30	0	0
Guerrero	63	322			61	141	2	181
Jalisco	13	835	2	3	10	831	1	2
Michoacán	183	4,509			183	4,509		
Nayarit	260	6,772			251	6,758	9	14
Oaxaca	9	1,269			9	1,289		
Sinaloa	759	43,370	7	753	746	45,554	6	83
Sonora	153	25,983			153	25,983		

Fuente elaboración propia con datos de: SAGARPA 2015

Eso se debe a que tiene una geomorfología que le da una aptitud para esta actividad. La Llanura Costera del Pacífico, la cual comparten Sonora, en su zona Sur, Sinaloa en toda su costa y Nayarit en su parte norte es la región que reúne características de hidrología fluvial, lagunas costeras y superficies bajas y planas de grandes dimensiones que han permitido la existencia de miles de hectáreas de estanques acuícolas para el cultivo de camarón. Los demás estados de la costa del océano Pacífico no tienen geformas equivalentes y sus llanuras costeras son de tamaño menor y con topografía menos conveniente, lo que hace espacios de menor tamaño para la acuicultura. Por otra parte, el problema de que los estanques acuícolas rebasen la capacidad de carga del sistema lagunar que los abastece y que es el receptor de sus descargas de aguas residuales, hasta ahora es más frecuente que aparezca en alguno de estos tres estados.

Al respecto de este taller para esta capacitación se elaboró una propuesta de agenda participativa para que en un solo día se pudiera desarrollar de forma virtual. Sin embargo, para que se lograran sus objetivos se creyó que esta debiera ser de no más de cuatro horas.

Para esta sesión se redactó una minuta y una relatoría, a la cual se le agregaron fotografías de la pantalla de la computadora que sirvió para el manejo del aula virtual para este evento.

Los resultados de este otro taller se recopilaron en un informe que es un anexo de este documento.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beltrán, Emilio & Flores, G. & Mejía, E.M. & Osuna, P.M. & Ledón, P. & Valdez, JA & Ma. Teresa, Gaspar-Dillanes & Huidobro, Leticia & Correa, A. & Figueroa, Enrique & Barrón, C.J. & Mendoza, D.A.. (2014). Estudio de la calidad del agua y sedimento en las lagunas costeras del estado de Sinaloa, México. Informe de Investigación..
- Bridgham, S. D., Megonigal, J. P., Keller, J. K., Bliss, N. B. y Trettin, C. 2006. The Carbon Balance of North American Wetlands. *Wetlands* 26 (4): 889-916.
- CCA. (2017). Análisis de oportunidades para la integración del concepto de carbono azul en la política pública mexicana. Montreal, Canadá: Comisión para la Cooperación Ambiental. Obtenido de <http://www.cec.org/files/documents/publications/11688-lisis-de-las-oportunidades-para-la-integraci-n-del-concepto-de-carbono-azul-en-es.pdf>
- CODESIN. (2020). Sinaloa en números. Consejo para el Desarrollo Económico de Sinaloa. Recuperado el 25 de Septiembre de 2022, de <https://sinaloaennumeros.codesin.mx/wp-content/uploads/2022/02/Reporte-11-del-2022-PIB-Sinaloa-por-municipio-2020-1.pdf>
- CODESIN. (2022). Sinaloa en números. (C. p. Sinaloa, Editor) Recuperado el 25 de Septiembre de 2022, de Empleo en Sinaloa: <https://sinaloaennumeros.codesin.mx/empleo-en-sinaloa-primer-semestre-2022/>.
- Cifuentes Jara, Miguel, et al. 2018. Manual centroamericano para la medición de carbono azul en manglares. Turrialba, C.R : CATIE. Programa de Bosques, Biodiversidad y Cambio Climático. Serie técnica. Manual técnico / CATIE ; no.141. 92 p
- Collins, M. E. y Kuehl, R. J. 2000. Organic matter accumulation and organic soils. 137-172pp. En: *Wetland Soils Genesis, Hydrology, Landscapes and classification*. Richardson, J. L. y Vepraskas, M. J. (ed.). Ed. Lewis Publishers, Boca Raton, EUA.
- CONABIO 2021. Dinámica de cambios del manglar. Recuperado de: <https://www.biodiversidad.gob.mx/atlas/manglar/cambios/SIN/index.html>
- CONABIO. 2009. Manglares de México: extensión y distribución. 2ª ed. Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, 99 pp.
- CONABIO, 2021. Mapa de distribución de *Rhizophora mangle* y otras coberturas en el Sitio Playa Colorada, Sinaloa, derivado de imágenes Landsat-8 para el periodo 2015-2017. Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- CONAGUA.2020. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el Acuífero Sinaloa 2502. Estado de Sinaloa. 29pp.
- CONAGUA. 2019. Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego, año agrícola 2017-2018. México
- CONAGUA, Sistema Nacional de Información del Agua SINA (2019) Cuencas Nacionales. Recuperado de: <https://sina.conagua.gob.mx/sina/geosinav2.html#&ui-state=dialog>
- Donato, D. C., Kauffman, J. B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., Stidham, M. y Kanninen, M. 2011. Mangroves Among the Most Carbon-Rich Forests in the Tropics. *Nature Geoscience*, 4(5): 293-297.
- IMPLAN et al. 2012. Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Angostura, Sinaloa
- INECC-PNUD México. 2017. Estudio para la identificación, caracterización y evaluación del balance entre las emisiones de GEIs y las zonas de captura y almacenamiento de carbono en zonas de ecosistemas costero/marinos del Pacífico, Golfo de México y la Península de Yucatán (Carbono azul). Proyecto 85488 “Sexta Comunicación Nacional de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”, 430 pp. Programa Mexicano del Carbono, A.C. México.



INEGI. (s/f). México en cifras. Sinaloa (25) Municipios. Población. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=25#collapse-Resumen>

INEGI (2021). Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación SERIE VII. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/mapas/>.

IPCC, 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change, and Forestry. Institute for Global Environmental Strategies. Ed. Institute for Global Environmental Strategies, Japan. 590pp.

Kaufmann, J. B., Heider, C., Cole, T. G., Dwire, K. A. y Donato, D. C. 2011. Ecosystem Carbon Stocks of Micronesian Mangrove Forests. *Wetlands*, 31(2): 343-352.

Kauffman, J. B., Donato, D.C. y Adame M. F. 2013. Protocolo para la medición, monitoreo y reporte de la estructura, biomasa y reservas de carbono de los manglares. Documento de Trabajo 117. Bogor, Indonesia: CIFOR. 48pp.

Komiyama, A., Pongpan, S. y Kato, S. 2005. Common Allometric Equations for Estimating the Tree Weight of Mangroves. *Journal of Tropical Ecology*. 21: 471-477.

Lascoumes, P. (2017). Sociología de la acción pública. Ciudad de México: El Colegio de México. Recuperado el 25 de Septiembre de 2022.

MARENA (Ministerio de Recursos Naturales y del Ambiente). 1994. Estudio tecnológico de la madera en tres especies de mangle. Ed. HISPAMER, Managua, Nicaragua. 93 pp.

Mitsch, J. W. y Gosselink, G. J. 2000. The Values of Wetlands: Importance of Scale and Landscape Setting. *Wiley. Ecological Economics*, 35: 25-33.

Mukherjee, N. (2014). Ecosystem Services Valuation of Mangrove Ecosystems to Information Decision Making and Future Valuation Exercise. OLoS ONE. Obtenido de https://www.researchgate.net/figure/Average-economic-values-log-scale-of-the-different-ecosystem-services-noted-in_fig4_266028352

Murdiyarto, D., Donato, D., Kauffman, J. B., Kurnianto, S., Stidham, M. y Kanninen, M. 2009. Carbon Storage in Mangrove and Peatland Ecosystems: a Preliminary Account from Plots in Indonesia. CIFOR, Indonesia. 35pp.

Protocolo Estimación de las reservas de carbono en la biomasa forestal en México. Fortalecimiento de la preparación REDD+ en México y fomento de la cooperación Sur-Sur. 2015. Comisión Nacional Forestal, Zapopan, Jalisco, México. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (UNDP). Gobierno de Noruega.

Reserva de Acción Climática. 2020. Protocolo Forestal para México Versión 2.0 (PFM V2.0). 175.

Richter, H. G. y Dallwitz, M. J. 2000. Commercial Timbers: Descriptions, Illustrations, Identification, and Information Retrieval. (<http://deltaintkey.com/wood/es/www/rhirhman.htm>).

SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2015). Análisis de las cadenas productivas del sistema producto camarón en el litoral del Pacífico Mexicano. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/347533/Camaron_Reporte_Detallado_Fina-.pdf

Santiago Molina, L.A. 2018. Estimación del potencial de captura de carbono (C) de bosque de manglar de Tumilco de Tuxpan, Veracruz México. TESIS para obtener el título de: MAESTRO EN MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS. UNIVERSIDAD VERACRUZANA. FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS. Campus – Tuxpan.

The Natural Numbers org. (sf). The Natural Numbers. Obtenido de The value of the planet in minutes: <https://losnumerosnaturales.org/manglares.html>

Villalba, A. (2004). Estrategias de conservación y desarrollo en Bahía de Santa María, México. En Rivera Arriaga, E., G. J. Villalobos, I. Azuz Adeath, y F. Rosado May (eds.), 2004. EL MANEJO



COSTERO EN MÉXICO. Universidad Autónoma de Campeche, SEMARNAT, CETYS-Universidad, Universidad de Quintana Roo. 654 p. Recuperado de: http://etzna.uacam.mx/epomex/pdf/Manejo_Costero.pdf

WRI. (2021). Adaptación Basada en Ecosistemas Costeros, cuenca baja del municipio de Tuxpan, Veracruz y Celestún, Yucatán. SEMARNAT México. Ciudad de México. Recuperado el 25 de Septiembre de 2022, de <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2022/05/Adaptacio%CC%81n-Basada-en-Ecosistemas-Costeros-cuenca-baja-del-municipio-de-Tuxpan-Veracruz-y-Celestu%CC%81n-Yucata%CC%81n-INECC.pdf>

Tobasura Morales, D., Gurri, F., Blanco Wells, G., y Schmook, B. (2018). Enredando bosques y comunidades: territorialización de REDD+ en el ejido Felipe Carrillo Puerto, México. Cuadernos de Desarrollo Rural, 15(81), xx-xx. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr15-81.ebct>

Páginas consultadas

1. <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/zonas-de-refugio-pesquero>
2. <https://whsrn.org/es/bahia-de-santa-maria-20-anos-como-sitio-rhrap-whsrn/>
3. <https://pronatura-noroeste.org/conservacion-de-tierras-privadas-y-sociales/bahia-santa-maria-creacion-de-la-primera-anp>
4. <https://www.pronatura-noroeste.org/index.php/SostenibilidadPesquera>
5. <https://www.pronatura-noroeste.org/node/307>
6. <https://www.pronatura-noroeste.org/node/415>
7. <https://sucede.org.mx/nosotros/>
8. https://www.crc.uri.edu/download/BSMstrategy_final.pdf
9. <https://www.gob.mx/tramites/>
10. <https://reefresilience.org/es/management-strategies/blue-carbon/blue-carbon-projects/>
11. <https://www.naturalpress.ca/manglares-de-cispata-productores-de-carbono-azul/>
12. <http://www.caades.org.mx/>
13. <https://agua.org.mx/>
14. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/716917/SEMAR-2021-070-027-A.pdf>
15. https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/Publicaciones/EADR_2017-18.pdf
16. <https://compranet.sinaloa.gob.mx/junta-municipal-de-agua-potable-y-alcantarillado-de-angostura-jumapaang>
17. <https://sigagis.conagua.gob.mx/aprovechamientos/>
18. <https://mangroves.elaw.org/es/node/106>
19. [Accidentes geográficos costeros y acumulación de turba manglar aumenta la secuestración y almacenamiento de carbono](#)
20. <http://www.science-things.com/releases/2016/03/160328191832.htm>
21. <http://www.biomar.org/>
22. <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=distritosriego&ver=reporte&o=1&n=nacional>

Periódicos

23. <https://www.puntualizando.com/mejora-jumapaang-las-lineas-de-conduccion-del-drenaje-en-playa-colorada/>
24. <http://enfocativ.com/fin-a-malos-olores-reactivan-laguna-de-oxidacion-de-playa-colorada/>
25. <https://lineadirectaportal.com/sinaloa/centro/2022/4/26/sinaloa-brilla-en-los-premios-latinoamerica-verde-sucede-presume-proyecto-de-biodiversidad-464654.html>
26. <https://evlyn.online/proponen-restauracion-de-humedales-con-vision-de-cuenca/>
27. <https://sonplayas.com/pesca/quieren-zona-de-refugio-pesquero-para-bahia-santa-maria-sinaloa/>
28. <https://marfund.org/en/caribe-mexicano-a-un-paso-emitir-bonos-carbono-azul/>
29. <https://marfund.org/en/usan-ciencia-y-tecnologia-en-favor-de-la-sostenibilidad-pesquera-de-mexico/>



30. <https://tecreview.tec.mx/2021/02/27/ciencia/blue-carbon/>
31. <https://www.debate.com.mx/guamuchil/Modulo-de-riego-cuenta-con-estacion-meteorologica-20200201-0089.html>
32. <http://noticieroaltavoz.com/el-modulo-de-riego-74-1-de-angostura-hara-uso-de-pozos-para-los-riegos-del-maiz/>
33. <https://www.debate.com.mx/guamuchil/Jumapaang-solucion-a-serios-problemas-de-drenaje-y-agua-potable-en-La-Reforma-Angostura-20220406-0248.html>
34. <https://www.debate.com.mx/guamuchil/Mala-infraestructura-provoca-escasez-de-agua-potable-en-Angostura-20200629-0105.html>
35. <https://losnoticieristas.com/post/211715/se-agudiza-el-problema-de-la-sequia-en-angostura-llaman-a-ciudadanos-a-extremar-el-cuidado-del-agua/>
36. <https://www.puntualizando.com/insoportable-contaminacion-por-aguas-negras-habitantes-de-angostura/>
37. <https://alpendientenoticias.com/angostura-tiene-jumapaang-problemas-con-la-calidad-del-agua/>
38. <http://noticieroaltavoz.com/regulara-la-jumapaang-las-lavadoras-de-carros-ante-el-problema-de-la-sequia/>
39. <https://www.puntualizando.com/analiza-angostura-propuesta-de-recoleccion-y-tratamiento-de-basura-por-parte-de-empresa/>
40. <https://paherportal.com/la-basura-tiene-un-lugar-alcalde-de-angostura-pide-que-no-sea-la-playa/>
41. <https://paherportal.com/operacion-limpieza-ayuntamiento-de-angostura-se-activa-en-la-playa-de-el-medano-blanco/>
42. <https://paherportal.com/supervisa-obras-publicas-y-transito-municipal-el-camino-a-la-playa-de-el-medano-blanco/>
43. <https://paherportal.com/limpia-la-direccion-de-ecologia-las-islas-de-angostura/>
44. <https://www.debate.com.mx/sinaloa/guamuchil/El-agua-de-la-bahia-Santa-Maria-esta-contaminada-20190403-0079.html>
45. <https://www.redicomar.com/wp-content/uploads/2020/11/0-Pescadores-en-Me%CC%81xico-y-Cuba-224-pp.pdf>
46. <https://marfund.org/en/vigilantes-comunitarios-protecten-zonas-refugio-pesquero-caribe-mexicano/>
47. <https://mapcarta.com/es/W636207293>
48. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-62662021000100110
49. <https://datos.gob.mx/busca/dataset/incentivos-autorizados-para-la-acuacultura-en-el-componente-desarrollo-estrategico-de-la-acuacu>
50. <https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/RISrep/MX1340RIS.pdf>
51. <https://hidrobiologica.izt.uam.mx/index.php/revHidro/article/view/1294/858#toc>
52. <https://www.fao.org/3/ac598s/AC598S00.htm#TOC>

Videos

<https://sq-al.facebook.com/buenasnoticiasahora/videos/sucede-la-hora-de-la-restauraci%C3%B3n-de-bah%C3%ADa-santa-mar%C3%ADa/891465977863909/>



ANEXO 1. INDICE DE VULNERABILIDA COSTERA

1. Introducción

Las inundaciones y la erosión costera pueden ser un peligro en las regiones litorales tropicales por mareas de tormenta. Ellas son provocadas por fuertes vientos de frentes fríos, nortes y tormentas; estas últimas, incluso, pueden convertirse en huracanes de gran intensidad. Los fuertes vientos, que pueden provocar los fenómenos anteriores, empujan el agua del mar en dirección de la costa e incrementan el nivel del agua marina con una marejada o marea de tormenta.

La magnitud de la marea de tormenta sobre el nivel del mar no solo es el resultado del viento, sino también de una interacción compleja con la topografía costera y batimetría de la zona marina junto a la costa (Meza-Padilla, 2015). Resulta necesario conocer estos elementos para saber la vulnerabilidad del manglar y de la población humana ante un episodio de una marea de tormenta que pudiera causar inundaciones de gran magnitud, erosión y cambios en la línea de costa. También se requiere saber que tanto el manglar y otras vegetaciones pueden proteger a la costa y a otros elementos asentados cerca de ella ante este tipo de fenómenos.

Para lograr tener una evaluación de la vulnerabilidad de la costa en el sitio de interés ante el peligro de las mareas de tormenta, se utilizó un índice de vulnerabilidad. Este índice está conformado como un programa de cómputo, el cual fue desarrollado por la Universidad Norteamericana de Stanford, California, dicho programa se puede descargar en la siguiente dirección de Internet:

https://naturalcapitalproject-stanford-edu.translate.goog/software/invest?_x_tr_sl=auto&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es-419

2. Modelo de vulnerabilidad costera.

El programa de investigación de la Universidad de Stanford, California, denominado como: Natural Capital (Stanford University, s/f), ha desarrollado un conjunto de modelos denominados como InVEST, (Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs, por sus siglas en inglés). El propósito de estos modelos es evaluar integralmente bienes y servicios de los ecosistemas, para obtener balances de compensación en el aprovechamiento de sus recursos y servicios, con el fomento de su conservación a largo plazo.

El modelo de vulnerabilidad costera InVEST proporciona una estimación cualitativa sobre los cambios que pueden afectar a las costas por erosión e inundación marina inducidas por tormentas y otros fenómenos meteorológicos que provoquen vientos de gran intensidad. Si bien es cierto que si se aplica este modelo a un sitio de interés en la costa, él puede mostrar las zonas más sensibles a la erosión costera, a los cambios en la línea litoral y a las inundaciones por influencia marina, este modelo no tiene la capacidad para predecir cómo serán esos cambios y solo señalará las zonas sensibles a estos fenómenos.

En este sentido, conviene aclarar que la vulnerabilidad se define de varias formas según diversos marcos teóricos de referencia. En la gestión del riesgo en México, la vulnerabilidad es una componente del riesgo a un desastre por algún fenómeno natural o por una actividad humana (CENAPRED 2021, pág. 14).

En otros marcos, como el que menciona en nuestro país el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT. 2019. pág. 16), la vulnerabilidad en una paráfrasis se podría decir que está en función de la exposición a una amenaza o peligro climático (aunque también quizá a un peligro provocado por un fenómeno meteorológico) y en función de la sensibilidad, la cual es el conjunto de condiciones que hacen susceptible a un “objeto” de sufrir una alteración. Ese “objeto” puede ser la población humana, un



sistema productivo, una infraestructura estratégica o un sistema ecológico que puede contener un patrimonio natural relevante o proporcionar servicios ambientales para la sociedad.

Bajo el primer marco este modelo valoraría la vulnerabilidad ante el riesgo de un desastre por un fenómeno natural y bajo el segundo marco este modelo sería parte de la sensibilidad de un objeto vulnerable a un peligro o amenaza de un fenómeno vinculado al cambio climático. La vulnerabilidad o sensibilidad costera, según este modelo, puede estar en función de los siguientes indicadores o rangos.

$$\text{Vulnerabilidad Costera} = (R_{\text{Geomorfología}} \cdot R_{\text{Relieve}} \cdot R_{\text{Habitats}} \cdot R_{\text{SLR}}^i \cdot R_{\text{Exposición al viento}} \cdot R_{\text{Exposición a las olas}} \cdot R_{\text{Exposición a la marea}})^{1/7}$$

R= Rango
i= Sea level Rank (Rango del nivel del mar)

En este modelo, según la metodología planteada por el programa de investigación InVEST, los rangos de: Relieve, Hábitats naturales, Exposición al viento, Contorno de la profundidad y Potencial de marejada son necesarios para el cálculo del índice de vulnerabilidad. Los rangos de Geomorfología y Cambio del Nivel del Mar son opcionales (Natural Capital Proyect s/f).

El modelo calcula el índice de vulnerabilidad costera utilizando una representación cartográfica del territorio con los indicadores antes mencionados. Las categorías obtenidas con su aplicación varían desde una sensibilidad muy baja (rango = 1) a una muy alta (rango = 5).

El modelo calcula el índice de vulnerabilidad para puntos de la costa y utiliza para ello una función matemática con los rangos de los indicadores antes mencionados. De manera más general la función anterior se puede expresar de la siguiente forma:

$$EI = \left(\prod_{i=1}^n R_i \right)^{1/n}$$

A continuación, se describen cada uno de los indicadores del modelo que fueron empleados:

Tabla 1. Descripción de los indicadores utilizados en el índice de vulnerabilidad costera

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
Relieve	El modelo, considera que los sitios que están a una mayor elevación tienen un riesgo menor de ser inundados que aquellos con elevaciones más bajas. Con un modelo digital de elevación del terreno se identificaron las áreas terrestres bajas que pueden ser cubiertas por el mar cuando olas y mareas de tormenta se generan por los vientos que soplan en dirección a la costa. (Para este caso se usó el continuo de elevaciones de INEGI: https://www.inegi.org.mx/temas/relieve/continental/#Descargas).
Hábitats naturales	Los hábitats naturales costeros como las marismas, los manglares, la vegetación de dunas costeras, las vegetaciones forestales y de matorrales, entre otros, juegan un papel importante en la disminución de los impactos de fenómenos marinos sobre los litorales. Las olas grandes rompen en los arrecifes de coral antes de llegar a la costa, los manglares reducen la altura de las olas en aguas poco profundas y disminuyen la fuerza de las corrientes generadas por el viento, los lechos de pastos marinos y las marismas estabilizan los sedimentos y fomentan la acumulación de tierra en áreas cercanas a la costa, por otro lado, las playas con poco o ningún hábitat biológico como las dunas de arena sin vegetación ofrecen poca protección contra la erosión y las inundaciones. (Para estos factores se usó la cartografía de INEGI del Continuo de uso del suelo y vegetación de la serie siete. La información del mapa de CONABIO de uso del suelo y vegetación de la zona costera asociada a los manglares de la región del Pacífico Norte 2020 y los mapas de pastos marinos y arrecifes de coral del World Conservation Monitoring Centre UN WCMC). Para este insumo se usaron diferentes mapas en formato shp de Esri, con un área más extensa que la del sitio de interés.

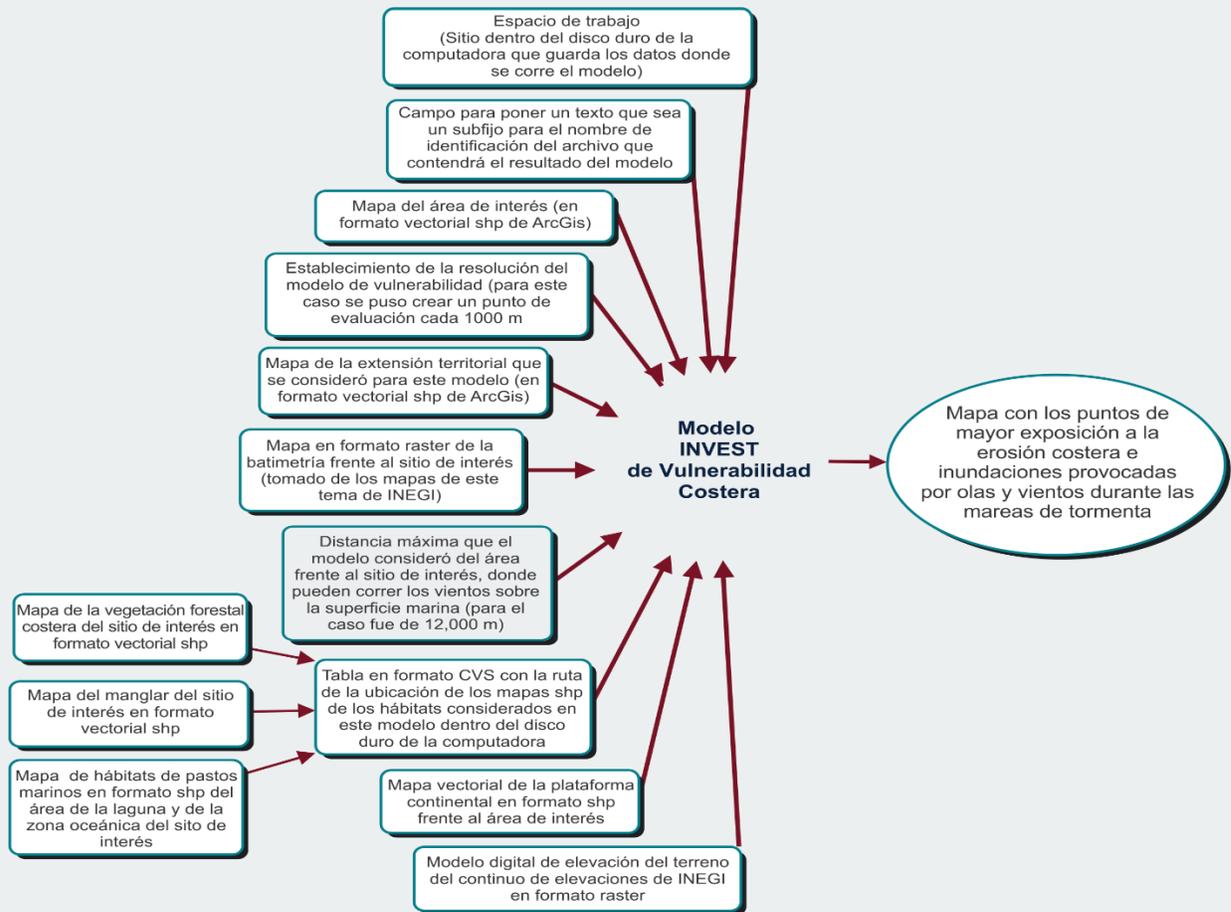


INDICADOR	DESCRIPCIÓN
Exposición al viento	Los vientos fuertes pueden generar oleajes de gran energía si soplan sobre un área de la costa durante un período de tiempo lo suficientemente largo para ello. En el modelo se clasifican los segmentos de la costa en función de su exposición relativa a vientos. Se utiliza la base de datos oceanográfica Wave Watch III (también nombrada WWW3), la cual contiene los datos de intensidad y dirección del viento y olas requeridas por el modelo. (Una versión de este modelo la proporciona el Programa INVEST en su página de internet: http://releases.naturalcapitalproject.org/?prefix=invest/3.9.2/data/ . La versión de este modelo sirve para los dos factores siguientes de exposición a las olas y a las mareas de tormenta).
Exposición a las olas	Las costas que están expuestas al océano abierto generalmente experimentan una mayor exposición a los efectos de las olas de largo período, o marejadas, que son generadas por tormentas distantes. Las costas cerradas por elementos terrestres o biológicos como manglares, pastos marinos y arrecifes coralinas están más protegidas. (se utilizó el mismo insumo que el de exposición al viento).
Marea de tormenta	La elevación de la marea ciclónica está en función de la velocidad y dirección del viento, pero también del periodo de tiempo que el viento sopla sobre áreas relativamente poco profundas. En general, cuanto mayor sea la distancia entre la costa y el borde de la plataforma continental en un área determinada durante una tormenta particular, mayor será la marea ciclónica. (se utilizó el mismo insumo que el de exposición al viento).

Para calcular la vulnerabilidad costera, el programa de cómputo muestra una tabla con campos para introducir datos. Esos datos son las rutas de ubicación de los mapas digitales dentro del disco duro de la computadora que se use, los cuales son los insumos para el cálculo del índice de vulnerabilidad. Con esa información, el programa establece puntos georreferenciados con el valor de vulnerabilidad que el modelo determine. Los puntos se ubican después sobre un mapa digital. Los campos y la información introducida en la tabla de datos del modelo se muestran en la siguiente figura.

Figura 1. Insumos cartográficos y datos para correr el modelo de vulnerabilidad costera INVEST





Fuente: información propia con base en la descripción del modelo de vulnerabilidad costera INVEST.

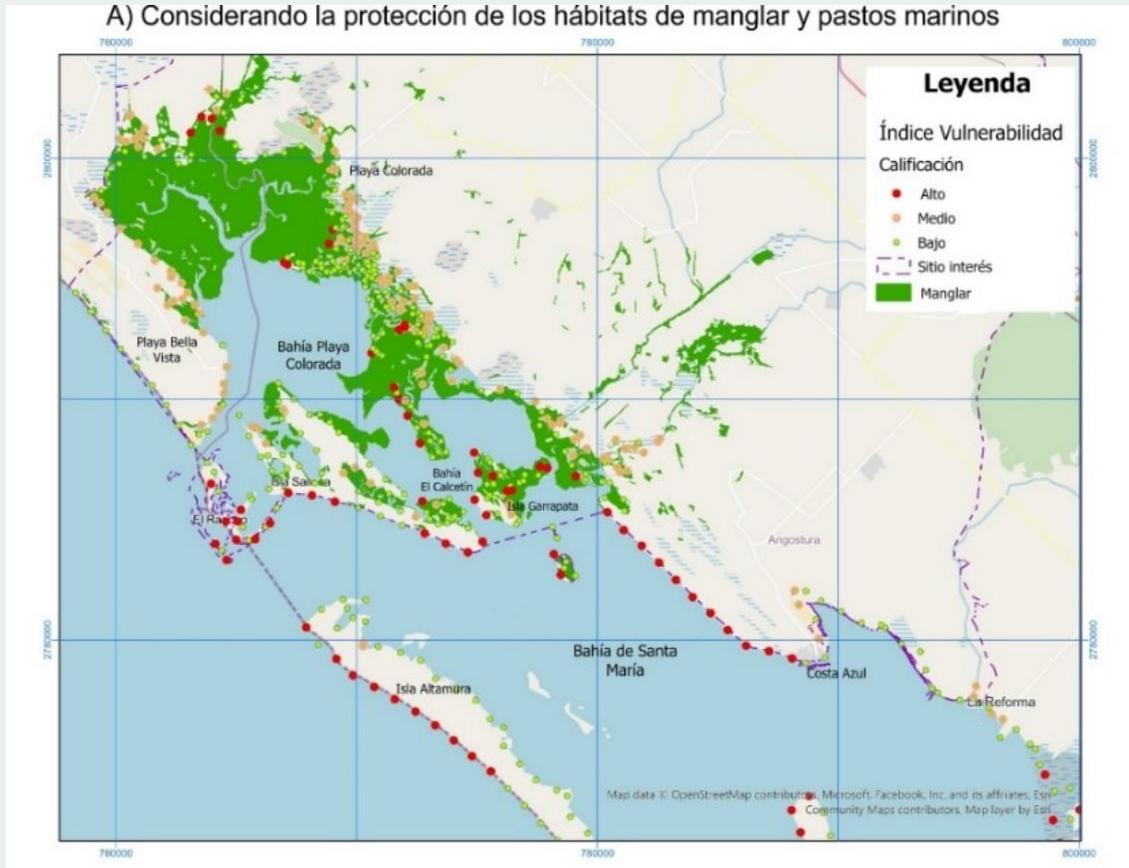
3. Resultados

Al correr el modelo se obtuvieron dos resultados. El primero consideró la presencia de los hábitats de manglar y pastos marinos dentro del sitio de interés. El segundo no consideró la presencia y protección que esos hábitats ofrecen a la costa y los litorales internos de las bahías o cuerpos de agua del sistema lagunar de Santa María - La Reforma. Las dos figuras siguientes son los mapas con los resultados que arrojó el modelo de vulnerabilidad costera de las dos condiciones establecidas.

Figura 2. Puntos de evaluación de la vulnerabilidad costera en el sitio de interés



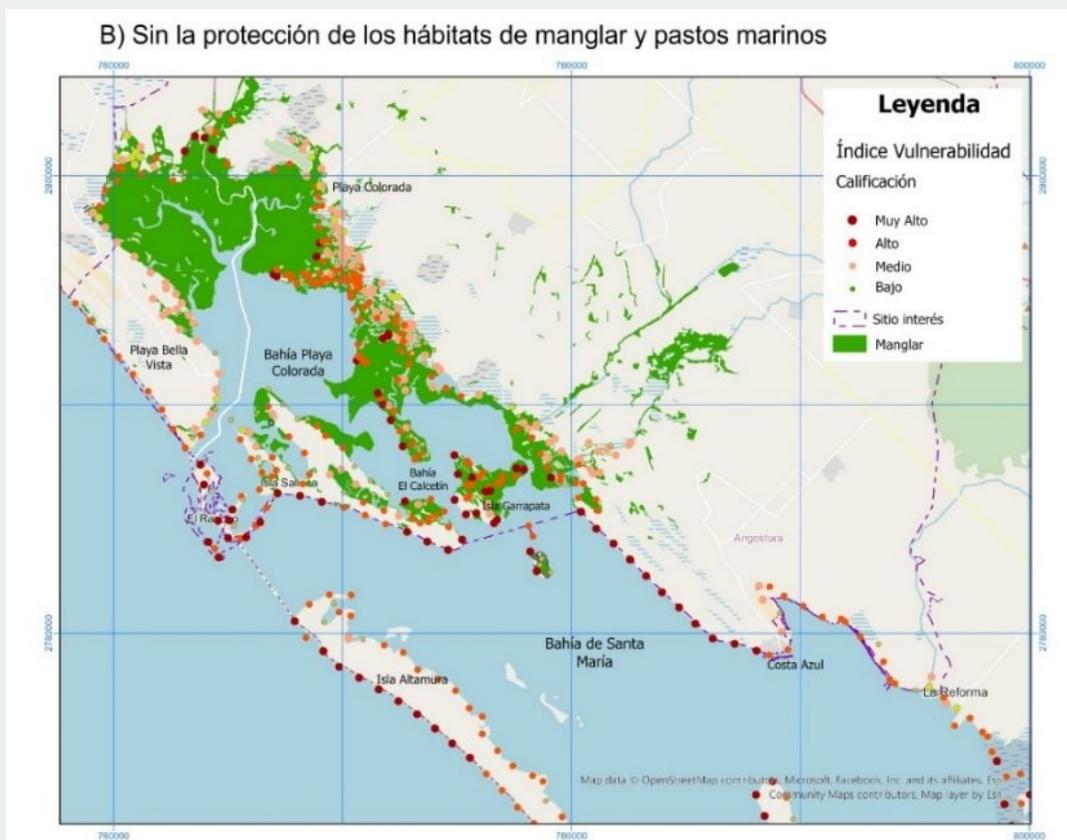
A) Considerando la protección de los hábitats de manglar y pastos marinos



Fuente: elaboración propia con base al software INVEST del modelo de Vulnerabilidad costera



B) Sin la protección de los hábitats de manglar y pastos marinos



Fuente: elaboración propia con base al software INVEST del modelo de Vulnerabilidad costera

Para el análisis de la vulnerabilidad costera y del manglar por mareas de tormenta y erosión costera, fue conveniente dividir el sistema lagunar en tres grandes zonas: 1) Bahía de Playa Colorada, 2) Bahía el Calceñ y 3) Bahía Santa María.

De las zonas anteriores, la que tiene una menor exposición a las mareas de tormenta y sus efectos es la Bahía de Playa Colorada, la cual se constituye en un espacio cerrado en la parte más al norte del sistema lagunar. Esta zona está protegida de la influencia marina por Playa Bella Vista, la cual es una barrera arenosa en forma de “península” que tiene una anchura de más de 3 km entre el mar y el sistema lagunar. Por otro lado, la isla El Rancho, la Isla Siliaca y la Isla Garrapata funcionan como una barrera que delimita tanto a la Bahía de Playa Colorada como la Bahía el Calceñ de la Bahía de Santa María. Según los resultados del modelo aplicado, en las dos primeras bahías se tiene la menor exposición a la erosión e inundaciones por las mareas de tormenta. No obstante, si el manglar desapareciera y con ello también los pastos marinos de la laguna y la zona marina costera, la erosión y las inundaciones se incrementarían hacia el norte de la Bahía de Playa Colorada y también muchos de los puntos calificados como de media y alta vulnerabilidad, pasan a ser de muy alta vulnerabilidad en ambas bahías. En la Bahía El Calceñ existen más puntos con alta vulnerabilidad en las zonas de manglar debido a que esta vegetación está alrededor de las islas de sustrato arenoso, el cual tiene una mayor movilidad a las corrientes.

Para el caso de la Bahía de Santa María, este es un espacio más amplio que las dos bahías anteriores y carece de vegetación de manglar. La exposición a la erosión e inundaciones es alta en el litoral al Oeste de la Población de Costa Azul, por cierto, esta población tiene la más alta exposición a las mareas de tormenta. Sin la protección de los manglares y de los pastos marinos, sus valores de vulnerabilidad aumentan considerablemente al pasar de una alta exposición a una muy alta. En esta comparación de dos condiciones del modelo, la población de Reforma tiene una



exposición actual media, pero en ausencia de manglares y pastos marinos los puntos cercanos a ella pasan a tener valores altos de vulnerabilidad.

La conservación de los manglares son una medida de adaptación a los fenómenos hidrometeorológicos vinculados al cambio climático para la protección de la población humana, los sistemas productivos de la zona de interés (pesca y acuacultura principalmente), debido a la protección que ofrecen los bosques de mangle contra la erosión y las inundaciones violentas desde el mar. Cabe señalar, que según las opiniones de los diferentes sectores de la población que participaron en los talleres que se llevaron a cabo con funcionarios, académicos y pobladores del sitio de interés, uno de los principales deteriorantes del manglar es la acuacultura, por la gran superficie que ocupa, superior a toda el área del manglar en el sitio de interés, la abundancia de las aguas residuales sin tratamiento que emiten y por las obras de dragado que llevan a cabo. Contradictoriamente, la vegetación de manglar es la que más protege a las granjas acuícolas, pero dichas granjas son las que más deterioran a esta vegetación.

Literatura Citada.

- CENAPRED. Centro Nacional de Prevención de Desastres (2021). Conceptos básicos sobre peligros, riesgos y su representación geográfica. Serie: Atlas Nacional de Riesgo. 1ª edición: noviembre 2006. Versión electrónica 2021. Ciudad de México. ISBN: 970-628-904-6. Recuperada de: <https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/44.pdf>
- Meza J.R (2015) Estimación de mareas de tormenta y oleaje inducido por ciclones Tropicales en mares mexicanos. Tesis de maestría. Laboratorio de Ingeniería y Procesos Costeros Universidad Nacional Autónoma de México. Pag. 67. Recuperado de:
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/7687>
- Natural Capital Project (s/f). Coastal Vulnerability Model. Recuperado de:
http://releases.naturalcapitalproject.org/invest-userguide/latest/coastal_vulnerability.html
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT (2019). Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático México. 1ª. Edición (libro electrónico). Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. México. Recuperado de:
https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/fichas/ANVCC_LibroDigital.pdf
- Stanford University (s/f) Natural Capital Project. Coastal Vulnerability. Recuperado de:
<https://naturalcapitalproject.stanford.edu/software/invest-models/coastal-vulnerability>



ANEXO 2. ESTUDIO DE IMPACTO SOCIAL

1. Introducción

Los humedales son los ecosistemas que mayor valor ambiental aportan al mundo. Las actividades relacionadas con el secuestro de carbono, sustento de pesquerías, protección de costas, purificación de agua y conservación de biodiversidad, se mantienen gracias a los sistemas lagunares como el de la región centro norte de Sinaloa, donde se ubica el municipio de Angostura en Sinaloa.

Así, la oportunidad que brindan los humedales en regiones como las que comprende el presente estudio, almacenan cuatro veces más carbono que cualquier otra zona forestal. Por lo que, la preservación de estos cobra un espacio relevante dentro de la agenda ambiental de cualquier país.

Acorde con el informe de 2017 del Análisis de las oportunidades para la integración del Concepto de Carbono Azul de la Comisión para la Cooperación Ambiental, en términos monetarios, los servicios ambientales que tienen los manglares en el territorio mexicano, está valorado en 100,000 dólares estadounidenses por hectárea¹. Esto calculando actividades económicas que surgen a través de su conservación, como la pesca sustentable, la protección ante ciclones y hasta prácticas de ecoturismo que pueden beneficiar a la región.

Acorde con el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), las principales actividades económicas que se encuentran en el área de interés para este estudio son: agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y caza². En concordancia con las cifras del Consejo para el Desarrollo de Sinaloa, el 30.2% de la región centro norte de Sinaloa, obtiene remuneración de dichas actividades productivas³. A pesar de ello, las actividades primarias que se realizan dentro de este espacio demográfico solo aportan 13 mil 643 millones de pesos, de los 50 mil 444 millones de pesos que aporta la región al Producto Interno Bruto (PIB) de Sinaloa⁴. Estas cifras convierten al municipio de Angostura en una de las entidades que menos aporta al PIB estatal.

En tal virtud, reconsiderar el modelo de desarrollo para la región a través de la monetización de actividades de conservación para el sistema lagunar, resulta una vía pertinente para dar un giro a las actividades económicas de la región centro-norte del estado de Sinaloa, donde se podría obtener mejores rendimientos económicos y disminuir los gastos que implica una gestión de contaminación por las actividades productivas ya instaladas en la región.

Así, la exploración de un impacto social para la conservación del manglar manifiesta datos sobre la percepción de la contaminación que se vive en dicho municipio, principalmente en la comunidad de Playa Colorada, quienes tienen la mayor concentración de mangle dentro del Sistema Lagunar del municipio de Angostura.

El presente informe es un diagnóstico social sobre las condiciones de la comunidad que habita, trabaja e interactúa con el sitio de interés del presente estudio. Con el acercamiento a grupos de pobladores, síndicos, académicos, organizaciones de la sociedad civil, se obtuvo un panorama sobre

¹ CCA (2017), Análisis de las oportunidades para la integración del concepto de carbono azul en la política pública mexicana, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá, 102 pp. Recuperado de: <http://www.cec.org/files/documents/publications/11688-lisis-de-las-oportunidades-para-la-integraci-n-del-concepto-de-carbono-azul-en-es.pdf>

² INEGI. (2022). México en Cifras. <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=25#collapse-Tabulados>

³ <https://sinaloaennumeros.codesin.mx/empleo-en-sinaloa-primer-semester-2022/>

⁴ <https://sinaloaennumeros.codesin.mx/wp-content/uploads/2022/02/Reporte-11-del-2022-PIB-Sinaloa-por-municipio-2020-1.pdf>



el valor ambiental oculto dentro de diversas actividades productivas, recreativas, sociales y económico- sustentables que se manifiestan dentro del área delimitada para este estudio.

Este informe se divide en 4 apartados: 1) Descripción de la metodología implementada y el marco teórico detrás del diagnóstico participativo que se realizó; 2) Exposición del Primer Taller Híbrido y sus resultados; 3) Exposición del Segundo Taller Presencial y sus resultados; 3) Resultados del proceso de los talleres; y 4) Conclusiones preliminares sobre el estudio de impacto social.

2. Metodología

Las poblaciones humanas habitan el territorio desde diferentes concepciones que las vinculan con el espacio. Estas pueden ser económicas, históricas, culturales o hasta violentas. Dentro de la complejidad de interacciones que suceden dentro de un mismo sitio, sorprenden las formas de organización que se generan en virtud de sostener la vida dentro de una demarcación.

La forma de comprensión de la realidad social implica la intervención de diferentes metodologías de investigación que ayudan a la gestión del conocimiento. Así, se pueden desagregar los conflictos, situaciones o procesos que se habitan en un espacio con base en nodos de atención dentro de las dinámicas cotidianas de los actores que viven la realidad estudiada.

En tal virtud, y tomando como punto de partida la necesidad de la sostenibilidad de las recomendaciones para preservar el reservorio de carbono azul en el estado de Sinaloa, se optó por obtener un análisis sociológico de acción pública. Bajo este concepto, el centro del análisis gira en torno a la autoridad pública, entendiendo que nos enfrentamos a actores colectivos que interactúan con diversas actividades productivas ubicadas en el sistema lagunar.

Derivado de este marco de análisis, se utilizó el Pentágono de la Acción Pública desarrollado por los académicos franceses Pierre Lascoumes y Patrick Le Galés, donde se sistematizan los siguientes componentes:

- a) Actores: Pueden ser individuos o entes colectivos, que están dotados de intereses y de recursos, que disponen de una cierta autonomía para desarrollar estrategias, tienen capacidad para hacer elecciones y están guiados por intereses materiales y/o simbólicos.
- b) Representaciones: se refiere a los marcos cognitivos y normativos que dan un sentido a sus acciones, las condicionan, pero también las reflejan. Dentro de esta categoría se clasifican los temas y se relacionan con valores y símbolos.
- c) Instituciones: se refiere a los marcos de acción como normas, reglas, rutinas y procedimientos que orientan las interacciones.
- d) Procesos: este concepto hace referencia a las dinámicas de las acciones entre los actores, sus representaciones y las instituciones; es decir, cómo se mueven entorno a una coyuntura.
- e) Resultados: son los efectos producidos sobre las organizaciones y comportamientos; además de que se analizan los impactos sobre el problema que se desea tratar. ⁵

2.1.1 Definición de conceptos

Con base en el análisis de la normativa ambiental aplicable dentro del territorio mexicano, se identificaron actores vinculados con la función pública que pudieran participar en el análisis de la situación de los manglares en el área de interés de estudio. De igual manera, se pensó en la participación de las personas que conviven con el sistema lagunar desde una visión social, económica y de habitabilidad.

⁵ Lascoumes, P. y Le Galés P. *Sociología de la Acción Pública*. El Colegio de México: Ciudad de México. 2017.



Una vez identificados los actores de interés que conviven dentro del espacio del sistema lagunar, se realizó una exploración sobre los procesos de deterioro ambiental del sistema lagunar que son mencionados en la agenda pública y de medios de comunicación.

Se visualizaron los siguientes escenarios dentro del panorama de afectaciones ambientales en la zona:

- Ganadería:
- Agricultura
- Pesca y Acuicultura.
- Turismo
- Acceso al agua

Con base en un proceso de revisión documental, se diseñaron tres talleres. El primero de carácter híbrido—el cual se impartió el 31 de mayo de 2022—y dos consecutivos los días 9 y 10 de agosto de 2022, donde se atendieron a personas funcionarias públicas, asociaciones civiles y habitantes de la comunidad de Playa Colorada donde se llevó a cabo el muestreo de carbono para el presente proyecto.

3. Talleres

3.1 Primer Taller

Formato: Híbrido

Objetivo: Identificar el significado sociocultural para la población local sobre el sistema lagunar del área de interés.

Objetivo específico: Sistematizar el conocimiento de las acciones económicas, culturales y sociales que realizan los actores en el sitio de interés, para la preservación del sistema lagunar.

Asistentes: 31 personas que participaron mediante un formato híbrido. Dentro del formato virtual se inscribieron 11 personas, las cuales son parte de los sectores de gobierno, académico y sociedad civil. Así las instituciones participantes fueron las siguientes:

- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
- Junta Local de Sanidad Vegetal del Valle del Evora
- Secretaría de Acuicultura y Pesca
- Fac. Biología Universidad Autónoma de Sinaloa y Universidad Tecnológica de Culiacán
- SUCEDE A.C
- Pronatura A.C.
- Comité Estatal de Sanidad Acuícola de Sinaloa
- Secretaría de Turismo

En el formato presencial acudieron 20 personas del sistema lagunar de Santa María—La Reforma, quienes son parte de las comunidades pesqueras y cooperativa productivas de la región.

Resumen:

Se realizaron cuatro dinámicas para:

1. Identificar conocimientos empíricos relacionados con la actividad que desempeña cada asistente dentro del sistema lagunar.
2. Señalar prioridades de los actores participantes del taller.
3. Conocer hábitos que podrían ser modificados mediante la intervención de políticas públicas.
4. Consensar actividades nocivas para el sistema lagunar se pueden identificar.



Los resultados señalan una vinculación estrecha entre las actividades económicas productivas y la concepción del espacio. Es decir, que el sistema lagunar se aprecia por su valor económico vinculado con los sectores productivos primarios, en especial con el acuícola.

De igual manera, cabe señalar que dentro de las dinámicas de reflexión programadas se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- La conservación del manglar se vincula con la educación, la tecnología, la aplicación de la normatividad, junto con el acompañamiento del gobierno y la legislación.
- El sistema lagunar, se encuentra relacionado con las actividades productivas y el desarrollo económico. Tomando en consideración que estas se vinculan con los aspectos nocivos de contaminación y descuido.
- La participación de asociaciones civiles, cuyo objeto social se vincula con el fomento del bienestar, están desagregadas de la idea de conservación social.
- La protección ambiental se aprecia como una vía para conciliar la visión de desarrollo económico del sistema lagunar, y el fortalecimiento de actividades de convivencia como el turismo.

La última dinámica, impulsó la concepción de cómo es que se enfrenta un ciclo de contaminación desde la propia perspectiva de las personas que asistieron al taller. De tal manera se identificaron las acciones nocivas más representativas para los asistentes:

- Aguas negras no desembocarán en la bahía
- Tirar basura
- Contaminantes químicos de la agricultura
- Deforestación del manglar
- Quema de soca
- Mal uso de equipo de pesca deportiva
- Desechos de la fumigación
- Respetar las vedas
- Basureros cerca de la bahía
- Tratar el agua que se llena de insecticida
- No talar el manglar
- Poner lagunas de oxidación

3.2 Segundo Taller

Fecha: 10 y 11 de agosto de 2022

Lugar: Palacio Municipal de Angostura, Sinaloa/ Primaria Margarita Juárez Maza, Playa Colorada, Municipio de Angostura, Sinaloa.

Objetivo: Identificar el impacto social que conlleva un ordenamiento ecológico enfocado en la conservación del sistema lagunar en el municipio de Angostura.

Objetivos específicos:

- Establecer acciones para la conservación del sistema lagunar.
- Señalar posibles componentes para la construcción de una política de conservación al sistema lagunar.
- Proponer indicadores de evaluación para la protección del manglar dentro del Municipio de Angostura, Sinaloa.

Resumen: El 9 y 10 de agosto de 2022, la Secretaría de Bienestar y Desarrollo Sustentable (SEBIDES) del gobierno de Sinaloa, en conjunto con la Agencia de Cooperación Alemana GIZ y el Colegio Nacional de Ingenieros Ambientales, llevaron a cabo dos talleres enfocados en la búsqueda



de acciones que son nocivas para la conservación del medio ambiente del sistema lagunar ubicado en el municipio de Angostura en Sinaloa.

En ambos talleres se presentó un avance de resultados de la sesión híbrida celebrada el pasado 31 de mayo de 2022, donde las y los participantes, tuvieron la oportunidad de conocer cómo se aprecian las dinámicas productivas dentro del municipio de Angostura, y retroalimentar las respuestas vertidas en el primer acercamiento con la comunidad y funcionarios que habitan en la demarcación de interés.

El 9 de agosto se realizó un primer taller con organizaciones de la sociedad civil, servidores públicos y académicos. Se contó con la participación de 18 personas, incluyendo a la Subsecretaría de Sustentabilidad de la SEBIDES. Dentro de este grupo, se implementaron dinámicas enfocadas a la construcción de indicadores y soluciones al problema de contaminación. Además, las y los participantes, lograron detallar acciones orientadas al ordenamiento ecológico que permita continuar con indicadores de evaluación enfocados a la conservación del manglar.

Por su parte, el 10 de agosto, un grupo de sondeo no representativo de la comunidad de Playa Colorada, participó en un taller comunitario. Asistieron 9 personas, 8 de las cuales fueron mujeres. Dicho taller se enfocó en la búsqueda de problemas en la Comunidad de Playa Colorada, donde destacaron la contaminación producida por las granjas camaroneras de la región; así como el basurero que se encuentra a la entrada de dicha comunidad. A través de una cartografía comunitaria y mapeo de actores, se visualizó cómo la comunidad tiene una gran preocupación por la destrucción del manglar, pero predomina una sensación de aislamiento y falta de organización para atender problemas puntuales.

Cabe destacar que se realizó un taller con las infancias de la comunidad, quienes también participaron en identificar los problemas de Playa Colorada. Destaco nuevamente su percepción negativa sobre las granjas camaroneras, a quienes ven como un foco de contaminación.

4. Resultados

Existe una gran participación de actores en la búsqueda de soluciones al problema de contaminación que sufre el sistema lagunar de Angostura. Muchas de las acciones propuestas se contemplan desde administraciones anteriores. Asimismo, para las y los usuarios de los talleres, el obstáculo para la conservación del sistema lagunar es bastante claro, poniendo en el centro a la acuicultura como la principal causa de deterioro.

Así se pueden destacar los siguientes puntos iniciales:

- Las formas de organización para la atención de conflictos ambientales se centran en las figuras de gobierno. Esto conlleva a una participación social dependiente de acciones gubernamentales.
- La zona de interés se visibiliza por su actividad productiva de acuicultura, destacando que el sitio de interés está sobre representado por granjas camaroneras.
- Hay una coordinación poco efectiva entre distintas dependencias académicas, de gobierno y sociedad civil, para implementar normas establecidas en diversos marcos jurídicos para la preservación del sistema lagunar.
- Los estudios técnicos manifiestan más actores contaminantes como los efectos de la agricultura, la ganadería y basureros clandestinos, que no están siendo visibilizados por la comunidad de Playa Colorada.
- Existe una amplia participación de propuestas; además de que hay claridad en identificar actores del sector económico productivo que son obstáculo para la conservación del sistema lagunar.



4.1 Resultado de los talleres

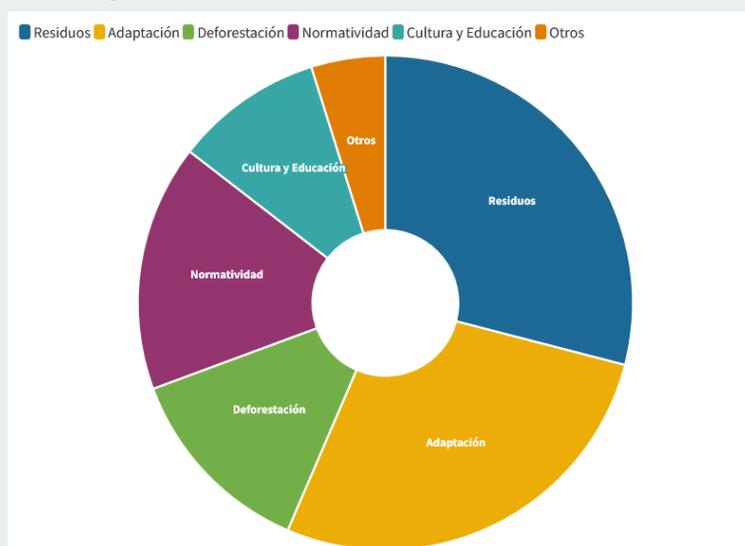
Los participantes de los talleres evaluaron en un primer momento los resultados preliminares del taller del 31 de mayo de 2022, lo cual detonó la conversación con las personas que asistieron a ambos talleres. Cabe destacar el consenso de apreciar a la acuicultura como el mayor problema de contaminación en la región; no obstante, esta no se ve como una actividad que recae en los participantes de los talleres, sino de actores externos representantes de un sector económico.

En tal virtud, la acuicultura es una de las actividades que se contemplan como de un alto impacto negativo para el medio ambiente, sin que exista una relación clara para los participantes de talleres en el aumento de ingresos económicos en la región⁶.

Identificación de problemas

La identificación de las problemáticas entre los asistentes al taller destaca una visión comparativa entre las diferentes percepciones que se visualizaron de las acciones nocivas para el sistema lagunar. Para representar la manera en cómo los grupos de asistentes concibieron los problemas reflejados a continuación se presentan 3 figuras que indican la visión de funcionarios y asociaciones civiles, la comunidad de Playa Colorada; y las infancias de Playa Colorada.

Figura 1. Identificación de Problemas Sector Público



Fuente: Elaboración CINAM

Dentro de esta primera figura destaca la percepción de una mala gestión de residuos en la gestión, la cual se posiciona como el principal problema que se habita en el sistema lagunar. En segundo término, se menciona la adaptación del suelo a los contaminantes a los que se encuentra expuesto. Dentro de las acciones más mencionadas se encuentra la acidificación de las aguas y cambios en la hidrodinámica del agua marina.

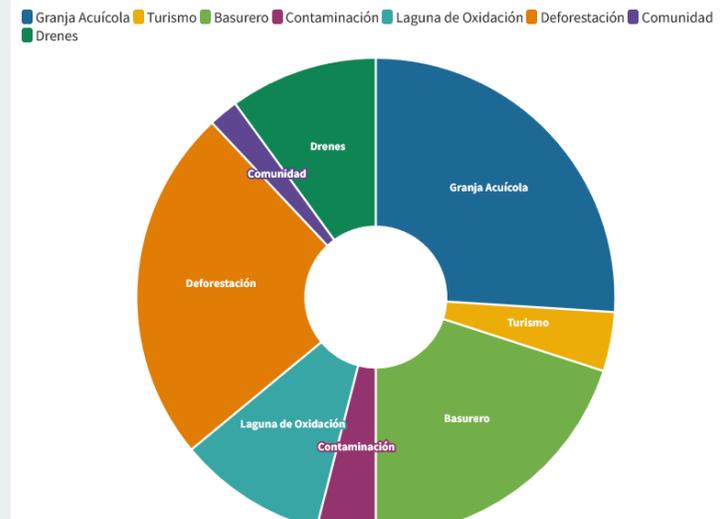
Asimismo, el tema de la normatividad se centra en acciones de vigilancia que no se implementan, haciendo alusión a que existen marcos que prohíben prácticas de contaminación acuícola que en la práctica no tiene una implementación.

⁶ Cabe señalar que acorde con el Consejo para el Desarrollo Económico de Sinaloa, la región centro norte de Sinaloa, es la que menos ingresos al PIB estatal aporta.



Como últimos puntos de interés se menciona la deforestación del manglar, donde las talas y extracción de madera juegan un papel relevante en el escenario de devastación del ambiente; además de los temas de cultura y educación, que indican la necesidad de generar una política de educación ambiental que logre cerrar la brecha de desinformación sobre el valor ambiental de la zona.

Figura 2. Identificación de Problemas Comunidad Playa Colorada



Para el caso de la comunidad de Playa Colorada, la identificación del problema se materializó en equipamientos que se encuentran en el sistema lagunar. A diferencia de las personas funcionarias públicas, la comunidad no visualizó escenarios de procesos de contaminación, sino que identificó materiales, equipo y lugares físicos que son el punto de partida del deterioro del medio ambiente.

La mayoría de las participaciones se centraron en mencionar a las Granjas Acuícolas, como el factor preponderante de la contaminación. Las discusiones en torno a cómo había afectaciones en el sistema lagunar se centran en la operación de dichas granjas.

Aunado a ello, se contempla la quema del manglar, la cercanía del basurero a la bahía, la contaminación de los drenes de las granjas y la laguna de oxidación, como agentes nocivos. De forma menor, se percibe como una problemática la falta de organización en la comunidad para intervenir en la solución a los conflictos medioambientales.

Figura 3. Identificación de Problema Infancias





Fuente: Elaborado por CINAM

Esta última figura, explora la percepción de las infancias de Playa Colorada sobre el tema de contaminación en el ambiente en el que se desarrollan. Destacan las frases de contaminación del mar y contaminación de plásticos. Asimismo, en menor medida vinculan problemas que se viven consecuencia de actividades productivas; por ejemplo: contaminación por las granjas de camarón, el vertedero de gasolina en la bahía, las aguas negras y la tala de árboles.

Construcción de escenarios de solución

El formato en el que se desarrollaron los talleres permitió el acercamiento a dos grupos de interés. El primero, busco la participación de personas vinculadas con la administración pública, sectores académicos y sociedad civil, cuyas formas de acción y organización corresponden a marcos normativos y ramos programáticos que impulsan una estructura institucional.

El segundo grupo de acercamiento, se trató de la comunidad de Playa Colorada, quienes no cuentan con una estructura organizativa basada en marcos normativos institucionales, pero conviven entre habitantes. De igual manera, la forma de construcción de escenarios de solución se basó en una identificación de actores y una matriz de prioridades que permitió identificar cuáles son las principales actividades humanas que se observan cómo problemáticas.

Figura 4. Escenarios de Solución Taller de personas funcionarias.





Fuente: Elaborado por CINAM

Para el taller diseñado para personas servidoras públicas, académicos y organizaciones de la sociedad civil, se estableció un punto de partido donde pudieran construir soluciones a las problemáticas que se habían identificado desde el primer taller. Con lo cual, ello se construyeron propuestas de indicadores que pudieran aportar a mejorar las funciones de gobierno, sociedad civil y academia, en virtud de poder mejorar las condiciones de conservación medioambiental para el sistema lagunar.

Los resultados dentro de la construcción de escenarios para resolver el deterioro medioambiental se exponen en la propuesta de construcción de indicadores para 6 componentes de una política ambiental que permita cerrar la brecha de la deforestación y pérdida de carbono azul en la región:

1. Elaboración de un Plan de Ordenamiento para la región del sistema lagunar del municipio de Angostura.
2. Implementar y actualizar el ordenamiento pesquero acuícola
3. Generar numeralía sobre la cobertura del mangle
4. Verificación de la aplicación de la normatividad
5. Aplicación de educación ambiental
6. Realizar una caracterización de las especies del mangle

Cabe señalar que, dentro del Presupuesto de Egresos para el Estado de Sinaloa, existen ramos que permiten llevar a cabo estas actividades y que de igual forma se contemplan en el Anexo 28 Programas y Proyectos del Presupuesto de Egresos para el estado de Sinaloa 2022. Por lo que se sugiere contemplar el rediseño o implementación de dichas acciones, para la materialización de las propuestas de escenarios.

Figura 5. Anexo 28 Programas y Proyectos. Presupuesto de Egresos del Estado de Sinaloa.



Anexo 28 Programas y Proyectos

Programas y Proyectos

Modernización e Innovación en la Administración Pública
 Coordinación y Gestión de Proyectos Especiales
 Fomento a la Transparencia y Rendición de Cuentas
 Fiscalización a la Gestión Pública
 Política de Desarrollo Sustentable y Cuidado al Medio Ambiente
 Política de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial
 Gestión Energética Sustentable
 Desarrollo y Protección Forestal
 Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento
 Planeación, Coordinación y Gestión para la Vivienda en Sinaloa
 Desarrollo Pesquero
 Inspección y Vigilancia del Sector Pesquero y Acuicola
 Desarrollo Acuicola
 Apoyo a la Ciencia y Tecnología en Pesca y Acuicultura
 Fortalecimiento y Modernización del Poder Legislativo
 Fiscalización de la Auditoría Superior del Estado
 Jubilados y Pensionados del Poder Legislativo
 Poder Judicial
 Jubilados y Pensionados del Poder Judicial
 Previsiones Salariales y Económicas del Poder Judicial
 Política de Protección y Promoción de los Derechos Humanos
 Impartición de Justicia Administrativa
 Impartición de Justicia Laboral
 Transparencia y Acceso a la Información Pública
 Planeación y Coordinación de Acciones Institucionales de Procuración de Justicia
 Inhibición y Sanción de Prácticas de Corrupción
 Atención de Delitos Electorales
 Averiguaciones Previas y Procesos Penales
 Unidades Especializadas

Fuente: Presupuesto de Egresos del Estado de Sinaloa 2022.

Figura 6. Anexo 37. Programas y Proyectos. Presupuesto de Egresos del Estado de Sinaloa.

Anexo 37 Asignaciones para Combatir Cambio Climático

Programa Presupuestario / Proyecto	Monto
Total	\$24,779,508
Política de Desarrollo Sustentable y Cuidado al Medio Ambiente	22,117,738
Impulsar programas y proyectos ambientales de alto impacto	3,508,263
Fomento, conservación y manejo sustentable de los recursos naturales	2,539,289
Apoyo a instituciones protectoras del medio ambiente	7,350,000
Reserva natural Tacuichamona	3,000,000
Monitoreo del medio ambiente y atmósfera mediante sistemas de innovación tecnológica	3,196,597
Acciones encaminadas al control de la urbanización de la entidad, su cuidado ambiental y ecológico	2,523,589
Gestión Energética Sustentable	1,775,608
Protección y vigilancia en el uso recursos renovables y no renovables en la Entidad	1,775,608
Desarrollo y Protección Forestal	886,162
Desarrollo institucional de los programas y proyectos de protección del medio ambiente, flora y fauna	886,162



De igual manera, en el Anexo 37 del presupuesto estatal menciona que el estado de Sinaloa destina 24 mil 779 millones 508 pesos para el combate al cambio climático. Dentro de ese esquema programático no se encuentran actividades vinculadas con la vigilancia, estudio o censo de especies en el mangle, que los talleristas mencionaron como propuestas para mejorar las acciones de conservación del sistema lagunar.

Cartografía comunitaria

Dentro de la comunidad de Playa Colorada se realizó una dinámica para conocer cómo las personas que habitan el sistema lagunar aprecian su entorno. Primero, se expusieron los resultados del taller del 31 de mayo de 2022, donde se les presentó a las asistentes los ejes contemplados como nocivos dentro del manglar. Posterior a ello, se les pidió realizar un mapa de su entorno, donde pudieran identificar dichos factores y cómo se imaginaban que se veía dicha situación si fueran un dron o un pájaro.

Los resultados de esta cartografía participativa dentro de la comunidad arrojan una sobrerrepresentación de las granjas de camarones en el sitio, donde las personas ubican los equipamientos nocivos para su entorno. Resulta curioso que no se buscará representar a la comunidad como una población vulnerable, se hizo mucha referencia a las actividades productivas, invisibilizando otro tipo de equipamientos como escuelas, clínicas o hasta las mismas viviendas.

Figura 7. Taller de Cartografía Comunitaria 1



Dentro de la imagen se aprecia en el centro a la comunidad de Playa Colorada, rodeada de granjas acuícolas, drenes, laguna de oxidación contaminada y basureros. Los drenes y la laguna de oxidación se pintan de café, haciendo énfasis en la contaminación que perciben.

Figura 8. Taller de Cartografía Comunitaria 2





La imagen que buscaron representar las participantes se basa en identificar las granjas acuícolas que sobresaturan su dibujo, dejando solo un espacio pequeño para mencionar que se encuentra la comunidad de Playa Colorada dentro de un gran cúmulo de industria acuícola. Logran señalar el basurero, la laguna de oxidación y cómo todo ello daña al manglar de forma constante.

Figura 9. Taller de Cartografía Comunitaria 3



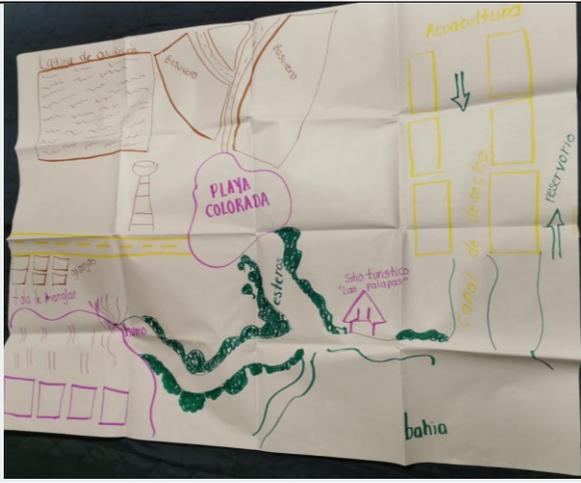
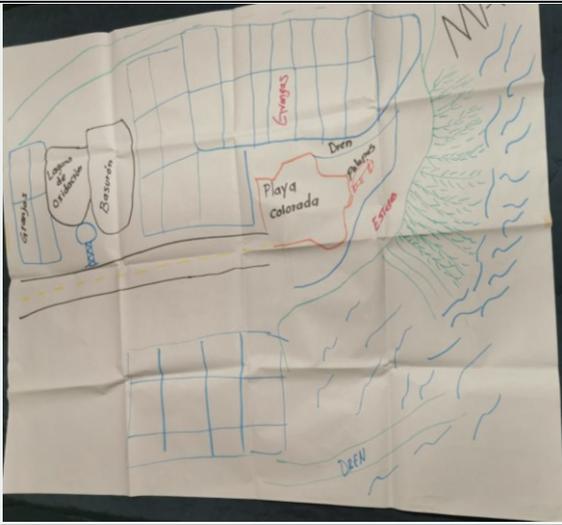
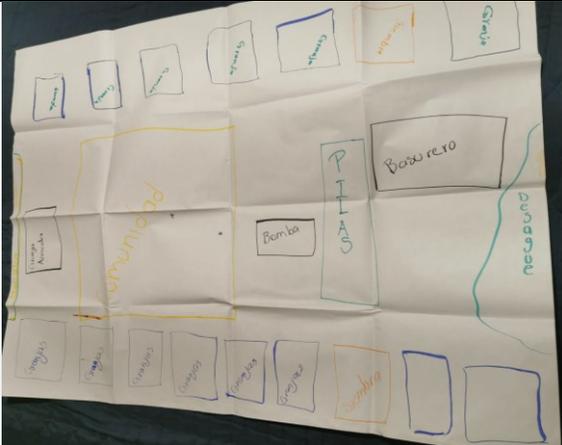
En la imagen destaca que lo primero que identifican las participantes es el basurero que se encuentra a la entrada de la comunidad. Su punto de referencia para el diseño de su cartografía se basó en la omisión para la atención de la gestión de residuos.



Las cartografías diseñadas por las y el participante del taller, se enlistan en la siguiente tabla



Tabla 1. Elementos de la cartografía

Imagen	Conceptos por destacar
	<p>Laguna de Oxidación Acuicultura Basurero Tala del Manglar Humo Granjas Reservorio Canal de desecho Sitio Turístico: "Las palapas" Bahía Playa Colorada</p>
	<p>Granjas Laguna de Oxidación Dren Palapas Estero Playa Colorada</p>
	<p>Granjas Pilas Basurero Desagüe Bomba Siembra Granja Acuícola: se señala con color negro la granja responsable de abrir un canal en el Manglar. Manglar</p>

Una vez identificados los sitios que se señalaron en la cartografía comunitaria, se hizo una superposición de imágenes para conocer, la distancia de los sitios que se dibujaron y su relación geográfica con la comunidad.

Figura 10. Comparación Cartográfica





Con la comparación dentro de la cartografía diseñada para el muestreo del área de interés, se destacan los siguientes puntos:

1. La percepción de los agentes contaminantes como la laguna de oxidación y el basurero es de mucha proximidad con la comunidad. En la distancia física, si se nota una brecha de kilómetros importante; sin embargo, el problema de generación de basura se aprecia muy próximo a la comunidad.
2. La saturación de granjas acuícolas en el sistema lagunar, coincide con la percepción de la población. Tanto en la cartografía comunitaria, como en la imagen satelital, el sistema lagunar destaca por su aprovechamiento acuícola.
3. El manglar se visibiliza por la comunidad como el drenaje de las granjas acuícolas, los drenes para ellos se dirigen al manglar. Dentro de las imágenes satelitales del estudio, se visualiza un comportamiento parecido, donde la desembocadura de los drenes se dirige al manglar.
4. Se busca visualizar el sitio de interés turístico para la comunidad “Las Palpas”, y se ubica a un costado de la comunidad, entre los drenes y la delimitación que señalan como Playa Colorada.
5. Se menciona la quema del manglar, en las partes aledañas a las granjas, donde se aprecia que la ubican en la entrada a los esteros.

Mapeo de Actores

Como parte de las construcciones de posibles soluciones ante los problemas que enfrenta la comunidad, se desarrolló un mapeo de actores con la intención de identificar autoridades, empresas, organizaciones o algún miembro de la comunidad que se viera vinculado en las descripciones de los eventos nocivos dentro del sistema lagunar.

Tabla 2. Mapeo de Actores

Problemas señalados por la comunidad	Actores Vinculados
Granjas Acuícolas	Dueños de las granjas Sicarios Promotores
Turismo	Ayuntamiento Secretaría de Turismo

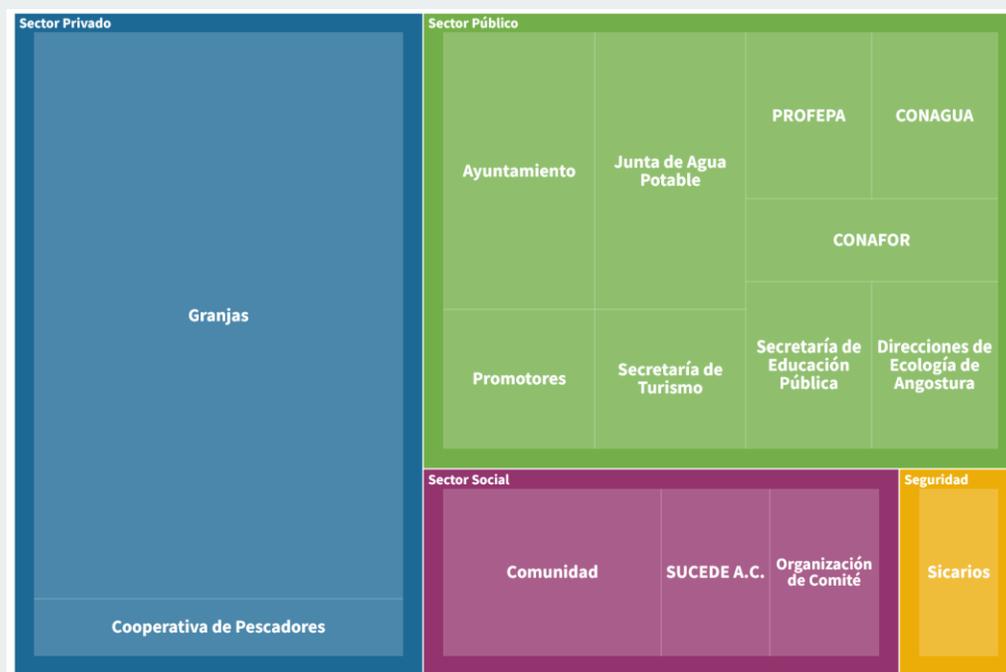


Basurero	Dirección de Ecología de Angostura Secretaría de Educación Pública Infancias Sucede A.C. Comunidad
Drenajes	Granjas PROFEPA Cooperativa de los Pescadores CONAGUA Junta de Agua Potable Comunidad
Laguna de Oxidación	Granjas
Deforestación	Granjas CONAFOR
Comunidad	Organizar un comité

Los actores señalados, corresponden más a una percepción de las personas participantes del taller, quienes probablemente no tengan claro los procesos administrativos que conllevan autoridades, o bien no logran visualizar otros actores que conviven con los problemas que identificaron.

Cabe señalar que, la visión de las granjas acuícolas en la región tiene un punto de violencia predominante. Por un lado, se expone un problema de seguridad nacional, lo cual implica que se genere la idea de que no hay posibilidad de dialogar o acercarse a las granjas. Por el otro lado, la comunidad identifica toda causa de los problemas ambientales con las granjas acuícolas. A pesar de que los registros de contaminación implican otras prácticas productivas como la agricultura, o la gestión de residuos poco eficiente, para las y el participante del taller, son las granjas camaroneras las únicas responsables de los padecimientos más evidentes del deterioro del sistema lagunar.

Figura 11. Mapeo de Actores y el sector al que pertenecen



Fuente: Elaborado por CINAM

El mapeo de actores implica una sobre representación de las granjas acuícolas, quienes se vinculan con un sector económico privado. Sin embargo, se aprecian otros 3 sectores como el público, el social y una breve percepción de problemas de seguridad.



Dentro del sector público, se mencionan varias instituciones de gobierno vinculadas con las problemáticas identificadas. Dichas dependencias tienen casi el mismo peso que el actor de las granjas, lo cual señala la idea de que existe un monopolio del territorio vinculado con la acuicultura, dejando como parte de un ente periférico a otros sujetos que ahí habitan.

5. Conclusiones

El sistema lagunar en el área de interés, tiene un valor ambiental que podría superar el valor económico-productivo que se presenta dentro de actividades productivas como la acuicultura. Tomando en consideración que acciones de sostenibilidad económica como el ecoturismo, la pesca sustentable y la reforestación del mangle, generan ingresos de 100, 000 dólares estadounidenses por hectárea, la región centro norte de Sinaloa, tendría un amplio potencial para transitar a un modelo de desarrollo sustentable y sostenible que pusiera como prioridad la conservación del Manglar.

De igual manera, acorde con el marco teórico señalado sobre el Pentágono de la Acción Pública, se elaboró el siguiente resumen:

Tabla 3. Pentágono de la Acción Pública

	Descripción
Actores	Los actores que estamos identificando son las personas participantes en los talleres tanto híbrido con fecha del 31 de mayo de 2022, como los presenciales.
Representaciones	<p>Los marcos cognitivos de los actores involucrados representan diferentes formas de acción, está puede ser pública, académica, social o económica en el caso de la cooperativa de pesca.</p> <p><u>Sector Público:</u> Sus representaciones se basan en reglamentos internos, marcos jurídicos y lineamientos públicos basados en la acción administrativa del estado.</p> <p><u>Sector Académico:</u> Las representaciones académicas toman en consideración aspectos técnicos de la situación medio ambiental. Un ejemplo se muestra en las descripciones de los problemas de contaminación, donde se busca una explicación a fondo de las dinámicas del suelo, su química y procesos de adaptación. En comparación con la comunidad, quienes solo señalan el equipamiento nocivo para la región.</p> <p><u>Sector Social:</u> Las representaciones del sector social se muestran dispersas; por un lado, hay organizaciones conformadas que entienden el problema desde una percepción de combate a la pobreza, ideando programas de ayuda social. Por otro lado, hay prácticas de capacitación y educación ambiental, cuyas representaciones se enfocan en reducir el deterioro ambiental en la zona.</p> <p>Finalmente, la comunidad, tiene diversas representaciones que se enfocan en su vida cotidiana, su forma de participación se aprecia dentro de la vinculación de programas con gobierno o en el sector económico al que están adscritos.</p> <p><u>Sector Económico:</u> Las representaciones del sector económico, se muestran bajo la percepción de entender al sistema lagunar como una zona de aprovechamiento productivo. Cabe señalar, que la muestra para comprender a este sector se basó en las percepciones de los participantes de los talleres.</p>
Instituciones	<p>Las instituciones de gobierno partícipes de los talleres tienen un marco de referencia institucional sólido. Esto se refiere a que tienen un reglamento característico que muestra sus funciones, un presupuesto programático para realizar actividades acordes a los ejes de desarrollo en los que se enfoca su área.</p> <p>La institución académica, de igual manera tiene un significado de connotación de investigación que permite centrar su aparato de acción en metodologías de investigación y procesos de revisión técnica constantes.</p> <p>El sector social tiene instituciones más diversas, se cuenta con figuras formales de Sociedad Civil; no obstante, la comunidad se aprecia como una forma de acción vinculada a los servicios que otorga el municipio.</p>
Procesos	<p><u>Sector Público:</u> Poseen herramientas jurídicas para la conservación del sistema lagunar, además de una institución estable que tiene objetivos para un funcionamiento administrativo eficiente. Sin embargo, los procesos, no se ven reflejados como una forma causal para atender las problemáticas identificadas. Las personas funcionarias públicas, señalan la necesidad de construir escenarios de solución que se contemplan en las instituciones a las que pertenecen.</p> <p><u>Sector Académico:</u> La institución y su representación brindan análisis explicativo de la forma en que se manifiestan los problemas de contaminación y sus consecuencias. No obstante, dentro de sus propuestas de construcción de soluciones, se plantea mejorar las bases de datos y construir censos que permitan regular y disminuir las prácticas nocivas al sistema lagunar.</p>



	Descripción
	<p><u>Sector Social:</u> El sector social es un actor disperso y heterogéneo. Las organizaciones que trabajan dentro del área de interés poseen una estructura organizativa visible además de una identidad como es el caso de SUCEDA A.C. Sus procesos se contemplan en ejes de acción social, donde elaboran actividades semejantes a las del municipio de Angostura. Sus procesos como sociedad civil se entienden como una figura que desarrolla acciones públicas, pero sin un marco institucional que parta del presupuesto público.</p> <p>En contraste con la comunidad de Playa Colorada, los procesos de las y los habitantes, se encuentran relacionados con las instituciones de gobierno. Su forma de acción se encuentra enmarcada en los programas públicos de gobierno, haciendo que sus procesos de organización sean parte de padrones de beneficiarios de programas públicos. Con lo cual sus escenarios de solución se centran en una acción pasiva, donde la solución recaiga en estos actores dentro del rol de beneficiarios.</p> <p><u>Sector Económico:</u> los procesos del sector económico son bastante opacos para este estudio, ya que no se contó con la presencia de este actor dentro del ejercicio de talleres. Sin embargo, las percepciones externas y la interacción con miembros de la cooperativa de pesqueros, señala que su desarrollo en el sistema lagunar es netamente económico. El manglar, es un recurso económico necesario para obtener ganancias monetarias.</p>
Resultados	<p>Se destacan los siguientes resultados:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Las instituciones de gobierno tienen procesos de acción para reducir la contaminación del sistema lagunar; sin embargo, la implementación y supervisión no posee componentes de acción eficientes. 2. El sector académico posibilita el entendimiento del desgaste ambiental en el manglar. No obstante, existe una brecha de acción para que sus procesos puedan generar dinámicas de incidencia que permitan una mejor labor de conservación. 3. Las asociaciones civiles, atienden el problema desde una acción de bienestar social. 4. La comunidad tiene procesos de organización centrados en las acciones de gobierno para la asistencia social. 5. El sector económico identifica al sistema lagunar como parte de sus activos y pasivos en su capital.



Tablas complementarias

Complemento 1. Base de datos de problemas identificados Taller 9 de agosto de 2022

Residuos	Adaptación	Otros	Deforestación	Normatividad	Cultura y Educación
Desechos de Aguas Negras	Presencia de especies de plantas y animales exóticos	Operación construcción y mantenimiento de granjas de camarón	Perdida de ecosistemas importantes	Ordenamiento territorial que no se aplica (Deforestación y construcción en manglar)	Sistema organizacional de los grupos causantes de la problemática
Contaminación	Acidificación de cuerpos de agua	Falta de alternativas para los acuicultores y pescadores.	La tala del manglar	Aplicación de la normatividad	Cultura de Educación Ambiental
Basura	Acidificación de los océanos	Pesca deportiva	Extracción de madera del manglar	Falta de inspección, vigilancia y autorización de marcos normativos	Falta de Educación Ambiental
Desechos de Aguas Negras	Cambios de Uso de Suelo de Marismas y vegetación a tanques acuícolas		Deforestación	Niveles de competencia institucional	Poca conciencia de la importancia de la conservación de Manglares
Contaminación de las Granjas acuícolas	Falta del nivel de captación de carbono y nutrientes		Desplazamiento de ecosistema	Normativa obsoleta: inspección y vigilancia	Falta de información cultura en el cuidado del manglar
Contaminación por desecho de agroquímicos tanto en acuicultura y agricultura tratar de evitar tirar todo tipo de y contaminante en algún recipiente	Eutrofización de agua Bahía Santa María		Tala desmesurada de mangle	Falta de planes de manejo de la zona de manglares	Desconocimiento de a que debemos adaptarnos y cómo hacerlo
Las salidas de las aguas de las granjas que están contaminadas y dañan los criaderos de camarón	Incidencia de mayor intensidad de huracanes		La tala discriminada del mangle para hacer las granjas	Acuicultura no regulada	
Las salidas de las aguas de las granjas que están contaminadas y dañan los criaderos de camarón	Incidencia de mayor intensidad de huracanes		La tala discriminada del mangle para hacer las granjas		
Residuos de las plantas procesadoras y empacadoras	Falta de análisis de vulnerabilidad		invasión de la zona del manglar	Actividad turística no regulada	
Basuras	Eutrofización de aguas			Falta de ordenamiento pesquero y acuícola	
Contaminación de los cultivos	Incremento del nivel medio del mar			Falta de vigilancia de regulaciones ambientales	



Residuos	Adaptación	Otros	Deforestación	Normatividad	Cultura y Educación
Contaminación de los turistas	Cambios en la hidrología de hidrodinámica del agua marina de BSM y su efecto en Zona Federal Marítima				
Vertederos de plásticos	Modificación de la calidad del agua a causa de Actividades primarias (acuacultura y agricultura). Aporte de aguas residuales de Navolato y Culiacán				
Actividad agrícola	Avance de la frontera agrícola.				
Desechos de envases de agroquímicos					

Complemento 2. Identificación de Problemas. Taller 10 de agosto 2022

Identificación de problemas					
Granja	Falta de infraestructura para el turismo	Basurón	Desagüe	Contaminación, aguas negras,	Bomba
Granja	Zonas de Turismo	Basura	Drenes	Contaminación	Destrucción de larva
Granja	Comunidad	Basurero	Drenes	Lagunas de oxidación	Bomba
Granja Acuícola		Basurón	Dren	Laguna de oxidación	La quema de siembras
Granja		Basurero	Drenaje	Laguna de oxidación	Tala de manglar
Granja		Basurero		Laguna de oxidación	Humo
Granja				Laguna de oxidación	Humo
Granja					Tala de manglar
Granja Acuícola					Tala de manglar
Granja					

Complemento 3. Construcción de Escenarios de Solución

Equipo 1

	Resumen Narrativo	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin	Elaboración de un Ordenamiento Ecológico Local de Bahía Santa María. La Reforma, Agricultura y Navolato, Sinaloa	Propuesta final de Ordenamiento Ecológico	Verificación de minutas de talleres de ordenamiento ecológico donde se involucran todos los sectores sociales económicos, ambientales, académicos. Acuicultores, Agricultores, Turísticos, pescadores, etc.	Existen muchos problemas de conservación en los diferentes ambientes que forman la Bahía Santa María, producto de conflictos con las diferentes actividades humanas que se desarrollan.
Propósito	Implementar y actualizar el ordenamiento pesquero y acuícola	Número de granjas acuícolas y número de pescaderos y embarcaderos	Inventario del sector acuícola y pesquero	Hay granjas acuícolas no censadas
Componentes	Incluir a la Secretaría de Educación Pública y cultura en los instrumentos de planeación y educación ambiental	Aplicarlo en todos los niveles educativos y cuantificarlos		
Actividades	Capacitaciones			
	Actividades educativas			



Equipo 2

	Resumen Narrativo	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin				
Propósito				
Componentes	Incluir a la Secretaría de Educación Pública y cultura en los instrumentos de planeación y educación ambiental	Aplicarlo en todos los niveles educativos y cuantificarlos		
Actividades				

Equipo 3

	Resumen Narrativo	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos
Fin				
Propósito	Conservación del mangle	Cobertura de manglar	Análisis temporal de la cobertura del mangle	Tala y contaminación del manglar
Componentes	Normatividad local, nacional, internacional	Verificación aplicación normatividad	Bases de datos Recursos de personal	Falta de aplicación de la normatividad
Actividades	Inspección y vigilancia	Caracterización de las especies de mangle	Muestreo	Falta de dinero para capacitación
	Actualización de políticas	Muestreos		Corrupción Educación Ambiental

Nota. Los campos en azul no fueron utilizados por los integrantes de cada equipo que se formó para llenar estos formatos, dado que su discusión se centró en un solo aspecto que en ese momento fue de su interés y no hubo tiempo para que se completara toda la tabla.



ANEXO 3. INFORME DEL TALLER DE DIFUSIÓN Y CAPACITACIÓN A ENTIDADES FEDERATIVAS

Fecha/hora:	30 de noviembre de 2022 a las 11:30 horas
Lugar	Aula virtual de internet
Instituciones Asistentes	<p>Centro de Investigaciones en Alimentación y Desarrollo CIAD Unidad Mazatlán Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. CINVESTAV Mérida, Yucatán Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. CONABIO Dirección General de Recursos Naturales de la SEMAREN, Guerrero Departamento de Cambio Climático, Secretaría de Desarrollo Sustentable Nayarit Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. INECC MAPASIN, A.C. Sinaloa Secretaría de Bienestar y Desarrollo Sustentable. SEBIDES. Sinaloa Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente de Tamaulipas Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT Posgrado en Ecología y Medio Ambiente de la UAM Pro- Manglares A. C Universidad Politécnica del Mar y la Sierra. La Cruz de Elota, Sinaloa</p>
Objetivo	Difundir los resultados obtenidos de la evaluación del reservorio de carbono del manglar y de su vulnerabilidad, enfocándose en estados costeros. Sobre todo, para aquellos que pudieran estar interesados en replicar un proyecto de este tipo en sus áreas costeras de manglar.
Resumen	<p>En términos generales, se dio la bienvenida a los asistentes y se habló por parte de GIZ de la importancia de los reservorios y sumideros de carbono de los manglares en los compromisos nacionales sobre mitigación al cambio climático. Se hizo una exposición de los trabajos desarrollados y se mostró el proyecto de una página en internet para la consulta de la información de este proyecto. Se recibieron comentarios de algunos de los participantes del taller, los cuales fueron respondidos por parte del CINAM y GIZ. Con respecto a los comentarios recibidos por escrito se mencionó que se analizarán y tomarán en cuenta. Después de estas actividades, se dijeron algunas palabras finales de agradecimiento a las instituciones participantes en este proyecto y se dio por terminado el evento.</p>
Puntos Conversados	<p>En los comentarios se señaló la conveniencia de que grupos, como el que ahora expone este proyecto, estén trabajando este tema en lugares como la costa de Sinaloa, dado que son pocos los que ahora existen y ellos han trabajado más en el sureste del país.</p> <p>Se señaló la necesidad de una coordinación entre los grupos que desarrollen trabajos de este tipo para la generación de una metodología de análisis más estándar y válida para la determinación de los reservorios del carbón azul del manglar, así como de la adsorción de bióxido de carbono atmosférico por esta vegetación forestal.</p> <p>Planteamientos para que la vulnerabilidad de los manglares se trate dentro del marco de adaptación al cambio climático, con evaluaciones amplias sobre el clima, los fenómenos climáticos e hidrometeorológicos extremos y se determine la sensibilidad de los manglares a dichos fenómenos. También sería necesario un análisis de las capacidades adaptativas.</p> <p>Estudios más específicos para el ordenamiento de actividades humanas deteriorantes de los manglares, como es el caso de la acuicultura, la agricultura y las actividades contaminantes del desarrollo urbano.</p>
Evidencia Fotográfica	



Reproductor multimedia

SEBIDES

giz GIZ German Development Cooperation (GIZ) GIZ DEUTSCHE ZUSAMMENARBEITUNG FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEITUNG

IKI INTERNATIONAL CLIMATE INITIATIVE

RESULTADOS: RESERVORIO DE CARBONO Y VULNERABILIDAD DEL MANGLAR DEL SISTEMA LAGUNAR DE SANTA MARÍA - LA REFORMA

00:11:18 01:22:53

Presentación de resultados carbono azul caso la Ang...

5°C Despejado Búsqueda

03:25 a. m. 16/12/2022

Reproductor multimedia

SEBIDES

giz GIZ German Development Cooperation (GIZ) GIZ DEUTSCHE ZUSAMMENARBEITUNG FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEITUNG

IKI INTERNATIONAL CLIMATE INITIATIVE

RESERVORIO DE CARBONO AZUL

- El muestreo se llevó a cabo a través de una zonificación del manglar.
- El establecimiento de sitios de muestreo de carácter exploratorio (13 sitios).
- La aplicación de técnicas para determinar la estructura y biomasa de la Vegetación de acuerdo al PROTOCOLO: "Estimación de las reservas de carbono en la biomasa forestal en México".
- Estimación de la biomasa subterránea por factores prestablecidos de acuerdo a modelos alométricos.
- Muestreo del suelo a 30 cm de profundidad.

00:24:29 01:59:42

Presentación de resultados carbono azul caso la Ang...

5°C Despejado Búsqueda

03:23 a. m. 16/12/2022

Reproductor multimedia

SEBIDES

giz GIZ German Development Cooperation (GIZ) GIZ DEUTSCHE ZUSAMMENARBEITUNG FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEITUNG

IKI INTERNATIONAL CLIMATE INITIATIVE

PALABRAS DE CIERRE

Dr. Jorge Siller
 Director de Gestión y Cambio Climático, Secretaría de Bienestar y Desarrollo Sustentable (SEBIDES) del Gobierno del Estado de Sinaloa.

Mtro. Álvaro Luna
 Asesor principal Alianza Mexicana-Alemana de Cambio Climático, GIZ México

Ing. Alberto Cruzado
 Presidente del Consejo Directivo, Colegio de Ingenieros Ambientales de México A. C. (CINAM).

01:22:52 00:11:19

Presentación de resultados carbono azul caso la Ang...

5°C Despejado Búsqueda

03:19 a. m. 16/12/2022





ANEXO 4. INFORME TALLER DE CONCLUSIONES DEL PROYECTO

Fecha/hora:	25 de noviembre de 2022 a las 10:00 horas
Lugar	Edificio de gobierno del Municipio de Angostura
Instituciones Asistentes	<p>Secretaría de Turismo CESASIN CONANP FUCUMA Dirección de Ecología de Angostura Síndico del Ayuntamiento El Ébano COMPAVIF Junta Local de Sanidad Vegetal Protección Civil Bienestar Social Secretaría de Agricultura y Ganadería Universidad Politécnica del Mar y la Sierra Cronista Municipal de Angostura SEBIDES</p>
Objetivo	Exponer los resultados del proyecto: “Análisis de vulnerabilidad y determinación de las dimensiones del reservorio de carbono contenido en un área específica del Sistema Lagunar” a la comunidad interesada en dicho proyecto.
Resumen	El taller tuvo dos momentos de interacción, en un primer punto se desarrolló una exposición sobre el trabajo realizado durante el año. Se mostraron los objetivos, alcances y resultados del proyecto. Posteriormente, se mencionó la metodología del estudio de impacto social, donde se invitó a las y los asistentes a realizar un mapeo de actores.
Puntos Conversados	<p>Este proyecto representa un avance importante para conservar el sistema lagunar. Se describe como una herramienta importante para conocer los alcances de la deforestación. Se plantea que existe mucho interés en resolver el problema, pero poco presupuesto para ello. Se menciona a la sociedad como la menos interesada en resolver el problema, pero la principal afectada. Se plantearon propuestas para generar una coordinación y vinculación desde el mapeo de autoridades que se ha expuesto en el proyecto.</p>
Evidencia Fotográfica	





