

ESTUDIO PREVIO JUSTIFICATIVO PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA

Área de Protección de Flora y Fauna **San Buenaventura**

Quintana Roo

Junio 2023



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



CONANP
COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS
NATURALES PROTEGIDAS



Cítese:

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2023. Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del Área Natural Protegida Área de Protección de Flora y Fauna San Buenaventura, México. 177 páginas, incluyendo 3 anexos.

Foto de portada: Paisaje de la propuesta de APFF San Buenaventura / Archivo CONANP.

El presente documento fue elaborado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas por conducto de la Dirección General de Conservación, la Dirección General de Fortalecimiento Institucional y Temas Internacionales, y la Dirección Regional Península de Yucatán y Caribe Mexicano, con la participación de: Sayra Rosio Espindola Barrientos, Julia Alejandra Montero Quiroga, Rodrigo José Pérez Weil, Athziri Carmona Sánchez, Javier Eduardo Castillo López, Alejandro Rendón Correa, Sebastián Mejía Valencia, Jatziri Alejandra Calderón Chávez, Adriana Laura Sarti Martínez, José Eduardo Ponce Guevara, José Eulalio Castañeda Archundia, Ismael Arturo Montero García, Lilián Torija Lazcano, Mario Fermin Castañeda Rojas, Manuel Bonilla Rodríguez, Zyanya Valdez Soto, Martín Guillén Cadena, Marina Hernández Rubio y Alberto León Oropeza, Esteban Manuel Martínez Salas, Herbario Nacional, Instituto de Biología, UNAM.

DIRECTORIO

María Luisa Albores González
Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Humberto Adán Peña Fuentes
Comisionado Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Gloria Fermina Tavera Alonso
Directora General de Conservación

Fernando Alonso Orozco Ojeda
Director Regional Península de Yucatán y Caribe Mexicano

AUTORIZÓ

Humberto Adán Peña Fuentes
Comisionado Nacional de Áreas Naturales Protegidas

VALIDÓ

Gloría Fermina Tavera Alonso
Directora General de Conservación

REVISÓ

Lilián Irasema Torija Lazcano
Directora de Representatividad y Creación de Nuevas Áreas Naturales Protegidas

Con fundamento en los artículos 67 fracción I, 69, fracción VIII y 72 fracción VI del Reglamento Interior de la SEMARNAT, publicado en Diario Oficial de la Federación el 27 de julio de 2022.





Contenido

INTRODUCCIÓN	4
I. INFORMACIÓN GENERAL	6
A) NOMBRE DEL ÁREA PROPUESTA.....	6
B) ENTIDAD FEDERATIVA Y MUNICIPIOS EN DONDE SE LOCALIZA EL ÁREA	6
C) SUPERFICIE	6
D) VÍAS DE ACCESO	6
E) MAPA CON LA DESCRIPCIÓN LIMÍTROFE	9
F) NOMBRE DE LAS ORGANIZACIONES, INSTITUCIONES, ORGANISMOS GUBERNAMENTALES O ASOCIACIONES CIVILES PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO PREVIO JUSTIFICATIVO.....	9
II. EVALUACIÓN AMBIENTAL	12
A) DESCRIPCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS, ESPECIES O FENÓMENOS NATURALES QUE SE PRETENDEN PROTEGER	12
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	14
CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS.....	28
B) RAZONES QUE JUSTIFIQUEN EL RÉGIMEN DE PROTECCIÓN	41
C) ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS, ESPECIES O FENÓMENOS NATURALES.....	44
D) RELEVANCIA, A NIVEL REGIONAL Y NACIONAL, DE LOS ECOSISTEMAS REPRESENTADOS EN EL ÁREA PROPUESTA.....	46
D.1) CONTRIBUCIÓN DEL ÁREA ANTE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	49
E) ANTECEDENTES DE PROTECCIÓN DEL ÁREA.....	52
F) UBICACIÓN RESPECTO A LOS SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN DETERMINADAS POR LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD	56
III. DIAGNÓSTICO DEL ÁREA.....	68
A) CARACTERÍSTICAS HISTÓRICAS Y CULTURALES.....	68
A.1) HISTORIA DEL ÁREA.....	68
A.2) ARQUEOLOGÍA	71
B) ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS RELEVANTES DESDE EL PUNTO DE VISTA AMBIENTAL.....	74
POBLACIÓN	74
C) USOS Y APROVECHAMIENTOS, ACTUALES Y POTENCIALES DE LOS RECURSOS NATURALES ..	80
C.1) USOS ACTUALES.....	80
C.2) USOS POTENCIALES.....	82
D) SITUACIÓN JURÍDICA DE LA TENENCIA DE LA TIERRA	82





E) PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN QUE SE HAYAN REALIZADO O QUE SE PRETENDAN REALIZAR 82

F) PROBLEMÁTICA ESPECÍFICA QUE DEBA TOMARSE EN CUENTA..... 88

 F.1) VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO 91

G) CENTROS DE POBLACIÓN EXISTENTES AL MOMENTO DE ELABORAR EL ESTUDIO 109

IV. PROPUESTA DE MANEJO DEL ÁREA.....110

 A) ZONIFICACIÓN Y SU SUBZONIFICACIÓN A QUE SE REFIEREN LOS ARTÍCULOS 47 BIS Y 47 BIS 1 DE LA LGEEPA 110

 B) TIPO O CATEGORÍA DE MANEJO 114

 C) ADMINISTRACIÓN 114

 D) OPERACIÓN 115

 E) FINANCIAMIENTO 117

VI. BIBLIOGRAFÍA..... 119

VII. ANEXOS.....144

 A) LISTADO DE COORDENADAS 144

 B) LISTADO DE ESPECIES..... 147

 B.1) Lista de especies presentes en la propuesta de APFF San Buenaventura 147

 B.2) Especies de flora y fauna en categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 172

 C) FOTOGRAFÍAS DE ESPECIES Y ECOSISTEMAS 176





INTRODUCCIÓN

El estado de Quintana Roo se ubica en una región que presenta una amplia diversidad de ecosistemas acuáticos y terrestres, conformando un complejo mosaico de patrones estructurales y de biodiversidad que reúnen especies de las regiones Neártica y Neotropical. Entre estos ecosistemas, las selvas húmedas cobran una importancia biológica, ecológica y socioeconómica para el país, por lo que su protección brinda beneficios tanto al medio ambiente como a la sociedad. Este estudio presenta información para justificar la creación de un Área Natural Protegida (ANP) de competencia federal en el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, cuya superficie alberga alrededor del 13% de la biodiversidad reportada para ese estado.

El nombre que se propone para esta Área Natural Protegida con la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna es San Buenaventura (APFF San Buenaventura). Dicha propuesta se localiza en la provincia biogeográfica “Provincia del Petén” y en la ecorregión denominada “Selvas cálido-húmedas, planicie y lomeríos de la Península de Yucatán”. Forma parte de la zona de humedales más importante asociada al Sistema Lagunar Nichupté (SLN), que permite el mantenimiento y desarrollo de la dinámica ecológica lagunar y de los arrecifes aledaños.

La propuesta de APFF San Buenaventura promoverá la protección y conservación de los hábitats cuyo equilibrio y preservación son fundamentales para la existencia de 476 especies de flora y fauna nativa, 45 de las cuales se encuentran en alguna categoría de riesgo, entre las que destacan por su importancia ecosistémica, las cuatro especies de manglares que pueden encontrarse dentro del polígono propuesto: mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*). Respecto a la fauna, algunas de las especies representativas son la iguana negra (*Ctenosaura similis*), el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*); aves, como la garza rojiza (*Egretta rufescens*) y el loro yucateco (*Amazona xantholora*) y mamíferos como el jaguar (*Panthera onca*), el ocelote (*Leopardus pardalis*) y el tigrillo (*Leopardus wiedii*). Asimismo, destaca el registro de la cacerolita de mar (*Limulus polyphemus*), especie asociada a zonas de manglar no perturbadas, lo que denota el estado de conservación del sitio. La conservación de estas y otras especies se logrará a través de la ejecución de programas de protección, vigilancia y restauración de los recursos naturales, en coordinación con los tres niveles de gobierno y fomentando la participación de todos los sectores.

La declaratoria de la propuesta del APFF San Buenaventura fortalecerá las acciones para la conectividad del manglar entre Áreas Naturales Protegidas, permitiendo la continuidad de los procesos hidrológicos del SLN y de los ciclos de vida de los organismos que dependen de este. Dicha conectividad es fundamental en particular con el APFF Manglares de Nichupté, ya que fortalece la integridad de un corredor de paso para especies como el jaguar (*Panthera onca*), listado como una especie en Peligro de Extinción, de conformidad con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y considerado una especie prioritaria para la conservación en México.

Otro de los beneficios que otorga este sitio es la conservación de especies que brindan servicios ambientales relevantes, como polinizadores que contribuyen a la reproducción de una gran variedad de angiospermas, manteniendo la diversidad genética de los ecosistemas y garantizando la provisión





de alimentos, por lo que su presencia tiene relevancia ecológica y económica (Nava-Bolaños *et al.*, 2022).

Además, la importancia de conservar el área propuesta radica en la preservación del paisaje que representa para el disfrute de la población local y sus visitantes. Por otro lado, permitirá proteger la integridad de los ecosistemas, vulnerables a los impactos antropogénicos por el crecimiento de la población y el desarrollo de infraestructura asociada con la industria del turismo que domina el uso del suelo en la región. De tal forma, la propuesta de APFF San Buenaventura ayudará a mitigar el crecimiento urbano, en particular el crecimiento de la ciudad de Cancún al poniente del polígono.

Adicionalmente, la propuesta de Área Natural Protegida coadyuvará en la adaptación y mitigación al cambio climático, en virtud de que la vegetación presente, cuyo estado de conservación es bueno, brinda protección contra eventos meteorológicos extremos, característicos en la zona, como huracanes y tormentas. Asimismo, contribuirá a la captura de carbono y a la permanencia de otros servicios ecosistémicos, como saneamiento de agua, mantenimiento de la línea de costa y mejora en la calidad de vida de las comunidades humanas aledañas a la propuesta de APFF San Buenaventura.

Finalmente, con el objetivo de asegurar la calidad de la información, se realizó un procedimiento de validación nomenclatural y de la distribución geográfica de las especies utilizando referentes actualizados de información especializada, por lo que solo se integran nombres científicos aceptados y válidos conforme a los sistemas de clasificación y catálogos de autoridades taxonómicas correspondientes a cada grupo biológico. En virtud de lo anterior, es posible que la nomenclatura actualizada no coincida con la contenida en los instrumentos normativos a los que se hace referencia en el presente documento, por lo cual, en los anexos (listas de especies) se realizó una anotación para aclarar la correspondencia de los nombres científicos. En cuanto a los nombres comunes, al ser una característica biocultural que depende del conocimiento ecológico tradicional de las comunidades locales, y debido a que, por efecto del sincretismo cultural, están sujetos a variaciones lingüísticas y gramaticales, no existe un marco normativo que regule su asignación, por lo que se priorizó el uso de nombres comunes locales recopilados durante el trabajo de campo.





I. INFORMACIÓN GENERAL

A) NOMBRE DEL ÁREA PROPUESTA

Área de Protección de Flora y Fauna San Buenaventura (APFF San Buenaventura).

B) ENTIDAD FEDERATIVA Y MUNICIPIOS EN DONDE SE LOCALIZA EL ÁREA

El área propuesta se ubica al noreste de la península de Yucatán y al oriente de la Ciudad de Cancún. Se encuentra a 3 km del centro de la Ciudad y a 12 km de la zona hotelera punta Cancún en la colonia Super Manzana 9, en el municipio de Benito Juárez en el estado de Quintana Roo (INEGI, 2022a; Figura 1).

El municipio de Benito Juárez colinda al norte con los municipios de Lázaro Cárdenas, Isla Mujeres y el Mar Caribe; al este con el Mar Caribe; al sur con el Mar Caribe y los municipios de Solidaridad y Lázaro Cárdenas y, al oeste con el municipio de Lázaro Cárdenas. El municipio ocupa el 4.68 % de la superficie del estado de Quintana Roo (INEGI, 2010).

C) SUPERFICIE

La propuesta de Área de Protección de Flora y Fauna San Buenaventura (APFF San Buenaventura) está constituida por dos polígonos que en conjunto abarcan una superficie total de 37-90-64.53 hectáreas (TREINTA Y SIETE HECTÁREAS, NOVENTA ÁREAS, SESENTA Y CUATRO PUNTO CINCUENTA Y TRES CENTIÁREAS) (Figura 2), la cual representa el 0.041 % de la superficie total del municipio, cuya extensión territorial es de 930.70 km² equivalente a 93,070 ha. (Ayuntamiento de Benito Juárez, 2022; INEGI, 2022a).

D) VÍAS DE ACCESO

No existe un acceso definido para llegar a la propuesta de APFF San Buenaventura, sin embargo, dada su cercanía con la ciudad de Cancún existen vías terrestres que permiten llegar hasta la periferia del área propuesta. El principal acceso es al norte de la propuesta de APFF San Buenaventura, por una brecha derivada de la calle Yum-Balam entre las Avenidas Nichupté y Bonampak, y el malecón Tajamar en la colonia Super Manzana 9 (IMT, 2022). También se puede acceder a la periferia que colinda con la Laguna de Nichupté en lancha (Figura 3).





<p>Propuesta de Área de Protección de Flora y Fauna San Buenaventura</p>	<p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> — Límite de la propuesta de área natural protegida — Cuerpo de agua — Calles 	<p>Fuentes de Información Cartográfica</p> <ul style="list-style-type: none"> -INEGI, 2009. Carta topográfica (F16D41b). Escala 1:20,000. -INEGI, 2020. Red Nacional de Caminos (RNC) -INEGI, 2021. Marco Geoestadístico.
	<p>Especificaciones Cartográficas</p> <ul style="list-style-type: none"> Proyección: UTM Zona: 16 Norte Datum: ITRF08 1:10,000 1 cm = 100 m 0 50 100 200 Metros 	
<p>Localización</p>		

Figura 1. Localización de la propuesta de APFF San Buenaventura, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.



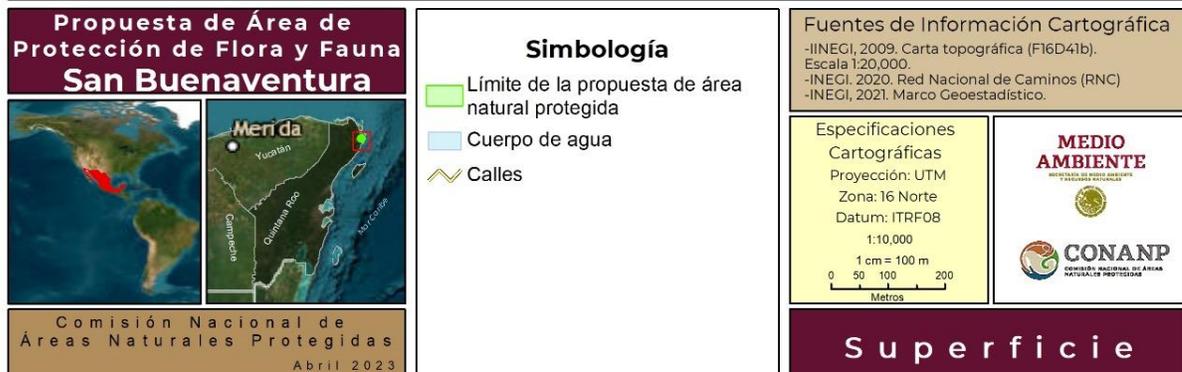


Figura 2. Superficie de la propuesta de APFF San Buenaventura, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.





E) MAPA CON LA DESCRIPCIÓN LIMÍTROFE

La propuesta de APFF San Buenaventura se ubica a 3 km del H. Ayuntamiento de Benito Juárez, siendo Cancún la Cabecera Municipal. Al norte está delimitada por la Av. Nichupté, al este con la Laguna de Nichupté, al oeste con la Av. Bonampak y al sur con el Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté.

Las coordenadas extremas donde se localiza la propuesta de APFF San Buenaventura se presentan en la Tabla 1, en una proyección UTM, zona 16 Norte (Figura 4).

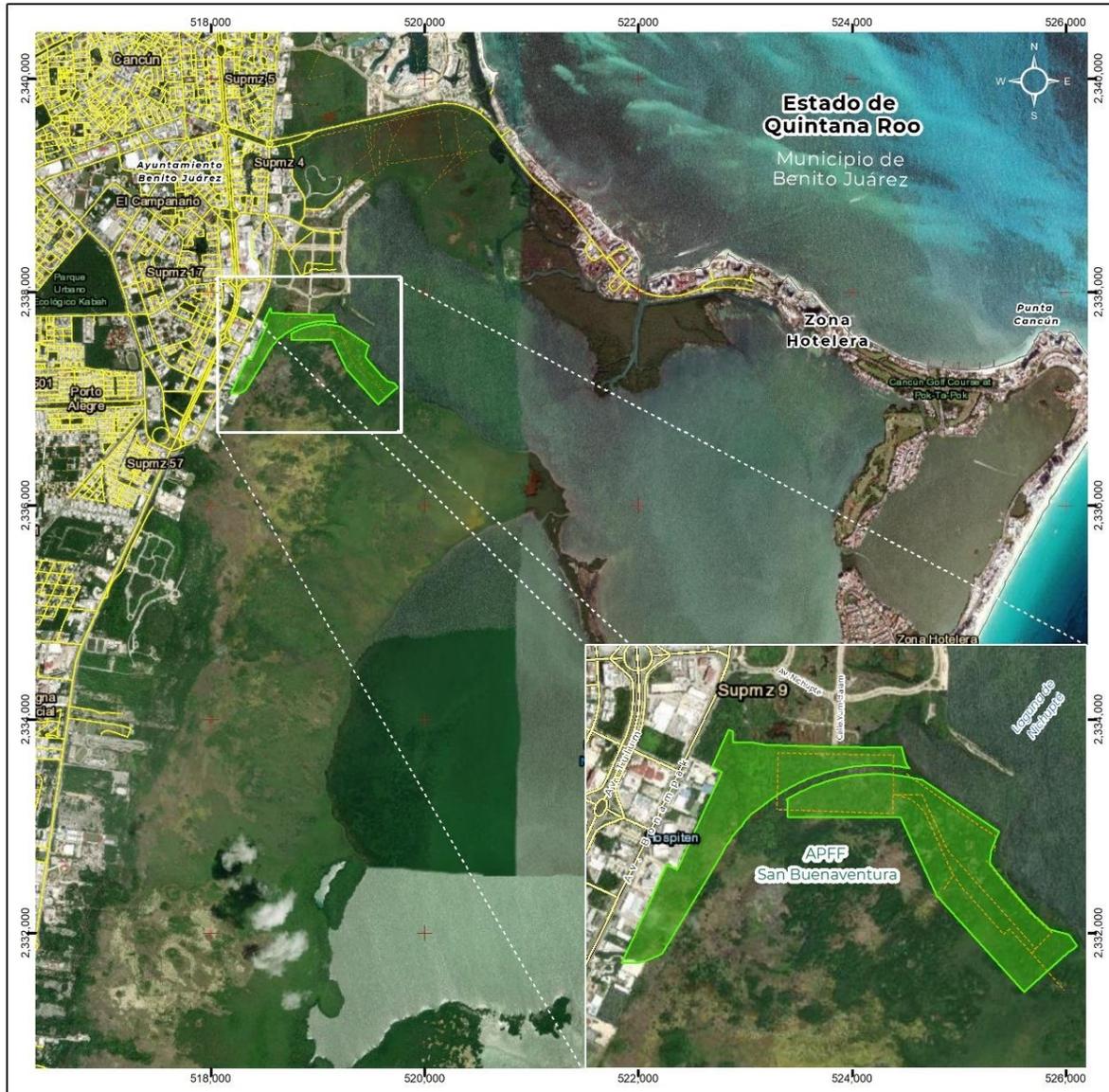
Tabla 1. Coordenadas extremas de la propuesta de APFF San Buenaventura, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo

Coordenadas extremas	X	Y
Máximas	519,746.8032	2,337,851.3669
Mínimas	518,183.2186	2,336,949.9007

F) NOMBRE DE LAS ORGANIZACIONES, INSTITUCIONES, ORGANISMOS GUBERNAMENTALES O ASOCIACIONES CIVILES PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO PREVIO JUSTIFICATIVO

El presente estudio fue elaborado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales por conducto de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SEMARNAT-CONANP) y con la colaboración del Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR).





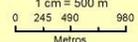
<p>Propuesta de Área de Protección de Flora y Fauna San Buenaventura</p>	<p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> Límite de la propuesta de área natural protegida Brechas Calles 	<p>Fuentes de Información Cartográfica</p> <ul style="list-style-type: none"> -INEGI, 2009. Carta topográfica (F16D41b). Escala 1:20,000. -INEGI, 2009. Carta topográfica (F16D41e). Escala 1:20,000. -INEGI, 2020. Red Nacional de Caminos (RNC) -INEGI, 2021. Marco Geoestadístico.
  <p>Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas Abril 2023</p>		<p>Especificaciones Cartográficas</p> <p>Proyección: UTM Zona: 16 Norte Datum: ITRF08 1:50,000 1 cm = 500 m</p>  <div style="text-align: right;">   </div>
<p>Vías de acceso</p>		

Figura 3. Vías de acceso a la propuesta de APFF San Buenaventura, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.





<p>Propuesta de Área de Protección de Flora y Fauna San Buenaventura</p>	<p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> Límite de la propuesta de área natural protegida Cuerpo de agua Calles ++++ Coordenadas extremas • Vértices 	<p>Fuentes de Información Cartográfica</p> <ul style="list-style-type: none"> -INEGI, 2009. Carta topográfica (F16D41b). Escala 1:20,000. -INEGI, 2020. Red Nacional de Caminos (RNC) -INEGI, 2021. Marco Geoestadístico.
<p>Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas Abril 2023</p>	<p>Especificaciones Cartográficas</p> <p>Proyección: UTM Zona: 16 Norte Datum: ITRF08 1:9,000 1 cm = 90 m</p>	<p>Descripción limítrofe</p>

Figura 4. Descripción limítrofe de la propuesta de APFF San Buenaventura, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.





II. EVALUACIÓN AMBIENTAL

A) DESCRIPCIÓN DE LOS ECOSISTEMAS, ESPECIES O FENÓMENOS NATURALES QUE SE PRETENDEN PROTEGER

La diversidad biológica de México se distribuye en un complejo mosaico en donde se reconocen tendencias geográficas relacionadas con la gran heterogeneidad del medio físico, que a su vez es producto de una variada fisiografía e intrincada historia geológica y climática. El patrón de distribución de la riqueza de especies y endemismos de cada grupo taxonómico muestra tendencias biogeográficas que se aprecian en la composición actual de comunidades bióticas y ecosistemas (Espinosa y Ocegueda, 2008). Con base en ello, el país ha sido regionalizado en provincias biogeográficas (CONABIO, 1997).

El estado de Quintana Roo se ubica en la denominada “Provincia del Petén” que se extiende desde el sureste de la Península de Yucatán hasta el Petén de Guatemala y Belice (CONABIO, 1997). En dicha provincia se presenta una precipitación pluvial de alrededor de 1 800 mm anuales que, junto con otras características geológicas, tipos de suelo y la presencia del Mar Caribe, determina que la vegetación dominante este constituida mayormente por selvas húmedas, las cuales se distinguen por una elevada densidad de especies arbóreas, temperaturas cálidas y alta humedad (Espinosa y Ocegueda, 2008; Ek, 2011; Valdez-Hernández e Islebe, 2011).

Por otro lado, en términos ecológicos, nuestro país ha sido dividido en 51 ecorregiones (la nación de Latinoamérica con el mayor número), las cuales son áreas que contienen un conjunto geográficamente distintivo de comunidades naturales que comparten la gran mayoría de sus especies, dinámicas y procesos ecológicos (Challenger y Soberón, 2008). El estado de Quintana Roo y el área de interés pertenecen a la ecorregión denominada “Selvas cálido-húmedas, planicie y lomeríos de la Península de Yucatán” (INEGI, CONABIO e INE, 2008). Esta ecorregión comprende un mosaico de selvas húmedas y otras comunidades vegetales con varios patrones estructurales y de diversidad. Las principales comunidades vegetales presentes son: selva alta perennifolia y subperennifolia, selva mediana subperennifolia y subcaducifolia, selva baja espinosa subperennifolia, selva baja caducifolia y subcaducifolia, así como palmar, manglar, sabana, vegetación de duna costera, petén y tular (CICY, 2010). Por su parte, la franja costera es una zona de transición entre el ambiente marino y el medio terrestre, por lo que su flora y su vegetación incluyen tanto especies como comunidades de plantas fanerógamas marinas, de ambientes salobres y dulceacuícolas, así como propias de los ecosistemas terrestres. Destacan, por su extensión e importancia, los manglares, los cuales alternan con las comunidades de dunas costeras (Trejo-Torres *et al.*, 1993).

El área propuesta APFF San Buenaventura forma parte de la zona de humedales más importante asociada al Sistema Lagunar Nichupté (SLN), que permite el mantenimiento y desarrollo de la dinámica ecológica lagunar y de los arrecifes aledaños que forman parte del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM) (Sánchez-Nadurille, 2018).

El principal ecosistema presente en la propuesta de APFF San Buenaventura son los manglares. Este se cataloga como un tipo de humedal costero, ya que se encuentra en las desembocaduras de ríos, lagunas costeras y esteros, con la particularidad de estar influenciado por agua salada proveniente





del mar y agua dulce proveniente del escurrimiento de las cuencas hidrológicas a través de ríos, arroyos y afluentes de agua subterránea. Estas condiciones de inundación y agua salobre han propiciado en los manglares adaptaciones muy específicas para sobrevivir en estos ambientes, donde destaca el desarrollo de raíces aéreas para un mejor anclaje en suelos húmedos, inestables y bajos en oxígeno, glándulas excretoras de sal, entre otras (Srikanth *et al.*, 2016).

Los manglares proveen una gran cantidad de servicios ecosistémicos. En primer lugar, operan como refugio para numerosas especies de fauna, terrestre y acuática, migratoria y local, entre ellas varias de importancia pesquera (Kathiresan, 2012); además, son fuente de nutrientes de una gran diversidad de organismos de diferente nivel trófico pues llegan a constituir hasta el 75 % del alimento de varios heterótrofos (Vázquez-Yáñez, *et al.*, 1999). En este sentido, la protección de la superficie que se propone establecer como APFF San Buenaventura garantizará la conservación y el equilibrio de diversos hábitats, fundamentales para la existencia de poblaciones de especies de flora y fauna nativa.

Otro de los servicios que brindan estos ecosistemas es que funcionan como estabilizadores de sedimentos en ambientes con flujos de agua tranquilos como son los que se presentan en el SLN y protegen a las áreas de tierra adentro de la acción del oleaje provocado durante el paso de huracanes y tormentas. También contribuyen al control de inundaciones, a la regulación de la calidad del agua al servir como filtro biológico, y a la captura de gases de efecto invernadero, además de que funcionan como almacenes de carbono (SEMARNAT, 2016; Sánchez-Nadurille, 2018).

Respecto a la selva baja subperennifolia, que ocupa 16.08 ha del área propuesta, esta resulta ser la vegetación característica de la Península de Yucatán. Se caracteriza por árboles bajos no mayores de 15 metros, generalmente con los troncos muy torcidos y una densidad arbórea bastante grande, que puede tolerar condiciones de inundación durante la época de lluvias (Romero-Montero y Ellis, 2016). Como los manglares, también prevén numerosos servicios ecosistémicos, destacando su función como reservorio de germoplasma.

Entre las especies representativas que se encuentran en alguna categoría de riesgo según la “Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo”, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010, y en la “Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010”, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de noviembre de 2019, así como la “Fe de erratas a la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010, publicada el 14 de noviembre de 2019”, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 04 de marzo de 2020 (NOM-059-SEMARNAT-2010), están el mangle negro (*Avicennia germinans*), el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*). Respecto a la fauna, se encuentra la iguana negra (*Ctenosaura similis*), el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*); aves, como la garza rojiza (*Egretta*





rufescens) y el loro yucateco (*Amazona xantholora*) y mamíferos como el jaguar (*Panthera onca*), el ocelote (*Leopardus pardalis*) y el tigrillo (*Leopardus wiedii*).

En cuanto a la vegetación, es importante la conservación del mangle rojo (*Rhizophora mangle*), dado que es la especie de mayor abundancia en el manglar de la propuesta de APFF San Buenaventura.

Respecto a mamíferos, resulta importante mencionar al puercoespín tropical (*Coendou mexicanus*). Su dieta, compuesta principalmente de hojas, brotes y frutos, permite que actúe como dispersor de semillas, contribuyendo a la regeneración y el equilibrio ecológico en los ecosistemas donde reside (Santos-Moreno *et al.*, 2009). Además, al ser una presa importante para depredadores como felinos y aves rapaces, su presencia indica un ecosistema saludable y equilibrado. Desafortunadamente, la especie enfrenta amenazas como la degradación y fragmentación del hábitat, la caza y el comercio ilegal (IUCN, 2020).

Asimismo, el tlacuache (*Didelphis virginiana*), es una especie de gran importancia ecológica, al desempeñar un papel clave en el control de plagas, ya que se alimenta de insectos, arañas, roedores y otras especies consideradas perjudiciales para la agricultura y la salud pública (Reid, 2006). Además, los tlacuaches actúan como dispersores de semillas, contribuyendo así a la regeneración y diversidad de la vegetación (Delciellos y Vieira, 2006). También, al ser presa de numerosos depredadores como aves rapaces y mamíferos carnívoros, su presencia es indicativa de la salud y la complejidad del ecosistema.

Además, es relevante la presencia del jaguar (*Panthera onca*), considerado una especie prioritaria para la conservación en México. Aunque probablemente no se encuentren poblaciones residentes en el polígono de la propuesta de APFF San Buenaventura, ésta forma parte de un corredor de paso hacia hábitats adyacentes, tal como el Área Natural Protegida Manglares de Nichupté, en la que hay registro de la especie.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

1.1 FISIOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

La zona donde se ubica la propuesta de APFF San Buenaventura está dentro de la provincia fisiográfica Península de Yucatán, y a su vez dentro de la subprovincia del Carso Yucateco (Figura 5).

La provincia se ubica en la porción sur este de la República Mexicana donde el terreno es predominantemente plano. En términos estrictamente fisiográficos, es una gran plataforma de rocas calcáreas emergida del fondo marino desde hace millones de años. Dentro de la propuesta de APFF San Buenaventura, la naturaleza pedregosa del suelo, altamente permeable, produce infiltraciones al subsuelo constituyendo la recarga al acuífero, el cual es la única fuente de abastecimiento de agua en la entidad (CONAGUA, 2020).

La plataforma emergida de la Península de Yucatán es una plataforma masiva de calizas horizontalmente estratificadas y subdividida en dos subprovincias o regiones fisiográficas: una planicie al norte denominada Carso Yucateco y otra región de colinas al sur que se extiende hasta el Norte de Guatemala denominada Carso y lomeríos de Campeche. Específicamente en la zona del Carso Yucateco no existe drenaje superficial, toda el agua de lluvia que no se evapora en la superficie





del terreno se infiltra a través de las dolinas y de otras aberturas que se encuentran en el terreno rocoso, el suelo se encuentra en pequeños y delgados manchones y como relleno en las fisuras de las rocas. Sin embargo, soporta una vegetación tropical muy densa compuesta de árboles altos, maleza y plantas trepadoras (CONAGUA, 2020).

Dentro de la península, en el norte y oriente del estado de Quintana Roo, predominan las planicies con suelos Leptosoles; hacia el oeste predominan planicies y mesetas kársticas escalonadas en las que se encuentran Leptosoles, Cambisoles y Luvisoles; al sur, en los límites con Campeche y Guatemala, se localizan las mayores elevaciones, encontrándose altitudes de hasta 380 m s.n.m.; al oeste, en los límites con Yucatán se presentan lomeríos bajos con hondonadas con alturas menores que 140 m s.n.m., las cuales van disminuyendo en altitud hacia la costa hasta llegar al nivel del mar, definiéndose como una planicie inundable con piso cementado y salino en la que predominan Leptosoles, Solochacks y Arenosoles en los cordones litorales.

En la Península se ha formado una extensa red cavernosa subterránea, por la que escurre el agua hacia el norte; es de destacar también la abundancia de cenotes (dolinas) y úvalas que conforman la red de drenaje subterráneo.

Topografía y geomorfología

La península de Yucatán se caracteriza por ser una planicie con piso rocoso o cementado con una altura media de 50 m s.n.m. El relieve plano se encuentra interrumpido por pequeñas colinas y numerosas hondonadas someras y sólo en el centro-sur pueden encontrarse elevaciones hasta de 350 m donde existe una pequeña cadena de lomeríos bajos que se extiende desde Maxcanú hasta Peto (Yucatán), y que se conoce como Sierrita de Ticul, sin embargo, ésta queda retirada de la propuesta de APFF San Buenaventura (aproximadamente 250 km).

Dentro de la propuesta de APFF San Buenaventura se identifica la transición de dos principales expresiones de relieve, una es el sistema kárstico denudatorio que tiene con circulación de agua superficial con disolución de los carbonatos en las depresiones; y el sistema costero formado por lagunas (Laguna de Nichupté), bocas, esteros, y canales, en este segundo es donde geomorfológicamente se ubica la zona propuesta, en esta zona la altitud es de entre uno y dos m s.n.m.; sin embargo por la cercanía a la costa desciende de forma abrupta a los "0" m s.n.m. (Figura 6).



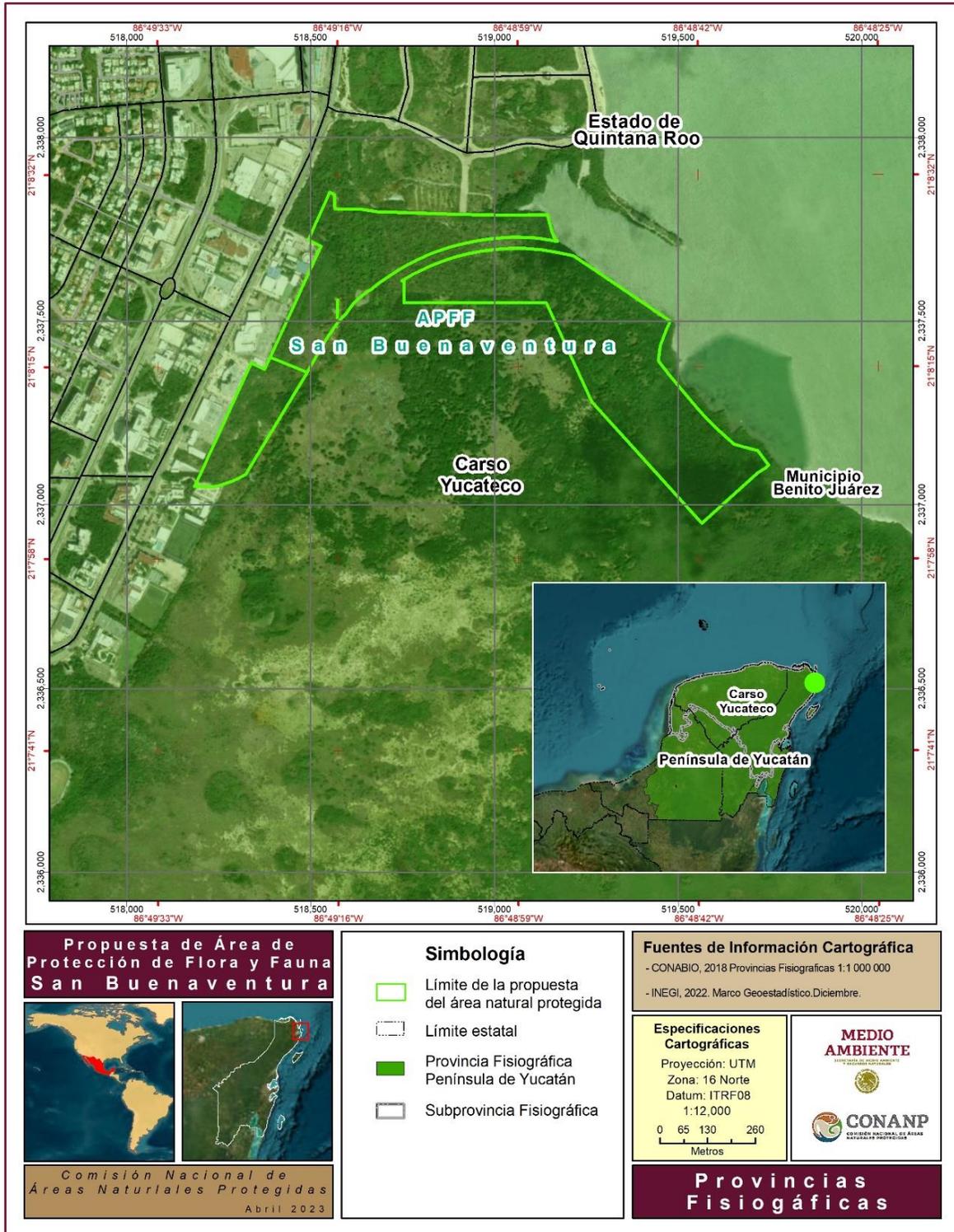


Figura 5. Fisiografía de la zona propuesta como APFF San Buenaventura, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.



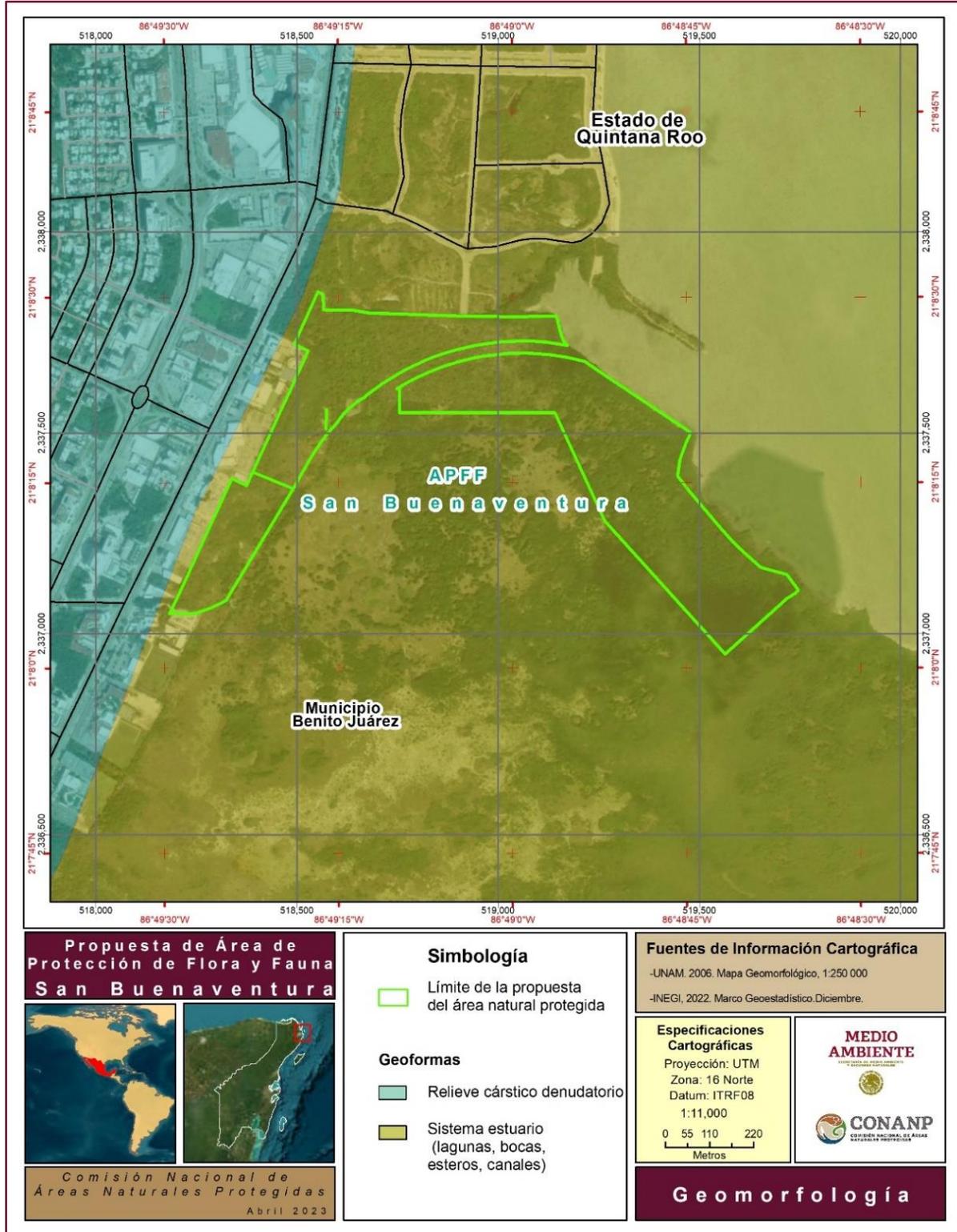


Figura 6. Geomorfología de la propuesta de APFF San Buenaventura, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.





1.2 GEOLOGÍA FÍSICA E HISTÓRICA

La zona propuesta como APFF San Buenaventura está ubicada dentro de la Plataforma de Yucatán, la cual se caracteriza por una gran planicie con lomeríos de pendiente muy suave y poca altitud. Esta comprende un paquete de rocas carbonatadas, que abarcan desde el Cretácico al Reciente. La unidad más antigua expuesta corresponde a la Formación Carrillo Puerto (Tmpl Cz-Cq), constituida por una secuencia de caliza y coquina, de edad Mioceno Plioceno que se distribuye ampliamente en la península, observándose en las porciones centro sur y centro occidental de Quintana Roo.

La propuesta de APFF San Buenaventura se ubica en la zona de transición o de contacto de dos depósitos cuaternarios que sobreyacen la unidad anterior (Tmpl Cz-Cq), estos depósitos están formados, el primero al interior por arenisca poco consolidada constituida principalmente por fragmentos de gasterópodos, pelecípodos, ostras y calcita de edad Pleistoceno (*Qpt (?) Ar*) que se observan en afloramientos aislados y paralelos a la costa del Mar Caribe, entre Cancún, Alfredo V. Bónfil e Islas Mujeres; el segundo cercano al sistema costero, está formado por depósitos palustres (*Qho pa*), formados por limo y arcilla mezclados con materia orgánica, que se observan en áreas aisladas lacustres como es el caso de la propuesta de APFF San Buenaventura en la Laguna de Nichupté (SGM, 2006; Figura 7 y Figura 8).

Geología histórica

La Península de Yucatán está constituida por sedimentos calcáreos de origen marino del periodo Terciario y Reciente; las rocas más antiguas se localizan al sur del estado de Yucatán y corresponden a rocas de la época del Paleoceno-Eoceno Indiferenciado, que se encuentran dolomitizadas, silicificadas o recristalizadas, dentro de las que se incluyen a las rocas evaporitas de la formación Icaiché, constituidas por yeso, anhidrita y halita, ricas en sulfatos y cloruro de sodio respectivamente.

El marco geológico histórico de la propuesta de APFF San Buenaventura está formado por rocas sedimentarias que fueron originadas en el Terciario y Cuaternario (Figura 8). Las rocas más antiguas son calizas cretácicas y calizas dolomitizadas, silicificadas y recristalizadas del Paleoceno. Existen sedimentos arcillosos y depósitos evaporíticos; las rocas más jóvenes afloran en áreas dispersas: coquinas, calizas y depósitos de litoral areno-arcilloso en la franja costera, material residual arcilloso y calichoso, producto de alteración, de espesor reducido donde las rocas presentan una disposición prácticamente horizontal.



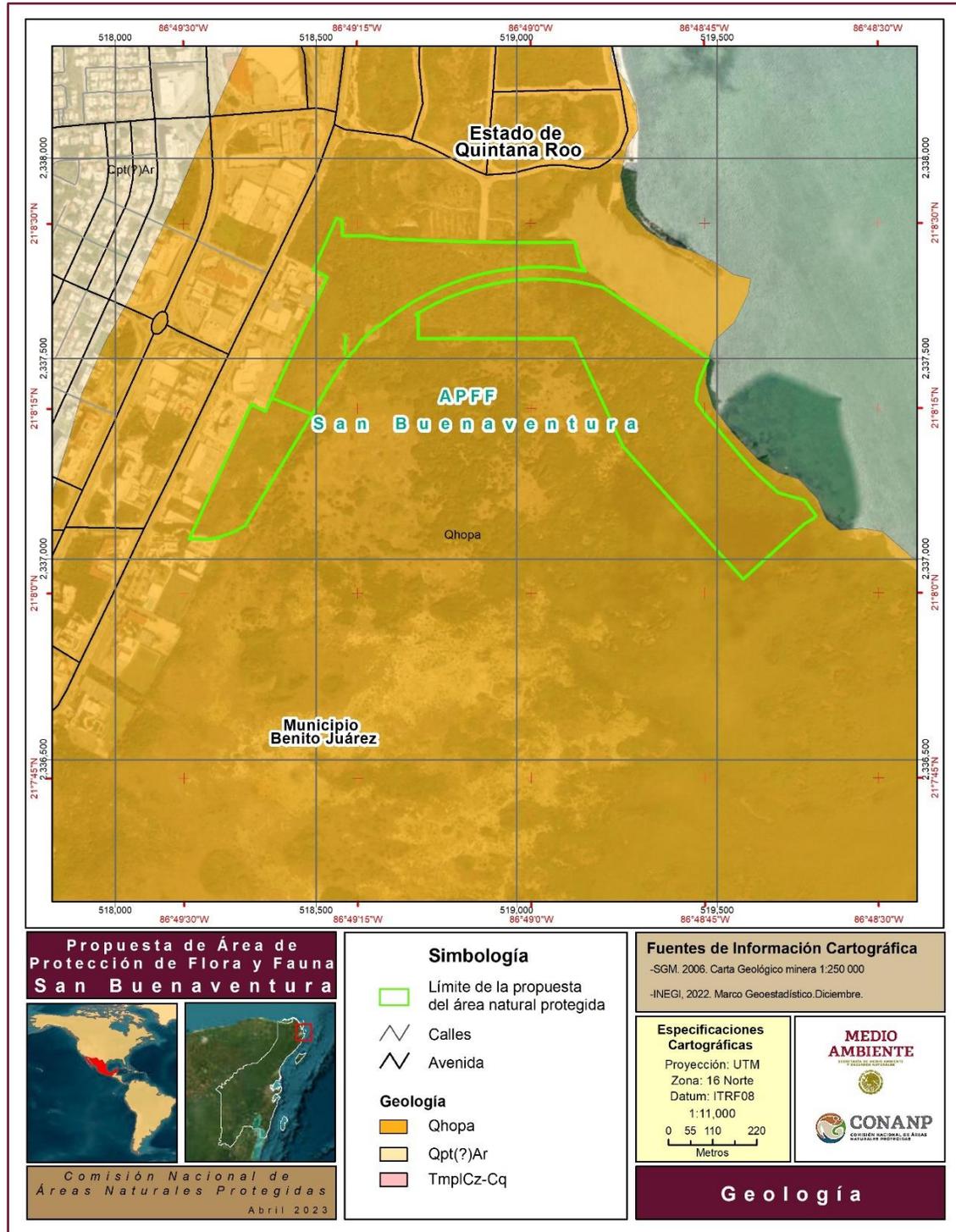


Figura 7. Geología de la zona propuesta como APFF San Buenaventura, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (Servicio Geológico Mexicano, 2006).



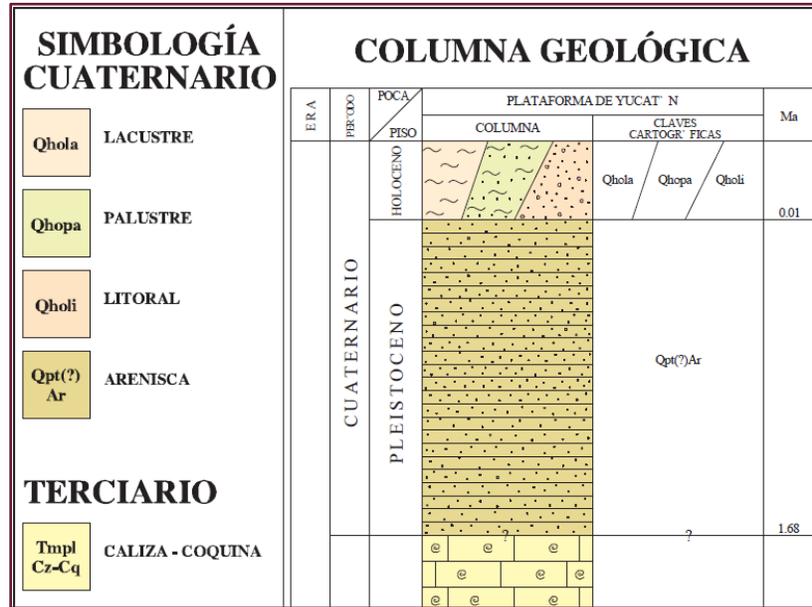


Figura 8. Columna estratigráfica de la zona propuesta como APFF San Buenaventura, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

1.3 TIPOS DE SUELOS

La zona donde se ubica la propuesta de APFF San Buenaventura es la transición de la unidad cuaternaria de suelos residuales lacustres y la plataforma calcárea, por lo que predominan suelos de tipo Solonchak con diferentes niveles de conservación ya que se encuentran rodeados de áreas urbanas e infraestructura de la localidad de Cancún que los ha degradado paulatinamente (Figura 9).

De acuerdo con la Base Referencial del Recurso Suelo (WRB, 2022), el único tipo de suelo presente en la propuesta de APFF San Buenaventura es:

- Solonchak:** Son suelos que ocupan el 100% del área, tienen una alta concentración de sales solubles en algún momento del año principalmente en áreas donde el agua freática ascendente alcanza la parte superior del suelo o donde está presente algo de agua superficial, con vegetación de pastos y/o hierbas halófilas como las zonas costeras, y en zonas de riego manejado inadecuadamente. La excesiva acumulación de sales afecta el crecimiento de las plantas en los Solonchak ya que las sales agravan el estrés hídrico porque los electrolitos disueltos crean un potencial osmótico que afecta la absorción de agua por las plantas. Dentro de la zona del proyecto en áreas deprimidas con un manto freático somero, la acumulación de sales es más fuerte en la superficie del suelo.

Aledaño a la propuesta de APFF San Buenaventura, los suelos son delgados y pedregosos (sobre todo aquellos de tipo leptosol), aunados a la densa karsticidad y las fallas que conforman una zona muy susceptible a colapsos y procesos erosivos, lo que restringe el uso potencial del suelo; sin embargo,





han sido paulatinamente antropizados, principalmente por el turismo de cenotes, cavernas y el senderismo, así como por los desarrollos inmobiliarios.

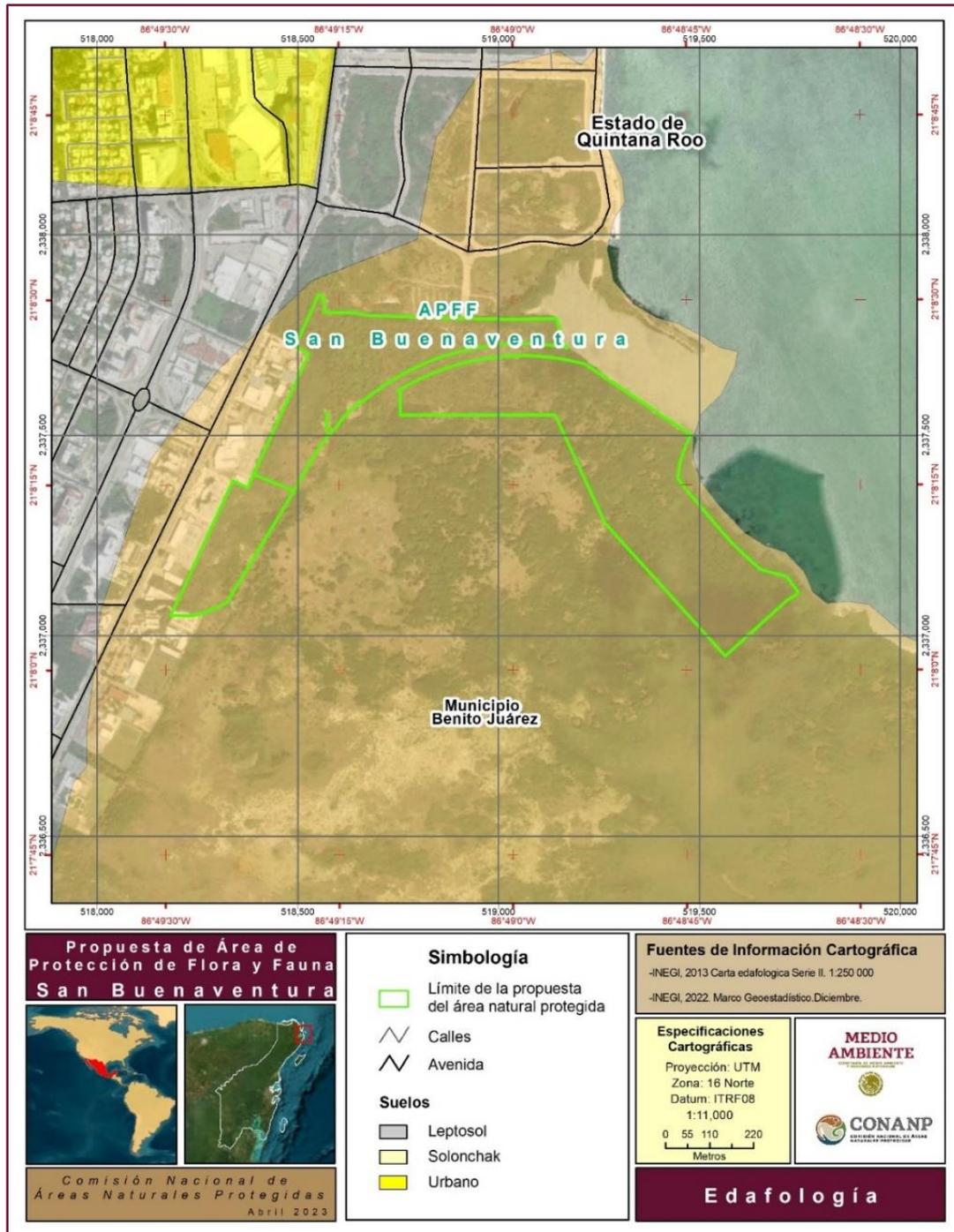


Figura 9. Edafología de la zona propuesta de APFF San Buenaventura, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (INEGI, 2013).





1.4 HIDROLOGÍA

La zona propuesta como APFF San Buenaventura se ubica en la región hidrológica Yucatán Norte (32), perteneciente al Organismo de Cuenca Península de Yucatán, la cual abarca los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo; esta región no cuenta con corrientes superficiales importantes, ya que se encuentra constituida por un terreno kárstico que permite que la mayor parte de la lluvia se infiltre al subsuelo por la permeabilidad que caracteriza al terreno (Figura 10).

Debido a su configuración geológica, al infiltrarse el agua de lluvia forma cauces subterráneos y como la pendiente es muy suave, no hay afloramientos y sus movimientos son lentos. El agua subterránea forma todo un sistema de estructuras, tipificadas por los cenotes, dolinas, aguadas y lagunas pequeñas. Los cenotes se forman por la acción disolvente del agua en la superficie calcárea, las dolinas como producto de la disolución subterránea de las calizas cuyos techos llegan a colapsarse y la aguada por la acumulación de agua de lluvia en depresiones impermeables (CONACYT-CONAGUA, 2012).

El estado de Quintana Roo posee un sistema lagunar de 51 lagunas, siendo las más importantes la de Bacalar con 50 km de longitud, Chichancanab y el Sistema Lagunar Nichupté con 12 km, colindante a esta última en el extremo norte se ubica la propuesta de APFF San Buenaventura.

La Laguna de Nichupté está conectada con el mar Caribe a través los canales Sigfrido y Nizuc. En ella desembocan aguas subterráneas y conforman un complejo interactivo de lagunas costeras, manglares, marismas, hábitat de aguas de baja salinidad y zonas ribereñas interconectadas por canales y que en general son receptoras de materiales, sólidos disueltos, partículas y una infinidad de recursos provenientes de tierra adentro.

Actualmente la Laguna de Nichupté presenta un problema de contaminación por el crecimiento explosivo del turismo y de la zona urbana en el centro turístico de Cancún. El deterioro del complejo lagunar debido a la contaminación por aguas residuales, a los daños ocasionados por huracanes y a los cambios morfológicos de origen antropogénico, se ha convertido en una preocupación de las autoridades y de la industria turística (Romero-Sierra, 2018).

Hidrología subterránea

El acuífero de la Península de Yucatán (3105) es la mayor reserva de agua en México, con una recarga media anual de 21 mil 813.4 hm³ (CONAGUA, 2020). Se extraen aproximadamente mil 300 hm³/año, volumen que se distribuye de la siguiente manera: cerca de 819 hm³/año se destinan a la actividad agropecuaria, a los núcleos de población y uso doméstico, suministrando anualmente un poco más de 402 millones de m³; por su parte poco más de 79 hm³ son utilizados cada año en las instalaciones industriales y de servicios. En la distribución por estado, en Yucatán se extrae del orden de los 758 hm³/año, lo que representa un 58 % del volumen total, seguido por Campeche con 323 hm³/año, equivalente a un 25%, y el estado de Quintana Roo, con aproximadamente 219 m³ que representan el 17% (CONAGUA, 2020).

La recarga total media anual que recibe el acuífero, corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero, su valor es de 21 mil 813.4 hm³/año, todos ellos son de recarga natural; el volumen de extracción de aguas subterráneas es de cuatro millones 884 mil 273.500 m³ anuales.





Figura 10. Hidrología de la zona propuesta como APFF San Buenaventura, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (INEGI, 2013).





1.5 FACTORES CLIMÁTICOS

Con base en la clasificación climática de Köppen, modificada por Enriqueta-García (García-CONABIO, 2008), la propuesta de APFF San Buenaventura se ubica en una zona con clima tipo Aw0 (x') (Figura 11), este corresponde a un clima cálido subhúmedo, presenta un régimen de lluvias en verano con un porcentaje de lluvia invernal de entre 5 % y 10.2 %, y una precipitación del mes más seco por debajo de los 60 mm; el total anual de las lluvias oscila entre los 1 000 y 1 300 mm. Para este clima se estima una temperatura media anual de 22 °C y la del mes más frío es de 18 °C.

Para llevar a cabo un análisis de las variables meteorológicas de la propuesta de APFF San Buenaventura se consultaron los datos de precipitación y temperatura de la estación Cancún de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en el periodo de 1950 a 2010. En los datos se muestra que de septiembre a noviembre se encuentra la época con más lluvia, siendo octubre el más lluvioso con 271.9 mm, y de febrero a abril la época seca alcanzando hasta los 41.2 mm en abril, la precipitación total anual es de 1300.2 mm; la temperatura de todos los meses está por arriba de los 20 °C, y la variabilidad térmica en todos los meses es apenas de 5 °C, siendo agosto el mes más caluroso con 29.7 °C y enero el mes más frío con 24.1 °C, la temperatura media anual es de 27.2 °C (Tabla 2 y Figura 12).



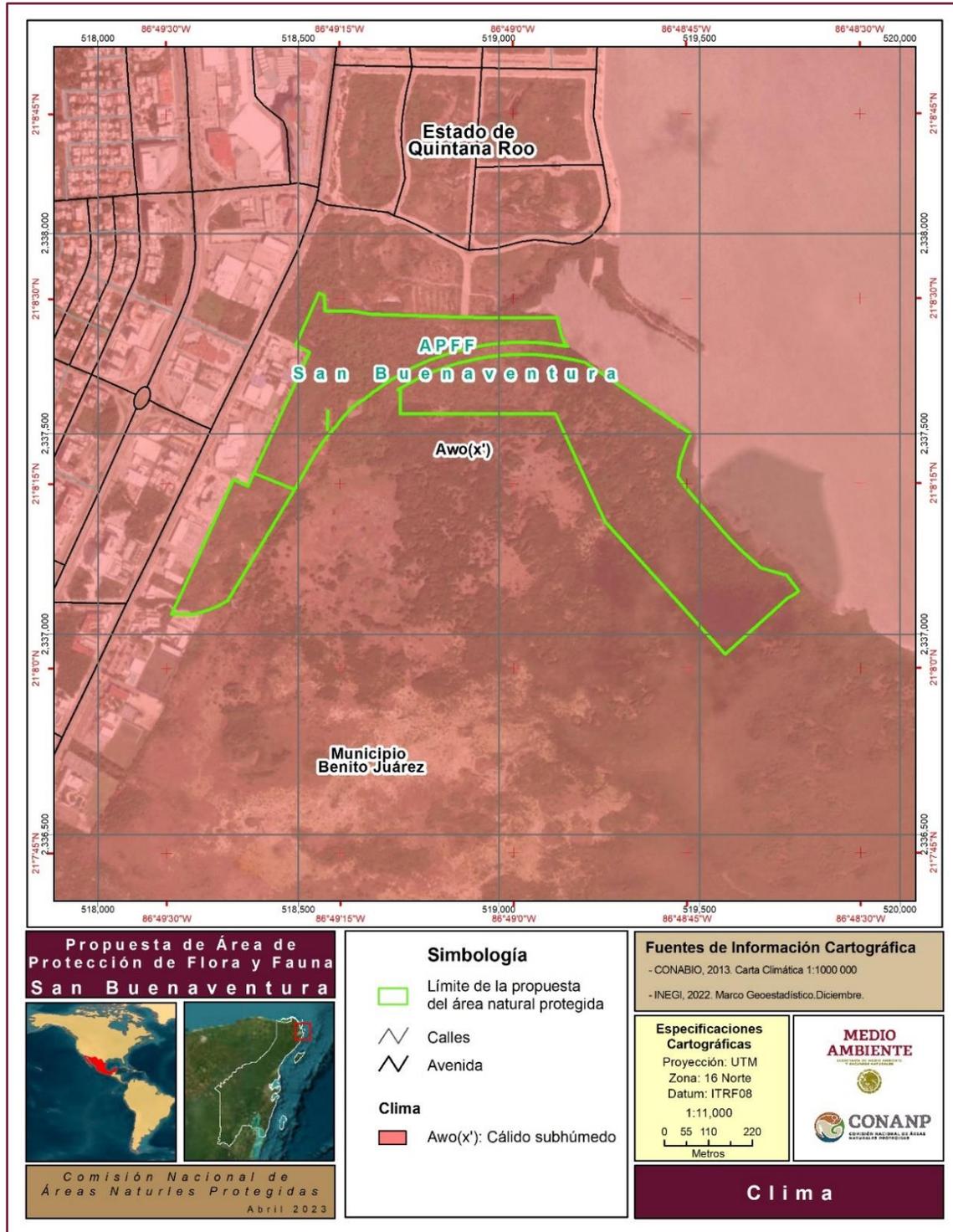


Figura 11. Clima de la propuesta de APFF San Buenaventura, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (INEGI, 2008).





Tabla 2. Variables climáticas de precipitación y temperatura en la estación Cancún.

ESTACION: #23155 Cancún Latitud: 21°09'24" N, Longitud: 086°49'13" W. 9 m s.n.m. Periodo 1951- 2010													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Temp. máxima °C	28.3	29.4	30.7	32.2	33.5	33.7	34.3	34.8	33.7	31.6	29.8	28.6	31.7
Temp. Media °C	24.1	24.8	25.8	27.4	28.7	29.2	29.5	29.7	29	27.5	25.9	24.5	27.2
Temp. Mínima °C	19.8	20.3	21	22.6	23.9	24.7	24.8	24.6	24.3	23.3	21.9	20.5	22.6
Precipitación mm	104.6	49.5	44.1	41.2	86.9	138.3	77.9	87.5	181.9	271.9	130.3	86.1	1300.20

Fuente: CONAGUA, 2023

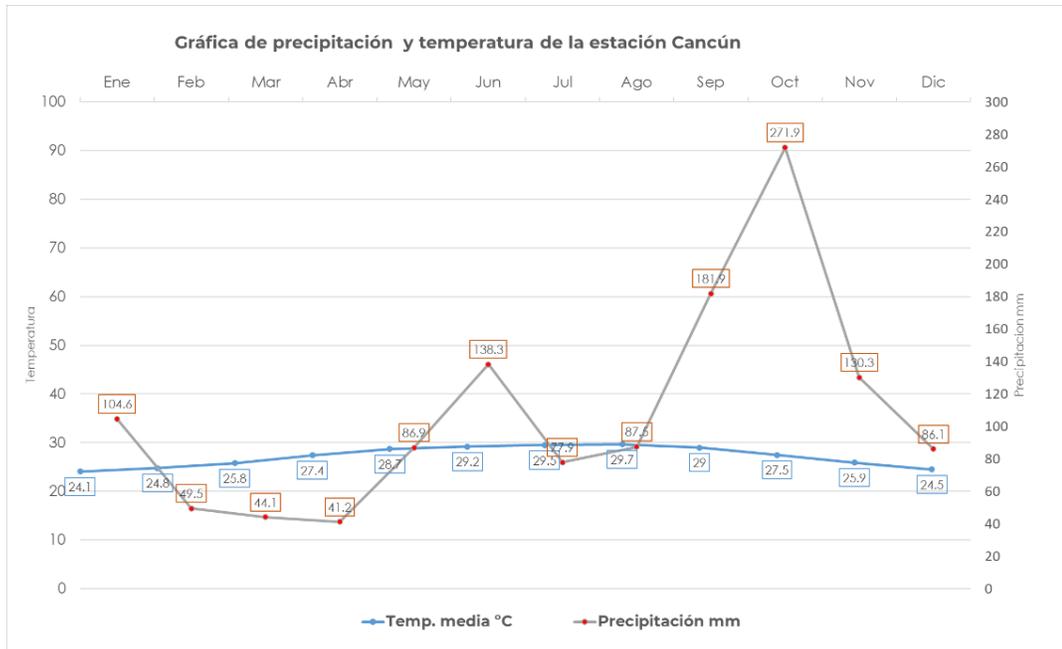


Figura 12. Diagrama ombrotérmico estación Cancún.

Los principales fenómenos meteorológicos que afectan año tras año a la Península de Yucatán están relacionados con la época: en el verano e invierno se observan los nortes o frentes fríos; y en los meses de abril y mayo se presenta un período relativamente seco. A partir del mes de mayo y hasta octubre, la situación meteorológica en la entidad se ve fuertemente influenciada por la presencia de ondas tropicales cuyo potencial de humedad es importante, se presenta entonces la temporada anual de lluvias, que son del tipo tropical.

Por su ubicación geográfica, la región se ve amenazada por ciclones tropicales durante la temporada comprendida de mayo a noviembre, originados generalmente al este del Mar Caribe en el Océano Atlántico, y que viajan hacia el oeste rumbo al Golfo de México, la Florida, la costa del este de los Estados Unidos de América o se disipan al llegar a las frías aguas del Atlántico norte. La mayor parte de estos fenómenos generados en esta zona, adquieren grandes magnitudes debido a que se desplazan grandes distancias sobre las cálidas aguas del Atlántico tropical, que entre otros factores alimentan de energía a dichos fenómenos y sus efectos suelen ser devastadores para las zonas que





son alcanzadas. En los últimos años el estado de Quintana Roo se ha visto expuesto a estos eventos que han causado inundaciones y fuertes vientos. En la Tabla 3 se muestra el registro histórico de los ciclones que han afectado la entidad y que en menor o mayor grado han afectado la propuesta de APFF San Buenaventura.

Tabla 3. Registro histórico de ciclones en la entidad y la zona del proyecto

Año	Huracán	Lugar entrada a tierra	Etapas y categoría	Periodo	Vientos máximos (KM/HR)
1995	Roxane	Tulum	Huracán categoría 3	7 al 21 de octubre	185
1996	Dolly	Felipe Carrillo Puerto	Huracán categoría 1	19 al 25 de agosto	125
2000	Keith	La Unión	Huracán categoría 1	28 de septiembre al 6 de octubre	140
2005	Emily	Cozumel y Playa del Carmen	Huracán categoría 5	10 al 21 de Julio	269
2005	Wilma	Cozumel y Puerto Morelos	Huracán categoría 5	15 al 28 de octubre	324
2007	Dean	Mahahual	Huracán categoría 5	13 al 23 de agosto	270
2008	Arthur	Suroeste de Chetumal	Huracán categoría 2	31 de mayo a 2 de junio	160
2008	Dolly	Cozumel y Cancún	Huracán categoría 2	20 al 24 de Julio	160
2010	Karl	Al norte del poblado de Calderitas	Huracán categoría 3	14 al 18 de septiembre	195
2011	Rina	Felipe Carrillo Puerto, Cozumel, Isla Mujeres y Benito Juárez	Huracán categoría 2	23 al 28 de octubre	174
2011	Harvey	Othón P. Blanco y Bacalar	Tormenta Tropical	19 al 22 de agosto	91
2011	Don	Benito Juárez	Tormenta Tropical	27 al 30 de Julio	83
2012	Ernesto	Othón P. Blanco y Bacalar	Huracán categoría 1	1 al 10 de agosto	140
2014	Hanna	José María Morelos	Tormenta tropical	22 al 28 de octubre	64
2016	Colin	Isla Mujeres, Cozumel, Solidaridad, B. Juárez, Cárdenas, Puerto Morelos	Tormenta tropical	Del 05 al 07 de junio	83
2016	Earl	Othón P. Blanco	huracán categoría 1	Del 02 al 06 de agosto	120
2017	Harvey	Felipe C. Puerto, Othón P. Blanco, Tulum, José M. Morelos, Bacalar.	Huracán categoría 4	Del 17 de agosto al 01 de septiembre	213
2017	Nate	Cozumel, B. Juárez, P. Morelos, I. Mujeres, L. Cárdenas, Solidaridad, Tulum	Huracán categoría 1	Del 04 al 09 de octubre	148
2017	Franklin	Tulum, Felipe C. Puerto, José María Morelos, Bacalar, Othón P. Blanco	Huracán categoría 1	Del 07 al 10 de agosto	138

Fuente: COEPROC, s/f.





CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

La ubicación geográfica de Quintana Roo en el neotrópico húmedo de Mesoamérica, favorece uno de sus rasgos más característicos, que es la predominancia de uno de los ecosistemas con mayor biodiversidad en el país, las selvas tropicales, propias de la Provincia del Petén a la cual pertenece. Las selvas tropicales abarcan una parte de la propuesta de APFF San Buenaventura, junto con el manglar, que es el tipo de vegetación predominante (CONABIO, 1997; Ek, 2011).

En la propuesta de APFF San Buenaventura habita alrededor del 14 % de la biodiversidad reportada para el estado de Quintana Roo. Destaca la riqueza de sus anfibios y avifauna, con alrededor del 41 % y 29 % de la diversidad estatal, respectivamente (Pozo *et al.*, 2011).

Actualmente, en la propuesta de APFF San Buenaventura se registran 476 especies nativas de flora y fauna, entre las cuales 45 están incluidas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 29 son endémicas (Tabla 4). El total de especies reportado no incluye a 13 especies exóticas y exóticas-invasoras registradas hasta el momento en la propuesta de APFF San Buenaventura.

Tabla 4. Número de especies registradas en la propuesta de APFF San Buenaventura, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo

Grupo biológico	Número de especies			
	Quintana Roo (Pozo <i>et al.</i> , 2011)	APFF San Buenaventura ²	Endémicas	En categoría de riesgo ³
Plantas vasculares	1 700	267 (16 %)	18	11
Invertebrados ¹	1 073	15 (1 %)	1	1
Anfibios	22	9 (41 %)	0	2
Reptiles	106	18 (17 %)	3	6
Aves	483	141 (29 %)	4	19
Mamíferos	114	26 (23 %)	3	6
Total	3,498	476 (14 %)	29	45

¹Sólo incluye arañas, escarabajos, abejas, mariposas diurnas y nocturnas, libélulas y cacerolas de mar. ²El número entre paréntesis indica la representatividad, expresada en porcentaje, del grupo biológico respecto a la riqueza estatal de especies.

³Las categorías de riesgo se presentan conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La integración de la lista de especies (Anexo B), así como la descripción de los tipos de vegetación y grupos taxonómicos, es resultado del análisis y sistematización de información científica obtenida en campo, en publicaciones científicas y en bases de datos como el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y en el Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Para asegurar la calidad de la información se realizó un procedimiento de validación nomenclatural y biogeográfica con fuentes de información especializada. En el Anexo B.1 se integra la lista de especies e infraespecies aceptadas y válidas conforme a los sistemas de clasificación y catálogos de autoridades taxonómicas correspondientes a cada grupo taxonómico. En el Anexo B.2 se enlistan las especies con categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 presentes en la propuesta de APFF San Buenaventura.

En el caso de los endemismos, la distribución de aquellas especies indicadas como endémicas a la Provincia Biótica Península de Yucatán comprende los estados mexicanos de Campeche, Quintana





Roo y Yucatán, así como los departamentos de Belice, Corozal y Orange Walk en Belice y el departamento del Petén en Guatemala (Miranda, 1958; Carnevali et al., 2010).

2.1 TIPOS DE VEGETACIÓN

Un rasgo característico de Quintana Roo es su exuberante vegetación neotropical. La diversidad de las comunidades vegetales depende de la topografía, el suelo y el clima. El estado de Quintana Roo pertenece a la región fitogeográfica de la Península de Yucatán, y el tipo de ecosistema principal es la selva tropical húmeda con dominancia de especies arbóreas, temperaturas cálidas y alta humedad (Valdez-Hernández e Islebe, 2011; Ek, 2011).

Las selvas están formadas por vegetación arbórea de origen tropical y reúnen un gran número de especies vegetales, muchas de ellas presentan contrafuertes o aletones, poseen bejucos, lianas y plantas epífitas. Las selvas se clasifican por su altura y por la caducidad de sus hojas en época de secas y, en segundo término, por su composición vegetal, ya que es muy compleja. En Quintana Roo predomina la selva mediana subperennifolia donde se insertan el resto de las comunidades vegetales. En menor proporción existen el tular-sibal, el popal, tasistal y la sabana. Cabe señalar que, como resultado de las actividades humanas, se han formado selvas secundarias que, al igual que los pastizales o palmares inducidos, no se consideran tipos de vegetación. Además, los suelos son drenados, excepto en áreas cercanas a la costa, donde es escaso o nulo, lo que favorece la formación de humedales, ecosistemas cuyos suelos se encuentran inundados de agua dulce o salada, de los cuales, los más representativos son los que están ocupados por manglares en extensas áreas costeras (Ek, 2011).

METODOLOGÍA

a) Uso de suelo y vegetación

Para la obtención de la cobertura del uso de suelo y vegetación para la propuesta de APFF San Buenaventura se realizaron procesos de fotogrametría, fotointerpretación, análisis geoespacial y trabajo de campo en acompañamiento de especialistas.

El proceso se realizó conforme a lo siguiente:

INSUMOS

- Polígono del área de estudio.
- Imagen multiespectral de alta resolución SENTINEL-2 del *Programa Copernicus*, el cual forma parte del Programa de Observación de la Tierra de la Agencia Espacial Europea (ESA), resolución de 10 metros con 13 bandas.
- Imágenes de dron tipo cenital para la generación de un ortomosaico, promedio de altura del vuelo de 50 metros, resolución 2-5 cm/píxel, con un traslape de 50%.
- Imágenes de dron, tipo oblicuas, para perspectiva y contexto del sitio de interés.
- Imágenes de terreno para los tipos de vegetación a nivel de especie.
- Archivo vectorial del conjunto de puntos de paso (*tracks*) realizado en las jornadas de identificación y trabajo de campo.
- Vídeos aéreos tomados con el dron a diferentes alturas en calidad 4k.
- Clasificación de Uso del suelo y Vegetación Serie VII del INEGI, escala 1: 250,000, como línea base.





- Archivos vectoriales de referencia, tales como datos topográficos en diversas escalas dependiendo de la zona de trabajo, red nacional de caminos, cuerpos de agua, escurrimientos perennes e intermitentes, entre otros.
- Imágenes multitemporales del visualizador Google Earth.

ANÁLISIS Y PROCEDIMIENTOS

1. Identificación y trabajo de gabinete.

Para la identificación del uso de suelo y vegetación de la propuesta de APFF San Buenaventura, se utilizó el conjunto de datos vectoriales de la carta USV serie VII de INEGI, con lo cual se elaboraron mapas de trabajo de campo incorporando la imagen de satélite Sentinel-2 en falso color (bandas 8, 4, 3) y color natural (bandas 4, 3, 2). Posteriormente, se propuso un recorrido para el caminamiento de transectos con el objetivo de verificar en campo esta identificación de coberturas vegetales.

Tomando en cuenta que algunos sitios pudieran resultar inaccesibles, se consideró el uso de drones y, por lo tanto, se diseñó un plan de vuelo basado en el área de estudio, con los parámetros y configuraciones apropiadas para la identificación de la cobertura vegetal a través de la elaboración de un ortomosaico.

2. Trabajo de campo.

Para la verificación de los tipos de vegetación presentes en el área de interés se realizaron recorridos en campo, los cuales fueron georreferenciados mediante aplicaciones específicas. Los transectos se recorrieron con el acompañamiento de especialistas en vegetación y guías locales para la identificación de las comunidades vegetales y su composición florística.

En aquellos sitios donde la accesibilidad era poca o nula, se utilizaron drones realizando vuelos oblicuos para fotografía y videos de contexto y doseles para la comprensión de las características generales del territorio, esto permitió contar con registros para el análisis en gabinete de la composición de la vegetación. De manera complementaria, se implementaron los métodos de fotogrametría con dron, así como fotos y videos del terreno, y de los sitios de muestreo.

3. Procesamiento de la información de campo y análisis de percepción remota multiespectral y comparativa con los insumos.

Para el uso de las imágenes satelitales se aplicó un re-muestreo en la resolución espacial, homogenizando las diferentes resoluciones de las 13 bandas a 10 m. Con base en lo anterior, se realizaron diversas composiciones de bandas multiespectrales para poder identificar y delimitar a una escala adecuada, en función del vigor, textura, patrones de la cobertura vegetal y realce de diversas coberturas, como los cuerpos de agua, los caminos, las escorrentías y la infraestructura. Se procesaron imágenes satelitales SENTINEL-2 correspondiendo a escenas de primer trimestre del año actual, cuyas características se describen en la siguiente tabla (Tabla 5).





Tabla 5. Características de SENTINEL-2.

Banda	Resolución espacial (m)	Longitud de onda (nm)	Descripción
B1	60	443 ultra azul	Costa y aerosol
B2	10	490	Azul
B3	10	560	Verde
B4	10	665	Rojo
B5	20	705	Visible e Infrarrojo Cercano (VNIR)
B6	20	740	
B7	20	783	
B8	10	842	
B8a	20	865	
B9	60	940	Onda Corta Infrarroja (SWIR)
B10	60	1375	
B11	20	1610	
B12	20	2190	

Fuente: Copernicus, 2023.

La foto-interpretación del mosaico de imágenes de dron coadyuvó en el reconocimiento de patrones de vegetación, asimismo, el caminamiento georreferenciado (*tracks*), en conjunto con la identificación de las comunidades vegetales y en asociación con la fotointerpretación, permitió identificar las particularidades de la vegetación del sitio, extrapolando los tipos de vegetación con las texturas y patrones, tales como color, composición estructural de la cobertura vegetal y tonalidades. Para casos particulares se utilizaron vectores de referencia para complementar el análisis y la definición de conjuntos de estructuras de vegetación y uso de suelo.

Es importante mencionar que el trazo a partir de la foto interpretación siempre fue apegado a una escala base con relación a la unidad mínima cartografiable definida por el analista y con relación a los diversos análisis comparativos de los insumos. La escala dependió de la calidad del material base y la extensión territorial de la propuesta de APFF San Buenaventura.

4. Validación por el grupo técnico especialista.

A partir del trabajo de campo y del procesamiento y análisis de la información, se generó una capa vectorial resultante de la foto-interpretación, la cual fue etiquetada conforme a la clasificación del uso del suelo y vegetación del INEGI y ajustada conforme a la clasificación de Miranda y Hernández-X (1963). Para validar esta información, se corroboró con investigadores del Herbario Nacional (MEXU). Una vez validada la información por expertos, mediante un sistema de información geográfica se elaboró el mapa de uso del suelo y vegetación, y el cálculo de las superficies finales para cada tipo de vegetación.

b) Descripción de los tipos de vegetación

Para la caracterización de los tipos de vegetación se realizaron transectos de evaluación en campo, los cuales fueron registrados en *tracks* georreferenciados utilizando la aplicación Android *SW Maps*. En cada transecto se observaron y registraron las características fisonómicas, de estructura y desarrollo de la vegetación; asimismo, se identificaron las especies vegetales presentes y dominantes. El trabajo





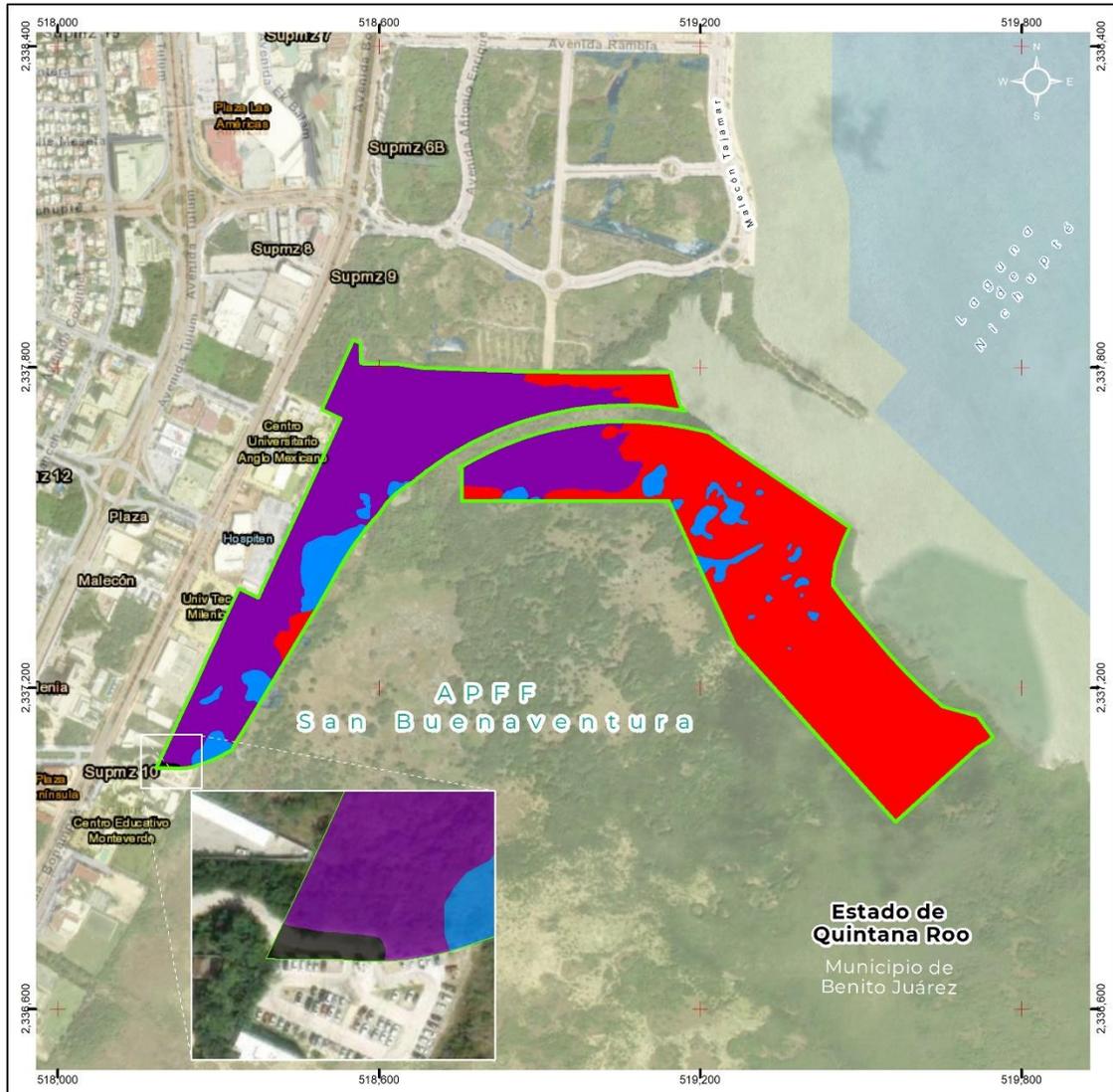
de campo se realizó en colaboración con investigadores del Herbario Nacional (MEXU) de la Universidad Nacional Autónoma de México. Los datos primarios obtenidos en campo se procesaron para determinar y describir los tipos de vegetación conforme a la clasificación establecida por Miranda y Hernández-X (1963) para la vegetación de México. Se describieron algunas condiciones ecológicas, la fisonomía y la composición florística dominante por cada tipo de vegetación.

Conforme a lo anterior, en la propuesta de APFF San Buenaventura se presentan los siguientes tipos de vegetación: 1) manglar y 2) selva baja subperennifolia (Tabla 6 y Figura 13).

Tabla 6. Superficie de los tipos de vegetación y uso de suelo en la propuesta de APFF San Buenaventura, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

No	Uso de Suelo y Vegetación	Superficie (Ha)	% respecto al ANP
1	Manglar	18.95	50.00
2	Selva baja subperennifolia	16.08	42.43
3	Zona inundable	2.83	7.47
4	Camino	0.04	0.10
Total		37.9	100





Propuesta de Área de Protección de Flora y Fauna San Buenaventura



Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
Abril 2023

Simbología

- Límite de la propuesta de área natural protegida
- Uso de Suelo y Vegetación**
- Manglar
- Selva baja subperennifolia
- Zona inundable
- Camino

Fuentes de Información Cartográfica
INEGI, 2021, Marco Geoestadístico.
CONANP-Herbario Nacional de México, Instituto de Biología UNAM, 2023. Información obtenida mediante recorridos en campo del 11 de marzo al 05 de abril de 2023.
Ortomosaicos obtenidos apartir de sobrevuelos con Drones elaboración propia.

Especificaciones

Cartográficas
Proyección: UTM
Zona: 16 Norte
Datum: ITRF08
1:10,000
1 cm = 100 m
0 50 100 200
Metros



Uso de suelo y vegetación

Figura 13. Mapa de Uso de Suelo y Vegetación de la propuesta de APFF San Buenaventura, Benito Juárez, Quintana Roo





Manglar

Este tipo de vegetación es la de mayor cobertura de la propuesta de APFF San Buenaventura, con el 50 % de la superficie, equivalente a 18.95 ha. Se desarrolla en superficies permanentes o estacionalmente inundables con especies vegetales adaptadas a estas condiciones.

El manglar es un tipo de vegetación dominado por especies vegetales arbóreas o arbustivas denominadas mangles. Se cataloga como un tipo de humedal costero, ya que se encuentra en las desembocaduras de ríos, lagunas costeras y esteros, con la particularidad de estar influenciado por agua salada proveniente del mar y agua dulce proveniente del escurrimiento de las cuencas hidrológicas a través de ríos, arroyos y afluentes de agua subterránea. Estas condiciones de inundación y agua salobre han propiciado en los mangles adaptaciones muy específicas para sobrevivir en estos ambientes. Las zonas donde se distribuye este tipo de vegetación corresponden a suelos fangosos que se ubican en orillas bajas y en pequeñas hondonadas donde existe un drenaje poco eficiente. La distribución del manglar en México está regida principalmente por la temperatura, pues esta comunidad sólo prospera en zonas cálidas.

El manglar que se desarrolla al interior de la propuesta de APFF San Buenaventura (Figura 14 y Figura 15) presenta una altura promedio de 10 m. Esta comunidad es densa y está conformada por cuatro especies: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle negro (*Avicennia germinans*); sin embargo, las dos primeras se presentan de forma dominante.

Este ecosistema es relevante dado que, al tratarse de un manglar en buen estado de conservación, provee de servicios ecosistémicos como el control de inundaciones, protección contra huracanes, fuente de nutrientes para ecosistemas vecinos como pastos marinos y arrecifes de coral, captura de gases de efecto invernadero, almacenes de carbono y hábitat refugio para diferentes especies. Además, las cuatro especies que lo conforman se encuentran en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, este ecosistema mantiene conectividad con el APFF Manglares de Nichupté, lo que es importante para el mantenimiento de la movilidad, refugio e intercambio genético de las especies que allí habitan, así como del paso de felinos como el jaguar (*Panthera onca*), el ocelote (*Leopardus pardalis*) y el tigrillo (*Leopardus wiedii*).



Figura 14. Manglar en la propuesta de APFF San Buenaventura, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo





Figura 15. Vista panorámica del manglar en la propuesta de APFF San Buenaventura, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo

Selva baja subperennifolia

Este tipo de vegetación se presenta en menor proporción respecto al total de la superficie de la propuesta de APFF San Buenaventura, ya que representa el 42.43 %, equivalente a 16.08 ha. Esta selva se desarrolla en suelos profundos con drenaje deficiente, de tal manera que se pueden inundar en época de lluvias y está relacionada con hondonadas. Generalmente se presentan árboles bajos y la composición florística está determinada por el factor edáfico, con especies tolerantes a inundaciones. En la propuesta de APFF San Buenaventura, la selva se encuentra en buen estado de conservación, desarrollada sobre suelo arenoso. Los árboles tienen una altura promedio de 8 a 10 m y las especies dominantes son *Metopium brownei*, *Manilkara zapota* y *Lysiloma latisiliquum*, aunque se presentan otras frecuentes arbóreas como *Pouteria campechiana*, *Pithecellobium dulce*, *Haematoxylum campechianum*, *Lonchocarpus xuul*, *Casearia corymbosa*, *Beaucarnea pliabilis*, *Gymnopodium floribundum* y *Acacia cochliacantha*. En el estrato arbustivo y herbáceo se presentan especies como *Thrinax radiata* y *Tradescantia spathacea*.

Es relevante mencionar que al interior de esta selva es posible encontrar algunos carrizales de *Phragmites australis*, así como mangles que se presentan aislados, generalmente de dos especies: mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*).

2.2 BIODIVERSIDAD

2.2.1 FLORA

Plantas vasculares (División Tracheophyta)

Las plantas vasculares, también conocidas como traqueofitas o plantas superiores, son los organismos más evolucionados del reino Plantae. Este grupo de plantas incluye a los helechos, a las





gimnospermas y a las angiospermas. En México existen alrededor de 23 mil especies de plantas vasculares nativas, por lo que ocupa el cuarto lugar a nivel mundial y el segundo en número de especies endémicas, que es de alrededor del 50 % (Villaseñor, 2016).

En el estado de Quintana Roo, se conocen hasta el momento mil 700 especies de plantas vasculares, lo que representa el 71 % de la flora total de la Península de Yucatán (que es de 2400 especies), así como el 7 % de la flora vascular mexicana (Duno de Stefano *et al.*, 2011).

En la propuesta de APFF San Buenaventura se encuentran 267 especies nativas de plantas vasculares distribuidas en 70 familias (Anexo B.1), que representan cerca del 16 % de la flora estatal. Entre las familias con mayor diversidad de especies se encuentran: Fabaceae con 33, Euphorbiaceae con 14, Asteraceae y Malvaceae con 13 especies cada una y Orchidaceae con 11. Estas cifras coinciden con el patrón de dominancia observada de las familias Fabaceae y Euphorbiaceae en las selvas del Neotrópico. Por otro lado, 18 especies presentes en el área tienen algún grado de endemismo, incluyendo dos especies endémicas de México: nopal zacam (*Nopalea inaperta*) y palo colorado (*Coulteria platyloba*), y 16 especies con distribución restringida a la Provincia Biótica Península de Yucatán, por ejemplo, la palma xiat (*Chamaedorea seifrizii*), la despeinada (*Beaucarnea pliabilis*), la palma nakás (*Coccothrinax readii*), la majagua (*Hampea trilobata*), el xuul (*Lonchocarpus xuul*) y chaya cimarrona (*Cnidocolus souzae*).

Asimismo, 11 especies están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, entre ellas son especies Sujetas a protección especial el cedro (*Cedrela odorata*) y la vainilla (*Vanilla planifolia*), y están Amenazadas la palma nakás (*Coccothrinax readii*), la palma chit (*Thrinax radiata*), la despeinada (*Beaucarnea pliabilis*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), el amargoso (*Astronium graveolens*) y el guayacán (*Guaiaacum sanctum*) (Anexo B.2), entre las cuales, los cuatro mangles son especies prioritarias conforme al “Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de marzo de 2014, junto con la vainilla.

Por otro lado, cabe resaltar la presencia de cuatro especies exóticas: achicoria (*Sonchus oleraceus*), la compuesta *Scaevola taccada*, barbas de indio (*Eustachys petraea*) y camalote (*Megathyrus maximus*), y de cinco especies exóticas-invasoras, entre ellas, algarroba (*Albizia lebbek*), casuarina (*Casuarina equisetifolia*) y grama (*Dactyloctenium aegyptium*) (Anexo B.1).

2.2.2 FAUNA

Invertebrados

Los invertebrados son el grupo más abundante en el mundo animal, conformando aproximadamente el 95% de todas las especies. Su presencia es esencial para el reciclaje de materia orgánica y para mantener el equilibrio en diversas cadenas alimentarias dentro de los ecosistemas, lo que los convierte en un grupo de gran importancia (Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008).

Con relación a la riqueza de invertebrados en México, hasta el momento se tienen registradas 47 mil 768 especies de insectos y 5 mil 579 de arácnidos (Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008). En tanto





que, en el estado de Quintana Roo se tienen registrados grupos de invertebrados como: arañas (186), odonatos (76), escarabajos (91), mariposas diurnas (450), mariposas nocturnas (184), abejas (85), cacerolitas de mar (1) y moluscos acuáticos (675), entre otros (Pozo *et al.*, 2011).

En la propuesta de APFF San Buenaventura se registran 15 especies nativas de invertebrados, pertenecientes a dos divisiones (14 artrópodos y un molusco terrestre), en cinco clases, con los insectos como la clase más abundante (Anexo B.1). Entre los registros destaca la cacerolita de mar (*Limulus polyphemus*), debido a que es una especie endémica de México y está En peligro de extinción de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Al respecto, el registro de la cacerolita de mar coincide con el límite de la Laguna de Nichupté. La importancia de esta especie radica en su papel ecológico dentro de la cadena trófica, ya que funge como depredador y presa. El registro es relevante porque la especie está asociada a zonas de manglar no perturbadas, lo que denota el buen estado de conservación del sitio. Sin embargo, entre las amenazas a la especie se enlistan el crecimiento de desarrollos turísticos, el cambio de uso de suelo y la pesca incidental. Además, la hemolinfa de la cacerolita de mar ha sido utilizada en investigaciones biomédicas para detectar meningitis bacteriana y espinal (Ortiz-León y Rosas-Correa, 2011).

Por otro lado, entre los servicios ecosistémicos que prestan los invertebrados, destaca la polinización por parte de abejas, avispas, hormigas, moscas, mariposas, polillas y escarabajos, debido a que son animales que se alimentan del néctar o polen de las flores y durante sus visitas mueven el polen de flor en flor, permitiendo la reproducción de las plantas (Pérez y Canto, 2020; Nava-Bolaños *et al.*, 2022). En este sentido, en la propuesta de APFF San Buenaventura se tienen registradas seis mariposas y una polilla (orden Lepidoptera), dos escarabajos (orden Coleoptera) y una abeja nativa (familia Apidae).

Finalmente, cabe mencionar que la diversidad de invertebrados registrada en el sitio no es representativa de la biodiversidad total, por lo que la declaratoria de ANP es un área de oportunidad para intensificar el trabajo de campo e investigación de este grupo biológico.

Anfibios (Clase Amphibia)

Los anfibios ocupan un lugar importante en la cadena trófica, al ser consumidores de una gran diversidad de invertebrados y al servir como alimento a otros animales como aves, murciélagos y serpientes, de modo que ocupan un papel fundamental en el flujo de energía y reciclaje de nutrientes en los ecosistemas (Cedeño-Vázquez y Calderón-Mandujano., 2011).

En México los anfibios tienen una diversidad actual de 376 especies, pertenecientes a 16 familias con representantes de los tres órdenes: Anura (ranas y sapos), Caudata (salamandras y tritones) y Gymnophiona (cecilias), lo que lo posiciona como el quinto país con mayor riqueza en el mundo. Además, el 67% de los anfibios mexicanos son endémicos (252 especies) (Parra-Olea *et al.*, 2014; CONABIO, 2021a).

En el área propuesta se registran hasta el momento siete especies nativas de anfibios anuros, además de dos especies con distribución potencial, con las familias de las ranas arborícolas (Hylidae) y sapos





(Bufonidae) como las más abundantes (Anexo B.1). Estos nueve anfibios representan el 41% de la diversidad estatal.

Destacan dos especies con categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, la rana leopardo (*Lithobates berlandieri*) y la rana boquita (*Rhinophrynus dorsalis*), que están Sujetas a protección especial (Anexo B.2). Asimismo, dentro de la propuesta de APFF San Buenaventura se tiene registro de una especie exótica-invasora, la rana ladrona de invernadero (*Eleutherodactylus planirostris*) (Anexo B.1).

Reptiles (Clase Reptilia)

En México, hay 1 073 especies de reptiles, de las cuales más de la mitad son endémicas del país (52 %) (Suazo-Ortuño *et al.*, 2023). En cambio, en el estado de Quintana Roo existen 106 especies de reptiles de las 140 reportadas para la Península de Yucatán (Calderón-Mandujano y Cedeño-Vázquez, 2011; Pozo *et al.*, 2011).

La herpetofauna presente en la propuesta de APFF San Buenaventura incluye actualmente 18 especies nativas, cuatro de ellas con distribución potencial (Anexo B.1), las cuales en conjunto representan el 17 % de la riqueza estatal. Las especies presentes pertenecen a tres órdenes (Crocodylia, Saquamata y Testudines) y 12 familias.

Entre los registros, seis especies se encuentran en alguna categoría de riesgo, como el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), el cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*) y la iguana verde (*Iguana iguana*) que se encuentran en la categoría de Sujeta a protección especial, mientras que la iguana negra (*Ctenosaura similis*), la mazacuata (*Boa imperator*) y la culebra acuática (*Thamnophis proximus*) están en la categoría de Amenazada conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo B.2). Además, a excepción de la culebra acuática y la mazacuata, todas las especies anteriores también son prioritarias para la conservación en México.

Por otra parte, destacan tres especies que son endémicas de la Provincia Biótica Península de Yucatán, la lagartija arcoíris (*Holcosus gaigae*), la lagartija espinosa de puntos amarillos (*Sceloporus chrysostictus*) y la lagartija espinosa yucateca (*Sceloporus lundelli*) (Anexo B.1).

Por último, en la propuesta de APFF San Buenaventura se presentan dos especies exóticas-invasoras: el abaniquillo pardo del Caribe (*Anolis sangrei*) y el gecko casero (*Hemidactylus frenatus*).

Tortugas marinas

En la propuesta de APFF San Buenaventura, no se tiene presencia de tortugas marinas, sin embargo, en la Laguna de Nichupté, ubicada al este de la propuesta, hay registros de tortuga verde (*Chelonia mydas*), las cuales se observan ocasionalmente dentro del sistema lagunar (SEMARNAT-CONANP, 2014). La tortuga verde está catalogada En Peligro de Extinción conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y es una especie prioritaria para la conservación. La problemática relacionada con la especie se debe principalmente al saqueo de huevos, muerte por pesca incidental, ingesta de plásticos y captura dirigida para obtención de carne, así como los desarrollos costeros mal planeados, que reducen las áreas de anidación y reclutamiento de crías.





Lo anterior representa oportunidades de manejo en la propuesta de APFF San Buenaventura que favorezcan la conservación directa o indirecta de las tortugas verdes en la vecindad del polígono.

Aves (Clase Aves)

Actualmente existen más de 10 mil especies de aves en el planeta (Clements *et al.*, 2022) y de 1 100 a 1 128 especies para México, pertenecientes a 26 órdenes, 95 familias y 493 géneros (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014; Berlanga *et al.*, 2022; Prieto-Torres *et al.*, 2023).

En el estado de Quintana Roo se han reportado 483 especies, que equivalen casi al 86 % de la ornitofauna de la Península de Yucatán, en la que se tienen registradas 564 aves. Dicho número representa el 50 % de las especies del país (Correa y MacKinnon, 2011; MacKinnon, 2017).

En la propuesta de APFF San Buenaventura se registran actualmente 141 aves nativas, clasificadas en 21 órdenes y 42 familias, de las cuales 87 son residentes, 43 especies son migratorias de invierno, 10 son transitorias y una es migratoria de verano (Anexo B.1). Esto equivale al 29 % de las especies que se distribuyen en todo el estado.

Del total de las especies de aves en la propuesta de APFF San Buenaventura, 19 especies se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. De estas, la garza rojiza (*Egretta rufescens*) se encuentra en la categoría de En Peligro de Extinción; el loro yucateco (*Amazona xantholora*), loro cachete amarillo (*Amazona autumnalis*) y el gavilán zancón (*Geranospiza caerulescens*) están como especies Amenazadas, y 15 especies están como Sujetas a protección especial, entre ellas, el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), el vireo manglero (*Vireo pallens*), el loro frente blanca (*Amazona albifrons*) y el perico pecho sucio (*Eupsittula nana*) (Anexo B.2).

En cuanto a endemismos, se presentan dos especies de distribución restringida a la Provincia Biótica Península de Yucatán, las cuales son la calandria dorso naranja (*Icterus auratus*), y el loro yucateco (*Amazona xantholora*) (Chablé y Pasos, s/f). Asimismo, 14 especies se consideran prioritarias para la conservación en México, entre ellas, el gavilán pescador (*Pandion haliaetus*), zarapito ganga (*Bartramia longicauda*) y espátula rosada (*Platalea ajaja*).

Finalmente, hay presencia de una especie exótica-invasora, la paloma turca de collar (*Streptopelia decaocto*).

Aves migratorias

Cada año, más de 200 especies de aves que se reproducen en el este y centro de Canadá y Estados Unidos, desde aves rapaces hasta aves acuáticas, playeras y aves canoras, se desplazan miles de kilómetros desde Norte América hasta Centro y Sudamérica, evitando las temperaturas bajas y la escasa alimentación del invierno y tomando ventaja de las condiciones climáticas y disponibilidad de alimento de las áreas tropicales. Estas aves vuelan por la Península de Yucatán, siguiendo una de las rutas migratorias de aves más importantes del mundo (DeGraaf y Rappole, 1995).

Después de atravesar el Golfo de México sin parar (hasta 30 hrs ininterrumpidas) o recorrer grandes distancias por la costa, las aves requieren detenerse para descansar, alimentarse y en ocasiones protegerse del mal tiempo. Los sitios de descanso durante la migración son críticos para la





sobrevivencia de las aves ya que determinan la capacidad para satisfacer efectivamente sus requerimientos energéticos y continuar con su viaje hacia el sur (Deppe *et al.*, 2015).

Para estas aves, las islas y áreas costeras con hábitat de alta calidad son críticos para una migración exitosa y para su sobrevivencia. Particularmente, la Península de Yucatán representa un área de gran importancia para estas aves migratorias ya que la costa norte y este de la península, así como las islas alrededor mantienen condiciones ideales para la sobrevivencia de estas aves migratorias (Deppe y Rotenberry 2008).

Desafortunadamente, las poblaciones de muchas aves migratorias han mostrado descensos severos debido a actividades humanas que han provocado la pérdida y fragmentación del hábitat tanto en las regiones de reproducción como en las rutas de migración. Por lo tanto, la disponibilidad de sitios de descanso y alimentación son un factor crítico que influye en la sobrevivencia de las aves migratorias. La pérdida y degradación de los hábitats naturales, la contaminación del agua, cacería, depredación y la introducción de especies exóticas invasoras son las principales amenazas que han puesto a muchas aves en peligro de extinción. Por lo anterior, la presencia de poblaciones saludables de aves migratorias se considera un indicador del buen estado de conservación de los ecosistemas por su sensibilidad a la pérdida, fragmentación y contaminación de cuerpos de agua.

Mamíferos (Clase Mammalia)

La riqueza de mamíferos mexicanos es de 564 especies, que representa aproximadamente el 10 % de la diversidad mundial total y que ubica al país en el tercer lugar mundial (Sánchez-Cordero *et al.*, 2014). En la Península de Yucatán, hay registro de 123 especies de mamíferos terrestres, tanto de familias de origen neártico como ardillas, felinos y tapires, como de origen neotropical, representados por primates, marsupiales, murciélagos y algunos roedores (Sosa-Escalante *et al.*, 2013).

Específicamente, en el estado de Quintana Roo se han reportado 114 especies de mamíferos terrestres, es decir, más del 90 % de las especies registradas en la Península de Yucatán y más del 20 % de la riqueza de mamíferos en México (Escobedo, 2011).

Dentro de la propuesta de APFF San Buenaventura, se han registrado nueve especies de mamíferos nativos, además de que es distribución potencial para otras 17 especies más (Anexo B.1), lo que en conjunto representa el 23 % de la riqueza de Quintana Roo, clasificadas en siete órdenes y 14 familias. Los órdenes con mayor riqueza específica son Carnívora con siete especies y Rodentia con 10.

Destacan dos especies que se consideran endémicas de México: rata arrocera de orejas oscuras (*Handleyomys melanotis*) y ratón de abazones (*Heteromys gaumeri*), así como el ratón yucateco (*Peromyscus yucatanicus*) que está restringido a la Provincia Biótica Península de Yucatán (Anexo B.1).

Por otro lado, seis especies se encuentran en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010: el oso hormiguero (*Tamandua mexicana* subsp. *mexicana*), el jaguar (*Panthera onca*), el ocelote (*Leopardus pardalis*) y el tigrillo (*Leopardus wiedii*) que están en la categoría de En peligro de extinción, así como el puercoespín tropical (*Coendou mexicanus*) y el jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*) que están como especies Amenazadas.





Además, es relevante mencionar el registro del jaguar (*Panthera onca*), ya que aunque probablemente no se encuentren poblaciones residentes en el polígono de la propuesta de APFF San Buenaventura, esta forma parte de un corredor de paso para esta especie hacia hábitats adyacentes, tal como el Área Natural Protegida APFF Manglares de Nichupté, en la que hay registro de la especie.

Por otro lado, a pesar de que los roedores y murciélagos son los grupos de mamíferos menos estudiados, entre los murciélagos se han registrado el murciélago frutero (*Artibeus jamaicensis*), el murciélago frugívoro gigante (*Artibeus lituratus*) y el murciélago cola corta (*Carollia perspicillata*), que son importantes polinizadores de la vegetación de las regiones neotropicales (Pozo et al., 2011), lo que las convierte en especies clave para la conservación de la biodiversidad de la propuesta de APFF San Buenaventura.

B) RAZONES QUE JUSTIFIQUEN EL RÉGIMEN DE PROTECCIÓN

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son una de las principales estrategias empleadas para la conservación de los ecosistemas naturales y sus especies (González-Ocampo, et al., 2014). De acuerdo con los artículos 3o., fracción II y 44, párrafo primero de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), las ANP son zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas, quedarán sujetas al régimen previsto en dicha Ley y los demás ordenamientos aplicables.

Conservar la riqueza natural de México a través de las ANP, es una de las estrategias más efectivas para mitigar el cambio climático y sus efectos sobre la población y los recursos naturales, así como para contribuir a la adaptación, evitar el cambio de uso de suelo y la pérdida de carbono. Se calcula que cerca del 15 % del carbono del mundo está almacenado en los sistemas de áreas naturales protegidas (CONANP y PNUD México, 2019a).

Así, con base en el análisis y sistematización de la información técnica y científica recopilada para la propuesta de APFF San Buenaventura, así como los recorridos realizados en campo para el registro de la biodiversidad y valores ambientales, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas ha determinado que la propuesta de APFF San Buenaventura cumple con el objeto establecido en el artículo 45 de la LGEEPA, fracciones I a V) conforme a lo siguiente:

- I. Preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas y de los ecosistemas más frágiles, así como sus funciones, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos;
- II. Salvaguardar la diversidad genética de especies silvestres de las que depende la continuidad evolutiva; así como asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional, en particular preservar las especies que están en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial;
- III. Asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, sus elementos, y sus funciones;





- IV. Proporcionar un campo propicio para la investigación científica y el estudio de los ecosistemas y su equilibrio; y,
- V. Generar, rescatar y divulgar conocimientos, prácticas y tecnologías, tradicionales o nuevas que permitan la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional.

En ese sentido los principales beneficios a los ecosistemas que conlleva la declaratoria del ANP son diversos.

La propuesta de APFF San Buenaventura representa un sitio clave para la conectividad de los ecosistemas de la región y particularmente de las Áreas Naturales Protegidas. De tal manera, el área de interés se encuentra asociada al APFF Manglares de Nichupté, que mantiene el desarrollo de la dinámica ecológica lagunar y que a su vez se asocia con los arrecifes que conforman otra Área Natural Protegida, el Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, los cuales forman parte del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM) (SEMARNAT-CONANP, 2014). Además, forma parte de un corredor de paso hacia hábitats adyacentes para el jaguar (*Panthera onca*), una especie en Peligro de Extinción, de conformidad con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y prioritaria para la conservación en México.

Dicha conectividad asegura la continuidad de numerosos procesos ecológicos, entre estos, el transporte de energía entre el medio marino y terrestre. Las tortugas marinas son uno de los pocos animales que hacen eficiente este transporte, por lo que la presencia de la tortuga verde (*Chelonia mydas*) en la Laguna de Nichupté confirma la necesidad de conservación del sitio, en particular de los manglares, los cuales brindan alimento a esta especie, catalogada En Peligro de Extinción conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Asimismo, se fortalece el diseño y articulación de acciones que promuevan la conectividad del manglar, permitiendo la continuidad de los procesos hidrológicos del Sistema Lagunar Nichupté al aumentar la superficie de protección, lo que resulta relevante ya que en esta zona desembocan aguas subterráneas y conforman un complejo interactivo de lagunas costeras, manglares, marismas, hábitat de aguas de baja salinidad y zonas ribereñas interconectadas por canales y que en general son receptoras de material, sólidos disueltos, partículas y una infinidad de recursos provenientes de tierra adentro (Escobar, 2002).

Por otra parte, el establecimiento de esta área permitirá la conservación de la vegetación presente, la cual tiene características muy propias y difiere enormemente de otras franjas costeras más comunes por la alta permeabilidad de la roca circundante y de lo plano de la orografía del lugar (Merino *et al.*, 1990).

La importancia de estos ecosistemas radica en los servicios ambientales que brindan. Para el caso de los humedales costeros, en particular los manglares, son zonas de alimentación, refugio y crecimiento de juveniles de crustáceos y alevines, por lo que sostienen gran parte de la producción pesquera; son utilizados como combustible (leña), poseen un alto valor estético y recreativo, actúan como sistemas naturales de control de inundaciones y como barreras contra huracanes e intrusión salina, controlan la erosión y protegen las costas, mejoran la calidad del agua al funcionar como filtro biológico,





contribuyen en el mantenimiento de procesos naturales tales como respuesta a cambios en el nivel del mar, mantienen procesos de sedimentación y sirven de refugio de flora y fauna silvestre, entre otros (CONABIO, 2021b).

Por su parte, la selva baja subperennifolia mantiene una gran cantidad de especies vegetales y animales que se conservan *in situ*, lo que la convierte en un importante banco de germoplasma (Romero-Montero y Ellis, 2016). También son sustento de los procesos de funcionamiento de los ecosistemas incluyendo ciclo de nutrientes y agua, retención y formación de suelos, y regulación del clima, erosión y eventos extremos. Además, estas selvas desempeñan un papel importante en la regulación de polinizadores, plagas y vectores de enfermedades, y han sido tradicionalmente fuente de maderas preciosas, leña y diversidad de plantas y animales para la subsistencia de comunidades rurales e indígenas. (CONABIO, 2021c). Otro servicio de relevancia es el almacenamiento de carbono. Al respecto se ha estimado que las selvas en la Península de Yucatán tienen valores de biomasa de 108.15 mgh-1, demostrando su potencial como reservorio de carbono (Valle Huchim *et al.*, 2013).

Adicionalmente a los ecosistemas mencionados, otro objeto de conservación de la propuesta de APFF San Buenaventura, son las 476 especies de flora y fauna distribuidas en el área, dentro de las cuales se registran 29 especies endémicas y 45 especies incluidas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De particular interés sobresale la presencia de polinizadores en la propuesta de APFF San Buenaventura, como mariposas, polillas, abejas y murciélagos, quienes contribuyen a la reproducción de una gran variedad de angiospermas y al mantenimiento de la diversidad genética de los ecosistemas (Bálint *et al.*, 2011). Esto permite la producción de alimentos, lo que garantiza la provisión de recursos naturales para las generaciones futuras.

También destaca la riqueza de su avifauna, siendo de suma importancia para el medio ambiente, ya que tienen una función ineludible a la hora de equilibrar el ecosistema, fungir como polinizadores y ser agentes de dispersión. De ahí la necesidad de proteger a las aves y asegurarles entornos seguros en los que puedan desarrollar sus actividades de forma natural (RH Corporative International, 2020). En adición, la propuesta de APFF San Buenaventura cobra una importancia ecológica al ser parte del Sistema Lagunar Nichupté, ya que sus lagunas, manglares y selvas bajas son un lugar ideal para el paso y descanso de aves migratorias donde las aguas ricas en nutrientes sirven de alimento al zooplancton, que constituye la base alimenticia de cientos de peces que, a su vez, son el alimento principal de muchas aves.

Además, es importante mencionar que las Áreas Naturales Protegidas pueden amortiguar la aparición de enfermedades emergentes, ya que evitan cambios drásticos en la abundancia y distribución de los huéspedes/reservorios, y reducen las tasas de contacto entre los humanos, los animales domésticos y la vida silvestre (Terraube y Fernández-Llamazares, 2020). En este contexto, el establecimiento de esta nueva ANP brindará beneficios a las poblaciones aledañas, considerando su cercanía con zonas de alta afluencia turística.

Por otro lado, la importancia de conservación del área propuesta no sólo radica en el valor de conservación que ésta posee a nivel biogeográfico, sino también en la preservación del paisaje, para





el disfrute de la gente y el desarrollo del turismo de bajo impacto ambiental, el cual contribuye a la conservación y al desarrollo sustentable. Visitar las Áreas Naturales Protegidas, administradas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, contribuye al cuidado de la naturaleza y a la economía de las comunidades aledañas (CONANP, 2015a). Por otra parte, además de proteger y conservar valores biológicos, este sitio permitirá la restauración y conservación de los bienes y servicios ambientales; propiciando mejores condiciones ecológicas del entorno y ambientes sanos para la población presente y futura.

Del mismo modo, ayudará a proporcionar un campo propicio para la investigación científica y el estudio de los ecosistemas y su equilibrio, lo que permitirá generar información que brindará el respaldo necesario para el entendimiento de los procesos ecológicos y socioeconómicos, así como la divulgación de conocimientos, prácticas y tecnologías que permitan la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional en la propuesta de APFF San Buenaventura. Así como arraigar la identidad nacional debido a los restos arqueológicos de la cultura maya que se encuentran aledaños a la propuesta de APFF San Buenaventura, como aldeas y centros ceremoniales, permitiendo conocer nuestra historia y entender como los antiguos pobladores vivían en una estructura social que demostró que la relación con la naturaleza es posible, con el fin de recordar esa armonía primigenia con la naturaleza que se ha olvidado.

C) ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS, ESPECIES O FENÓMENOS NATURALES

La ubicación geográfica de los manglares en México (cercanos a zonas de desarrollo urbano, pesquero, turístico o industrial) determina la existencia de una presión continua y un deterioro acelerado de éstos, teniendo actualmente un estado de conservación altamente amenazado (Vázquez-Yañez, *et al.*, 1999). Particularmente para la propuesta de APFF San Buenaventura, antes del establecimiento del APFF Manglares de Nichupté, se estimaba que se habían perdido más del 50 % de los manglares que rodeaban al Sistema Lagunar Nichupté por la vía de desmonte y urbanización (Sánchez-Nadurille, 2018). Para ese momento, los ecosistemas que presentaban un alto y muy alto valor de importancia por su estado de conservación eran el Manglar de Rhizophora, la Vegetación de Tular, el Manglar Chaparro y el Manglar de franja, mientras que los que mantenían un significado de conservación medio eran el matorral costero y la selva baja caducifolia (SEMARNAT-CONANP, 2005). Con la declaratoria del APFF Manglares de Nichupté, la cobertura de la vegetación no ha perdido mayor superficie en comparación con la pérdida ocurrida antes de su nombramiento, esto a pesar de que el proceso de crecimiento urbano y la presión que ejercen las actividades turísticas en esta zona siguen presentes, la superficie de manglar se ha mantenido y no ha presentado pérdidas mayores.

También los fenómenos naturales han provocado severas afectaciones a la cobertura vegetal y por ende a la fauna asociada. El de mayor impacto fue el paso del huracán Wilma en 2005, pero otros huracanes, como los ocurridos durante el 2020, también han tenido impactos en la vegetación, aunque de menor magnitud (SEMARNAT y SCT, 2022).

Sin embargo, desde el punto de vista ecológico, y tomando como indicador la presencia de la fauna que ocupa los niveles tróficos superiores, como cocodrilos, aves acuáticas y peces carnívoros, por mencionar algunos, se considera que los procesos de la estructura trófica de los ecosistemas





presentes en la región se han recuperado, encontrándose actualmente en buen estado de conservación (SEMARNAT-CONANP, 2014). Asimismo, destaca el registro de la cacerolita de mar (*Limulus polyphemus*), especie asociada a zonas de manglar no perturbadas, lo que denota el estado de conservación del sitio. Más aún, de acuerdo con el mapa de cobertura de manglares de México, en el periodo de 2015 a 2020 se ha observado una ganancia considerable de manglar para el sitio de interés (CONABIO, 2021d), indicador de la recuperación del sitio.

Desafortunadamente, debido al continuo crecimiento de la ciudad de Cancún, el cuerpo lagunar y sus ecosistemas asociados continúan perdiendo cobertura vegetal al ser reemplazados por infraestructura hotelera y de servicios y, progresivamente, por una ciudad en acelerada expansión. La fauna asociada también se ha visto afectada ya que se encuentra sujeta a la permanencia y calidad de la vegetación nativa y los cuerpos de agua para continuar sus respectivos ciclos de vida (SEMARNAT y SCT, 2022). Esta situación puede verse agravada por la presencia de especies invasoras, que ejercen una presión adicional sobre la flora y fauna nativa. Por ello, el establecimiento y manejo de Áreas Naturales Protegidas es una de las formas más importantes para asegurar que los recursos naturales sean conservados (Prezas, 2011).

En general, en la propuesta de APFF San Buenaventura el suelo presenta buen drenaje y abundante materia orgánica. La selva baja subperennifolia dentro de la propuesta de APFF San Buenaventura se encuentra en buen estado de conservación, siendo las especies arbóreas dominantes el chechen (*Metopium brownei*), el chicozapote (*Manilkara zapota*) y el tsalam (*Lysiloma latisiliquum*). Entre los impactos identificados en las selvas bajas, alrededor del 65 % inciden sobre la vegetación, destacando los daños ocasionados por incendios y huracanes, así como el arbolado enfermo como los más frecuentes; con menor frecuencia destacan también los daños ocasionados por la apertura de caminos, pastoreo y cambios de uso de suelo. Sin embargo, la regeneración de las selvas bajas se observa abundante y distribuida en todos los rangos de alturas (SEMARNAT y CONAFOR, 2014).

Por su parte, el manglar que se desarrolla al interior de la propuesta de APFF San Buenaventura también se encuentra en buen estado de conservación; se caracteriza por ser una comunidad densa conformada por cuatro especies: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle negro (*Avicennia germinans*).

En cuanto a la fauna, destaca la presencia de 15 especies nativas de invertebrados, nueve especies de anfibios, 18 especies de reptiles, 141 taxones de aves y 26 especies de mamíferos. De los anfibios destacan la rana leopardo (*Lithobates berlandieri*) y la rana boquita (*Rhinophrynus dorsalis*), ambas sujetas a protección especial conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para el caso de los reptiles, resaltan como especies prioritarias para la conservación la iguana negra (*Ctenosaura similis*), que además se encuentra registrada bajo la categoría de Amenazada, mientras que el cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) y el cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) se encuentran bajo la categoría de Sujetos a protección especial conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Del total de las especies de aves en la propuesta de APFF San Buenaventura, 14 especies se consideran prioritarias para la conservación como el águila pescadora (*Pandion haliaetus*), el zarapito ganga (*Bartramia longicauda*) y la espátula rosada (*Platalea ajaja*), mientras que 19 especies se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Finalmente, para el caso de los mamíferos, destacan dos especies que se consideran endémicas de México: rata arrocera de orejas





oscuras (*Handleyomys melanotis*) y ratón de abazones (*Heteromys gaumeri*), así como el ratón yucateco (*Peromyscus yucatanicus*) que está restringido a la Provincia Biótica Península de Yucatán.

La propuesta de APFF San Buenaventura no ha sufrido transformaciones sustanciales en los ecosistemas que exhibe a causa de actividades antropogénicas debido a que se ubica en una zona en la que no existen asentamientos humanos. Razón por la cual se hace prioritaria su protección para salvaguardar la biodiversidad que alberga, además de reducir el riesgo que implica su cercanía con la zona urbana de la Ciudad de Cancún y el creciente turismo presente en la región.

D) RELEVANCIA, A NIVEL REGIONAL Y NACIONAL, DE LOS ECOSISTEMAS REPRESENTADOS EN EL ÁREA PROPUESTA

La riqueza biológica de los trópicos es ampliamente reconocida, en particular desde el punto de vista de la diversidad de especies. Se estima que casi dos tercios de la diversidad global de especies de varios grupos de organismos se localizan en las selvas tropicales y que los ecosistemas terrestres con mayor riqueza de especies en los ámbitos local y regional son las selvas tropicales húmedas (Dirzo, 2004; CONABIO, 2022).

Para el año 2013, la superficie de las selvas bajas en el estado de Quintana Roo fue de 481 mil 165.08 ha, que representan 10.8 % de la totalidad de la superficie estatal. Se encuentra en siete de los nueve municipios que tiene el estado e incluye los siguientes tipos de vegetación: selva baja subcaducifolia y selva baja caducifolia (SBC), selva baja perennifolia (SBP), selva baja subperennifolia (SBQ), siendo esta última la más abundante (SEMARNAT y CONAFOR, 2014). La declaratoria de esta ANP, permitirá la protección de 16.08 ha de este tipo de vegetación.

Las selvas son fuente de maderas preciosas, leña y diversidad de plantas y animales para la subsistencia de comunidades rurales e indígenas. Además, son sustento de los procesos de funcionamiento de los ecosistemas, incluyendo el ciclo de nutrientes y agua, la retención y formación de suelos, el hábitat de la biodiversidad, la regulación del clima, erosión y eventos extremos, y el mantenimiento de la biodiversidad. También desempeñan un papel importante en la regulación de polinizadores, plagas y vectores de enfermedades. Así mismo, la producción de miel depende de múltiples especies de abejas nativas, europeas y africanizadas que visitan más de 100 especies de plantas de las selvas húmedas (CONABIO, 2022).

Por otra parte, como se mencionó previamente, el manglar es la vegetación más representativa en la propuesta de APFF San Buenaventura. Este es un ecosistema importante a nivel mundial por los servicios ambientales que brinda. De los 125 países que poseen ecosistemas de manglar, México se posiciona en el cuarto lugar en cuanto a superficie, representando el cinco por ciento del total mundial. En 2020, se registró una extensión total de 905 086 ha, que se distribuyen en 17 estados costeros. Esto corresponde al 6.7 % de la cobertura global de manglares y al 0.46 % de la superficie continental de México (Velázquez-Salazar *et al.*, 2021). Para el estado de Quintana Roo, se estima una superficie de 247 mil 17 ha, de las cuales 216 mil 658 ha se encuentran bajo protección, aproximadamente el 88 % (Velázquez-Salazar *et al.*, 2021). Con la declaratoria de esta APFF, se estarán sumando 18.95 ha a la superficie total protegida del estado, protegiendo especies y poblaciones prioritarias para la conservación como el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y el mangle botoncillo





(*Conocarpus erectus*), así como al menos 36 especies en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En cuanto a sus características, las lagunas costeras, los estuarios, los manglares y los humedales dulceacuícolas son ampliamente reconocidos como los ecosistemas más productivos de la biósfera (en referencia a la productividad primaria) (Velázquez-Salazar *et al.*, 2021), no sólo porque son el almacén y vivero de un buen número de organismos marinos, sino también porque son los de mayor abundancia en recursos pesqueros (más o menos 70% de la pesca mundial) (Lara-Lara *et al.*, 2008). Además, los manglares y ecosistemas lagunares-estuarinos mantienen una gran variedad de fauna exclusiva de estos ambientes (Agraz-Hernández *et al.*, 2006). Según Contreras (2005), en la zona costera de México se tienen, en conjunto, aproximadamente 400 especies de peces, 50 de moluscos y 90 de crustáceos (algunos de importancia comercial), asociados en cierta fase de su vida a la comunidad del manglar. El valor ecológico de los manglares es ampliamente reconocido:

- Albergan una gran riqueza biológica y son de gran importancia para el ciclo biológico de diferentes especies (Vázquez-Lule *et al.*, 2009).
- Son hábitat y fuente de alimentación de una infinidad de organismos, muchos de ellos de importancia ecológica, social y económica (Herrera-Silveira *et al.*, 2013).
- Son zonas de protección, crianza y desove de especies comerciales como peces, camarones, cangrejos, langostinos y moluscos.
- Constituyen zonas de refugio y alimentación de fauna silvestre amenazada y en peligro de extinción, y de especies endémicas y migratorias (Sánchez *et al.*, 2007).
- Proveen protección a los estadios juveniles de peces y crustáceos contra los depredadores y les aportan alimento (Sánchez *et al.*, 2007)
- Generan una gran cantidad de nutrientes y biomasa que son exportados por las mareas hacia los cuerpos de agua adyacentes (lagunas costeras, bahías y zona marina), donde son aprovechados por pastos marinos, arrecifes de coral y una gran variedad de peces (Rodríguez-Zúñiga, *et al.*, 2013).
- Brindan conectividad entre los sistemas de selva y los marinos (arrecifales).

Además, proporcionan importantes servicios ecosistémicos, toda vez que en ellos se conjugan diversos beneficios tangibles e intangibles, y que son necesarios para la supervivencia de los sistemas naturales y biológicos intrínsecamente relacionados, que resultan de utilidad al ser humano, ya sea como servicios de provisión, regulación, soporte o culturales (Tabla 7). Esta relevancia aumenta significativamente en el contexto de cambio climático, ya que las ANP fungen como una barrera ante sus efectos, lo que las hace ser un factor importante en la disminución de los impactos negativos en los ecosistemas y las comunidades humanas que dependen de ellos.

Tabla 7. Servicios ecosistémicos que brindan los manglares

PROVISIÓN	REGULACIÓN	SOPORTE	CULTURA
<ul style="list-style-type: none"> • Pesquería acuicultura y • Agua • Madera, leña, carbón, tintes y otras materias primas 	<p><i>A nivel local regional:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Control de eventos hidrometeorológicos extremos (tormentas y huracanes) • Control de plagas 	<ul style="list-style-type: none"> • Ayudan a mantener la línea de costa y a sostener la arena sobre las playas. • Reciclaje de nutrientes 	<ul style="list-style-type: none"> • Recreación y turismo • Valores espirituales y religiosos • Valores estéticos, inspirativos y educativos





PROVISIÓN	REGULACIÓN	SOPORTE	CULTURA
<ul style="list-style-type: none"> Alimentos. Son zonas de desarrollo de actividades cinegéticas y ecoturismo. 	<ul style="list-style-type: none"> Regulación y saneamiento del agua Barreras naturales de protección que retienen la erosión causada por vientos, tormentas y mareas, Regulación de enfermedades y agentes infecciosos Polinización Actúan como "esponjas", funcionando como vasos reguladores de las inundaciones en época de lluvias y como aportadores de agua durante el estío. <p><i>A nivel global:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Regulación del clima y de la calidad del aire Son sumideros de bióxido de carbono y captura de gases de efecto invernadero. 	<ul style="list-style-type: none"> Disminuyen el impacto del acarreo de sedimentos y contaminantes por las corrientes de agua de ríos y arroyos sobre los arrecifes de coral. Funcionan como filtros biológicos en la retención y procesamiento de algunos fertilizantes utilizados en la agricultura, en la filtración de agua y abastecimiento de mantos freáticos. 	<ul style="list-style-type: none"> Identidad Herencia y patrimonio cultural

En el aspecto económico, el sitio de interés posee una relevancia particular al encontrarse en las inmediaciones de un polo turístico muy importante para la derrama económica nacional al tener reconocimiento a nivel mundial (FONATUR, 2020). En diversos países del Caribe, el turismo asociado a los humedales es la principal fuente de ingresos y se calcula que el valor económico y ecológico de los manglares en beneficios directos e indirectos, está entre 10 mil y 125 mil dólares por hectárea (Agraz-Hernández, 2006). Comparado con otros estados de México, Quintana Roo, es líder en la industria turística, recibiendo aproximadamente el 30 % del total de turistas internacionales que visitan el país (SEDETUR-Quintana Roo, 2020)

Por lo que respecta a la selva baja subperennifolia, este ecosistema tiene un gran potencial tanto para su aprovechamiento forestal, como para la conservación de la biodiversidad y la mitigación del cambio climático. Esta selva es característica de la península de Yucatán y no se encuentra en ninguna otra parte de México; uno de sus rasgos característicos es que su composición incluye especies que toleran condiciones de inundación (Romero-Montero y Ellis, 2016). Desafortunadamente, este tipo de vegetación no ha sido motivo suficiente de estudio, aunque sí de explotación; es así que en Quintana Roo entre 1978 y 2000 grandes superficies de selvas alta, mediana y baja subperennifolia fueron transformadas a pastizales y en menor grado a agricultura de temporal (Mas, 2006).

También resulta importante mencionar la relevancia de los ecosistemas del sitio de interés como sitios de refugio, protección y/o alimentación de 29 especies endémicas, siendo en su mayoría plantas





vasculares, con 18 especies, seguido de tres especies de reptiles y cuatro de aves, así como tres mamíferos. Particularmente para las aves, en este sitio encuentran refugio 87 especies residentes, 43 migratorias de invierno, una migratoria de verano y 10 transitorias.

La propuesta de APFF San Buenaventura tiene registros de polinizadores como mariposas, polillas, abejas y murciélagos. Las abejas son polinizadores fundamentales en la mayoría de los ecosistemas terrestres, siendo responsables de la polinización de aproximadamente el 70 % de las plantas con flores y el 35 % de los cultivos alimentarios a nivel mundial (Klein *et al.*, 2007). Mientras que las polillas, a menudo subestimadas como polinizadores, desempeñan un papel crucial en la polinización nocturna de una amplia variedad de plantas con flores (Raguso, 2008), como la yuca y algunas orquídeas (Sarto I Monteys *et al.*, 2016).

Asimismo, los murciélagos son polinizadores altamente eficientes y desempeñan un papel crucial en la polinización de plantas como cactus, agaves y árboles frutales (Fleming y Kress, 2011). En la propuesta de APFF San Buenaventura se presentan murciélagos frugívoros como el murciélago frutero (*Artibeus jamaicensis*), el murciélago frugívoro gigante (*Artibeus lituratus*) y el murciélago cola corta (*Carollia perspicillata*), que contribuyen a la dispersión de semillas a través de su excremento y al mantenimiento de la diversidad vegetal y regeneración de selvas y bosques (Stoner *et al.*, 2007). El país en su conjunto cuenta con aproximadamente 138 especies de murciélagos, y alrededor del 40% de ellas son frugívoras (Medellín *et al.*, 2008). En Quintana Roo, se han registrado al menos 45 especies de murciélagos, de las cuales alrededor de 20 son frugívoras, lo que representa casi el 45 % de la diversidad total de murciélagos en el estado (Trejo-Salazar *et al.*, 2016). A nivel internacional, México ocupa el tercer lugar en diversidad de murciélagos después de Indonesia y Brasil (Ceballos y Oliva, 2005). La diversidad de murciélagos frugívoros en México es notablemente alta en comparación con países fuera de los trópicos, como los Estados Unidos de América, que cuenta con aproximadamente 47 especies de murciélagos en total, de las cuales solo tres son frugívoras (O'Shea y Bogan, 2003). Estas cifras destacan la importancia de la conservación de los murciélagos frugívoros en Quintana Roo y México en general. En conjunto, su actividad polinizadora es crucial para la producción de alimentos y la biodiversidad, ya que garantiza la reproducción y diversidad genética de las plantas, así como la provisión de hábitat y recursos para otros organismos (Potts *et al.*, 2010).

D.1) CONTRIBUCIÓN DEL ÁREA ANTE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) identifica dos opciones para hacer frente al cambio climático: la mitigación y la adaptación (Artículo 4, numeral 1, incisos b y e; CMNUCC, 1992). La mitigación se refiere a la intervención humana para reducir las emisiones o mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero; mientras que la adaptación se refiere a procesos de ajuste al clima real o esperado y a sus efectos, para moderar el daño o aprovechar oportunidades benéficas (IPCC, 2021).

El establecimiento y protección de las ANP contribuye a aumentar la capacidad de adaptación de los ecosistemas y la biodiversidad y a mitigar los efectos del cambio climático. En cuanto a la mitigación, coadyuvan de manera importante a la captura y almacenamiento de carbono; mientras que en cuanto a la adaptación, los ecosistemas protegidos pueden reducir los impactos por eventos extremos, como sequías, ciclones tropicales, proliferación de plagas y enfermedades e incendios forestales; y mantienen los servicios ecosistémicos, como la regulación de la temperatura, la provisión





de agua, entre otros. Además, la protección que brindan estas áreas coadyuva a mantener o mejorar la calidad de los procesos ecológicos, dando como resultado espacios naturales con mayor integridad en su estructura y función, y por ende con mayor capacidad de recuperación, permitiendo amortiguar mejor los impactos del cambio climático y mantener los servicios ecosistémicos de los cuales depende la calidad de vida de las comunidades humanas que viven dentro y cerca de las ANP. Estos sitios representan una oportunidad para conservar el patrimonio natural de México, fortalecer la economía y mejorar el bienestar humano, lo que permite que las comunidades más vulnerables estén mejor preparadas para enfrentar las amenazas del cambio climático (Côté y Darling, 2010).

Por su ubicación, la propuesta de APFF San Buenaventura da continuidad a un sistema que se ha recuperado después de ser decretado como Área Natural Protegida, por lo que las acciones de conservación que se realicen en el área aumentarán la capacidad de adaptación de este ecosistema tan vulnerable, conservando los servicios ecosistémicos clave que las selvas y humedales de la zona proporcionan a la población y permitiendo que sus actividades económicas continúen. Además, la creación de esta área favorecerá la conectividad del paisaje, atributo que permitirá que plantas y animales puedan migrar hacia sitios que tengan características favorables para su supervivencia ante condiciones cambiantes que serán provocadas por el cambio climático (Mansourian *et al.*, 2009; Rudnick *et al.*, 2012).

Por otra parte, los ecosistemas juegan un papel de gran importancia no solo para la diversidad biológica sino también por su capacidad natural de fijar y absorber el dióxido de carbono (CO₂), el principal gas de efecto invernadero (GEI) que provoca el calentamiento global y que es generado por diferentes actividades humanas como los procesos industriales, el uso indiscriminado de combustibles fósiles y la deforestación. Así los ecosistemas durante su desarrollo pueden absorber el CO₂ de la atmósfera y convertirlo en carbono que se almacena principalmente en los troncos, raíces, hojas y suelo. Este proceso contribuye a la mitigación del cambio climático; sin embargo, la destrucción y degradación de ecosistemas provoca la liberación del carbono a la atmósfera contribuyendo a agravar el problema del cambio climático (CONAFOR, 2017).

La mitigación de GEI, a través de los ecosistemas en las ANP, implica evitar las pérdidas de carbono de los ecosistemas, por ejemplo, debido a incendios y degradación, así como el mantenimiento de la cobertura vegetal para la captación y almacenamiento de carbono en suelo y biomasa aérea (CICC, 2017). La zona donde se pretende establecer la propuesta de APFF San Buenaventura cuenta con ecosistemas importantes como manglares, humedales costeros y selvas bajas subperennifolias que contribuyen a la captura y almacenamiento de carbono. El establecimiento de esta nueva ANP podría contribuir a mantener la captación y el almacenamiento del carbono al prevenir los procesos de pérdida de cobertura vegetal.

En especial los manglares, el ecosistema más representativo de la propuesta de APFF San Buenaventura, son considerados importantes sumideros de GEI, debido a la captura y almacenamiento de dióxido de carbono (CO₂). Estos ecosistemas tienen la capacidad de capturar carbono a una tasa anual de dos a cuatro veces mayor que la de los bosques tropicales maduros y almacenan entre tres y cinco veces más carbono por unidad de área, aunque cubren menos del 0.5% de la superficie marina mundial. Además, el sedimento en estos ecosistemas acumula hasta un 50% del total de carbono de sedimentos oceánicos. La cantidad de carbono que secuestran en un año





equivale a casi la mitad de las emisiones producidas por el transporte a escala mundial. Debido a esta gran importancia, el carbono acumulado en estos ecosistemas, así como en humedales costeros y pastos marinos, se designa de forma independiente como “carbono azul” (SEMARNAT, 2017). Según algunas estimaciones, los manglares estuarinos presentan un almacén de carbono superior a 1 074 Mg C ha⁻¹; y gracias a esto se ha reconocido su importante rol en la mitigación al cambio climático (Donato *et al.*, 2012). Para la Península de Yucatán se ha estimado un valor promedio general de 353 Mg C ha⁻¹ para los almacenes de carbono (Herrera-Silveira *et al.*, 2020).

Además, la propuesta de APFF San Buenaventura contribuye a la resiliencia de los ecosistemas y las comunidades humanas frente a los impactos del cambio climático al proteger la biodiversidad y mantener procesos ecológicos esenciales, como la polinización, la dispersión de semillas y la depuración del agua (Hannah *et al.*, 2002). También sirven como refugios para especies que se desplazan en respuesta a las alteraciones climáticas, favoreciendo la adaptación y la supervivencia de diversas poblaciones (Araújo *et al.*, 2011).

Finalmente, la propuesta de APFF San Buenaventura también proporciona beneficios socioeconómicos y culturales, como el ecoturismo, la investigación científica, la recreación y la conservación del patrimonio cultural, contribuyendo a la adaptación y resiliencia de las comunidades locales ante el cambio climático (Jones *et al.*, 2016).

Con base en lo anterior, la propuesta de APFF San Buenaventura contribuirá al cumplimiento de las obligaciones internacionales de México referentes a la mitigación del cambio climático, particularmente en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y el Acuerdo de París. Asimismo, contribuye con los instrumentos de la política nacional en la materia, particularmente en lo referente al incremento de la superficie decretada como ANP a nivel federal, contemplado en la Ley General de Cambio Climático (LGCC, artículo 29, fracción X y artículo 30, fracción XXII), la Estrategia Nacional de Cambio Climático (línea de acción M4.6), el Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024 (PECC; acción 3.1.2) y la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés).

Conforme a la LGCC, el establecimiento de esta ANP contribuirá a lo establecido en su artículo 29, fracción X, que establece que se consideran acciones de adaptación al cambio climático al establecimiento y conservación de las Áreas Naturales Protegidas y corredores biológicos. Asimismo, en su artículo 30, fracción XXII, insta que las dependencias y entidades de la administración pública federal implementarán acciones para la adaptación, conforme al establecimiento de nuevas ANP para facilitar el intercambio genético y se favorezca la adaptación natural de la biodiversidad al cambio climático, a través del mantenimiento e incremento de la cobertura vegetal nativa.

Cabe resaltar que lo anterior empata también con instrumentos estatales, dado que el estado de Quintana Roo cuenta con un Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático (Pereira *et al.*, 2013) y una Ley de Acción de Cambio Climático (Poder Legislativo del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo, 2022), ambos teniendo como objeto la implementación de medidas y acciones de adaptación al cambio climático.





E) ANTECEDENTES DE PROTECCIÓN DEL ÁREA

Específicamente para la propuesta de APFF San Buenaventura no existen antecedentes de protección. Sin embargo, la región en la que se encuentra tiene antecedentes de protección ambiental en el ámbito internacional, nacional y regional, que a continuación se describen.

CONTEXTO INTERNACIONAL

México se encuentra suscrito a la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas, signada en Ramsar, Irán, en 1971. A la fecha, el país ocupa la segunda posición de países con mayor número de sitios con 144, los cuales suman una superficie de 8 millones 721 mil 911 hectáreas (SISR, 2023). La propuesta de APFF San Buenaventura colinda con el sitio Ramsar Manglares de Nichupté con número 1777 (Ramsar, 2008), declarado así debido a su importancia en la protección, conservación y uso racional de los humedales que alberga, además de ser uno de los entornos más productivos del mundo, fungiendo como refugio de varias especies de flora y fauna (Kathiresan, 2012).

CONTEXTO NACIONAL Y REGIONAL

Como parte de una región que presenta una vasta diversidad de ecosistemas acuáticos y terrestres, el área propuesta se encuentra rodeada de áreas con algún carácter de protección (CONANP, 2022). A la fecha, el estado de Quintana Roo cuenta con 39 Áreas Naturales Protegidas (Figura 16 y Tabla 8): 19 federales por Decreto, nueve federales destinadas voluntariamente a la conservación (ADVC), 10 estatales y una municipal (Tabla 8), lo que representa aproximadamente el 22% de la superficie del estado. Todos sus municipios contienen por lo menos un ANP en las que están representados ecosistemas de alto valor ecológico: selvas, humedales, dunas costeras, arrecifes, sistemas de cuevas y cavernas (Pozo, *et al.*, 2011; INEGI, 2017).

Con relación a las Áreas Naturales Protegidas Federales, la más cercana es el APFF Manglares de Nichupté, cuyo Decreto se publicó el 26 de febrero de 2008 en el Diario Oficial de la Federación; la cual se encuentra a 134 m al sur, 1.4 km al norte y 2 km al este de los extremos del polígono de la propuesta de APFF San Buenaventura. Para su creación, en 2005 el Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR), apoyó la elaboración del *Estudio Técnico Justificativo para el Establecimiento del Área Natural Protegida Manglares de Nichupté* (SEMARNAT-CONANP, 2005). En esta ANP existe una importante diversidad de ecosistemas acuáticos y terrestres, incluyendo selva baja caducifolia, manglar, tular y petenes, en la que además se encuentran cuerpos de agua nacionales y diversos manantiales, hábitats de especies de flora y fauna endémicas, amenazadas, sujetas a protección especial o en peligro de extinción, tales como el mangle rojo, el mangle negro, el mangle botoncillo, el mangle blanco y la palma chit, así como el cocodrilo de pantano, la rana leopardo, la iguana negra y la tortuga blanca (SEMARNAT-CONANP, 2014).

Respecto a las ADVC, al norte de la propuesta de APFF San Buenaventura se localiza la ADVC Zona de Conservación de Puerta del Mar, establecida en 2008 con número de certificado 172, importante por la vegetación acuática y los manglares que presenta, principalmente el mangle blanco, mangle prieto y mangle botoncillo, y animales como el oso hormiguero, el manatí del Caribe y el mapache de Cozumel. Al sur se tienen dos ADVC, la Reserva Privada Moon Palace, establecida en 2013 con número de certificado 357, la cual presenta manglar, pastizal, tasistal, selva baja caducifolia, y especies como





el guano de costa, mangle blanco, mangle prieto, mangle botoncillo, guayacán, tigrillo, oso hormiguero, puercoespín tropical, ratón de patas blancas y loro frente blanca; y el ADVC Bios Petempich, establecida en 2023 con número de certificado 505, la cual presenta manglares como el mangle rojo, mangle blanco y mangle botoncillo; vegetación halófito y vegetación subacuática, y animales como el mono araña centroamericano, cocodrilo de pantano y maullador negro.

Con relación a las Áreas Naturales Protegidas Estatales, al norte de la propuesta de APFF San Buenaventura se encuentran el Sistema Lagunar Chacmochuch y Laguna Manatí, establecidas en 1999, ambas con la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica, Refugio Estatal de Flora y Fauna. Al suroeste se encuentra Parque Kabah establecida en 1995 con la categoría de Parque Urbano. Con relación a las Áreas Naturales Protegidas Municipales, al oeste de la propuesta de APFF San Buenaventura se encuentra la Reserva Ecológica Ombligo Verde, establecida en 2012 con la categoría Zona de Preservación Ecológica Municipal. La creación de estas áreas de carácter estatal y municipal denota la prioridad por conservar áreas naturales que subsisten ante el avance de los asentamientos humanos.

Finalmente, de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, estado de Quintana Roo, publicado en el Periódico Oficial el 27 de febrero de 2014, la superficie que incluye la propuesta de APFF San Buenaventura se encuentra dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 21 – Zona Urbana de Cancún, misma que tiene como política ambiental el aprovechamiento sustentable con el fin de mantener los ecosistemas relevantes en el mejor estado posible, así como los bienes y servicios ambientales que provee la zona, previo al desarrollo urbano; esta UGA presenta 10.92 % de vegetación en buen estado de conservación (SEMA-QROO, 2013).

Tabla 8. Áreas Naturales Protegidas en el estado de Quintana Roo

No	TIPO	NOMBRE	MUNICIPIO(S) ¹	FECHA DE DECRETO/ CERTIFICADO
ANP FEDERALES				
1	PN	Tulum	Felipe Carrillo Puerto	23/04/1981
2	RB	Sian Ka'an	Cozumel y Felipe Carrillo Puerto	20/01/1986
3	SANT	Playas de Isla Contoy	Isla Mujeres	24/12/2022
4	APFF	Yum Balam	Lázaro Cárdenas	06/06/1994
5	APFF	Uaymil	Felipe Carrillo Puerto y Othón P. Blanco	23/11/1994
6	PN	Arrecifes de Cozumel	Cozumel	19/07/1996
7	RB	Banco Chinchorro	Othón P. Blanco	19/07/1996
8	PN	Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc	Isla Mujeres y Benito Juárez	19/07/1996
9	PN	Isla Contoy	Isla Mujeres	02/02/1998
10	RB	Arrecifes de Sian Ka'an	Solidaridad y Felipe Carrillo Puerto	02/02/1998
11	PN	Arrecife de Puerto Morelos	Benito Juárez	02/02/1998
12	PN	Arrecifes de Xcalak	Othón P. Blanco	27/11/2000
13	APFF	Otoch Ma'ax Yetel Kooh	Yucatán: Valladolid, Quintana Roo: Solidaridad	05/06/2002
14	APFF	Bala'an K'aax	Othón P. Blanco y José María Morelos	03/05/2005
15	APFF	Manglares de Nichupté	Benito Juárez	26/02/2008





No	TIPO	NOMBRE	MUNICIPIO(S) ¹	FECHA DE DECRETO/ CERTIFICADO
16	RB	Tiburón Ballena	Frente a las costas del norte del Estado de Quintana Roo	05/06/2009
17	APFF	La porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel	Cozumel	25/09/2012
18	RB	Caribe Mexicano	Isla Mujeres, Benito Juárez, Tulum y frente a las costas de Puerto Morelos, Solidaridad, Cozumel, Bacalar y Othón P. Blanco	07/12/2016
19	APFF	Jaguar	Tulum	27/07/2022
ADVC				
20	ADVC	Reserva Ecológica El Edén	Lázaro Cárdenas	20/08/2007
21	ADVC	Zona de Conservación de Puerta del Mar	Benito Juárez	12/08/2008
22	ADVC	Much Kanan K'aax	Felipe Carrillo Puerto	05/11/2010
23	ADVC	Huub'Sak	Othón P. Blanco	18/11/2010
24	ADVC	Reserva Privada Moon Palace	Benito Juárez	04/09/2013
25	ADVC	Las Gatas	Puerto Morelos	01/06/2016
26	ADVC	Biól. Julio Berdegué Aznar	Puerto Morelos	04/06/2018
27	ADVC	Ejido Laguna Om	Othón P. Blanco	31/05/2019
28	ADVC	Bios Petempich	Benito Juárez	07/02/2023
ANP ESTATALES				
29	PN	Laguna Chankanaab	Cozumel	26/09/1983
30	PU	Parque Kabah	Benito Juárez	10/11/1995
31	ZSCE	XcaceI-XcaceIito	Solidaridad	21/02/1998
32	ZSCE	Sistema Lagunar Chacmochuch	Benito Juárez e Isla Mujeres	09/08/1999
33	ZSCE	Laguna Manatí	Benito Juárez	09/08/1999
34	RE	Santuario del Manatí, Bahía de Chetumal	Othón P. Blanco	24/10/1996
35	RE	Sistema Lagunar Chichankanab	José María Morelos	01/04/2011
36	PEE	Parque Laguna de Bacalar	Bacalar	01/04/2011
37	RE	Selvas y Humedales de Cozumel	Cozumel	01/04/2011
38	PEE	Laguna Colombia	Cozumel	07/04/2011
ANP MUNICIPALES				
39	ZPEM	OmbIigo verde	Benito Juárez	22/10/2012

Fuente: DOF, 2023; Quintana Roo Gobierno del Estado, 2023; CONANP, 2019.

¹ Los municipios corresponden a los municipios mencionados en el decreto de creación.

Nota ANP Federales: RB: Reserva de la Biosfera; APFF: Área de Protección de Flora y Fauna; PN: Parque Nacional; SANT: Santuario; ADVC: Área Destinada Voluntariamente a la Conservación.

ANP Estatales: PN*: Parque Natural; PU: Parque Urbano; PEE: Parque Ecológico Estatal; ZSCE: Zona Sujeta a Conservación Ecológica; RE: Reserva Estatal.

ANP Municipales: ZPEM: Zona de Preservación Ecológica Municipal.



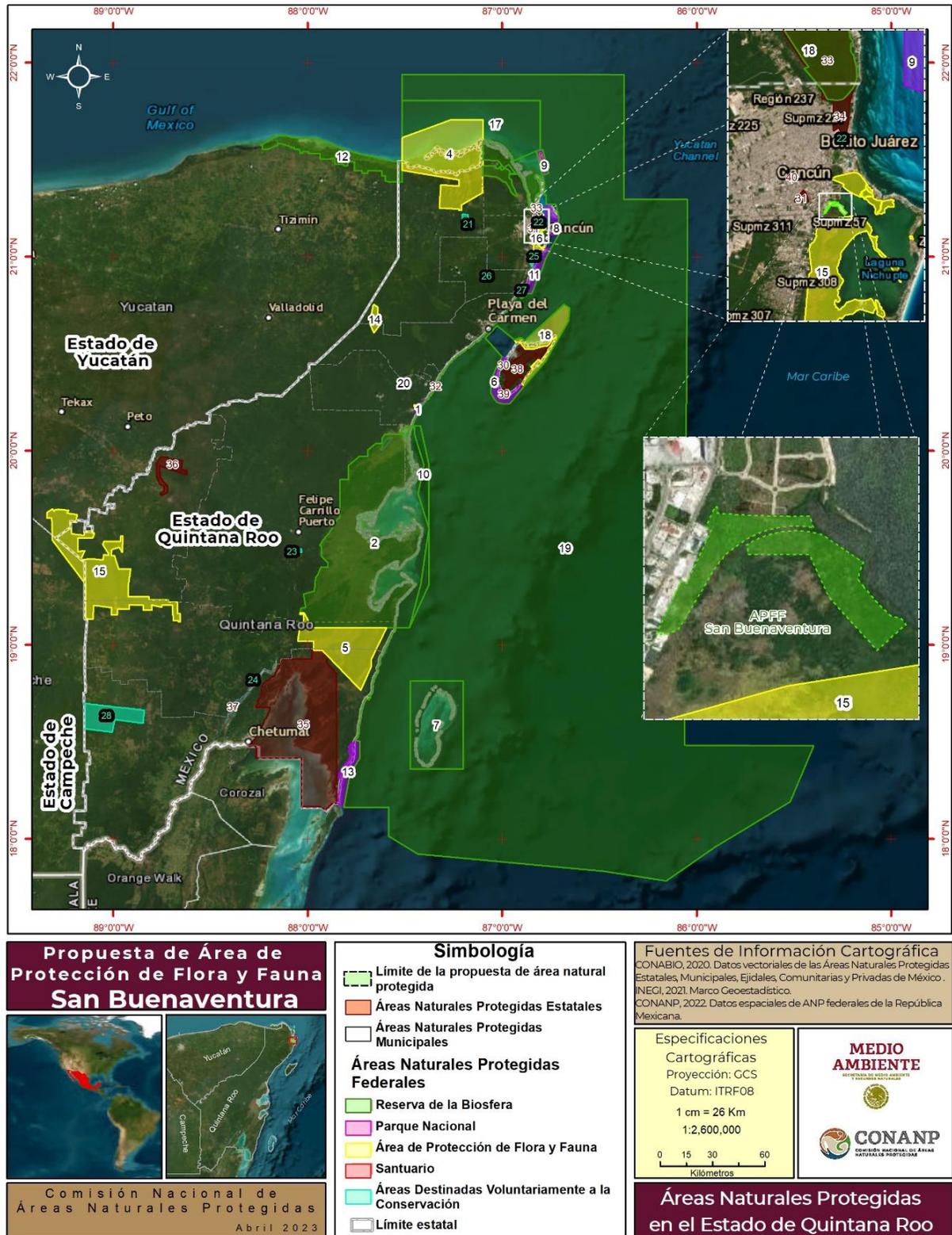


Figura 16. Áreas Naturales Protegidas en el Estado de Quintana Roo.





F) UBICACIÓN RESPECTO A LOS SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN DETERMINADAS POR LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

Entre las herramientas para establecer prioridades de conservación que contribuyan con conocimiento para orientar y fortalecer la protección *in situ* y el manejo sustentable de los hábitats y especies, se encuentran las regionalizaciones ecológicas y los sitios prioritarios. Dicha regionalización surge con el fin de lograr sistemas más representativos de conservación de los diferentes elementos de la biodiversidad. Así, en 2006 la CONANP, la CONABIO, Pronatura, The Nature Conservancy (TNC), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el entonces Instituto Nacional de Ecología (INE, ahora Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático - INECC) llevaron a cabo un análisis de vacíos y omisiones de conservación de la biodiversidad mediante la implementación de una encuesta a especialistas, investigadores y conservacionistas de todo el país para detectar sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad en México (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA, 2007).

El Sistema Lagunar Nichupté y los humedales costeros asociados (en donde se incluye la propuesta de APFF San Buenaventura), resultaron ser unos de los sitios prioritarios dentro de los ecosistemas marinos. Por lo anterior, se realizó un cuidadoso análisis de la cartografía temática correspondiente, de manera que fuera posible determinar el porcentaje o superficie de sobreposición entre la propuesta de APFF San Buenaventura y las distintas regiones ecológicas y sitios prioritarios para la conservación en la zona.

Regiones Ecológicas

Con el objetivo concreto de conformar herramientas de planeación espacial y programas que permitan establecer los lineamientos para la conservación y manejo sustentable de la biodiversidad, las regionalizaciones ecológicas consideran tanto criterios biogeográficos, como los servicios ecosistémicos, los efectos del cambio climático global y las actividades antropogénicas (Fu *et al.*, 2004; Liu *et al.*, 2018). Las Regiones Ecológicas sirven como marco espacial para la investigación, evaluación, manejo y monitoreo de los ecosistemas y de los elementos que los componen.

Ecorregiones Terrestres de México

Las Regiones Terrestres Prioritarias de México representan áreas donde la conservación de los ecosistemas es prioritaria para la preservación de las especies endémicas que los habitan, delimitadas bajo criterios de tipo biológico, de amenaza para el mantenimiento de la biodiversidad y de oportunidad para la conservación (SEMARNAT, 2015).

Se ha adoptado un esquema de cuatro niveles jerárquicos para identificar o agrupar las regiones ecológicas. El nivel I, el más general, divide a América del Norte en 15 extensas regiones ecológicas y presenta una visión amplia sobre el mosaico ecológico del subcontinente a escala global o intercontinental. Según la regionalización ecológica nivel I a una escala 1:50 millones, en México se tienen identificadas siete grandes zonas de ecosistemas y regiones ecológicas que comparten en cantidad y calidad de recursos naturales con Norteamérica (SEMARNAT, 2015). Mientras que el Nivel II brinda un mayor grado de detalle a la descripción de dichas áreas, con una escala de presentación de 1:30 millones. Similarmente, el Nivel III detalla áreas ecológicas más pequeñas, con características





más precisas, a una escala 1:5 a 1:10 millones (SEMARNAT, 2010a). Finalmente, el Nivel IV se trata del más detallado de todos, pues con una escala 1:1 millón, divide al país en 99 ecorregiones (CONANP, CONABIO, SRE, 2020; CONABIO, 2021e).

La propuesta de APFF San Buenaventura se encuentra, en su totalidad, dentro de la ecorregión terrestre Nivel I “Selvas Cálido-Húmedas” y, por consiguiente, dentro de las ecorregiones terrestres “Planicie y Lomeríos de la Península de Yucatán” (Nivel II), “Planicie Oriental Yucateca con Selva Perennifolia” (Nivel III), y “Humedales del Caribe Mexicano” (Nivel IV) (INEGI, CONABIO e INE, 2008; Figura 17).

Selvas Cálido-Húmedas (ecorregión Nivel I)

Las Selvas cálido-Húmedas cubren 14 % del territorio nacional, circundan la Planicie Costera del Golfo de México, la parte occidental y sur de la Planicie Costera del Pacífico, la parte más alta de la Península de Yucatán y las porciones bajas de la Sierra Madre de Chiapas. Esta región está principalmente compuesta de colinas metamórficas plegadas cubiertas por terreno aluvial delgado. En la Península de Yucatán las rocas calcáreas dominan el relieve kárstico. Los suelos se han formado mayoritariamente por depósitos aluviales o erosión *in situ*. Las selvas perennifolias y subperennifolias y las deciduas son las comunidades vegetales más características de esta región, que en flora y fauna son de las más ricas del mundo (SEMARNAT, 2010b).

Planicie y Lomeríos de la Península de Yucatán (ecorregión Nivel II)

La Planicie y Lomeríos de la Península de Yucatán es una ecorregión terrestre situada en el suroeste de México, caracterizada por su topografía plana con lomeríos dispersos, suelos calcáreos poco profundos y clima cálido subhúmedo, con una temporada seca pronunciada en invierno y una temporada húmeda en verano. Esta ecorregión alberga una rica biodiversidad y una amplia variedad de hábitats, incluyendo selvas bajas caducifolias, selvas medias subperennifolias, sabanas, manglares y humedales, siendo hogar de numerosas especies endémicas, así como un importante corredor para aves migratorias. La Península de Yucatán es también rica en recursos hídricos subterráneos, con una vasta red de ríos subterráneos y cenotes, que proporcionan agua dulce y hábitats únicos para diversas especies (Ricketts *et al.*, 1999).

A pesar de su importancia ecológica y cultural, la Planicie y Lomeríos de la Península de Yucatán enfrenta diversas amenazas, como la deforestación, la expansión agrícola y urbana, y el turismo no sostenible (March *et al.*, 2011). La conservación de esta ecorregión es fundamental para preservar su biodiversidad, sus recursos hídricos y su patrimonio cultural (Ricketts *et al.*, 1999).

Planicie Oriental Yucateca con Selva Perennifolia (ecorregión Nivel III)

La Planicie Oriental Yucateca con Selva Perennifolia es una ecorregión terrestre localizada en la Península de Yucatán, en el sureste de México. Está caracterizada por su topografía plana, suelos calcáreos poco profundos y un clima cálido húmedo, lo que permite el crecimiento de selvas medias, manglares y sabanas (INEGI, CONABIO e INE, 2008). Esta área es hogar de una diversidad biológica única, incluyendo especies endémicas y en peligro de extinción. Además, es un importante corredor para aves migratorias y alberga numerosas especies de reptiles y anfibios.





Humedales del Caribe Mexicano (ecorregión Nivel IV)

Se tienen dos áreas muy definidas para esta ecorregión, localizada una en la parte norte y oriente del estado de Quintana Roo, en los municipios de Isla Mujeres, Lázaro Cárdenas y Benito Juárez. La otra, que es la ecorregión más grande, se localiza en la porción centro-sur oriente del estado colindando con el Caribe, y comprende los municipios de Tulum, Felipe Carrillo Puerto y Othón P. Blanco. Esta importante ecorregión representa una superficie de 17.6 % del total del estado. El clima presente es cálido subhúmedo, y la vegetación principal son los manglares y otras áreas forestales, que comprenden vegetación hidrófila, representando en conjunto casi la mitad de la ecorregión con 45.8 % del total. Otras formaciones en esta ecorregión son las selvas altas y medianas con 22.1 % y las selvas bajas con 23.3 %. Las áreas no forestales comprenden 8.7 % (SEMARNAT y CONAFOR, 2014).





Figura 17. Ecorregión terrestre en donde se encuentra la propuesta de APFF San Buenaventura, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.





Sitios Prioritarios para la Conservación y Restauración de la Biodiversidad

Los sitios prioritarios para la conservación y restauración de la biodiversidad constituyen importantes herramientas para reconocer aquellos factores de amenaza y riesgo que deben contemplarse en el manejo de la biodiversidad biológica. Estos sitios fueron identificados y determinados por la CONABIO a principios de siglo (2005) en coordinación con diversas instituciones, especialistas, organizaciones de la sociedad civil y dependencias gubernamentales de los tres niveles de gobierno (CONABIO, 2021f). Por lo anterior, los sitios prioritarios deben tomarse en cuenta en los ejercicios de planeación, de manera que guíen e influyeran la gestión del territorio, el manejo y la toma de decisiones, así como el desarrollo de las actividades y acciones concretas para la conservación de la biodiversidad en nuestro país (Arriaga *et al.*, 2009).

La propuesta de APFF San Buenaventura se ubica dentro del sitio de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica PY64, Nichupté. De acuerdo con la caracterización del sitio, se trata de un ecosistema que ha quedado atrapado por los procesos de urbanización y el desarrollo turístico, pero dada su ubicación, brinda importantes servicios ambientales, en particular protección a la costa y conectividad entre los ecosistemas de la región (CONABIO, 2009).

Además, forma parte de dos tipos de sitios prioritarios para la conservación y restauración de la biodiversidad, los cuales se describen a continuación.

Sitios Prioritarios Marinos para la Conservación de la Biodiversidad

La mayor parte de la conservación marina se ha enfocado en la necesidad de proteger ecosistemas importantes y lugares para el desarrollo y reproducción de algunas especies, así como en el manejo de los recursos marinos. Sin embargo, específicamente en el caso de los ambientes marinos, ha sido necesario retomar el concepto de áreas basadas en ecosistemas donde se debe considerar tanto el manejo de los sistemas ecológicos y la función del ecosistema mismo, como a las especies individuales que lo conforman. De ahí la importancia de la delimitación de los sitios prioritarios que incorporen la conectividad entre los ecosistemas, la movilidad de las especies y la viabilidad en la permanencia de estos mismos en la escala espacial y temporal (SEMARNAT, 2010b).

Por ello, la delimitación de los Sitios Prioritarios Marinos como sitios de importancia para la conservación marina es una propuesta novedosa hacia la protección de dichos ambientes. En México se llevó a cabo la identificación de los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad marina, que incluye costas, océanos e islas. En una primera aproximación se delimitaron los Sitios Prioritarios Marinos por grupos taxonómicos, así como por las características generales físicas, químicas, biológicas y geológicas de cada sitio. Se identificaron 105 Sitios Prioritarios Marinos, que representan aproximadamente 34 millones de hectáreas, de los cuales 79 sitios (es decir, 84.1 %) corresponden a las zonas costeras y de margen continental, que incluyen diversos elementos insulares, y 26 (13.9 %) a los sitios de mar profundo (SEMARNAT, 2010b).

De acuerdo con la importancia para la conservación de la biodiversidad, se realizó la priorización de los sitios con base en su importancia: resultaron 31 sitios de extrema importancia, 33 como muy importantes y 41 como importantes. Para los sitios prioritarios costeros y de margen continental, 45 % fueron clasificados como importantes y 34 % como muy importantes. Para los sitios prioritarios de mar profundo, 58 % se consideran de extrema importancia y 23 % como muy importantes (SEMARNAT, 2010b).

Además, la propuesta de APFF San Buenaventura abarca parte del Sitio Prioritario Marino para la Conservación de la Biodiversidad “Sistema Lagunar Nichupté” con una superficie de 22.44 ha que





representa el 59.19 % del área del polígono de la propuesta de APFF San Buenaventura (Figura 18). Este sitio pertenece a la Ecorregión Marina Mar Caribe, con una fisiografía de zona costera, con playas arenosas y lagunas costeras. Presenta manglares, praderas de pastos marinos y algas, y se clasifica con un nivel de conservación “importante” debido a que es un sistema lagunar vital para la biodiversidad de la zona arrecifal adyacente, principalmente porque los pastos y manglares les ofrecen alimento y refugio, además de que estos actúan como biofiltros para mejorar la calidad del agua que llega a los arrecifes vía continental a Nizuc. Además, actúa como refugio de aves (CONABIO, 2007).

Sitios Prioritarios para la Conservación de Parientes Silvestres de Cultivos Mesoamericanos

Mesoamérica alberga una enorme diversidad cultural y biológica, pues cuenta con una gran variedad de plantas consideradas ancestros o parientes silvestres de cultivos mexicanos (PSC). Los PSC desempeñan una labor clave en el mantenimiento de la diversidad genética de los cultivos, siendo sumamente importantes para la preservación de la soberanía alimentaria, tanto a escala regional y nacional, como global (CONABIO, 2021g).

Para incrementar el conocimiento y los esfuerzos de conservación de los PSC, se llevó a cabo el proyecto “Salvaguardar los parientes silvestres de cultivos mesoamericanos” (2016-2019), el cual permitió identificar, a nivel nacional, un conjunto de áreas de importancia para guiar las acciones de conservación (*in situ* y *ex situ*) de la diversidad genética de los parientes silvestres de cultivos mexicanos de aguacates, calabazas, algodones, frijoles, chiles, maíces, papas, vainillas y tomates verdes (CONABIO, 2021g).

Para ello, se tomaron en cuenta indicadores de diversidad genética que sugirieran patrones biogeográficos (CONABIO *et al.*, 2019). Por su alto número de áreas prioritarias para la conservación de PSC, destaca el Eje Neovolcánico Transversal, así como los bosques nublados, las selvas tropicales del sur y los matorrales (zonas áridas y semiáridas del noroeste del territorio), entre otras zonas (CONABIO, 2021e).

Asimismo, muchas de estas áreas coinciden con territorios ocupados por pueblos indígenas, los cuales, al depender directamente de la agricultura tradicional, juegan un importante rol en la preservación de la variación en los cultivos dentro de un gradiente de humanización o domesticación, el cual puede ir desde la recolección ocasional hasta la producción (Perales y Aguirre, 2008; CONABIO, 2021g). Resulta evidente que, para la conservación de los PSC, es necesario implementar políticas públicas que, de la mano con actores de diversos sectores, permitan preservar estas plantas (CONABIO, 2021g).

En la Figura 19 se muestran detalladamente los porcentajes que abarca el polígono de la propuesta de APFF San Buenaventura respecto a los Sitios Prioritarios para la Conservación de Parientes Silvestres de Cultivos Mesoamericanos. Dentro del polígono de la propuesta de APFF San Buenaventura 7.35 ha (que equivalen al 19.4% del total), se clasifican como un área para la conservación del 70 % de la superficie terrestre de México; 22.02 ha (58.1% del total de la superficie) se identifican en un área del 80 %, y lo que resta del polígono (8.53 ha) se encuentra en un área del 100 %. En conjunto cubren la totalidad del área propuesta.





<p>Propuesta de Área de Protección de Flora y Fauna San Buenaventura</p>	<p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> — Límite de la propuesta de área natural protegida — Brechas — Calles <p>Sitio Prioritario Marino</p> <ul style="list-style-type: none"> — Sistema Lagunar Nichupte — Clave 72 con categoría Importante 	<p>Fuentes de Información Cartográfica</p> <ul style="list-style-type: none"> -CONABIO, 2007. 'Sitios prioritarios marinos para la conservación de la biodiversidad'. Escala 1: 1000000. D.F., México. -INEGI, 2020. Red Nacional de Caminos (RNC) -INEGI, 2021. Marco Geoestadístico.
<p>Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas Abril 2023</p>	<p>Especificaciones Cartográficas</p> <p>Proyección: UTM Zona: 16 Norte Datum: ITRF08 1:10,000 1 cm = 100 m</p>	<p>Sitios prioritarios marinos para la conservación de la biodiversidad</p>

Figura 18. Sitios Prioritarios Marinos respecto a la propuesta de APFF San Buenaventura, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.





Figura 19. Sitios Prioritarios para la Conservación de Parientes Silvestres de Cultivos Mesoamericanos respecto a la propuesta de APFF San Buenaventura, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.





Conectividad Ecológica

La conectividad ecológica es fundamental para la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los ecosistemas. En este contexto, se abordan cuatro temas principales que se describen a continuación y se muestran en la Figura 20.

Las Áreas Naturales Protegidas son fundamentales para conservar la biodiversidad y mantener la conectividad ecológica. La colaboración entre ANP federales, estatales y municipales es esencial para garantizar la efectividad de la gestión y la protección de los ecosistemas (DeFries *et al.*, 2007). Algunas estrategias para fortalecer esta colaboración pueden incluir la creación de redes de ANP, el intercambio de información y experiencias, y la implementación de planes de manejo conjuntos (Gaston *et al.*, 2008).

La propuesta de APFF San Buenaventura se encuentra cercana tanto a áreas de carácter federal como de carácter estatal y municipal, siendo la más cercana el APFF Manglares de Nichupté (Figura 20).

La relevancia de esta conectividad ecológica radica en que dicha condición resulta fundamental para el paso de especies clave como el jaguar, además de que ayuda a mitigar los efectos del cambio climático al permitir que las especies se desplacen hacia hábitats más adecuados a medida que sus condiciones climáticas óptimas cambian (Rudnick *et al.*, 2012).

Esta conectividad ecológica también puede ayudar a mantener la funcionalidad de los ecosistemas al facilitar la dispersión de especies clave, como los dispersores de semillas y los depredadores, lo que asegura procesos ecológicos esenciales, como la regeneración de bosques y selvas, y el control de poblaciones de herbívoros (Chetkiewicz *et al.*, 2006). Por otro lado, la conservación del jaguar en Quintana Roo mediante la implementación de corredores bioclimáticos también tiene implicaciones positivas para la protección de otros mamíferos y la biodiversidad en general, ya que el jaguar es una especie paraguas cuya conservación puede beneficiar a múltiples especies y procesos ecológicos en la región (Roberge y Angelstam, 2004).

Aunado a todos estos beneficios, se pueden proporcionar beneficios económicos y sociales al proteger los servicios ecosistémicos, como la purificación del agua, la polinización de cultivos y el mantenimiento de la biodiversidad para fines recreativos y turísticos, lo que genera un valor agregado a la protección de estas áreas (Chan *et al.*, 2006).

La combinación de estos enfoques, junto con la colaboración entre los diferentes niveles de gobierno, organizaciones y comunidades locales, puede mejorar significativamente la efectividad de la conservación y garantizar la conectividad ecológica en paisajes alterados y fragmentados. Esto requiere un enfoque holístico y colaborativo que aborde las múltiples dimensiones de los desafíos ambientales y sociales. Es importante reconocer que la conservación de la biodiversidad y la conectividad ecológica no solo es esencial para el bienestar de las especies no humanas y el funcionamiento de los ecosistemas, sino también para el bienestar humano y la sostenibilidad a largo plazo de nuestras sociedades y economías. Los ecosistemas saludables y conectados proporcionan una amplia gama de servicios ecosistémicos, como la purificación del agua, la polinización de cultivos, la protección contra inundaciones y sequías, y la captura y almacenamiento de carbono, que son fundamentales para nuestra supervivencia y prosperidad.





Corredores Bioclimáticos para la Conservación de la Biodiversidad

Estos corredores promueven la conectividad entre hábitats y áreas protegidas, facilitando el movimiento y la dispersión de especies, lo que ayuda a mantener la diversidad genética y permite la adaptación al cambio climático (Roberge y Angelstam, 2004). Los corredores bioclimáticos son esenciales para asegurar la viabilidad a largo plazo de las poblaciones y la conservación de la biodiversidad (Crooks y Sanjayan, 2006). El valor va de -1 a 200, donde -1 corresponde a los fragmentos de vegetación primaria. Un valor de 0 se localiza en el centro de los corredores y representa las rutas óptimas dentro de los corredores, es decir, con menor variación climática y menor impacto humano. Por el contrario, un valor cercano a 200 se encuentra en la periferia de los corredores y son las zonas más expuestas.

Con relación a los Corredores Bioclimáticos para la Conservación de la Biodiversidad, la propuesta de APFF San Buenaventura tiene un valor medio respecto a la conectividad bioclimática (88-123). Además, se encuentra aledaña a un área con presencia de vegetación primaria. Esto permite que se tenga una conectividad entre los ecosistemas, hábitats y poblaciones de especies, lo que facilita su dispersión y adaptación, así como la transferencia de genes, algo fundamental para la supervivencia y resiliencia de especies en tiempos donde la temperatura y los patrones de precipitación cambian rápidamente debido al calentamiento global (Hannah *et al.*, 2002).

Asimismo, estos corredores bioclimáticos son benéficos para las especies polinizadoras como los murciélagos y abejas (Hilty *et al.*, 2019), en la propuesta de APFF San Buenaventura se tienen registradas mariposas, polillas, abejas, escarabajos y murciélagos, quienes desempeñan un papel crucial en la reproducción de las plantas.

Vegetación Nativa Primaria

La conservación y restauración de la vegetación nativa primaria es crucial para mantener la integridad y funcionalidad de los ecosistemas y promover la conectividad ecológica (Chazdon *et al.*, 2009). La vegetación nativa primaria proporciona refugios y recursos para numerosas especies y facilita la dispersión y colonización de áreas degradadas (Hobbs *et al.*, 2009). La propuesta de APFF San Buenaventura presenta vegetación primaria de manglar y selva baja subperennifolia, con individuos bien desarrollados, sin modificaciones en su estructura, ni algún daño visible, es decir, el arbolado se encuentra saludable y en alta densidad.

Corredores biológicos

En México, los corredores biológicos se han constituido en un instrumento de política pública para la conservación de la riqueza natural de nuestro territorio, bajo criterios que aseguran el bienestar de las comunidades rurales establecidas en ellos; son el eje de una estrategia que incluye aspectos socioambientales y de integración en el territorio para conservar, manejar y, en su caso, restablecer la cubierta vegetal. Con lo que se hace posible la conectividad biológica entre áreas naturales protegidas en la Península de Yucatán.

Corredor Jaguar

El corredor biológico del jaguar es un esfuerzo multinacional para conectar y proteger los hábitats críticos del jaguar (*Panthera onca*) a lo largo de su rango geográfico, desde México hasta Argentina. La iniciativa involucra a gobiernos, organizaciones no gubernamentales, comunidades locales y sector





privado en la identificación y protección de áreas clave, la promoción de prácticas sostenibles y la investigación científica para mejorar la comprensión de las necesidades de conservación del jaguar (Rabinowitz y Zeller, 2010). La conservación del corredor del jaguar también beneficia a muchas otras especies que coexisten con este felino, ya que contribuye a mantener la integridad ecológica y la conectividad en la región (Ceballos *et al.*, 2007).

La propuesta de APFF San Buenaventura se encuentra en medio de dos zonas importantes que funcionan como corredor biológico del jaguar. Esta especie requiere de grandes áreas de hábitats y conectividad entre poblaciones para mantener su diversidad genética y asegurar su supervivencia a largo plazo (Sanderson *et al.*, 2002). Así, la ubicación de la propuesta de APFF San Buenaventura conecta estas zonas, cuya importancia radica en que se encuentra en un lugar con una gran presión antropogénica, por lo que su conservación contribuye a mantener el corredor de esta especie tan emblemática.

Aves migratorias

La propuesta de APFF Buenaventura extiende la conservación de múltiples instrumentos de manejo que contemplan la conservación de las aves migratorias como otras ANP federales y estatales, sitios RAMSAR y Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAs), contribuyendo a incrementar el área de conservación de corredores biológicos en la ruta migratoria. De manera adyacente se encuentra el sitio Ramsar y APFF “Manglares de Nichupté”, al norte la RB Caribe Mexicano y el sitio Ramsar “Parque Nacional Isla Contoy”, y al sur con los sitios Ramsar “Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos”, “Manglares y Humedales de Isla Cozumel”, “Sian Ka ´an”, así como las AICAs “Corredor Central Vallarta – Punta Laguna”, “Isla Cozumel” y “Sian Ka ´an”.

Por lo anterior, el establecimiento del APFF Buenaventura contribuye a la conservación de uno de los corredores más importantes para la conservación de las aves migratorias en la Península de Yucatán, México y del continente americano.

En conjunto, la Figura 20 muestra los corredores que permiten el movimiento de especies clave, lo que resalta la relevancia de la propuesta de APFF San Buenaventura como un sitio que da continuidad a procesos ecológicos de la región.



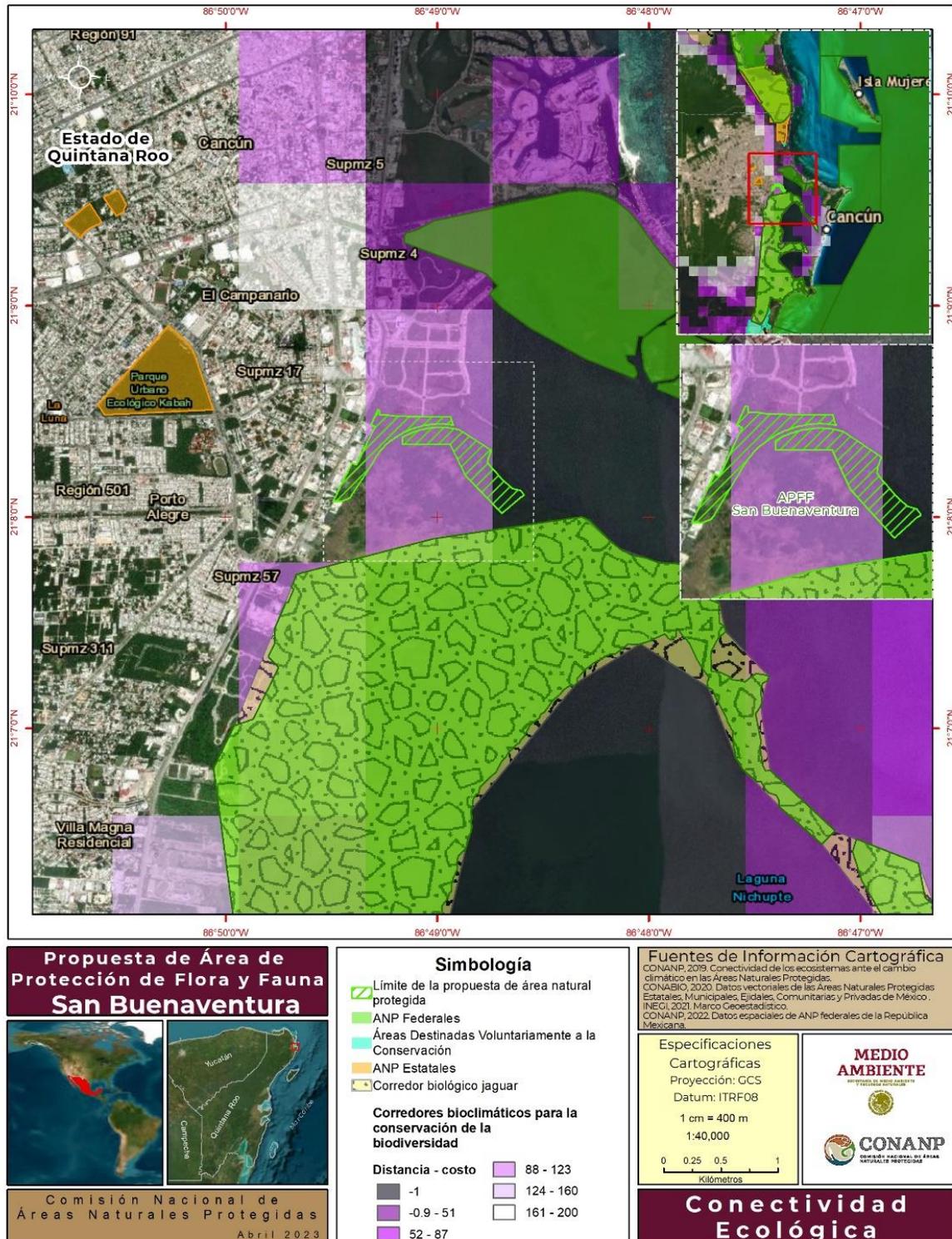


Figura 20. Conectividad Ecológica respecto a la propuesta de APFF San Buenaventura, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.





III. DIAGNÓSTICO DEL ÁREA

A) CARACTERÍSTICAS HISTÓRICAS Y CULTURALES

La propuesta de APFF San Buenaventura se circunscribe arqueológicamente dentro del área cultural denominada Costa Nororiental de la Península de Yucatán. En un contexto histórico, dos son los patrones para considerar: el primero corresponde a los predios en lo que en su momento fue la isla de Cancún y en segundo lugar a los terrenos que colindan con la Laguna de Nichupté.

Para el primer patrón se encuentran asentamientos prehispánicos con arquitectura monumental a lo largo de lo que fue la isla Cancún, frente a estas costas navegaban los mercaderes provenientes del Golfo de México con dirección al Golfo de Honduras y viceversa, siguiendo una ruta comercial muy cotizada en la antigüedad (Camacho, 2018).

Para el segundo patrón, los predios que colindan con la Laguna de Nichupté están asociados a sitios arqueológicos que corresponden a aldeas y centros ceremoniales que se comunican tierra adentro y, aunque no están asociados de manera directa a la navegación y el comercio, si lo están a la agricultura y al culto a la fertilidad.

A.1) HISTORIA DEL ÁREA

La navegación maya por la costa oriental de la península de Yucatán fue de cabotaje, esto significa que no se alejaban de la costa, por eso es de suponer que frente al área de interés fue una actividad que alcanzó su apogeo durante el período Posclásico a lo largo de la costa del Mar Caribe. Los mayas se valieron de puertos de abrigo para refugiarse en caso de mal tiempo como los había es de suponerse en la isla Cancún (Figura 21), también de refugios naturales como caletas y lagunas; estaban atentos a puntos geográficos de referencia en tierra que les ofrecían información de su ubicación, conocían la posición de los arrecifes para no encallar en ellos. En suma, este acervo de conocimiento marítimo permitió, con el tiempo, el establecimiento de una nutrida ruta comercial bien establecida que llevó a un control, distribución y comercio de bienes de diferentes regiones y por ende la posibilidad de un intercambio cultural.



Figura 21. El comercio maya prehispánico para la península de Yucatán durante el período Posclásico. La línea en color rojo marca la navegación de cabotaje maya. Ilustración publicada en la revista Arqueología Mexicana.





De la costa eran importantes productos como la sal, conchas, caracoles y pescado seco entre otros bienes que se podía intercambiar por productos de otras regiones como la obsidiana, la piedra verde, el pedernal, las plumas y las mantas de algodón. Se sabe que los mayas navegaban desde tiempos antiguos, ya que algunas islas alejadas varios kilómetros de la costa fueron pobladas desde el periodo Preclásico Tardío (300 a. C - 300 d. C.). La actividad naviera incrementó al paso del tiempo y para el período Postclásico ya se tenía desarrollada una gran ruta comercial que rodeaba a la península de Yucatán, llegaba al Golfo de México por la costa oeste y hasta Honduras por la costa oriental del Mar Caribe. Las rutas marítimas se combinaban con otras fluviales e incluso terrestres lo que ampliaba la gama de productos a intercambiar.

La conquista de la península Yucatán fue consumada por Francisco Montejó, este proceso no afectó la zona de Cancún y sólo esta área fue de interés para los navegantes que la señalaban en sus mapas como extremo distal de la península. Entre los mapas más antiguos donde se registra la Isla Cancún está el mapa *The coast of Yucatan from Campeche to Bahia del Ascension; with the west end of Cuba* de Thomas Jefferys del año 1771 (Figura 22) donde se aprecia la isla de Canzun, actualmente Cancún.

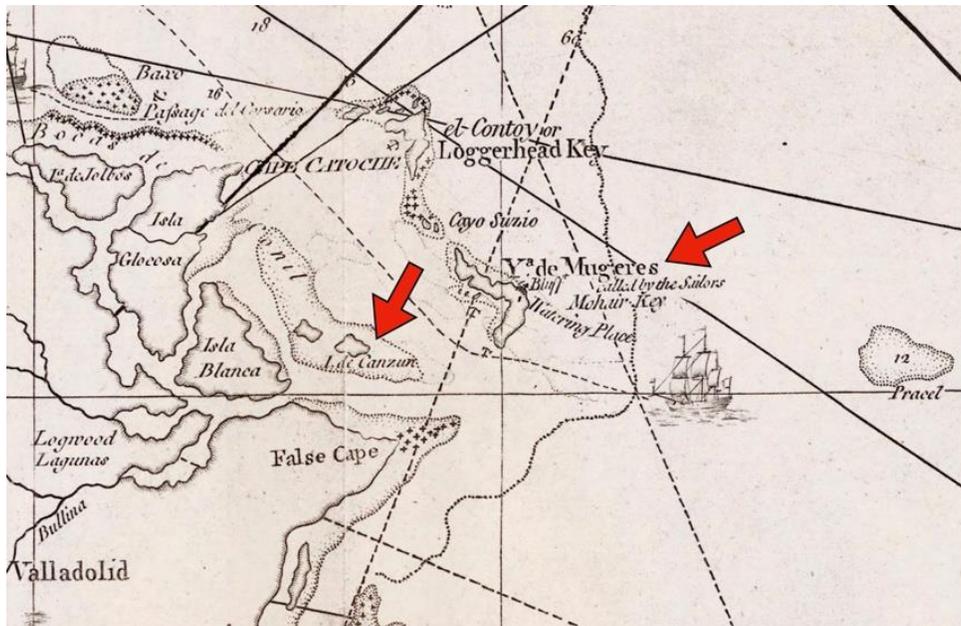


Figura 22. Detalle del mapa The coast of Yucatan from Campeche to Bahia del Ascension; with the west end of Cuba de Thomas Jefferys (1771). Se destaca que aún para el siglo XVIII la costa nororiental de la península de Yucatán era incógnita, las flechas apuntan a Isla Mujeres como Ya de Mujeres y la I. de Canzun.

Para el siglo XIX, Cancún ya era plenamente reconocido, en ocasiones como una isla de grandes proporciones como puede apreciarse en el mapa Mérida, América Septentrional, número 66, de Philippe Vandermaelen publicado en 1827 (Figura 23).



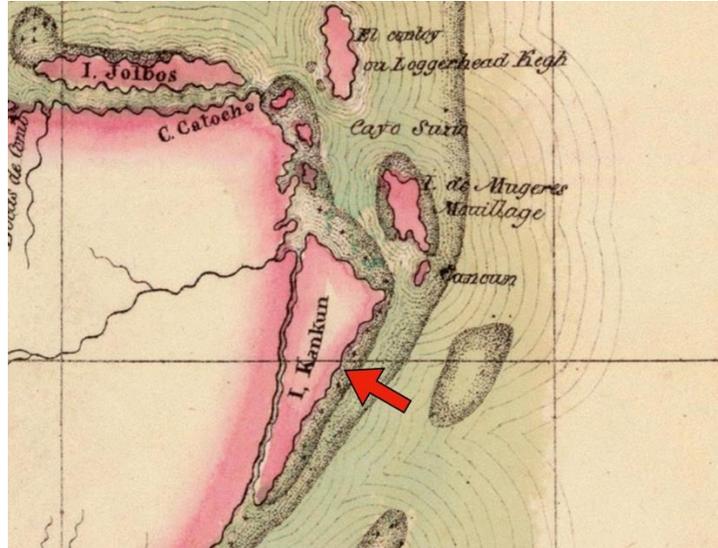


Figura 23. Detalle del mapa Mérida, América Septentrional, número 66, de Philippe Vandermaelen del año 1827, publicado en Bruselas, Bélgica. Se aprecia la I. Kankun, actual Cancún, como la isla de mayor importancia en la costa seguida por la de I. de Mujeres (sic).

En 1841 el capitán Richard Owen Smith apuntó en su bitácora que en la isla Cancún divisó edificios prehispánicos en los extremos norte y sur; y aunque no se tiene certeza de cuáles eran, se asume que correspondían a las zonas arqueológicas El Rey, Yamil Lu'um y El Meco. Posteriormente, John Lloyd Stephens en su segunda expedición a Yucatán entre los años 1841 y 1842, señaló en un mapa elaborado por Catherwood la presencia de ruinas en Punta Nizuc. Alice y Augustus Le Plongeon, al visitar la isla Cancún en 1877 y 1878, mencionaron un sitio que denominaron Ciudad Nizucte y que posiblemente correspondía con la actual zona arqueológica El Rey, toda vez que en la actual Punta Nizuc no existen vestigios arqueológicos monumentales como los del sitio El Rey. En 1895 William H. Holmes, como integrante de la Allison V. Armour, mencionó la existencia de numerosos edificios cuya arquitectura es la misma que en las islas vecinas o el continente, refiriéndose con toda seguridad a las zonas arqueológicas ya referidas. En la época porfirista no se contaba con información de la zona y fue hasta que se consolidaron las comunicaciones marítimas de Isla Mujeres y Cozumel con el resto del país que se inició en la década de 1930 un poblamiento en la isla de Cancún, particularmente por la siembra de cocoteros debido a la demanda de su aceite durante la Segunda Guerra Mundial.

Hasta hace cinco décadas, Cancún era una isla desierta y pocos sabían de su existencia. Ubicada en una región casi olvidada del Caribe, consistía en una serie de dunas de arena en forma de un número "7" (Figura 24), algunas de las cuales tenían solo 20 metros de ancho, separadas del continente por dos canales estrechos que se abría a un enorme sistema de lagunas. La costa estaba compuesta de pantanos, manglares, selva virgen y playas inexploradas. Incluso su nombre no estaba claro: algunos mapas lo llamaban "Kankun" (una sola palabra escrita con las dos "k"), que significa "olla de serpientes" o "nido de serpientes" en maya. Sin embargo, en los primeros documentos de INFRATUR (Fondo de la Infraestructura Turística, agencia gubernamental previa a la creación de FONATUR), se escribe como dos palabras, "Kan Kun", y ocasionalmente como "Can Cún" al hispanizarse. El nombre actual de "Cancún" es un desarrollo fonético que facilita la pronunciación para el turismo. Fue hasta finales





de la década de 1960 e inicio de la década de 1970 que el gobierno mexicano, por intermediación del Banco de México, realizó los estudios y gestiones necesarios para desarrollar un centro turístico en una zona deprimida debido a la pérdida de mercado de la fibra de henequén, que era el principal sostén de la economía regional. Para 1971 se estableció una Reserva Territorial para la creación del Polo de Desarrollo, que se otorgó posteriormente a FONATUR para la construcción del denominado Centro Integralmente Planeado Cancún (CIP Cancún).



Figura 24. La isla Cancún presenta cartográficamente la forma de un “7” como se aprecia en este detalle del mapa Central America, States of Yucatan, Guatemala, S. Salvador, & Honduras with the British Colony of Belize, de H. D. Rogers & A. Keith Johnston, publicado en Londres en el año de 1857.

A.2) ARQUEOLOGÍA

De acuerdo con la información existente, cercanos a la propuesta de APFF San Buenaventura se registran 11 sitios con vestigios arqueológicos, que abarcan desde pequeñas estructuras hasta el de mayor importancia, que corresponde a la Zona Arqueológica El Rey. Este número de estructuras arquitectónicas indican la importancia que para los mayas navegantes representó la zona y que una vez realizada la Conquista decayó al verse rotas las estructuras económicas que regían la actividad comercial marítima.





El sitio más próximo a la propuesta de APFF San Buenaventura es el sitio arqueológico Koxol Nah. Según Carlos Cosgaya (2011), es un pequeño y muy antiguo centro ceremonial que se encuentra cubierto por la maleza, por lo que no se tienen mayores datos en la literatura consultada, así que se hace necesaria una prospección de superficie para determinar con certidumbre si hay o no presencia cultural ancestral alrededor del predio.

En el extremo noroeste de la Laguna de Nichupté se encuentra una cueva con vestigios arqueológicos a la que hace más de un siglo investigadores extranjeros denominaron *Table Cave*, la Cueva de la Mesa. En este sitio existía un sitio arqueológico que fue arrasado por la mancha urbana. Según Carlos Cosgaya (2011), la primera descripción de la cueva fue en el año 1913, otra para 1940, y finalmente en 1959 por Florencia Müller en el Atlas Arqueológico de la República Mexicana del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Los materiales arqueológicos de la cueva revelaron que su ocupación sucedió durante el período Postclásico Tardío y que se trataba de un emplazamiento dedicado al culto a las deidades del agua y la fertilidad.

Al respecto de la sacralidad de las cuevas para los mayas, se puede apuntar que la fuerza sagrada que sustenta a la caverna entre los mayas y otros pueblos de la antigua Mesoamérica es la religión. La caverna como sitio sagrado es receptora de la deidad en múltiples formas y advocaciones, se identificaron más de 250 atribuciones teológicas que relacionan a la cueva con la religión, el mito y el ritual. El culto prehispánico y las cavernas se vinculan en el concepto del inframundo. El inframundo incorpora categorías muy complejas de la lógica religiosa que articula a los mitos cosmogónicos y cosmológicos como el culto a los muertos, los sacrificios humanos y de animales; así también el culto a los astros horadando los techos de las cavidades para apreciar el cielo y determinar un calendario, también son oráculos para anteponerse a las fuerzas de la naturaleza. Son el espacio de la permanencia del impulso vital. Sede de las deidades ctónicas y acuáticas donde se celebran los ritos de paso. Todas estas jerarquías espirituales, y otras tantas, definen las relaciones ideales entre los hombres y los dioses que permiten la supervivencia de la sociedad a través de las cavernas, que en la zona maya bien pueden ser también cenotes.

El ritual realizado en cavernas permitía a la comunidad momentos de unión y polarización psicológica, haciendo que cada individuo se sintiera lleno de una fuerza colectiva que habitualmente no se percibe, pero que encuentra en los sitios más oscuros, recónditos, secretos e inaccesibles que promueven la excitación. Es así como la cueva activa las emociones y las dirige a la categoría afectiva con lo sobrenatural. Las cavernas para este objetivo se modifican con pisos, plataformas, muros, estrechamientos, fuentes de agua, pinturas y petroglifos. Son evidentes los rituales: de paso, los iniciáticos, de bautizo (integración social), de pubertad, etiológicos, de propiciación climática, los ascéticos, los de curanderismo, de magia, de autosacrificio, de cambio de poderes civiles y religiosos, los sexuales, de matado de cerámica o renovación y los funerarios entre los más representativos. En esos días de la antigüedad, introducirse a una cueva significaba la separación de la vida profana (Montero, 2002).

Es necesario apuntar que las cavernas eran consideradas como la entrada al inframundo. Como inframundo es el lugar de los muertos, o es al menos el lugar en donde inician su viaje de ultratumba, es también el tránsito obligado subterráneo de los astros, todos estos viajes no son más que un





requisito para el nuevo nacimiento. Se encuentran las ambivalencias de la vida y la muerte, los dos aspectos, positivo y negativo, que hacen de la caverna un gran símbolo religioso.

El análisis geomántico vincula a la comunidad con la caverna, permitiéndole explicar la estructura del Universo, y por lo tanto ofreciéndole un orden interpretativo del cosmos. Desde la cueva fue posible difundir los principales conceptos cosmológicos de la antigüedad construyendo adoratorios, observatorios astronómicos imaginando constantes matemáticas a través del calendario, plasmando petroglifos y pinturas como instrumentos axiales del simbolismo religioso que se articularon para exaltar un espacio sagrado. Es así como se logra concretizar un lenguaje simbólico del paisaje. Para interpretarlo se requiere de una lectura topográfica, donde la geografía es el idioma de los símbolos que establecen un orden; en donde la cueva es el *axis mundi* del universo concebido. Las geoformas subterráneas eran deificadas por contener agua. Entre los mayas con Chaac, en Oaxaca con Cocijo, y en el Altiplano con Tlaloc, el culto acuático representa la más importante veneración practicada a las cuevas. El principal pretexto de las visitas era para pedir a los dioses de la lluvia que ahí habitan, la cantidad necesaria para irrigar los campos agrícolas. La cueva ha sido utilizada como un instrumento psicoterapéutico desde la antigüedad. Esta función perdura hasta nuestros días entre los grupos oprimidos, no obstante que los curanderos fueron perseguidos durante la Colonia, y soportan hasta nuestros días la incredulidad de la ciencia médica. La evangelización católica lanzó al panteón mesoamericano y el culto a las cuevas al nivel de la superstición, la magia, el culto demoníaco, y la idolatría. La cueva se convirtió entonces en un reducto para esa ideología subalterna que era sancionada por las estructuras del poder eclesiástico y secular. También fueron oráculos naturales, especialmente aquellas en las que se han encontrado espejos, el espejo está asociado a la profecía. Las experiencias visionarias fueron producto de la ingestión de alucinógenos para pronosticar el clima, los períodos de hambruna y las fechas para hacer la guerra (Montero, 1999).

En lo que respecta a la isla Cancún, se levanta el sitio arqueológico San Miguelito que debe su nombre al antiguo rancho coprero que funcionó entre los años 1950-1970 en esta área. De este sitio se destaca el Palacio de Chaac, así como el hallazgo de 50 entierros y gran variedad de artefactos, tanto locales como foráneos de obsidiana, cuarzo, cerámica, coral y caracol, testimonio de su importancia comercial del sitio. San Miguelito parece estar formado por dos sectores, uno exclusivamente habitacional, localizado en el área norte del asentamiento, y otro ubicado al sur, con edificios residenciales de mampostería, recintos administrativos, construcciones religiosas y un basamento que pareciera estar más relacionado con las estructuras de la zona arqueológica de El Rey al sur, que con las del resto del propio San Miguelito. Dichos elementos parecen indicar que la configuración interna del lugar corresponde a varias etapas, todas dentro del Posclásico Tardío entre los años 1300 a 1550 d. C. De ser correcta esta hipótesis, las construcciones del vecino sitio de El Rey y la primera fase del basamento de San Miguelito habrían sido las estructuras más antiguas del asentamiento. Poco después se levantarían el palacio, los edificios de élite y, finalmente, las plataformas habitacionales. La gran cantidad de moluscos, huesos de tortuga y pesas de redes para pescar encontrados en las plataformas habitacionales del sector norte de San Miguelito, muestran que sus habitantes tuvieron una fuerte dependencia de los productos marinos para garantizar su subsistencia (Elizalde, 2015).

Al sur, en la playa Delfines, se encuentra el sitio arqueológico El Rey. En el año de 1909, los viajeros ingleses Channing Arnold y Frederick Frost visitaron el sitio y encontraron una escultura antropomorfa de lo que ellos interpretaron como un personaje noble y de donde derivó el nombre de





“El Rey”. Según el INAH (INAH, 2022) es una de las zonas arqueológicas más importantes de la isla Cancún. Aunque se originó como un pequeño asentamiento en épocas tempranas, fue hasta el Posclásico Tardío entre los años 1200 al 1550 d. C. que llegó a su etapa de crecimiento más importante. De acuerdo con las investigaciones, se cree que El Rey, junto con el cercano San Miguelito, como ya se apuntó, conformaba el área nuclear de un poblado dedicado al comercio marítimo y a las actividades pesqueras. Las intervenciones arqueológicas efectuadas en el sitio han hecho posible que hoy día puedan visitarse muchas de las estructuras alineadas a lo largo de la calzada principal y sus dos pequeñas plazas. El edificio más importante es el número 2, que consta de un basamento piramidal con un templo, en el que se observan al menos dos etapas constructivas. También son de interés los edificios 1 y 4, que son palacios con grandes galerías con columnatas que sostenían techos planos; por sus dimensiones, parecen tratarse de construcciones de tipo administrativo, en los que se concertaban reuniones entre los grupos gobernantes. Anexo a estos edificios se hallan otros de menor importancia. Al momento de la conquista española, el sistema de asentamientos de la Costa Nororiental de la Península de Yucatán quedó desarticulado, lo que ocasionó que la población de El Rey se dispersara.

B) ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS RELEVANTES DESDE EL PUNTO DE VISTA AMBIENTAL

La propuesta de APFF San Buenaventura no alberga localidades, sin embargo, al formar parte del municipio de Benito Juárez, estado de Quintana Roo, las actividades socioeconómicas que se realizan en las localidades aledañas a su poligonal inciden directa e indirectamente en ella. Por ello, el análisis socioeconómico se realizará sobre este municipio, con el fin de reconocer la importancia de las actividades económicas en las zonas colindantes al polígono propuesto de ANP.

POBLACIÓN

El estado de Quintana Roo contaba en el 2020 con una población de 1 millón 857 mil 985 habitantes, siendo 49.6 % de mujeres y 50.4 % hombres. A nivel del municipio de Benito Juárez, se registraron un total de 911 mil 503 habitantes, de los cuales el 50.40 % son hombres y 49.60 % son mujeres (Data México, 2022; Figura 25).

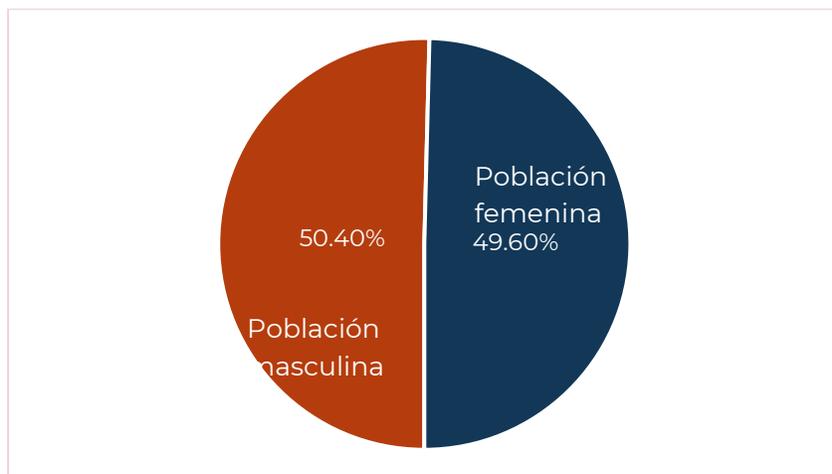


Figura 25. Composición por género de la población del municipio Benito Juárez, Quintana Roo (INEGI, 2021c).





En lo que respecta a la composición por edades, en el municipio de Benito Juárez, se observa una concentración en el segmento de adultos entre la edad de 20 a 44 años, con una notable disminución del segmento de 45 años en adelante (Figura 26).

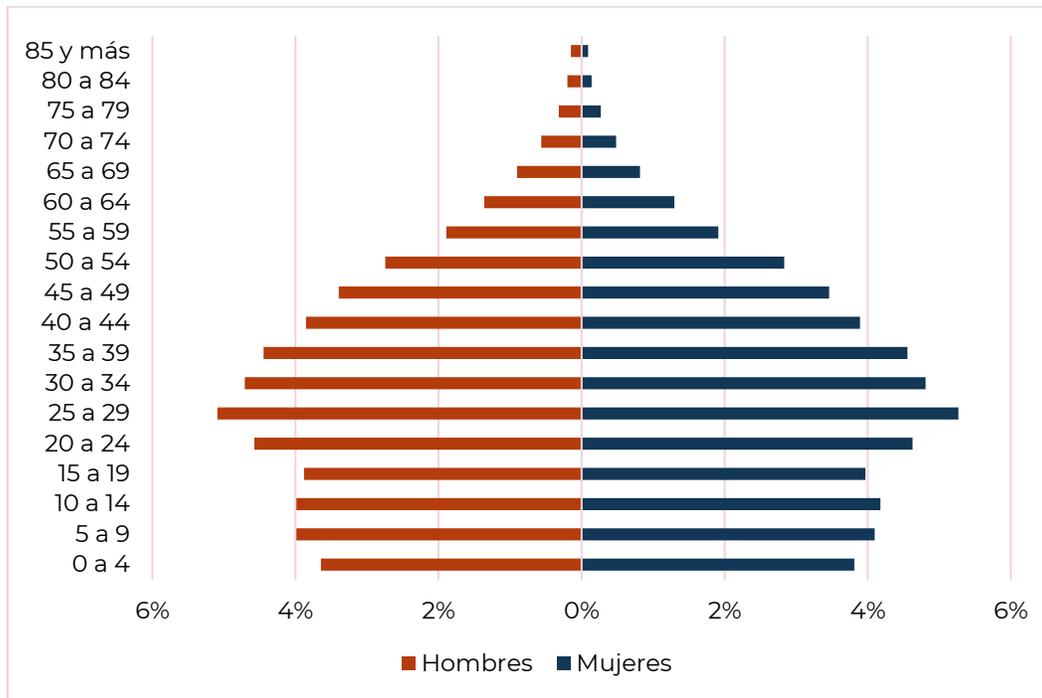


Figura 26. Pirámide poblacional de los habitantes del municipio de Benito Juárez (INEGI, 2021c).

Índice de rezago social y marginación

Con el fin de realizar una medición multidimensional de la pobreza, el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) construyó el Índice de Rezago Social, incorporando indicadores de educación, de acceso a servicios de salud, de servicios básicos, de calidad y espacios en la vivienda y activos en el hogar, permitiendo observar el grado de rezago social a partir de la medida ponderada de cuatro indicadores de carencias sociales (CONEVAL, 2019). Para el caso del municipio de Benito Juárez, CONEVAL lo clasifica con un grado de rezago social muy bajo, ocupando el lugar 2306 a nivel nacional (CONEVAL, 2021b).

Por su parte, según estimaciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2020), el 51.63 % de la población del municipio de Benito Juárez percibe ingresos menores a dos salarios mínimos, mientras que un 22.35% habita en viviendas particulares con hacinamiento y 1.61 % reportan no tener agua entubada en sus viviendas particulares. En síntesis, en este municipio se registra un grado de marginación muy bajo que lo sitúa en el lugar 2385 a nivel nacional.

Escolaridad

En 2020, los principales grados académicos de la población de Benito Juárez fueron Secundaria (31.30 % del total con algún grado académico), Preparatoria o Bachillerato General (29.91 % del total) y Licenciatura (17.16 % del total) (Tabla 9).





Tabla 9. Escolaridad de los habitantes de 15 años o más del municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

Grado académico	Porcentaje (%)
Preescolar o kínder	0.25
Primaria	15.52
Secundaria	31.30
Preparatoria o Bachillerato General	29.91
Bachillerato Tecnológico o Normal Básica	1.44
Estudios Técnicos o Comerciales con Primaria Terminada	0.20
Estudios Técnicos o Comerciales con Secundaria Terminada	0.81
Estudios Técnicos o Comerciales con Preparatoria Terminada	1.02
Normal con Primaria o Secundaria Terminada	0.01
Normal de Licenciatura	0.69
Licenciatura	17.16
Especialidad	0.32
Maestría	1.21
Doctorado	0.16
Total	100

Fuente: Data México, 2022.

Ocupación y empleo

La Población Económicamente Activa (PEA) se encuentra integrada por todas las personas de 12 y más años que realizaron algún tipo de actividad económica (población ocupada), o que buscaron activamente hacerlo (población desocupada abierta), en los dos meses previos a la semana de levantamiento de información por parte del INEGI.

En el municipio de interés, la PEA se conforma mayoritariamente por hombres con un 59.41 %, mientras las mujeres participan con el 40.59%. Asimismo, se registra una tasa de ocupación del 98.20 %, sin detectarse diferencias significativas por género (Figura 27).

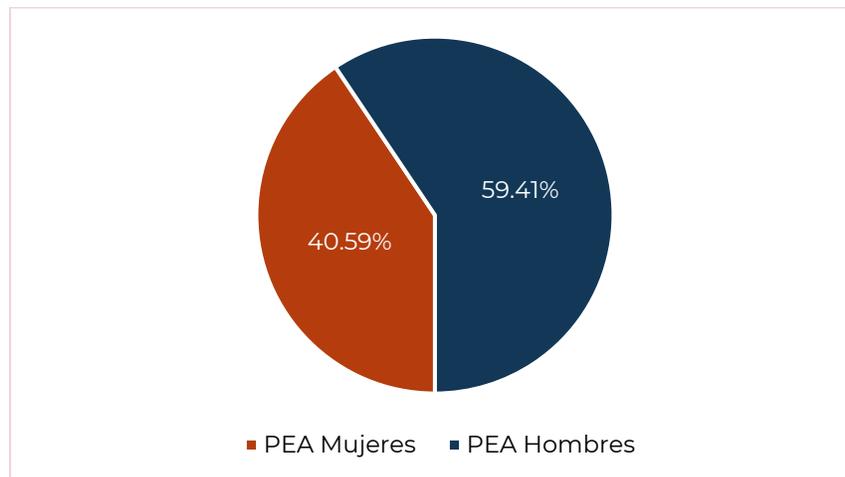


Figura 27. Población económicamente activa por género del municipio de Benito Juárez (INEGI, 2021c).



Por su parte, la Población No Económicamente Activa (PNEA), abarca el 31% de la población en total. De la PNEA, el 70.11 % son mujeres. Entre las personas que no se encuentran activos económicamente, la mayoría son personas dedicadas al quehacer de su hogar con un 43 %, seguido de estudiantes con un 39 %, siendo las últimas personas con alguna limitación física o mental que les impide trabajar, con un 2 % (Figura 28).

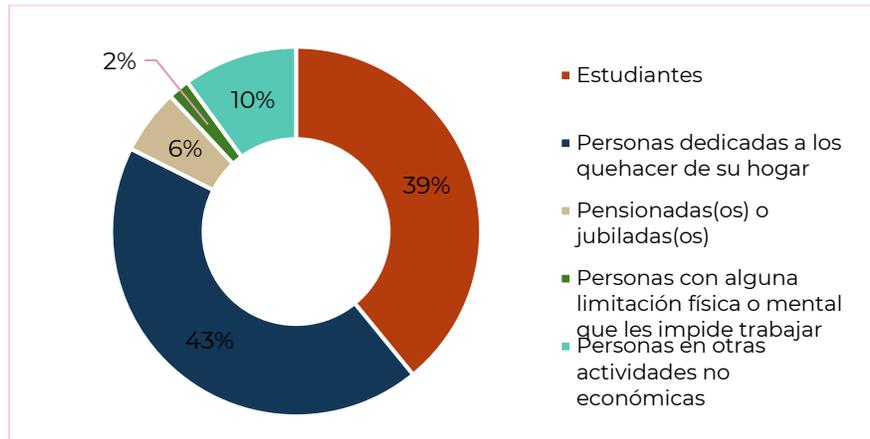


Figura 28. Población no económicamente activa en el municipio de Benito Juárez (INEGI, 2021c).

Unidades económicas

De acuerdo con datos de INEGI (2022a), en el municipio de Benito Juárez se ubican 29 mil 615 unidades económicas (Tabla 10), entre las que destacan las de comercio al por menor (11 304 unidades) y otros servicios excepto actividades gubernamentales (5054 unidades).

Tabla 10. Unidades económicas en el municipio de Benito Juárez.

Actividad	No. De Unidades Económicas
Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caz	14
Minería	0
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	35
Construcción	188
Industrias manufactureras	733
Industrias manufactureras	305
Industrias manufactureras	444
Comercio al por mayor	951
Comercio al por menor	11 304
Transportes, correos y almacenamiento	46
Información en medios masivos	123
Servicios financieros y de seguros	1319
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	640
Servicios profesionales, científicos y técnicos	754
Corporativos	6
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	730
Servicios educativos	834
Servicios de salud y de asistencia social	963





Actividad	No. De Unidades Económicas
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	331
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	4567
Otros servicios excepto actividades gubernamentales	5054
Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales	274
Total	29,615

Fuente: INEGI, 2022c.

Salud

De manera estatal, el 73.5 % de la población se encuentra afiliada a algún instituto de salud, siendo el de mayor afiliación el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) con un 60.60%; mientras que en el municipio de Benito Juárez el 72.6 % de la población se encuentra afiliada, siendo igualmente el IMSS el de mayor afiliación con un 76.20 % (Tabla 11).

Tabla 11. Afiliación a servicios de salud de la población del municipio de Benito Juárez.

Estado/municipio	IMSS	INSABI	ISSSTE ○ ISSSTE Estatal	IMSS BIENESTAR	Pemex, Defensa ○ Marina	Institución Privada	Otras instituciones
Quintana Roo	60.60%	28.10%	8.20%	0.50%	0.80%	2.50%	0.60%
Benito Juárez	76.20%	15.80%	4.90%	0.50%	0.30%	3.00%	0.70%

Fuente: INEGI (2021).

Producto Interno Bruto

El Producto Interno Bruto (PIB) es el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por una economía en un periodo determinado. La participación porcentual del PIB de Quintana Roo en el PIB nacional mostró una tendencia alcista en el periodo 2003-2019, con una leve caída en 2009 a raíz de la crisis financiera que estalló en ese año. Sin embargo, a partir de 2019 su participación comenzó a caer al pasar de 1.57 % en este año a 1.31 % en 2020. Una posible explicación radica en los efectos negativos de la pandemia por COVID-19 y las afectaciones, sobre todo, al sector servicios, el cual representa la mayor parte del PIB estatal. Hacia 2021 su participación repuntó, aunque sin alcanzar los niveles previos a 2019 (Figura 29).

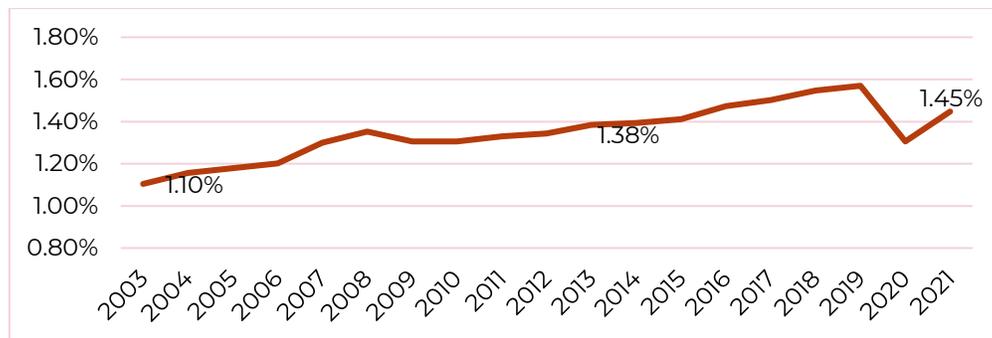


Figura 29. Participación porcentual del PIB de Quintana Roo en el PIB nacional (INEGI, 2022b).





Como se mencionó con anterioridad, las actividades terciarias son el componente principal del PIB estatal de Quintana Roo abarcando, para 2021, un 88.8 % del PIB total del estado. Siguen en orden de importancia las actividades secundarias con 10.17 % y, finalmente, las actividades primarias que aportaron 1.03 %. (Figura 30).

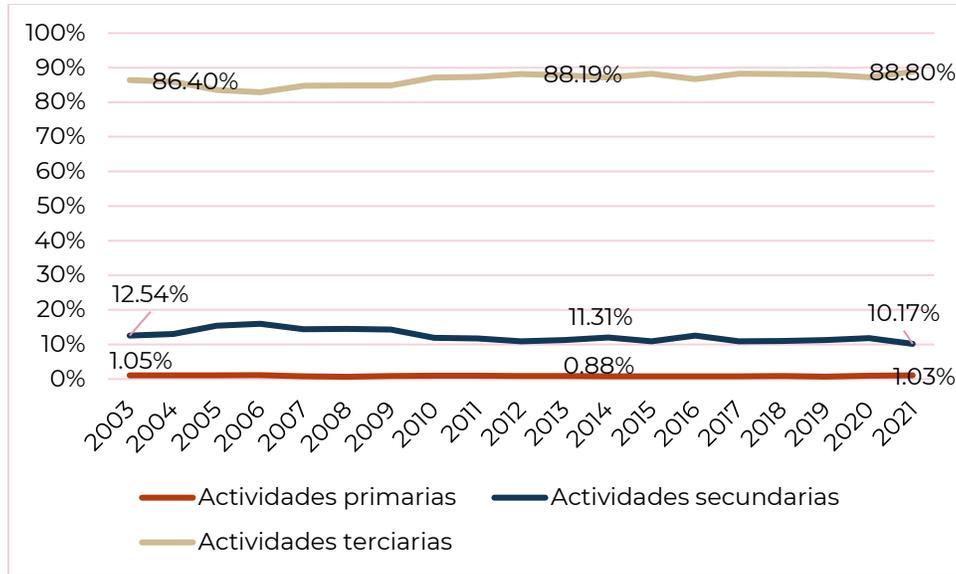


Figura 30. Composición del PIB de Quintana Roo por tipo de actividad económica (INEGI, 2022b).

Dentro del sector terciario, las actividades de servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas (19.27 % del PIB estatal), servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles (16.05 % del PIB estatal) y comercio al por menor (14.14%) son las de mayor relevancia. Cabe resaltar que en 2016 hubo un incremento de la participación de las actividades secundarias a raíz de un impulso que recibieron las actividades de construcción, pues pasaron de contribuir con un 7.73 % del PIB estatal en 2015 a un 9.54 % en 2016.

Turismo

La actividad turística en el estado de Quintana Roo es relevante, pues la participación del PIB turístico en el PIB total de la entidad representa un 34.5 %, el valor más alto de todos los estados del país (DATATUR, 2023). Además, la derrama económica directa por turismo en Quintana Roo entre junio de 2021 y junio de 2022 alcanzó aproximadamente 1 billón de pesos (Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2022). Respecto a la afluencia turística, en el estado de Quintana Roo se registró un total de 19 millones 749 mil visitantes que corresponden a 15 millones 929 mil turistas, 3 millones 647 mil cruceristas y 171 mil 777 que ingresaron por la frontera entre México y Belice (Secretaría de Turismo, 2021). Para el caso de Cancún, el destino más visitado tanto del estado como del municipio de Benito Juárez, en 2021 hubo una ocupación hotelera con un promedio del 76 %, siendo los meses con mayor ocupación julio y diciembre (Figura 31).



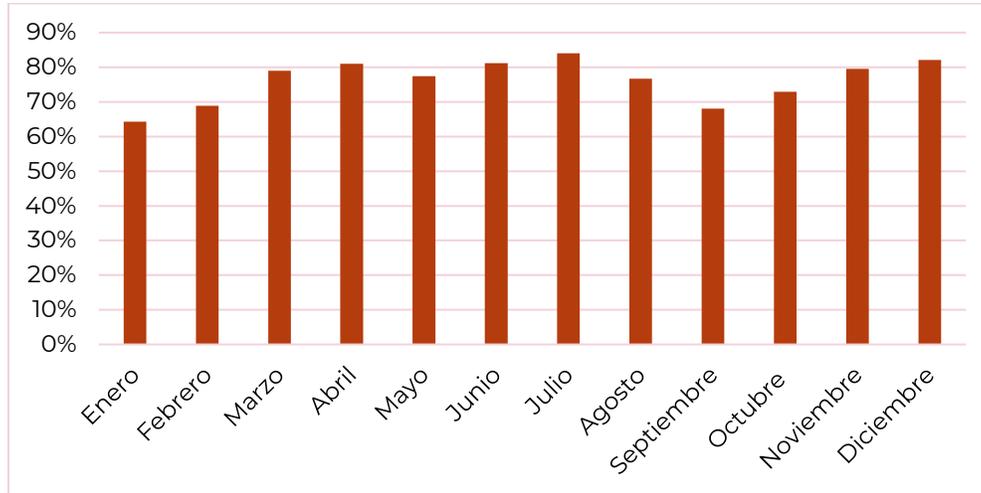


Figura 31. Ocupación hotelera promedio en Cancún durante 2021 (Secretaría de Turismo, 2022a).

C) USOS Y APROVECHAMIENTOS, ACTUALES Y POTENCIALES DE LOS RECURSOS NATURALES

Con el fin de reconocer la importancia económica de los recursos naturales asociados al polígono del ANP propuesta, a continuación, se revisan los principales usos que le da la población del municipio de Benito Juárez a sus recursos naturales.

C.1) USOS ACTUALES

Agricultura

De acuerdo con datos del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2023a), en el estado de Quintana Roo, existe un total de 111 mil 641.49 ha sembradas y 110 mil 286.59 ha cosechadas, lo que generó un valor de producción de 3 millones 325 mil 894 pesos, para el año agrícola 2021.

Se tiene registro de dos cultivos, de los cuales el limón es el de mayor superficie sembrada como cosechada, así como el mayor valor de producción; aun así, es claro que la actividad agrícola en el municipio es escasa, por lo que tanto la superficie sembrada y cosechada en el municipio representa el 0.016% de manera estatal (Tabla 12).

Tabla 12. Producción agrícola en el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

CULTIVO	Superficie (Ha)			Producción	Rendimiento (UDM/HA)	Valor Producción (Miles De Pesos)
	Sembrada	Cosechada	Siniestra			
Limón	16.50	16.50	0.00	73.95	4.48	285.35
Papaya	1.00	1.00	0.00	40.40	40.40	221.76

Fuente: SIAP, 2023a.





Ganadería

En lo que respecta a la actividad ganadera, el valor de la producción de carne en canal en el estado de Quintana Roo representa alrededor de 893 millones 786 mil 890 pesos. La producción en toneladas de carne de canal, así como el valor de producción del municipio alcanzan el 0.13 % y 0.16 % de manera estatal (Tabla 13).

Tabla 13. Volumen y valor de la producción de carne en canal en el municipio de Benito Juárez.

ESPECIE	PRODUCCIÓN (TONELADAS)	PRECIO (PESOS KILOGRAMO) POR	VALOR DE LA PRODUCCIÓN (MILES DE PESOS)
Bovino	3.35	78.00	260.92
Porcino	8.78	68.87	604.50
Ovino	1.58	101.95	161.39
Ave	3.56	48.40	172.17
Guajolote	2.45	36.54	198.85
Total	19.71	333.76	1397.83

Fuente: SIAP, 2023b.

Otros productos de origen animal

De acuerdo con el SIAP (2023b), en el municipio Benito Juárez solo hay registro para huevo de plato que alcanza una producción de 1.17 toneladas y un valor de 42 mil 960 pesos, por lo que comparándolo con la producción a nivel estatal representa el 0.24%, mientras su valor de producción representa el 0.25%.

Turismo

El desarrollo de la zona turística se extiende en todo Benito Juárez, ofreciendo mayores facilidades a la inversión y a la generación de empleos, debido a que el turismo es el principal motor que impulsa la economía del municipio.

De acuerdo con el Programa Integral para el Desarrollo de Proyectos Estratégicos en Cancún (SICT, 2023), se busca hacer turismo sustentable, donde aporte de forma positiva en la vida de la población y la prosperidad de los involucrados. Derivado de lo anterior, se han establecido algunos programas de ordenamiento ecológico como el Corredor de Cancún-Tulum y el de la región denominada Sistema lagunar Nichupté, así como el Plan Maestro de Turismo Sustentable (PMTS) del estado de Quintana Roo 2030 (Secretaría de Turismo del Estado de Quintana Roo. 2022)¹ el cual se compone de cuatro fases: planear, hacer, verificar y mejorar, así como diseñar e implementar proyectos de desarrollo ecoturísticos y arqueológicos que sean estratégicos para la entidad.

De acuerdo con el Programa Sectorial de Diversificación y Desarrollo del Turismo, publicado por la Secretaría de Turismo del Gobierno del Estado Quintana Roo (SEDETUR-Quintana Roo, s/f), se busca apoyar a los municipios en la gestión de fondos para la elaboración de actividades relacionadas con el turismo, así como para la construcción, ampliación y modernización de la infraestructura, procurando en todos los casos el cuidado del medio ambiente. Como ejemplo, se tiene la construcción “Puente Vehicular Nichupté”, una construcción con una longitud de 8.8 kilómetros, en donde se

¹ Publicado por la Secretaría de Turismo del Gobierno del Estado de Quintana Roo en el siguiente sitio web: <https://sedeturqroo.gob.mx/pmts2030/planmaestro.php>.





pretende impulsar la accesibilidad a los destinos turísticos de la región, procurando generar el menor daño ecológico posible (Relevancia México, 2023).

El PMTS incorpora una innovadora clasificación de los destinos. En el caso de Maya Ka'an y la Ruta turística de Río Hondo, se les clasifica como destinos potenciales, por lo que se ha establecido una estrategia de intervención enfocada a la planeación y el desarrollo sustentable de los destinos. Destaca que, en coordinación con FONATUR, como parte del Programa de Asistencia a Estados y Municipios del Fondo Nacional de Fomento al Turismo, se han realizado Talleres de Planeación Estratégica, con el fin de impulsar los proyectos y productos turísticos que deriven a partir del proyecto del Tren Maya, en el marco del modelo que establece el PMTS, enfocado al desarrollo turístico de mayor calidad, innovador y que resguarde los recursos naturales, sociales y culturales de la región (Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2022).

C.2) USOS POTENCIALES

Con base en la información presentada se puede deducir que el área propuesta tiene un gran potencial para el turismo de bajo impacto ambiental, por el dinamismo que muestra la actividad turística en la región en donde se ubica.

El modelo de Competitividad del Turismo en Quintana Roo tiene como base la premisa de que no puede desarrollarse turismo si este no es sustentable o no incide a que la gente viva mejor, si a través del mismo no se logra asegurar un futuro próspero para todos los involucrados en la actividad: solo así, habrá un sector competitivo y en línea con la Agenda Internacional (Secretaría de Turismo del Estado de Quintana Roo, 2022).

D) SITUACIÓN JURÍDICA DE LA TENENCIA DE LA TIERRA

La propuesta del ANP comprende propiedad pública, de conformidad con la escritura pública No. 61,599 de fecha 17 de julio de 1974, pasada ante la fe del Notario Público número 30 del entonces Distrito Federal, mediante la cual se hace constar la protocolización del acta que contiene el contrato de compra venta en el que, el "Banco de México", Sociedad Anónima en su carácter de fiduciaria del Gobierno Federal transmite adcorpus los derechos que como fiduciario tiene sobre la propiedad y el dominio de diversos inmuebles, a Nacional Financiera, Sociedad Anónima en su carácter de fiduciario del gobierno federal, para el manejo del fideicomiso denominado Fondo Nacional de Fomento al Turismo. Inscrita el 30 de agosto de 1974 en el Tomo Décimo Tercero, Sección 1a del Registro Público de la Propiedad y del Comercio en Chetumal, Quintana Roo.

De la superficie que ampara la escritura pública pública antes referida, 37.906453 hectáreas conforman la propuesta de APFF San Buenaventura.

E) PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN QUE SE HAYAN REALIZADO O QUE SE PRETENDAN REALIZAR

Se consultaron los trabajos de investigación realizados por diversas instituciones académicas para la propuesta de APFF San Buenaventura; en la Tabla 14 se incluyen aquellos proyectos que, por su delimitación temática y geográfica, aportan conocimiento de utilidad para el análisis integral de la región bajo análisis.





La mayoría de las investigaciones se han desarrollado para el Sistema Lagunar Nichupté - Bojórquez, así como para la zona turística de Cancún, Quintana Roo. En general, los estudios pueden clasificarse en dos tipos. En primer lugar, estudios de caracterización ecológica, en donde se evalúa la distribución de algas en el Sistema Lagunar Nichupté, así como los cambios en la cobertura del manglar y la vulnerabilidad al cambio climático. En segundo lugar, estudios relacionados con la actividad turística y sus impactos económicos y sociales, tales como contaminación, cambio de uso de suelo, percepción social y pérdida de sustentabilidad.

Tabla 14. Proyectos de investigación realizados en la región

No.	Organización/ Universidad	Título	Autor(es)	Año	Resultados
Trabajos de Licenciatura					
1	Universidad Nacional Autónoma de México	Estudio de la cobertura de manglar en el Sistema Lagunar Nichupté-Bojórquez, Cancún, Quintana Roo, México, en los años 2004 y 2010	Luis Bruno Garduño Castro	2013	Se estudió la cobertura de manglar en el Sistema Lagunar Nichupté-Bojórquez, entre los años 2004 y 2010, con la finalidad de conocer de la manera más precisa y confiable su extensión, así como, conocer si ha experimentado un aumento o disminución en ella. Reporta una reducción del 43.54% de la cobertura de manglar en la zona de estudio.
2	Universidad Nacional Autónoma de México	Cambio en la cobertura de manglar en el Sistema Lagunar Nichupté, Quintana Roo	Andrea Gabriela Sánchez Nadurille	2018	Los resultados de este estudio demuestran que la pérdida de cobertura de manglar está aunado a la presión que ejercen las actividades antrópicas y los fenómenos naturales. Resalta el hecho de que desde la creación del APFF Manglares de Nichupté la vegetación no ha perdido mayor superficie en comparación con años previos.
3	Universidad de Colima	El color de la arena y sus efectos en la percepción del paisaje de playa en el Pacífico y Caribe Mexicanos. Caso de Estudio: Colima y Quintana Roo	Gisele Ortiz Oseguera	2020	Genera una línea base de información de las características de los granos de arena, aunado a la percepción (preferencias reveladas) de los usuarios de las playas como base para su gestión sostenible y sustentable.
Trabajos de Maestría					
4	Universidad Nacional Autónoma de México	Respuesta hidrodinámica del Sistema Lagunar Nichupté, Cancún, México	Diego Pedrozo Acuña	2008	Se realiza la modelación hidrodinámica bidimensional del Sistema Lagunar sujeto a condiciones solo de viento medio, de marea astronómica y condiciones extremas (huracanes), con el fin de conocer como es el patrón de auto-depuración del sistema.





No.	Organización/ Universidad	Título	Autor(es)	Año	Resultados
5	Universidad Nacional Autónoma de México	La revaloración económica de los servicios turísticos para la conservación de los servicios ecosistémicos del manglar de Nichupté.	Román Luciano Ortiz Cruz	2017	Analiza los impactos que han generado la expansión del turismo y ciudad de Cancún. Se presenta una propuesta para revalorar el costo de los servicios turísticos que inhiba la llegada de una mayor cantidad de visitantes y con ello, detener la construcción de inmuebles en el área colindante y dentro del mismo Sistema Lagunar de Nichupté.
Trabajos de Doctorado					
6	Universidad Nacional Autónoma de México	Estudio fisionómico arquitectónico de las algas del Sistema Lagunar de Nichupté, Quintana Roo, México	Claudia María Ligia Collado Vides	1992	Se presenta la ubicación espacio temporal de flora y se relaciona a ciertos factores ambientales. Se concluye que las algas se distribuyen en función del sustrato y de la profundidad.
7	Universidad Politécnica de Cataluña	La configuración del espacio turístico en Cancún, Quintana Roo, México	Guadalupe Aldape Pérez	2010	Turismo en México y generalidades, historia, planificación turística y planes de desarrollo urbano sobre Cancún, Quintana Roo, estableciendo a la ciudad de Cancún como la primera ciudad turística planificada <i>ex novo</i> . También muestra un análisis crítico de la insuficiencia del sistema de planificación urbana implementado.
Otras Publicaciones					
8	Libro INECC	Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del Golfo de México (Volumen II)	Jacinto Buenfil Friedman (Ed.)	2009	Presenta los resultados de estudios para la evaluación de la vulnerabilidad y la identificación de opciones de adaptación al cambio climático para varios sitios del Golfo de México y Mar Caribe, entre ellos el Sistema Lagunar Nichupté.
9	Universidad Autónoma de Campeche Centro de Ecología Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México	Informe final del Proyecto BQ006: Diagnóstico ambiental del ecosistema de manglar en el Sistema Lagunar Nichupté-Bojórquez, Cancún, Quintana Roo. México	Claudia Maricusa Agraz Hernández	2006	Define estrategias para la conservación, manejo y restauración del manglar presente en el Sistema Lagunar Nichupté-Bojórquez, en Cancún Quintana Roo; así como el diagnóstico, distribución y cambios a través del tiempo de los manglares en el Sistema Lagunar Nichupté-Bojórquez mediante una evaluación generada por diecinueve meses.
10	Universidad Autónoma del	Contaminación ambiental del Sistema	Juan Roberto Calderón Maya, Héctor	2014	Diagnóstico del deterioro ambiental y urbano de la Zona Metropolitana de Cancún (ZMC)





No.	Organización/ Universidad	Título	Autor(es)	Año	Resultados
	Estado de México	Lagunar de Nichupté (Cancún-México)	Campos Alaní y Francisco Javier Rosas Ferrusca		con énfasis en la contaminación ambiental del Sistema Lagunar de Nichupté en Cancún, México.
11	Boletín del Instituto de Geografía, Investigaciones Geográficas, UNAM	El desarrollo turístico en Cancún, Quintana Roo y sus consecuencias sobre la cubierta vegetal	Graciela Pérez Villegas y Eurosia Carrascal	2000	Análisis del desarrollo del complejo turístico de Cancún, desde su creación (principios de los setenta), hasta 1999; evaluación cuantitativa de la alteración de los valores escénicos naturales, especialmente el impacto sobre la vegetación, y énfasis del riesgo que representa la excesiva ocupación del turismo sobre los ecosistemas del espacio geográfico estudiado.
12	Revista: Acta Botánica Mexicana	Patrones de distribución ficoflorística en el Sistema Lagunar de Nichupté, Quintana Roo, México	Ligia Collado Vides, Jorge González González, Exequiel Ezcurra	1995	Estudio sobre las algas y su distribución en el Sistema Lagunar de Nichupté. Se encontraron 77 especies observándose una diferencia florística significativa entre las muestras de algas recolectadas en los bajos arenosos y las de raíces de manglares, asociada al sustrato, profundidad y salinidad.
13	Revista: Botánica Marina	Potential use of marine arenicolous ascomycetes as bioindicators of ecosystem disturbance on sandy Cancun beaches: <i>Corollospora maritima</i> as a candidate species	María C. González y Richard T. Hanlin	2010	Estudio en 10 playas turísticas por 10 años, que demostró una correlación positiva entre la arena de playas perturbadas y la frecuencia de especies fúngicas. Se propone a la especie <i>Corollospora maritima</i> como bioindicador de la perturbación de las playas, ya que a mayor presencia de <i>Corollospora maritima</i> , menor perturbación en la playa.
14	Revista: Clean – Soil, Air, Water	Manmade Vulnerability of the Cancun Beach System: The Case of Hurricane Wilma	Rodolfo Silva Casarín, Gabriel Ruiz Martínez, Ismael Mariño Tapia, Gregorio Posada Vanegas, Edgar Mendoza Baldwin y Edgar Escalante Mancera	2012	Estudio sobre el devastador huracán Wilma relacionado con los efectos negativos de las actividades antropogénicas al modificar la costa de las playas con infraestructura turística, lo que genera una reducción en la resiliencia hacia fenómenos meteorológicos.





No.	Organización/ Universidad	Título	Autor(es)	Año	Resultados
15	Revista: International Journal of Environmental Sciences	The environmental effects of tourism in Cancun, Mexico	Nadia Sinai Padilla	2015	Historia sobre el auge del turismo en Cancún, Quintana Roo; además de los efectos ambientales, como el uso de la tierra, débil aplicación de las normas y una ineficiencia general de políticas turísticas y medioambientales. Así como de propuestas hacia el ecoturismo.
16	Revista El periplo sustentable	Causas y efectos de un destino no sustentable: Caso playas públicas de Cancún, Quintana Roo	Christine Elizabeth Mc Coy Cador y Ana Pricila Sosa Ferreira	2016	Se evalúa la evolución de las playas públicas con relación al Plan de Desarrollo Urbano. Muestra que el destino ha perdido cerca del 91% de sus playas públicas, lo que permite señalar que ha rebasado su capacidad de carga turística.
17	Revista Internacional Administración y Finanzas	Evaluación de la capacidad de carga turística como elemento de análisis del desempeño de un destino turístico: caso Cancún	Christine Mc Coy	2016	Diagnóstico de la situación que ha llevado a Cancún a perder la sustentabilidad. Se realizó una evaluación del manejo de usos de suelo de la zona turística para realizar un análisis de la capacidad de carga turística que demostró que el perfil del turista se ha deteriorado, afectando la capacidad de carga biótica y ambiental, económica y cultural.
18	Revista: Journal of Archaeological Science: Reports	Population movements and identity in Postclassic Yucatan. Bioarchaeological analysis of human remains from the East Coast of the Yucatan peninsula	Allan Ortega Muñoz, T. Douglas Price, James H. Burton, Andrea Cucina	2019	Evalúa el movimiento poblacional en la Costa Este de Yucatán después del colapso maya. Los resultados indican alta cohesión cultural, pero con una gran diversificación de características sociales, culturales, biológicas y demográficas, revelando complejas relaciones biológicas y culturales a lo largo del territorio maya.

De los trabajos listados, tres fueron elaborados para la obtención de títulos de licenciatura, dos para maestría y dos para doctorado en el periodo de 1992 a 2020. El resto fueron realizados por instituciones o bien, publicadas en revistas científicas (Figura 32).





Figura 32. Tipos de trabajo de investigación realizados en la región en donde se ubica la propuesta de APFF San Buenaventura, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

Resalta que, de los estudios realizados, la mayoría son relacionados con las actividades turísticas y sus impactos (44.44 %) (Figura 33). Sin embargo, es importante mencionar que en el periodo de 1969 y hasta 1999 se cuentan con otros estudios de investigación, enfocados principalmente a la caracterización biológica y ecológica del lugar (SEMARNAT-CONANP, 2005).

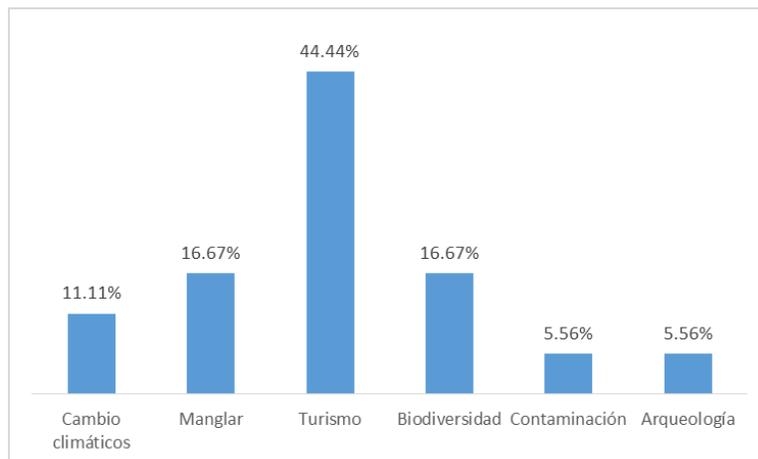


Figura 33. Porcentaje de proyectos de investigación por tema, realizados en la región en donde se ubica la propuesta de APFF San Buenaventura, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo

Para fortalecer el conocimiento científico del sitio de interés, se consideran necesarias las siguientes líneas de investigación:

- Inventarios florísticos y faunísticos.
- Riqueza y abundancia de especies.
- Estructura de la vegetación.
- Monitoreo ambiental y de especies.





- Cambio climático y captura de carbono.
- Especies exóticas invasoras.

Ello, con el propósito de fortalecer el conocimiento que contribuya a la conservación, el manejo y el aprovechamiento sustentable dentro del área propuesta, a través de la participación de diversas instituciones gubernamentales y académicas. En este contexto, será necesario incorporar la información generada a las bases de datos y sistemas de información de la CONABIO.

Con base en lo anterior, las instituciones y dependencias contarán con los elementos necesarios para el desarrollo de investigación, entre las que se identifican:

- Centro de Investigación Científica de Yucatán
- Centro de Investigación y Estudios Avanzados
- Centro de Investigaciones de Quintana Roo
- Colegio de Postgraduados
- El Colegio de la Frontera Sur
- Facultad de Ciencias, UNAM
- Instituto de Biología, UNAM
- Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
- Instituto de Ecología, UNAM
- Instituto de Geofísica, UNAM
- Instituto de Geografía, UNAM
- Instituto Nacional de Antropología e Historia
- Universidad Autónoma del estado de Quintana Roo

F) PROBLEMÁTICA ESPECÍFICA QUE DEBA TOMARSE EN CUENTA

Para la propuesta de APFF San Buenaventura, sobresalen dos principales problemáticas: la vulnerabilidad de los ecosistemas y de la biodiversidad ante desastres naturales, y los efectos asociados al turismo que se desarrolla en los alrededores de esta. También existen otras amenazas como el crecimiento de la mancha urbana, la ocurrencia de incendios forestales y la contaminación por desechos sólidos.

TURISMO

Debido a que la propuesta de APFF San Buenaventura se encuentra en una zona turística muy importante por la derrama económica que representa para nuestro país, las presiones asociadas a esta actividad aumentan (construcción de vías de comunicación, incremento en la demanda hotelera, inversión de capital en proyectos de desarrollo urbano, entre otros) (Calderón y Orozco, 2009), y sin el soporte técnico y control riguroso, podría llegar a ser una amenaza contra la biodiversidad y los ecosistemas que dan valor ambiental a la propuesta de APFF San Buenaventura. Según Flores-Mejía y colaboradores (2010), los impactos ambientales generados por el turismo en zonas costeras, se pueden clasificar de tres diferentes formas: a) presión sobre los recursos naturales asociada a la sobreexplotación de especies comerciales y deportivas, b) contaminación del agua por la emisión de aguas residuales sin tratamiento, y c) impactos físicos directos que implican pérdida de cobertura vegetal por la construcción y el mantenimiento de infraestructura hotelera. Como ejemplo de esta





amenaza se encuentra el establecimiento de megaproyectos turísticos desarrollados en la región entre los años 1995 y 2005, periodo en el que se registró una importante pérdida de manglar (Sánchez-Nadurille, 2018).

EXPANSIÓN URBANA

Aunado a la problemática derivada del turismo, el crecimiento de la ciudad de Cancún puede ejercer presión sobre los recursos naturales por el incremento de asentamientos irregulares fuera de los centros de población. Se estima que el número de personas que habitarán en la ciudad para el año 2030 se incrementará a más de dos millones de personas (Buenfil, 2009), situación que puede agravar esta amenaza al aumentar la presión de crecimiento urbano. La presión inmobiliaria en las selvas de Cancún es un problema creciente que amenaza la biodiversidad y la sustentabilidad ambiental de la región. El rápido desarrollo turístico y la expansión urbana han generado una demanda creciente de terrenos para construir hoteles, infraestructuras y residencias (García *et al.*, 2016). Esta demanda ha llevado a la conversión y fragmentación de las selvas, lo que provoca la pérdida de hábitats, la disminución de la conectividad ecológica y la reducción de la calidad del ecosistema (Batisani y Yarnal, 2010).

Además, una expansión desmedida generará presión y riesgo de contaminación al acuífero por la falta de servicios básicos y la carencia de servicios de recolección y disposición final de los residuos sólidos. Esta situación podría presentarse por la incompatibilidad entre instrumentos de planeación urbana y ambiental; las necesidades de infraestructura en zonas urbanas de Cancún; y los cambios de uso de suelo no autorizados (SEMA-QROO, 2013), por lo que una adecuada planeación será necesaria para mitigar los efectos del proceso de urbanización, siendo fundamental encontrar un equilibrio entre el desarrollo turístico y la conservación del patrimonio natural y cultural en Cancún para garantizar un futuro sostenible y próspero.

FENÓMENOS NATURALES

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), la propuesta de APFF San Buenaventura se ubica en una región con un muy alto grado de riesgo por ciclones tropicales e inundaciones (CENAPRED, 2012). Del periodo de 1970-2021 han tocado tierra en algún punto del estado 42 ciclones tropicales, siendo los eventos de desastre asociados al clima con mayor cantidad de recursos asignados al estado. Ante desastres naturales de este tipo, los ecosistemas requieren de cierto tiempo para recuperarse, pero al aumentar la intensidad y frecuencia de los ciclones debido al cambio climático, esta recuperación podría no completarse, lo que significaría la irreversible pérdida de flora y fauna de la región (Zepeda-Gil *et al.*, 2018) y, por ende, del área propuesta.

RESIDUOS SÓLIDOS

Otro problema identificado es la contaminación por residuos sólidos en sitios que son utilizados de manera clandestina como áreas de disposición. Además, se ha reportado la ocurrencia de incendios forestales, cuyo probable origen es la quema inducida o incidental de residuos sólidos que se disponen irregularmente en predios cercanos (SEMARNAT-CONANP, 2014).





PRESENCIA DE ESPECIES EXÓTICAS E INVASORAS

La presencia de especies exóticas invasoras (EEI), puede tener severos efectos negativos sobre la biodiversidad, además de que ocasionan pérdidas importantes a nivel económico y pueden estar asociadas a enfermedades humanas (Del-Val *et al.*, 2019). En la propuesta de APFF San Buenaventura se ha detectado la presencia de cuatro especies exóticas: achicoria (*Sonchus oleraceus*), camalote (*Megathyrsus maximus*), barbas de indio (*Eustachys petraea*) y *Scaevola taccada*; así como nueve especies exóticas-invasoras: acacia amarilla (*Albizia lebbek*), casuarina (*Casuarina equisetifolia*), grama (*Dactyloctenium aegyptium*), algodoncillo (*Melinis repens*), rana ladrona de invernadero (*Eleutherodactylus planirostris*), abaniquillo pardo del Caribe (*Anolis sangrei*), gecko casero (*Hemidactylus frenatus*), paloma turca de collar (*Streptopelia decaocto*), y *Emilia sonchifolia*. Estas especies pueden provocar un disturbio en las condiciones ecológicas del área propuesta, ya que éstas compiten por recursos, desplazan especies nativas e incluso contribuyen a la desaparición de otras especies, por lo que se requieren importantes esfuerzos de manejo (Mačić *et al.*, 2018). Para contrarrestar los efectos de la presencia de estas especies, será necesario implementar acciones de control y en la medida de lo posible, de erradicación, con el fin de salvaguardar la integridad de las especies nativas.

En adición, es importante tener en consideración que la modificación de las condiciones naturales de un ecosistema incrementa la vulnerabilidad de este a las invasiones biológicas. De ahí la importancia de la protección de áreas conservadas como las que pueden encontrarse en la propuesta de APFF San Buenaventura.

CONTAMINACIÓN DEL AGUA

En la actualidad, muchas partes del Sistema Lagunar Nichupte están contaminadas y despiden olores fétidos derivados de la podredumbre de plantas y descarga de aguas residuales por parte de las construcciones que se siguen efectuando a lo largo de Cancún. En este sentido, se construyeron plantas de tratamiento de aguas al lado de la laguna, y los conductos de evacuación de aguas de lluvia se construyeron para verterse sobre la laguna. Pero recientemente se descubrió que algunos hoteles y centros comerciales conectaban sus conductos de evacuación de aguas servidas a los conductos de evacuación de aguas de lluvia. Es importante señalar que con los desarrollos urbanos y la creciente problemática de aguas residuales vertidas sin tratamiento a los sistemas acuáticos y lagunas costeras, la presencia de nutrientes y la eutrofización se ha incrementado por los flujos de aguas residuales (Calderón-Maya *et al.*, 2014).

PUENTE VEHICULAR NICHUPTÉ

El desarrollo del “Puente Vehicular Nichupté” fue concebido por el Gobierno del Estado de Quintana Roo, a través de su Agencia de Proyectos Estratégicos (AGEPRO), como un proyecto de reactivación económica para Quintana Roo. El Proyecto se encuentra incluido desde el año 2006 en el Plan Estratégico de Desarrollo Sustentable Cancún 2030, en 2009 se reflejó en la Carta de Vialidades del Municipio de Benito Juárez y desde el 2014 se encuentra dentro de los proyectos estratégicos del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún y que de conformidad con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez (PMDUBJ) 2018-2030 vigente, el proyecto forma parte del sistema vial propuesta del Municipio de Benito Juárez, mismo que resulta congruente





con el ordenamiento ecológico del municipio, de acuerdo a la UGA 21 – Zona Urbana de Cancún y que se vincula con la propuesta de APFF San Buenaventura conforme se señala en el apartado E) Antecedentes de protección del área. El 10 de julio de 2020 la junta de gobierno de la AGEPRO mediante acuerdo aprobó la viabilidad del “proyecto” como Asociación Público Privada, y el 20 de diciembre de 2020 se publicó el decreto 092 por parte de la H. XVI legislatura constitucional del estado libre y soberano de Quintana Roo en el que se autorizó el desarrollo del mismo; el cual comprendía en ese entonces el diseño, construcción, operación y mantenimiento del “puente vehicular Nichupté bajo un esquema de asociación público-privada”. En diciembre de 2021 el proyecto pasó a ser un proyecto de inversión pública federal por lo que será ejecutado a través de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) (SEMARNAT y SCT, 2022; Gobierno de Estado de Quintana Roo, 2023).

El puente se concibe como una vialidad urbana totalmente suspendida en pilares y con una longitud total de 8.8 Km. Se conforma de una sección terrestre y una sección que cruza parte del Sistema Lagunar Nichupté, conectando la Zona Urbana con la Zona Hotelera de Cancún (ZHC). Se considera una superficie de afectación directa permanente en su parte terrestre sobre vegetación de manglar de 650.87 m² (0.0651 ha) y 109.62 m² (0.0110 ha) con vegetación con presencia de mangle; así como sobre selva en 0.5586 ha (5 585.92 m²), y sobre áreas previamente impactadas (áreas jardinadas o con modelado antrópico) en 0.7263 ha (7 262.82 m²). También se espera una afectación indirecta, correspondiente con la superficie de sombra debajo de la superficie de rodamiento, cubriendo 26,106.48 m² (2.61 ha) en zona terrestre. A su vez para el desarrollo del proyecto se propone la implementación de un Programa de mejoramiento y rehabilitación del manglar destinado a realizar acciones de rehabilitación, restauración y reforestación asistida (según lo requiera el sistema) en 306.6 ha.

De acuerdo con la manifestación de impacto ambiental, este proyecto tendrá una serie de impactos tanto positivos como negativos a nivel ambiental, económico y social. Para salvaguardar el interés de protección del área propuesta resulta de suma importancia vigilar que durante su construcción se implementen todas las medidas de compensación y mitigación de impactos (SEMARNAT y SCT, 2022).

F.1) VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

La sinergia entre la problemática antes descrita y los efectos del cambio climático implica severas amenazas al sitio, lo que puede comprometer su efectividad en la conservación de la biodiversidad y la prestación de servicios ecosistémicos. La vulnerabilidad de una ANP al cambio climático puede evaluarse considerando tres componentes principales: la exposición a los factores de cambio climático, la sensibilidad de los ecosistemas y especies presentes en la ANP, y su capacidad de adaptación (IPCC, 2014).

La exposición se refiere a la magnitud y velocidad de los cambios climáticos, como aumentos en la temperatura, cambios en los patrones de precipitación y la frecuencia e intensidad de eventos extremos (Foden *et al.*, 2013). La sensibilidad de un ANP al cambio climático está determinada por la respuesta de sus ecosistemas y especies a los cambios en las condiciones climáticas, incluyendo la pérdida de hábitat, la fragmentación y el desplazamiento de especies (Opdam y Wascher, 2004). Mientras que la capacidad de adaptación se refiere a la habilidad de un ecosistema o especie para





ajustarse o evolucionar ante cambios en el clima, lo que puede depender de factores como la conectividad del hábitat, la diversidad genética y la plasticidad fenotípica (Heller y Zavaleta, 2009).

Los efectos más relevantes del cambio climático son el incremento de la temperatura media global, las variaciones en las precipitaciones y la elevación del nivel del mar, y conlleva pérdida de glaciares, propagación de enfermedades y plagas, pérdida de biodiversidad y litoral costero, intensificación de sequías, lluvias, huracanes, intrusión salina, afectación en la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos, modificaciones en la producción agrícola, impactos sociales y daños a la salud, entre muchos otros (Cloter-Ávalos, 2010).

En Quintana Roo, la exposición al cambio climático incluye el aumento del nivel del mar, la intensificación de tormentas tropicales y la acidificación del océano. En lo que respecta a la propuesta de APFF San Buenaventura al ubicarse en una región con mayor exposición a fenómenos meteorológicos, puede experimentar cambios más severos en sus condiciones ambientales, lo que puede alterar la distribución y abundancia de especies, así como las interacciones ecológicas y procesos clave (Dawson *et al.*, 2011). Los humedales que se presentan en el Sistema Lagunar Nichupté, son intrínsecamente más sensibles al cambio climático debido a su estrecha dependencia de condiciones específicas y su limitada capacidad de adaptación (Bellard *et al.*, 2012).

En las zonas costeras, la vulnerabilidad a desastres aumenta cuando un sitio es naturalmente peligroso y se modifica para instalar infraestructura urbana poniendo en riesgo a la población que lo habita y a los ecosistemas que no han sido alterados (Seingier *et al.* 2009; Zepeda-Gil *et al.*, 2018). El sistema lagunar en donde se encuentra el área propuesta como APFF San Buenaventura ha sufrido cambios en su morfología generados por dragados y rellenos para ampliar el espacio de las zonas de mayor valor comercial, modificando sus condiciones naturales y con ello reduciendo su capacidad de resiliencia y aumentando su vulnerabilidad (Pérez-Villegas y Carrascal, 2000).

Como una herramienta para determinar la vulnerabilidad de los ecosistemas, se ha propuesto la generación de proyecciones climáticas, que se producen por medio de representaciones matemáticas del sistema climático de la Tierra, con base en la simulación del efecto invernadero ampliado hasta por 100 años. A continuación, se presentan algunos resultados de las proyecciones de cambio climático para el estado de Quintana Roo, basado en la información del Atlas interactivo del Grupo de Trabajo I del IPCC (INECC, SEMARNAT, 2023) con respecto a la climatología 1981-2010 y que se encuentran disponibles en el Explorador de cambio climático y biodiversidad (ECCBio) (CONABIO, *et al.*, 2023), el cual es una herramienta de consulta sobre las tendencias del cambio climático global y sus posibles efectos en diversos elementos de la diversidad biológica en México.

Las proyecciones, que describen cuatro trayectorias distintas en el siglo XXI, se basan en los factores que determinan las emisiones de gases de efecto invernadero, tales como el tamaño de la población, la actividad económica, el estilo de vida, la pérdida y degradación de la vegetación natural y la política en torno al clima. Cada proyección muestra una representación plausible de cómo podrían ser las condiciones a futuro si se cumplen ciertas consideraciones. Se utilizan dos RCP; la trayectoria RCP 4.5 y 8.5 que corresponden respectivamente a escenarios con un nivel moderado y muy alto de emisiones de gases de efecto invernadero.





Cambios climáticos

Debido al aumento de la temperatura, a las alteraciones en la distribución de la lluvia y a la tendencia general a su disminución, las poblaciones de flora y fauna se pueden ver afectadas directa e indirectamente en su fenología y las interacciones bióticas. Los cambios poblacionales impactarán la estructura y funcionamiento de las comunidades bióticas, la integridad ecológica y los ciclos de materia y energía de los ecosistemas; esto favorecería la expansión de especies invasoras. El aumento en la concentración de CO₂ causará cambios en la capacidad fotosintética de las plantas, favoreciendo la productividad en algunas especies y limitando la de otras. El aumento en la frecuencia de los eventos meteorológicos extremos favorece el aumento en la producción de material combustible y, por ende, la mayor incidencia de incendios que reducen la conectividad de los ecosistemas (March et al., 2011).

Temperatura

Respecto a la temperatura, para el estado de Quintana Roo se puede observar en la Figura 34, Tabla 15 y Tabla 16, que en general la temperatura podría incrementar en todos los horizontes temporales y escenarios respecto a los valores históricos (1980-2009) bajo el cambio climático, desde un incremento de temperatura mínima promedio de 0.88 – 1.07 °C (cambio de 12.82 a 13.7 °C RCP 4.5 y 13.89 °C RCP 8.5 respectivamente) entre 2015 y 2039, hasta un incremento en la temperatura máxima promedio de 5.39 °C entre 2075 y 2099 (cambio de 32.78 a 38.17 °C), bajo diferentes escenarios de cambio climático. En los escenarios con RCP de 8.5 el aumento de temperaturas en general podría ser más rápido que en escenarios con RCP de 4.5.

	Periodo	RCP 4.5	RCP 8.5
Temperatura mínima (°C)	2015-2039	(0.37, 1.14)	(0.57, 1.4)
	2045-2069	(1.26, 2.11)	(1.68, 2.68)
	2075-2099	(1.59, 2.21)	(2.72, 4.22)
Temperatura media (°C)	2015-2039	(0.79, 1.6)	(0.83, 1.67)
	2045-2069	(1.44, 2.6)	(1.88, 3.25)
	2075-2099	(1.8, 3.01)	(3.14, 5.01)
Temperatura máxima (°C)	2015-2039	(0.79, 1.61)	(0.8, 1.4)
	2045-2069	(1.38, 2.86)	(1.78, 3.21)
	2075-2099	(1.64, 3.18)	(2.74, 5.39)

Figura 34. Cambios de temperatura proyectados respecto al promedio histórico (1980-2009) de 2015 hasta 2099, considerando el intervalo de variación entre los cuatro modelos generales de circulación del INECC y bajo RCP de 4.5 y 8.5.



Tabla 15. Temperaturas mínimas anuales en el estado de Quintana Roo para los periodos históricos y los cuatro modelos de circulación global.

	Modelos					
	Histórico	CNRMCM5	MPI_ESM_LR	HADGEM2_ES	GFDL_CM3	Promedio
1950-1979	12.35	-	-	-	-	-
1980-2009	12.82	-	-	-	-	-
2015-2039 (RCP 4.5)	-	13.19	13.89	13.74	13.96	13.70
2015-2039 (RCP 8.5)	-	13.39	14.18	13.78	14.22	13.89
2045-2069 (RCP 4.5)	-	14.08	14.66	14.51	14.93	14.54
2045-2069 (RCP 8.5)	-	14.50	15.47	15.23	15.50	15.18
2075-2099 (RCP 4.5)	-	14.41	14.98	15.03	14.89	14.83
2075-2099 (RCP 8.5)	-	15.54	17.02	16.90	17.04	16.62

Tabla 16. Mediana, cuartil Q1, cuartil Q3 y valores mínimo y máximo para la temperatura máxima en el estado de Quintana Roo en el periodo anual para el modelo CNRCM5 con forzamiento 4.5.

	Mediana	Q1	Q3	Valor Mínimo	Valor Máximo
1950-1979	33.234375	33.0859375	33.3671875	32.4921875	33.6015625
1980-2009	33.2265625	33.03515625	33.40234375	32.46875	33.6640625
2015-2039	34.0078125	33.8125	34.1875	33.2890625	34.4140625
2045-2069	34.58984375	34.3984375	34.79296875	33.8046875	35.1171875
2075-2099	34.84375	34.6484375	35.048828125	34.0078125	35.4296875

Las proyecciones de la temperatura muestran en todos los escenarios de cambio climático un incremento gradual de la temperatura que va de 0.9 a 1.2°C en el escenario más favorable (SSP1 RCP2.6), y de 1.0 a 3.8°C en el escenario más pesimista (SSP5 RCP8.5). En la Figura 35 se puede observar el mayor incremento de la temperatura al suroeste del estado de Quintana Roo.

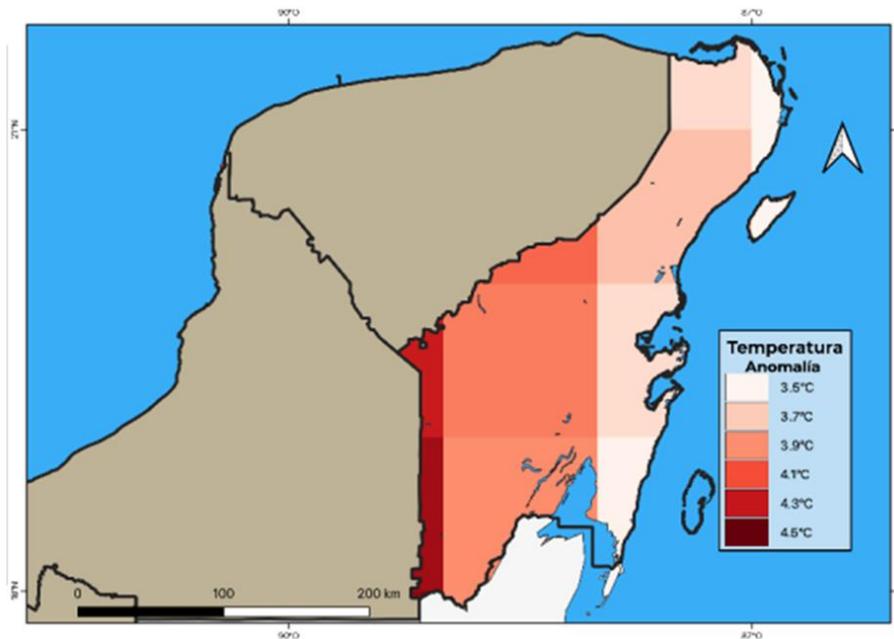


Figura 35. Incremento de la temperatura media respecto a la histórica (Tomado de CGACCE/INECC).





Ondas de calor

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el municipio de Benito Juárez, al cual pertenece la propuesta de APFF San Buenaventura, tiene un grado bajo de peligro por ondas de calor, sin embargo, se han reportado dos declaratorias de emergencia asociadas a este fenómeno meteorológico en junio y agosto de 2018 (CENAPRED, 2021).

Si bien no se cuenta con datos específicos para el municipio de Benito Juárez, el CENAPRED (2022) sí cuenta con registros de afectaciones a la población por temperaturas altas extremas en general para el estado de Quintana Roo. En un periodo de datos entre el año 2000 y el 2020, a partir de 2014 inician registros de afectaciones que siguen durante todos los años subsecuentes. Estas afectaciones han representado la defunción de 21 personas por golpe de calor y el requerimiento de atención hospitalaria para 77 personas.

Los efectos que las ondas de calor derivadas del cambio climático pueden ocasionar en la población incluyen deshidratación y favorecimiento de eventos vasculares trombóticos. En zonas con alta humedad, la sudoración no es tan efectiva como respuesta a las altas temperaturas lo que puede producir agotamiento por calor que se presenta como náusea, contracturas musculares y mareo. Además, los golpes de calor implican delirios, resequedad en la piel y pérdida de la consciencia que puede derivar en la muerte. Las personas más vulnerables a estos efectos negativos son los niños y ancianos, las personas con enfermedades cardíacas, del sistema respiratorio y renales (Fortoul van der Goes, 2022). Este problema puede ser particularmente importante en zonas urbanas como Cancún donde se pueden producir islas de calor por el asfalto y concreto en sustitución de la vegetación (Chapman *et al.*, 2013).

Dada la importancia que tienen las actividades turísticas para la región, el aumento de temperatura tendrá repercusiones importantes ya que los sitios afectados por eventos de calentamiento intenso son menos atractivos para la recreación y tienen una disminución en su valor socioeconómico (Smale *et al.*, 2019). Los destinos de sol y playa están entre los más sensibles al aumento de temperatura, sobre todo en regiones subtropicales y tropicales (Hoegh-Guldberg *et al.*, 2018).

En cuanto a la infraestructura crítica en ciudades, se espera que el incremento de la temperatura genere problemas principalmente con la infraestructura eléctrica debido al impacto del calor sobre los transformadores, reduciendo su eficiencia y la vida útil de los equipos. Esto se puede ver agravado por el aumento de la carga que soportan las redes eléctricas por la necesidad del uso de aire acondicionado y refrigeración. El impacto sobre la red eléctrica puede provocar afectaciones sobre otra infraestructura, por ejemplo la de telecomunicaciones que depende de la energía y el transporte público eléctrico que se promueve para la mitigación de emisiones (Chapman *et al.*, 2013). Las altas temperaturas también podrían afectar los caminos y vías férreas por el derretimiento del asfalto y pandeo de vías férreas (Forzieri *et al.*, 2018).

Por otro lado, las altas temperaturas pueden tener efectos negativos importantes sobre los ecosistemas y la biodiversidad. El incremento de la temperatura y de la frecuencia de las ondas de calor, a causa del cambio climático, pueden afectar organismos y procesos ecosistémicos, tal es el caso de especies de fauna afectadas por golpes de calor. La variabilidad de la temperatura puede provocar cambios en la distribución de especies, la proliferación de plagas y enfermedades, así como





en la estructura de la vegetación, lo que impacta directamente en el funcionamiento de los ecosistemas. Asimismo, las altas temperaturas y el estrés hídrico pueden provocar incendios en las zonas forestales (Malhi *et al.*, 2020; CEPAL, 2015).

Precipitación

Con respecto a la precipitación, en la Figura 36 se muestra una gráfica que representa el comportamiento del ciclo anual de la Cuenca Península de Yucatán. Se presentan los meses del año contra las variables de precipitación en un rango altitudinal de 0 a 500 m s.n.m. La línea sólida roja muestra el comportamiento de la variable de la climatología base (1950-2000). Los límites superior e inferior de la banda indican el valor máximo y mínimo de la media proyectada por los cuatro modelos en el periodo 2015-2039 del RCP 8.5. Se observa una precipitación anual va de un rango de 40 a 200 mm, siendo marzo y noviembre los meses con menor precipitación, y junio, septiembre y octubre los meses con los valores de precipitación más altos (INECC, PLACCC, SEMARNAT, 2023).



Figura 36. Mapa de la precipitación anual para la Cuenca Península de Yucatán (INECC, PLACCC, SEMARNAT, 2023).

Para el caso de la precipitación media anual (Figura 37), destaca la magnitud del cambio negativo porcentual proyectado para la climatología del 2020 bajo el escenario de emisiones de efecto invernadero. Se observan disminuciones de precipitación del orden de 5 % en las cuencas del centro-norte y sur-sureste del país y reducciones entre 5 % y 10 % para las cuencas del centro y la Península de Yucatán. Este impacto llevará a que las cuencas en México tengan problemas en los sectores hídrico, agrícola, salud y forestal, entre otros (Cloter-Ávalos, 2010).





Figura 37. Cambio en la precipitación con relación a las cuencas hidrológicas de México (Cloter-Ávalos, 2010).

Durante un análisis de 1981 al 2010 en Quintana Roo se obtuvo una precipitación acumulada anual de 1299 mm y una precipitación promedio anual de 108 mm (INECC, SEMARNAT, 2022). En la Figura 38 se observa una variación de la precipitación más significativa en el escenario RCP 8.5, siendo los valores más elevados para el periodo de 2075 a 2099. Para el escenario moderado la disminución de la precipitación es menor.

	Periodo	RCP 4.5	RCP 8.5
Precipitación total(mm) (%)	2015 - 2039	(-1.31 , 75.57) (0 , 8)	(-33.03 , 66.44) (-4 , 7)
	2045 - 2069	(-21.06 , 52.93) (-2 , 6)	(3.24 , 33.84) (0 , 4)
	2075 - 2099	(-0.03 , 62.53) (0 , 7)	(7.88 , 89.17) (1 , 10)

Figura 38. Cambios proyectados de precipitación total respecto al promedio histórico, con un intervalo de variación entre los cuatro modelos de circulación global.

Las proyecciones de la precipitación muestran en el escenario más favorable (SSP1 RCP2.6) una ligera variación de la precipitación en todos los periodos, mientras que en el escenario más pesimista (SSP5 RCP8.5) hay una disminución gradual de la precipitación hasta llegar a un 21.9% por debajo con



respecto a 1981-2010 (CONABIO, et al., 2023; Figura 39). En la Figura 40 se representa el escenario más pesimista (SSP5 RCP8.5) a largo plazo (2081-2100), donde el mayor porcentaje de disminución de la precipitación se tiene al sur del estado de Quintana Roo, mientras que, hacia el norte, donde se encuentra la propuesta de APFF San Buenaventura, la disminución de la precipitación es menor con un 18 %, siendo el área menos afectada.

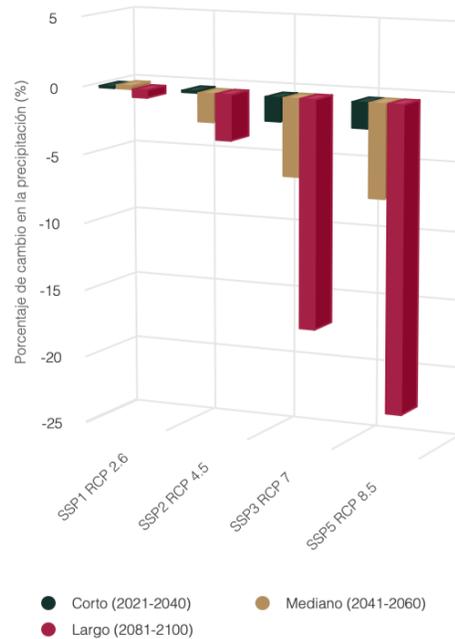


Figura 39. Proyecciones de cambio climático en la precipitación (1981-2010) en el estado de Quintana Roo (CONABIO, et al., 2023).

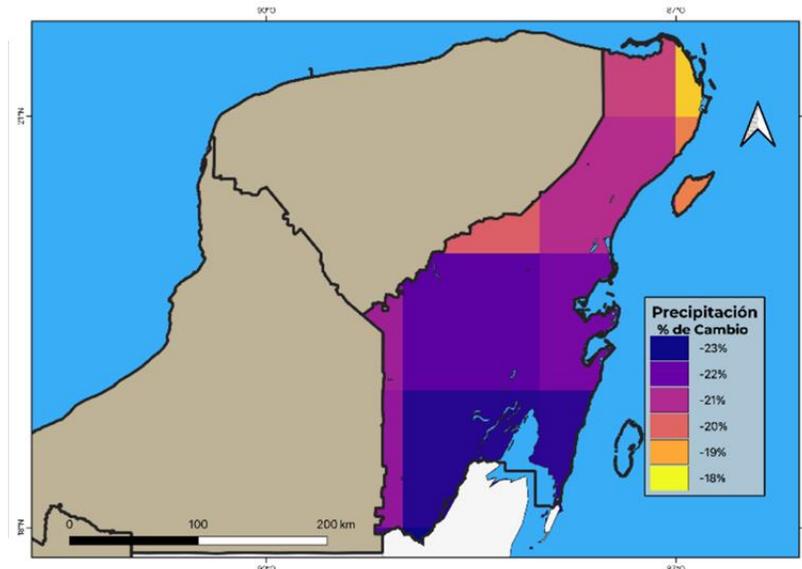


Figura 40. Porcentajes de disminución de la precipitación (2081-2100) en el escenario más pesimista (SSP5 RCP8.5), en el estado de Quintana Roo (CONABIO, et al., 2023).





Ciclones tropicales, lluvias intensas, inundaciones

El CENAPRED considera que el municipio de Benito Juárez, dentro del cual se ubica el polígono propuesto para el APFF San Buenaventura, tiene un grado alto de peligro por la presencia de ciclones tropicales (CENAPRED, 2021). De acuerdo con la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos de América (NOAA, por sus siglas en inglés); en los últimos 171 años (1852 a 2023), este municipio ha sido afectado por el impacto de 92 ciclones tropicales (Figura 41), que han alcanzado categorías de depresión tropical, tormenta tropical, así como huracanes categoría 1 a 5 en la escala Saffir-Simpson, los cuales han ocurrido en los meses de mayo a noviembre. Destacan los años 1980, 1988 y 2005 por la presencia de huracanes mayores: Allen categoría 5, Gilbert categoría 5 y Wilma y Emily también categoría 5. La presencia de estos eventos ha provocado cuatro declaratorias de desastre y siete declaratorias de emergencia ante este fenómeno hidrometeorológico (CENAPRED, 2021).

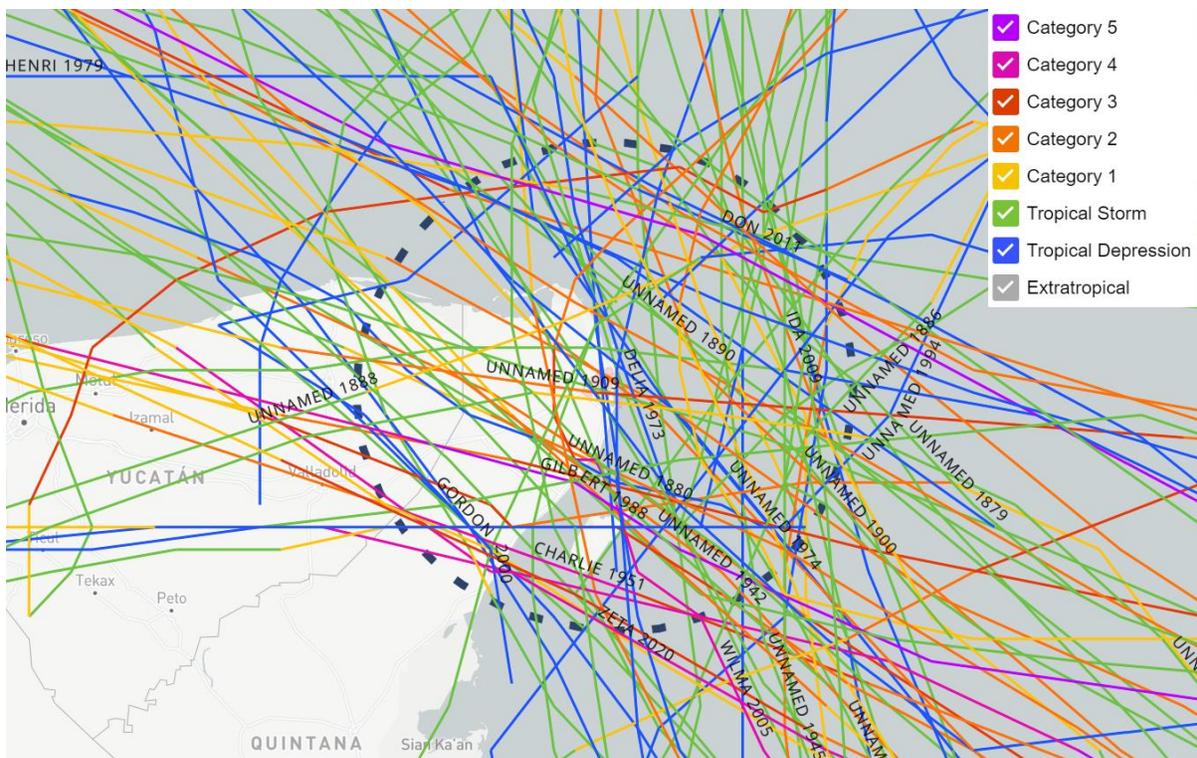


Figura 41. Tormentas tropicales que han afectado el municipio de Benito Juárez. La figura fue generada con la herramienta interactiva de mapeo de trayectorias de tormentas tropicales de la NOAA. Esta herramienta de mapeo interactivo se utiliza para ver, analizar y compartir datos de seguimiento de los conjuntos de datos IBTrACS del Centro Nacional de Huracanes de la NOAA HURDAT2 y los Centros Nacionales de Información Ambiental de la NOAA (<https://coast.noaa.gov/hurricanes/#map=4/32/-80>).

Aunado a los ciclones tropicales, el CENAPRED reconoce que el municipio de Benito Juárez tiene un nivel de peligro alto por inundación, y que su valor umbral de precipitación acumulada (a partir del cual se pueden esperar afectaciones por inundación) en 12 horas es de 111.66 mm (CENAPRED, 2021); sin embargo, existen condiciones que con precipitaciones de menor valor podrían generar inundaciones, por ejemplo, cuando ocurren lluvias continuas durante varios días, éstas saturan el suelo y con ello se pierde capacidad de infiltración del agua de lluvia. En zonas urbanizadas, la falta de





mantenimiento a la infraestructura hidráulica y a los sistemas de drenaje disminuye la capacidad de desalojo de agua pluvial, por lo que una cantidad de precipitación menor al umbral podría generar afectaciones por inundación (CENAPRED, 2016).

Como indicativo de la incidencia de inundaciones en el municipio de Benito Juárez se cuenta con información de la Subdirección de Riesgos por Inundación, del Centro Nacional de Prevención de Desastres, la cual lleva a cabo el proyecto “Catálogo de Inundaciones”, que compila datos del Centro Nacional de Comunicación y Operación (CENACOM) y de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), correspondiente a los eventos de inundación ocurridos en las entidades municipales desde 2015 al 2020. Así, para este municipio existen 18 registros de eventos de inundación, tres en 2015, dos en 2016, dos en 2017, tres en 2018, cinco en 2019 y tres en 2020 (CENAPRED, 2021).

La exposición del municipio de Benito Juárez ante ciclones tropicales, lluvias torrenciales e inundaciones ha generado impactos importantes en la zona (CENAPRED, 2022):

- Junio de 2003: varias personas fueron desalojadas por las fuertes lluvias y se registraron encharcamientos por la tormenta tropical “Bill”.
- Julio de 2005: el huracán Emily dañó viviendas y se ofreció refugio temporal a 10,112 personas; hubo daños en infraestructura turística, hidráulica, educativa y de salud. Se generaron daños por mil 111 millones de pesos.
- Agosto de 2007: el ciclón tropical Dean generó pérdidas por dos mil 337 millones de pesos.
- Mayo de 2014: fuertes lluvias provocaron afectaciones en 63 viviendas por penetración de agua por lo que se dio apoyo en especie a la población. Los sectores turístico, cultural, carretero, urbano y educativo se vieron afectados.
- Octubre de 2014: debido a fuertes lluvias se dio apoyo en especie a la población.
- Junio y octubre de 2015: por lluvias severas se dio apoyo en especie a la población y se apoyó ante afectaciones al sector de la vivienda, cultural, hidráulico, carretero, educativo, naval, de salud y urbano.
- Mayo de 2020: debido a un ciclón tropical se reportaron afectaciones en 1634 viviendas, 1 deslizamiento de tierra, siete vías de comunicación afectadas, 2 cauces desbordados y 43 postes colapsados.
- Octubre de 2020: los ciclones tropicales Gamma y Delta provocaron lesiones en cinco personas, afectación general a 98 personas, evacuación de 9 mil 400 personas, traslado de 1793 personas a 184 refugios temporales, afectaciones a 40 viviendas, caída de 80 postes de energía eléctrica y un corte carretero.

Además, derivado de las lluvias severas y los huracanes en el municipio de Benito Juárez se han registrado graves daños a la infraestructura turística y pública, así como la pérdida de playas. Las actividades turísticas se han visto afectadas al declararse toda la costa de Quintana Roo en estado de emergencia. Se estima que, en 2007, con el paso del huracán Dean, se desplazaron más de 80 000 turistas que estaban en la zona (CIG, 2018).

Los ecosistemas de la región también han resentido los efectos de los ciclones tropicales y las lluvias intensas. Algunas semanas después del impacto del huracán Dean (2007) en el sur de Quintana Roo, autoridades locales declararon dañadas más de un millón de hectáreas forestales, principalmente de





manglar y selva mediana subperennifolia (Islebe *et al.*, 2009). Las zonas costeras son ecosistemas con un alto grado de vulnerabilidad ante estos fenómenos. Los huracanes Gilberto (1998), Iván (2004) y Emily (2005) produjeron importantes pérdidas de arena en las playas del municipio de Benito Juárez. En octubre de 2005, después del paso del huracán Wilma, la playa de Cancún desapareció en más del 70 % de su extensión (CIG, 2018) y en octubre de 2020 los ciclones tropicales Gamma y Delta provocaron la caída de 348 árboles (CENAPRED, 2022).

Los impactos de ciclones tropicales, lluvias extremas e inundaciones asociadas podrían intensificarse en un contexto de cambio climático, esto debido a que en la región las principales inundaciones se dan por eventos de precipitaciones extremas. Estos eventos podrían generar afectaciones importantes sobre la población de Cancún, la ciudad más cercana a la propuesta de APFF San Buenaventura. Los impactos de ciclones tropicales e inundaciones sobre la población pueden implicar ahogamientos, electrocución, hacinamiento en refugios que promueve la propagación de enfermedades, pérdida de vidas, lesiones físicas y daños al patrimonio de las personas. Además, las inundaciones pueden contaminar las fuentes de agua dulce con químicos y patógenos, incrementando el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua y dando lugar a criaderos de insectos portadores de enfermedades, como los mosquitos. Y los impactos en la vida de las personas pueden derivar en enfermedades psiquiátricas como trastorno por estrés postraumático, ansiedad y depresión.

En este sentido, es importante considerar que las poblaciones pobres y marginadas debido a las condiciones en que viven, que tienen alguna discapacidad y que no cuentan con acceso a sistemas de salud son más vulnerables a los ciclones tropicales, lluvias severas e inundaciones asociadas (Veenema *et al.*, 2017). En el municipio de Benito Juárez, para el año 2020, aún persistía la pobreza en un 38 % de la población e incluso cerca de 6 % de la población se encontraba en condiciones de pobreza extrema (CONEVAL, 2021a). En cuanto a la vulnerabilidad diferenciada por género en el municipio de Benito Juárez existe una mayor proporción de mujeres con bajos ingresos (24.4 %) y baja escolaridad (3.8 %) (INECC, 2019), factores que se reconocen pueden incrementar la susceptibilidad ante el impacto de ciclones e inundaciones. Para el caso de los hombres, se ha identificado que en general son más susceptibles a morir por ahogamiento durante ciclones tropicales (Veenema *et al.*, 2017).

A nivel municipal el INECC (2019) cuenta con un análisis de vulnerabilidad de la población ante inundaciones bajo cambio climático. En este análisis resalta que los principales factores de vulnerabilidad del municipio de Benito Juárez son la respuesta hidrológica de la cuenca dada por la forma de la cuenca y el porcentaje de vegetación natural en la misma; así como por la baja capacidad adaptativa por la escasez de sistema para regular las avenidas de agua y la falta de más iniciativas de protección y restauración de ecosistemas para prevenir inundaciones.

Por otro lado, en el Programa de Adaptación al Cambio Climático del Corredor Isla Mujeres-Puerto Morelos (PACC-CIMPM) (CONANP y PNUD México, 2019b) se realizó un análisis de vulnerabilidad de los asentamientos humanos por inundaciones, en donde se encontró que el desarrollo urbano en Cancún ha provocado la interrupción del flujo hídrico de los manglares, dando como resultado inundaciones en vialidades de la zona. Además de que el mal manejo de los residuos sólidos provoca obstrucciones en el alcantarillado promoviendo las inundaciones. La Figura 42 representa





especialmente las zonas de vulnerabilidad a inundaciones identificadas en el estudio antes mencionado, donde se puede observar que las aquellas cercanas a la propuesta de APFF San Buenaventura tienen una vulnerabilidad alta.

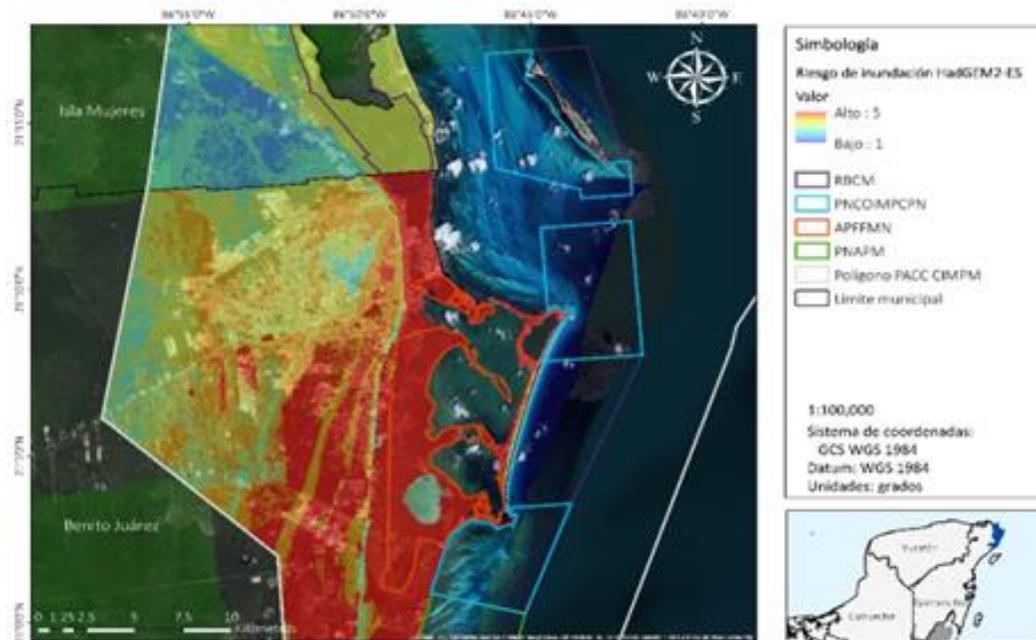


Figura 42. Vulnerabilidad de los asentamientos humanos ante inundaciones considerando el modelo general de circulación HAD-GEM2-ES con forzamiento radiativo de 8.5 W/m² en el periodo 2015-2039.

Siendo las condiciones ambientales de primera importancia para la industria turística, la reducida estética del paisaje, la erosión costera, las inundaciones y los daños a la infraestructura, derivados de las alteraciones en los niveles de precipitación y los ciclones tropicales, a causa del cambio climático, tendrán impactos adversos sobre el turismo (Ivanova-Bonchera, 2010).

Además de los impactos considerados anteriormente, es importante resaltar que la Ciudad de Cancún, en la región donde se propone establecer la nueva ANP, alberga importante infraestructura clave para el bienestar de la población y buena parte de la ciudad se encuentra en zonas de alta vulnerabilidad a inundaciones. En cuanto a las principales vías de comunicación que podrían verse afectadas por inundaciones se encuentran la Avenida José López Portillo que atraviesa la ciudad de Cancún y comunica con la carretera Federal 180 Mérida-Puerto Juárez. También resalta el Boulevard Luis Donaldo Colosio que corre paralelo a la costa, en una zona de mayor vulnerabilidad a la inundación, y que conecta con la carretera Federal 307 Reforma Agraria-Puerto Juárez (INEGI, 2021a). En cuanto a las vías férreas, el trazo del Tren Maya también se encuentra en la zona (Secretaría de Turismo, 2022b). Además, en esta ciudad y sus alrededores existen más de 270 edificios de gobierno, impartición de justicia y seguridad pública; alrededor de 300 hospitales clínicas o consultorios de salud pública y privada; 836 instituciones educativas; dos estaciones de televisión y 13 estaciones de radio; el aeropuerto de Cancún, terminales de autobuses, e infraestructura náutica; 5 plantas de generación de energía e importante infraestructura de transmisión de energía y sistemas hidráulicos





(INEGI, 2021b). Buena parte de esta infraestructura está asentada en zonas de alta vulnerabilidad a inundaciones.

El cambio climático está dando lugar a eventos hidrometeorológicos extremos más frecuentes, que están conduciendo a un desplazamiento del área de distribución de la biota costera y la alteración de sus interacciones, afectando las funciones de los ecosistemas y, en consecuencia, la prestación de importantes servicios ecosistémicos, como la protección de las costas, el mantenimiento de la pesca, la mitigación de la contaminación y la captura de carbono (He y Silliman, 2019). Los ecosistemas de Quintana Roo son altamente vulnerables a los ciclones y las lluvias extremas. Entre los principales efectos de este tipo de eventos se proyectan cambios en la diversidad específica y distribución de especies y tipos de vegetación. Además, es de esperarse que se produzcan sinergias que incrementen las afectaciones que normalmente producirían, como es el caso de la presión por el desarrollo y crecimiento de la población humana en la zona costera, de ahí que como medida de adaptación al cambio climático se deba proteger de manera efectiva los ecosistemas adyacentes (Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2013).

Aumento del nivel del mar

Las principales causas del incremento del nivel del mar actual están relacionadas con el cambio climático debido al agua agregada por el derretimiento de las capas de hielo y glaciares, así como por la expansión del agua de mar a medida que se calienta (NASA, 2018). En su último informe el IPCC (2021) reportó que el nivel medio del mar se incrementó entre 0.15 y 0.25 metros entre 1901 y el 2018. Por otro lado, en el Programa de Adaptación al Cambio Climático del Corredor Isla Mujeres-Puerto Morelos (CONANP y PNUD México, 2019b) se encontró que durante el periodo 1993 a 2017, el incremento en el nivel medio del mar en la zona propuesta para la nueva ANP ha incrementado a una tasa promedio de 4.04 mm al año.

Con la intención de contar con información sobre los escenarios de aumento del nivel del mar para la región donde se ubica la propuesta de APFF San Buenaventura se utilizó la herramienta de proyección del nivel del mar de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA, por sus siglas en inglés, 2023). Para ello se tomó el punto más cercano, que corresponde a Cabo de San Antonio, en Cuba, el cual cuenta con información disponible en la plataforma. En la Figura 43 se observa que bajo un forzamiento radiativo de 4.5 W/m^2 un nivel de aumento de 0.5 metros respecto al período 1995-2014 se podría alcanzar entre 2059 y 2082; mientras que bajo un forzamiento radiativo de 8.5 W/m^2 este aumento de nivel del mar se alcanzaría entre 2055 y 2075. Por otro lado, un aumento de un metro se podría alcanzar entre 2097 y hasta después de 2150 bajo un forzamiento de 4.5 W/m^2 ; mientras que bajo un forzamiento radiativo 8.5 W/m^2 este aumento del nivel del mar se alcanzaría entre 2086 y 2130.



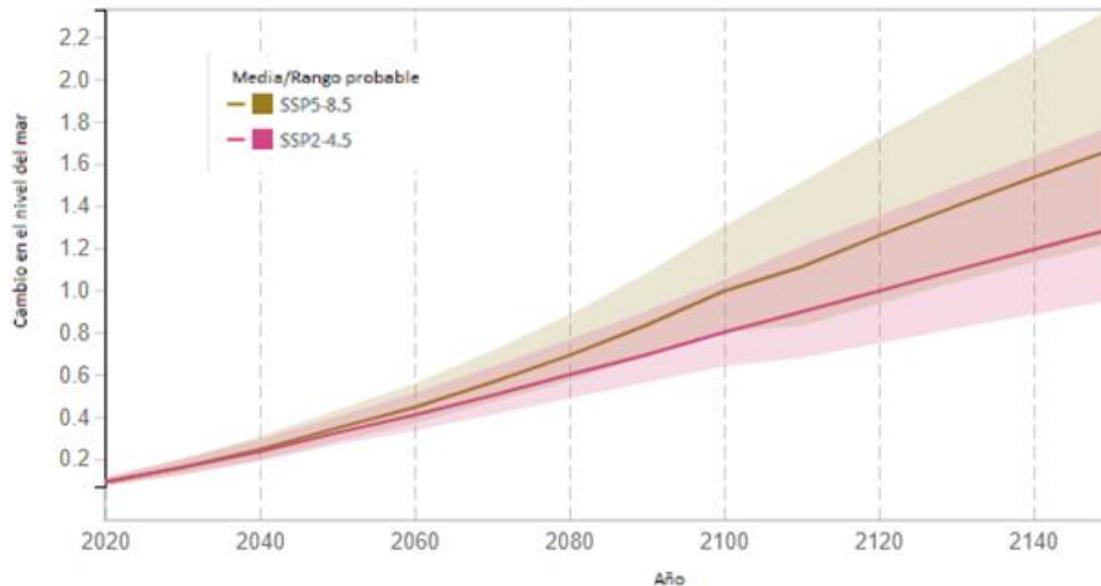


Figura 43. Aumento del nivel del mar bajo los escenarios de cambio climático SSP2-4.5 y 8.5 para Cabo de San Antonio, Cuba. Adaptado de NASA (2023).

Los niveles de aumento del nivel del mar antes mencionados se consideraron ya que ambos valores podrían presentarse durante el presente siglo y además la herramienta de mapa de zonas de riesgo por aumento del nivel del mar, generada por Climate Central (2023), maneja intervalos de aumento de 0.5 metros. El uso de esta herramienta permitió reconocer que las áreas urbanizadas cercanas a la propuesta de APFF San Buenaventura podrían verse afectadas con ambos niveles de aumento del nivel del mar.

Tomando en cuenta lo anterior, el patrimonio y en especial las viviendas de la población en las costas cercanas a la propuesta de APFF San Buenaventura podrían verse directamente afectadas por el aumento del nivel del mar. Con ello, el oleaje del mar durante tormentas y ciclones tropicales también podría afectar zonas que previamente no recibían impactos. De hecho, el municipio de Benito Juárez en Quintana Roo podría ser uno de los más afectados del estado, con un potencial de afectación a 44 mil personas con un costo estimado de cinco mil 713 millones de pesos y tomando en cuenta un aumento de un metro (Pedrozo-Acuña, 2012). El aumento del nivel del mar puede tener también repercusiones importantes para el acceso de la población al agua debido a la intrusión salina en el acuífero. Esto podría tener sinergia con los eventos de reducción de la precipitación generando mayor escasez de agua. En la región, un aumento de 0.6 metros podría afectar un total de 52 km² de acuífero, mientras que un aumento de 1 metro podría afectar 77 km² (Figura 44) (CONANP y PNUD México, 2019b).



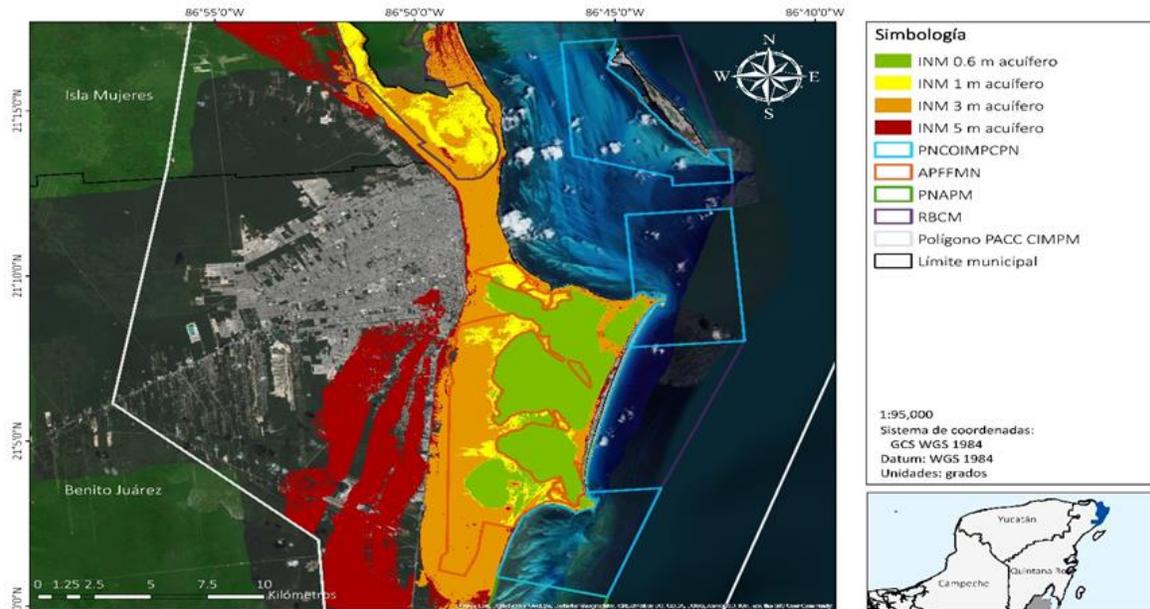


Figura 44. Zonas del acuífero que podrían verse potencialmente afectadas por distintos niveles de aumento del nivel del mar en la región donde se ubica la propuesta de APFF San Buenaventura. (CONANP y PNUD México, 2019b).

En cuanto al valor total de la afectación a las actividades económicas por la elevación del nivel del mar en Quintana Roo, el costo total estimado en un escenario bajo (1 m) es de mil 342 millones de pesos, para el escenario medio (3 m) asciende a los cuatro mil 454 millones de pesos y para el escenario alto alcanza los 11 mil 771 millones de pesos. La alta concentración de los establecimientos comerciales e industriales sobre la zona costera, ocasionan una gran afectación a este rubro derivada de la sobre elevación del nivel del mar (Tabla 17).

El sector más afectado en cada escenario modelado sin duda alguna es el sector hotelero y los servicios relacionados al turismo. El municipio de Benito Juárez, en especial la ciudad de Cancún es una de las zonas de mayor susceptibilidad ante el incremento del nivel medio del mar por efectos del cambio climático (Pedrozo- Acuña, 2012). En particular, el destino turístico Cancún se caracteriza por sus extensas playas, de poca pendiente y baja altura, estas condiciones las hacen altamente vulnerables al aumento del nivel del mar (ANIDE, 2014).

Tabla 17. Establecimientos afectados por actividad económica para escenarios de afectación por elevación del nivel del mar en Quintana Roo. Tomado de Pedrozo Acuña, 2012.

Establecimiento	Unidades afectadas			Estructura (%)		
	1 metro	3 metros	5 metros	1 metro	3 metros	5 metros
Comercio	8	29	97	0.5	1.8	6.01
Industrias manufactureras	15	56	168	0.54	2.01	6.03
Hoteles y restaurantes	12	38	101	3.53	11.5	29.1





Además de la infraestructura turística, en escenarios de aumento del nivel del mar mayores a un metro el resto de la infraestructura estratégica cercana a la costa en Cancún también podría verse afectada por inundaciones causadas por marea de tormenta exacerbadas por el aumento del nivel del mar (ANIDE, 2014).

Finalmente, para las zonas costeras se prevé que el aumento del nivel del mar contribuya a intensificar la fragmentación y la pérdida de hábitats (IPBES, 2019). Asimismo, ese aumento amenaza con empeorar la erosión costera y poner en peligro la existencia de playas naturales en todo el mundo (Vitousek *et al.*, 2017).

De acuerdo con el PACC-CIMPM (CONANP y PNUD México, 2019b), para cuatro escenarios de incremento del nivel del mar (0.6, 1, 3 y 5 m), en la región, los manglares tendrían la mayor superficie afectada con 3.09 %, 20.01 %, 96.27 % y 98.41 % respectivamente. En el caso del municipio de Benito Juárez, se presentarían daños a este ecosistema a lo largo de la línea de costa (3 m), y en la parte sur (5 m). Los principales impactos que se generarían tienen que ver con la migración del manglar hacia el interior de la región y cambio en el dominio y composición de especies presentes, la modificación en su crecimiento por el aumento de nutrientes, la inmersión de estos ecosistemas, el declive en el aprovechamiento de especies de interés comercial, la disminución de la biodiversidad y el incremento de riesgos futuros de inundación. Mientras que, la vegetación de selva sería afectada en menor proporción con un 0.01 %, 0.09 %, 1.91 % y 17.14 % de superficie. Se producirían alteraciones al sur de Benito Juárez, en un escenario de 3 m, y al sur de la zona urbana de Cancún (5 m). Los impactos identificados para este ecosistema son la pérdida de vegetación y biodiversidad, así como cambios en el proceso de filtración del agua.

Posibles modificaciones en la biodiversidad

En las próximas décadas, el impacto del cambio climático se verá reflejado en modificaciones de la composición y funcionamiento de los ecosistemas. Los aumentos de temperatura y cambios en el ciclo hidrológico tendrán como resultado un aumento en la tasa de pérdida de hábitat y modificaciones en la distribución de especies, disminuyendo la diversidad biológica y los servicios ambientales que generan (CONANP, 2010). La evidencia científica sugiere que las especies no se adaptan fácilmente a cambios drásticos y rápidos (Challenger, 2010).

Para el caso de la propuesta de APFF San Buenaventura es posible tomar como referencia los escenarios para la biodiversidad presentados en el Explorador de Cambio Climático y Biodiversidad (CONABIO *et al.*, 2023) para el Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc y Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté que se encuentran adyacente y cercano al área de interés. En estos, es posible observar la riqueza potencial futura (2020-2040) de los anfibios endémicos y nativos de México, utilizando el modelo GFDL_CM3_2050, en el escenario RPC 4.5 (CONABIO, 2021h), que indica que se tendrá una pérdida del 5 % de la riqueza potencial (40 a 38 especies) de este grupo. Mientras que para los mamíferos se realiza un cálculo a partir de las distribuciones potenciales de los mamíferos terrestres de México, a través del modelo BCC-CSM2-MR,SPP2, en el escenario RPC 4.5, que indica un aumento de la riqueza potencial del 2 % en comparación con la actual (0-150 especies).





Conectividad estructural

Además de las áreas de alto valor biológico, también se han identificado áreas que favorecen la conectividad estructural del paisaje, es decir, rutas con menor transformación humana que evitan cambios bruscos en el clima y que permitirían mantener en alguna medida la conectividad entre fragmentos de vegetación nativa en buen estado de conservación. La importancia de delimitar y conservar estas rutas es porque se espera que ante el cambio global los corredores climáticos faciliten que los organismos no queden aislados y encuentren hábitats para su supervivencia.

Para identificar las rutas de 'menor costo' se consideró el gradiente climático, la distancia euclidiana y el impacto humano entre fragmentos de vegetación en nativa en estado 'primario'. Se identificaron 4 504 rutas de menor costo para todo el país, de las cuales 129 corresponden al estado de Quintana Roo (CONABIO-CONANP-PNUD, 2020). Destaca el sobrelape de dos de estas rutas con el APFF Manglares de Nichupté, área adyacente a la propuesta de APFF San Buenaventura.

Al interior del APFF Manglares de Nichupté, también se ha evaluado la tendencia temporal de la conectividad de la vegetación con el fin de contar con una estimación sobre los cambios en la conectividad de los fragmentos de vegetación por cambio climático y el porcentaje de conectividad con la ecorregión en donde se encuentran. En lo que respecta a la fragmentación al interior del ANP, se observa una clara tendencia a la disminución de superficie conectada, sin importar la distancia de dispersión. En adición, en la Tabla 18, se presenta el porcentaje de conectividad estimado para tres de los niveles de las ecorregiones terrestres bajo cuatro distancias, relacionadas con la capacidad de dispersión diferenciada de varios grupos taxonómicos como anfibios, reptiles, aves y grandes mamíferos (2, 10, 30 y 100 km, respectivamente). Se observa que el mayor porcentaje, 17.04 %, se alcanza con una distancia de dispersión de 100 km con el nivel III.

Tabla 18. Conectividad del APFF Manglares de Nichupté con respecto a las ecorregiones terrestres.

Distancia de dispersión (km)	Ecorregión		
	Nivel I	Nivel II	Nivel III
	Selvas Cálido-Húmedas	Planicie y Lomeríos de la Península de Yucatán	Planicie Oriental Tucateca con Selva Perennifolia
2	4.27%	7.28%	16.13%
10	4.28%	7.28%	16.14%
30	4.28%	7.31%	16.21%
100	4.66%	8.15%	17.04%

Adaptación al cambio climático

La región en la que se establecerá la propuesta de APFF San Buenaventura presenta diversas amenazas climáticas actuales y potenciales en un contexto de cambio climático que podrían tener impactos significativos sobre la población, las actividades económicas, estrategias de vida, y la infraestructura estratégica. Por ello, resulta esencial la implementación de acciones de adaptación al cambio climático que permitan reducir la vulnerabilidad de estos elementos del territorio ante el cambio climático. Uno de los enfoques para la reducción de la vulnerabilidad es el de Adaptación Basada en Ecosistemas, el cual contempla el uso de los servicios ecosistémicos para ayudar a las personas a adaptarse al cambio climático (Lhumeau y Cordero, 2012). Por lo tanto, la creación de esta nueva ANP (que contribuirá a la conservación, restauración y aprovechamiento sostenible de los ecosistemas), constituye una acción clave de adaptación basada en ecosistemas.





En la Tabla 19 se presentan las problemáticas climáticas reconocidas en este estudio para la región donde se establecerá la nueva ANP, así como los principales servicios ecosistémicos que esta provee y que podrían ayudar a reducir la vulnerabilidad. Los servicios ecosistémicos que se presentan fueron seleccionados a partir de los listados de Lhumeau y Cordero (2012), Locatelli (2016) y Everard y colaboradores (2020).

Tabla 19. Principales efectos climáticos observados y potenciales para los sistemas de interés (población, las actividades económicas y estrategias de vida y la infraestructura estratégica) ubicados en las cercanías de la propuesta de APFF San Buenaventura, así como los servicios ecosistémicos seleccionados de los listados de Lhumeau y Cordero (2012), Locatelli (2016) y Everard y colaboradores (2020) con los que la nueva ANP puede contribuir a reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático.

Efectos históricos y potenciales de eventos climáticos	Servicios ecosistémicos con que la nueva Área Natural Protegida puede contribuir a reducir la vulnerabilidad de la región ante los efectos climáticos
Aumento del nivel del mar	Protección de la línea de costa y retención de sedimentos. Barrera física contra marejadas.
Afectaciones por altas temperaturas	Regulación de la temperatura a través de la sombra y evapotranspiración de la vegetación.
Afectaciones por vientos fuertes durante tormentas tropicales	Barrera ante vientos.
Afectaciones por inundaciones	Infiltración de agua. Barreras naturales ante corrientes de agua.
Afectaciones por deslaves y erosión costera	Retención de suelos.
Enfermedades infecciosas y plagas	Control biológico de plagas y de vectores de enfermedades. Aprovisionamiento de plantas medicinales. Mantenimiento de hábitat para evitar contacto con la fauna silvestre. Diversidad genética.
Afectaciones a las fuentes de alimentos	Diversidad genética para la diversificación de fuentes de alimento. Aprovisionamiento de alimentos en casos de crisis.
Afectación a actividades económicas	Posibilidad de diversificar actividades.

Tomando en cuenta la información en la tabla anterior, es posible decir que el establecimiento de esta nueva ANP aumentará la capacidad de conservar los servicios ecosistémicos clave que los





ecosistemas de la zona proporcionan a la población, sus actividades económicas y la infraestructura estratégica.

De hecho, la importancia de los ecosistemas de la región para contribuir a la adaptación ante el cambio climático se reconoce en el Programa de Adaptación al Cambio Climático del Corredor Isla Mujeres-Puerto Morelos (PACC-CIMPM) (CONANP y PNUD México, 2019b). En dicho programa se establecieron once medidas de adaptación para atender la vulnerabilidad climática de los acuíferos, el sistema arrecifal, las praderas de pastos marinos, las playas y dunas costeras, los manglares y las selvas con el fin de que estos puedan continuar proporcionando servicios que a su vez permitan a las comunidades a adaptarse. Entre estas medidas destacan:

- Promover el manejo y conservación de los manglares
- Fomentar el manejo integrado de la costa como barrera ante tormentas y huracanes.
- Restauración y conservación de la selva para favorecer la recarga del sistema acuífero
- Manejo y prevención de incendios

En conjunto estas acciones buscan fortalecer la conservación y manejo sostenible de manglares y selvas, reduciendo factores de presión como la fragmentación, desmontes, relleno de manglares y el desarrollo turístico no sostenible. Esta disminución de factores de presión permitirá a su vez que estos ecosistemas contribuyan a hacer frente al incremento de la temperatura, reducción de la precipitación, a la incidencia de tormentas y huracanes y al aumento del nivel del mar.

G) CENTROS DE POBLACIÓN EXISTENTES AL MOMENTO DE ELABORAR EL ESTUDIO

A la fecha de la elaboración del presente estudio previo justificativo no existen centros de población en la superficie que comprende la propuesta de Área Natural Protegida APFF San Buenaventura.





IV. PROPUESTA DE MANEJO DEL ÁREA

A) ZONIFICACIÓN Y SU SUBZONIFICACIÓN A QUE SE REFIEREN LOS ARTÍCULOS 47 BIS Y 47 BIS 1 DE LA LGEEPA

El artículo 47 BIS de la LGEEPA señala que para el cumplimiento de las disposiciones de dicha ley en relación al establecimiento de las Áreas Naturales Protegidas, se realizará una división y subdivisión que permita identificar y delimitar porciones del territorio que la conforman, acorde con sus elementos biológicos, físicos y socioeconómicos, por lo que, cuando se realice la delimitación territorial de las actividades en las Áreas Naturales Protegidas, esta se llevará a cabo a través de las zonas y subzonas, de acuerdo con su categoría de manejo.

Asimismo, el artículo 47 BIS 1, de la citada Ley General, establece que:

“ARTÍCULO 47 BIS 1.- Mediante las declaratorias de las Áreas Naturales Protegidas, podrán establecerse una o más zonas núcleo y de amortiguamiento, según sea el caso, las cuales a su vez, podrán estar conformadas por una o más subzonas, que se determinarán mediante el programa de manejo correspondiente, de acuerdo a la categoría de manejo que se les asigne.

En el caso en que la declaratoria correspondiente sólo prevea un polígono general, éste podrá subdividirse por una o más subzonas previstas para las zonas de amortiguamiento, atendiendo a la categoría de manejo que corresponda.”

En este sentido, y acorde a las características señaladas en el presente estudio, la superficie total de la propuesta de Área Natural Protegida que nos ocupa se establecerá como zona de amortiguamiento (Figura 45), conforme al artículo 47 BIS, fracción II de la LGEEPA:

“Artículo 47 BIS...

II. Las zonas de amortiguamiento, tendrán como función principal orientar a que las actividades de aprovechamiento, que ahí se lleven a cabo, se conduzcan hacia el desarrollo sustentable, creando al mismo tiempo las condiciones necesarias para lograr la conservación de los ecosistemas de ésta a largo plazo...”

Cabe hacer mención que dicha zona de amortiguamiento podrá estar conformada por una o más subzonas, que se determinarán mediante el programa de manejo correspondiente, de acuerdo con la categoría de manejo que se le asigne al área, y a lo establecido en la declaratoria. En este sentido dicha zona podría estar conformada únicamente por las siguientes subzonas:

- a) *De preservación: Aquellas superficies en buen estado de conservación que contienen ecosistemas relevantes o frágiles, o fenómenos naturales relevantes, en las que el desarrollo de actividades requiere de un manejo específico, para lograr su adecuada preservación.*

En las subzonas de preservación sólo se permitirán la investigación científica y el monitoreo del ambiente, las actividades de educación ambiental y las actividades productivas de bajo impacto ambiental que no impliquen modificaciones sustanciales de las características o condiciones naturales





originales, promovidas por las comunidades locales o con su participación, y que se sujeten a una supervisión constante de los posibles impactos negativos que ocasionen, de conformidad con lo dispuesto en los ordenamientos jurídicos y reglamentarios que resulten aplicables.

- b) *De uso tradicional: Aquellas superficies en donde los recursos naturales han sido aprovechados de manera tradicional y continua, sin ocasionar alteraciones significativas en el ecosistema. Están relacionadas particularmente con la satisfacción de las necesidades socioeconómicas y culturales de los habitantes del área protegida.*

En dichas subzonas no podrán realizarse actividades que amenacen o perturben la estructura natural de las poblaciones y ecosistemas o los mecanismos propios para su recuperación. Sólo se podrán realizar actividades de investigación científica, educación ambiental y de turismo de bajo impacto ambiental, así como, en su caso, pesca artesanal con artes de bajo impacto ambiental; así como la infraestructura de apoyo que se requiera, utilizando ecotécnicas y materiales tradicionales de construcción propios de la región, aprovechamiento de los recursos naturales para la satisfacción de las necesidades económicas básicas y de autoconsumo de los pobladores, utilizando métodos tradicionales enfocados a la sustentabilidad, conforme lo previsto en las disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

- c) *De aprovechamiento sustentable de los recursos naturales: Aquellas superficies en las que los recursos naturales pueden ser aprovechados, y que, por motivos de uso y conservación de sus ecosistemas a largo plazo, es necesario que todas las actividades productivas, se efectúen bajo esquemas de aprovechamiento sustentable.*

...

- e) *De aprovechamiento especial: Aquellas superficies generalmente de extensión reducida, con presencia de recursos naturales que son esenciales para el desarrollo social, y que deben ser explotadas sin deteriorar el ecosistema, modificar el paisaje de forma sustancial, ni causar impactos ambientales irreversibles en los elementos naturales que conformen.*

En dichas subzonas sólo se podrán ejecutar obras públicas o privadas para la instalación de infraestructura o explotación de recursos naturales, que generen beneficios públicos, que guarden armonía con el paisaje, que no provoquen desequilibrio ecológico grave y que estén sujetos a estrictas regulaciones de uso sustentable de los recursos naturales, con apego estricto a los programas de manejo emitidos por la Secretaría.

- f) *De uso público: Aquellas superficies que presentan atractivos naturales para la realización de actividades de recreación y esparcimiento, en donde es posible mantener concentraciones de visitantes, en los límites que se determinen con base en la capacidad de carga de los ecosistemas.*





En dichas subzonas se podrá llevar a cabo exclusivamente la construcción de instalaciones para el desarrollo de servicios de apoyo al turismo, a la investigación y monitoreo del ambiente, y la educación ambiental, congruentes con los propósitos de protección y manejo de cada área natural protegida.

...

- h) *De recuperación: Aquellas superficies en las que los recursos naturales han resultado severamente alterados o modificados, y que serán objeto de programas de recuperación y rehabilitación, por lo que no deberán continuar las actividades que llevaron a dicha alteración.*



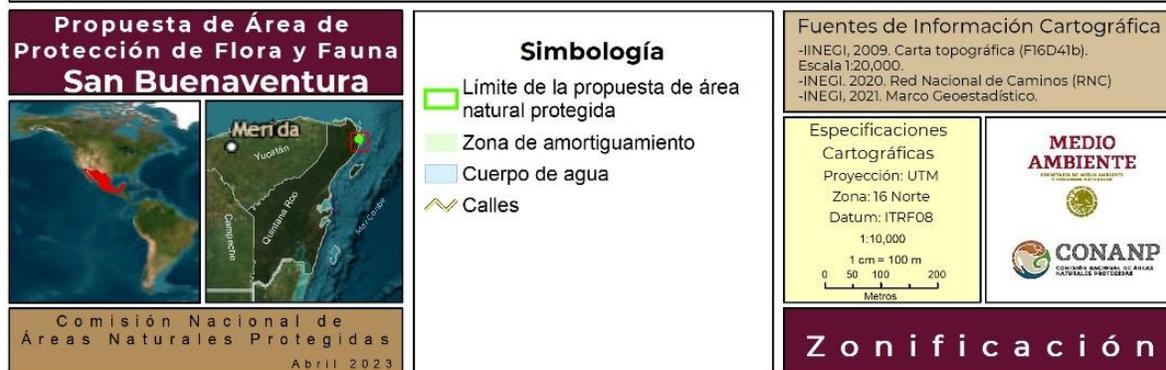


Figura 45. Zonificación para la propuesta de APFF San Buenaventura, municipio Benito Juárez, Quintana Roo.





B) TIPO O CATEGORÍA DE MANEJO

Conforme a la información reportada en el presente estudio para la propuesta de Área Natural Protegida, considerando lo establecido en el artículo 46, fracción VII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), se propone que la superficie descrita se declare bajo la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna, de conformidad con el artículo 54 de dicha Ley, que señala:

“ARTÍCULO 54.- Las áreas de protección de la flora y la fauna se constituirán de conformidad con las disposiciones de esta Ley, de la Ley General de Vida Silvestre, la Ley de Pesca y demás aplicables, en los lugares que contienen los hábitat de cuyo equilibrio y preservación dependen la existencia, transformación y desarrollo de las especies de flora y fauna silvestres.

En dichas áreas podrá permitirse la realización de actividades relacionadas con la preservación, repoblación, propagación, aclimatación, refugio, investigación y aprovechamiento sustentable de las especies mencionadas, así como las relativas a educación y difusión en la materia.

Asimismo, podrá autorizarse el aprovechamiento de los recursos naturales a las comunidades que ahí habiten en el momento de la expedición de la declaratoria respectiva, o que resulte posible según los estudios que se realicen, el que deberá sujetarse a las normas oficiales mexicanas y usos del suelo que al efecto se establezcan en la propia declaratoria.”

C) ADMINISTRACIÓN

De conformidad con los artículos 32 Bis fracciones I, II, VI y VII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, fracciones I, II, III y IV, 5o, fracción VIII, 11, fracción I y 47 de la LGEEPA; 4o, primer párrafo, 5o y 6o del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Áreas Naturales Protegidas y, 67 fracción II, y 77 fracción I, del Reglamento Interior de la SEMARNAT, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 27 de Julio de 2022, el establecimiento, regulación, administración y vigilancia de las áreas naturales protegidas de competencia federal serán administradas directamente por la SEMARNAT, por conducto de la CONANP, quien promoverá la participación de sus habitantes, propietarios o poseedores, gobiernos locales, pueblos y comunidades indígenas y afro-mexicanas, y demás organizaciones sociales, públicas y privadas, con el objeto de propiciar el desarrollo integral de la comunidad y asegurar la protección y preservación de los ecosistemas y su biodiversidad.

Para tal efecto, la SEMARNAT por conducto de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, podrá suscribir con los interesados los convenios de coordinación con los gobiernos estatales y municipales y convenios de concertación con ejidos, comunidades agrarias, pueblos y comunidades indígenas y afro-mexicanas, grupos y organizaciones sociales y empresariales, universidades, centros de educación e investigación y demás personas físicas o morales interesadas.

La administración de las Áreas Naturales Protegidas se efectuará de acuerdo con su categoría de manejo, de conformidad con lo establecido en la LGEEPA, su Reglamento en materia de ANP, el Decreto de creación, las normas oficiales mexicanas, su programa de manejo y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables, y se deberán adoptar:





- I. Lineamientos, mecanismos institucionales, programas, políticas y acciones destinadas a:
 - a) La conservación, preservación, protección y restauración de los ecosistemas.
 - b) El uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.
 - c) La inspección y vigilancia.
- II. Medidas relacionadas con el financiamiento para su operación.
- III. Instrumentos para promover la coordinación entre los distintos niveles de gobierno, así como la concertación de acciones con los sectores público, social y privado.
- IV. Acciones tendientes a impulsar la capacitación y formación del personal técnico de apoyo.

Asimismo, en cumplimiento a los artículos 8o y 9o del Reglamento de la LGEEPA en Materia de ANP, la administración y manejo del Área Natural Protegida se efectuará través de un director, que nombre la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

D) OPERACIÓN

La operación de la propuesta de Área Natural Protegida se llevará a cabo por la Dirección del ANP, responsable de coordinar e integrar todas las actividades y recursos humanos y financieros para alcanzar los objetivos de conservación del ANP, mediante una estrategia integral que incluya la protección de los recursos naturales, la restauración de áreas degradadas y su aprovechamiento sustentable, en las que se tendrán las siguientes líneas de trabajo:

Inspección y vigilancia. La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, realizará las acciones de inspección y vigilancia para asegurar el cumplimiento de lo dispuesto en el Decreto de creación y la correcta ejecución del programa de manejo respectivo, así como las normas aplicables vigentes.

Protección y preservación. Desarrollar actividades de protección en los sitios que se identifican por su prioridad ambiental, así como actividades encaminadas a la protección de especies de fauna emblemática que son indicadoras de la calidad de hábitat para esta región.

Participación social. Establecer y coordinar los mecanismos que permitan la participación de todos los sectores sociales interesados en el ANP, principalmente en la identificación y análisis de problemáticas, en la formulación de propuestas y en el diseño e implementación de acciones en beneficio de las comunidades aledañas, que aseguren la protección y preservación de los ecosistemas y su biodiversidad.

Conocimiento e investigación. Desarrollar, impulsar y coordinar actividades de investigación que realicen instituciones académicas y organizaciones no gubernamentales, tanto nacionales como extranjeras.





Monitoreo. Realizar o coordinar acciones de monitoreo sistemático de los indicadores ecológicos, productivos y sociales que se definan para el Área Natural Protegida.

Educación ambiental. Diseñar y desarrollar un programa de educación ambiental, que incluya los valores ambientales, sociales, culturales y arqueológicos de la región, así como los retos, amenazas y la propuesta para superarlos.

Restauración y repoblación. Identificar las zonas para restauración que presentan indicadores de degradación ambiental y realizar las acciones de recuperación correspondientes, como obras de conservación de suelos en las áreas que presenten altos índices de degradación y actividades de repoblamiento de especies, para los casos en que sea necesario.

Aprovechamiento. Aprovechar de forma ordenada y sustentable; para ello, la Dirección del ANP deberá elaborar un registro de usuarios del ANP. Definir, en coordinación con las autoridades correspondientes, el establecimiento de políticas de aprovechamiento compatibles con la conservación de los recursos y especialmente con la conservación del hábitat y especies protegidas que se distribuyen en la zona, promoviendo el uso de tecnologías para la protección de los ecosistemas y evitar aquellas que los alteren.

Asimismo, el Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2020-2024 señala objetivos con diversas estrategias y líneas de acción para un manejo eficiente que serán consideradas para la operación, acorde a las características y la categoría de la propuesta de Área APFF San Buenaventura (Tabla 20).

Tabla 20. Objetivos del Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2020-2024

OBJETIVO	ESTRATEGIAS
<p>1. Manejo Efectivo de las ANP</p> <p>Fortalecer el manejo efectivo de las ANP e impulsar el incremento de la superficie de conservación para mantener la representatividad de la biodiversidad, la conectividad y funcionalidad de los ecosistemas y la provisión de sus servicios ambientales para el mejoramiento de la calidad de vida de las actuales y futuras generaciones.</p>	<p>1.1. Evaluar y fortalecer el Manejo Efectivo de las ANP terrestres y marinas.</p> <p>1.2. Incrementar la superficie protegida a través de ANP y otras modalidades de conservación.</p> <p>1.3. Fomentar el enfoque de manejo integrado del paisaje (MIP) y la conectividad ecológica.</p> <p>1.4. Fomentar y fortalecer mecanismos de participación social y gobernanza en ANP.</p> <p>1.5.- Promover la generación y difusión de conocimiento para la conservación y el manejo efectivo de las ANP.</p>
<p>2. Participación Comunitaria</p> <p>Impulsar la participación comunitaria en la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las ANP para mejorar sus medios de vida y reducir su vulnerabilidad.</p>	<p>2.1. Fomentar proyectos y emprendimientos productivos sustentables que fortalezcan a las comunidades locales y disminuyan su vulnerabilidad en ANP y zonas de influencia.</p>





OBJETIVO	ESTRATEGIAS
	<p>2.2. Impulsar acciones de restauración con fines productivos en ANP y zonas de influencia.</p> <p>2.3. Coadyuvar en las medidas para la prevención de contingencias y gestión comunitaria de riesgos en las Áreas Naturales Protegidas y zonas de influencia y promoviendo soluciones naturales basadas en ecosistemas.</p>
3. Restauración de ecosistemas y conservación de especies prioritarias y su hábitat	
<p>Promover la restauración de ecosistemas, así como acciones de protección y monitoreo para la conservación y recuperación de especies prioritarias y sus hábitats en las ANP y zonas de influencia.</p>	<p>3.1. Promover la restauración de ecosistemas terrestres, insulares, marinos y de agua dulce, considerando el contexto del cambio climático.</p> <p>3.2. Impulsar la protección y conservación de especies prioritarias y de interés y sus hábitats.</p>
4. Gestión efectiva institucional	
<p>Fortalecer las capacidades institucionales para el logro de los objetivos sustantivos de la CONANP, optimizando la coordinación y articulación intra e interinstitucional con otras dependencias y actores involucrados con las Áreas Naturales Protegidas y fomentando y fortaleciendo la participación y cooperación internacional.</p>	<p>4.1 Fortalecer las capacidades institucionales para el manejo efectivo de las ANP.</p> <p>4.2 Fortalecer a las ANP como soluciones naturales para el Cambio Climático (adaptación y mitigación).</p> <p>4.3 Optimizar la coordinación y articulación interinstitucional para lograr el cumplimiento del PNANP.</p> <p>4.4 Fomentar y fortalecer la participación y la cooperación internacional en materia de conservación.</p>

E) FINANCIAMIENTO

El financiamiento para la operación del ANP provendrá de los recursos fiscales aportados por el Gobierno Federal a través de la CONANP. Adicionalmente se diseñarán los mecanismos para el financiamiento del ANP mediante estrategias e instrumentos que permitan asegurar la sustentabilidad económica del ANP, la identificación y gestión de fuentes alternativas de recursos económicos.

Dentro de las fuentes de financiamiento interno y externo destacan, de manera enunciativa más no limitativa, las siguientes:

- Recaudación y administración de fondos adicionales a los recursos fiscales con que contará el Área Natural Protegida.
- Cobro de derechos por el uso y aprovechamiento del Área Natural Protegida.
- Aportaciones de organismos financieros internacionales.





- Donaciones privadas y de fundaciones nacionales e internacionales a través de asociaciones civiles.
- Fideicomisos locales y regionales de apoyo a las Áreas Naturales Protegidas.
- Aportaciones en especie por parte de fundaciones, instituciones académicas o personas físicas (realización de estudios e investigaciones, acciones de monitoreo, equipo e infraestructura, entre otras).

Asimismo, con el objeto de asegurar el uso sustentable de los recursos y cumplir con los objetivos del Área Natural Protegida, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales podrá diseñar y aplicar los instrumentos económicos establecidos en la LGEEPA enfocados a promover el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales del ANP.





V. BIBLIOGRAFÍA

Agraz-Hernández, C. M. 2006. Informe final del Proyecto BQ006: Diagnóstico ambiental del ecosistema de manglar en el Sistema Lagunar Nichupté-Bojórquez, Cancún, Quintana Roo. México. Centro de Ecología Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México, Universidad Autónoma de Campeche. México, D. F.

Agraz-Hernández, C., R. Noriega-Trejo, J. López-Portillo, F. Flores-Verdugo, J. Jiménez-Zacarías. 2006. Guía de Campo. Identificación de los manglares en México. Universidad Autónoma de Campeche. México. pp. 45.

Aldape-Pérez, G. 2010. La configuración del espacio turístico en Cancún, Quintana Roo, México. Tesis de Doctorado. Universidad Politécnica de Cataluña. España.

ANIDE (Academia Nacional de Investigación y Desarrollo A.C). 2014. Estudio de la Vulnerabilidad y Programa De Adaptación ante La Variabilidad Climática y el Cambio Climático en Diez Destinos Turísticos Estratégicos, así como Propuesta de un Sistema de Alerta Temprana a Eventos Hidrometeorológicos Extremos. Sección III Vulnerabilidad del Destino Turístico Cancún. Secretaría de Turismo, Centro de Estudios Superiores en Turismo y CONACYT. Disponible en: <https://www.sectur.gob.mx/programas/planeacion-y-politica-turistica/ordenamiento-turistico-sustentable/cambio-climatico/estudio-de-vulnerabilidad-al-cambio-climatico-en-el-sector-turistico/>

Araújo, M. B., D. Alagador, M. Cabeza, D. Nogués-Bravo y W. Thuiller. 2011. Climate change threatens European conservation areas. *Ecology Letters*. 14(5): 484-492.

Arriaga, L., V. Aguilar y J. M. Espinoza. 2009. Regiones prioritarias y planeación para la conservación de la biodiversidad. En: Dirzo, R., R. González e I. March (Comps.). *Capital Natural de México, Vol. II: Estado de Conservación y Tendencias de Cambio*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp. 433-457.

Ayuntamiento de Benito Juárez, 2022. Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo. Plan Municipal de Desarrollo Municipio de Benito Juárez. PMD 2021-2024. Ayuntamiento de Benito Juárez. Disponible en: <https://cancun.gob.mx/planeacion-municipal/wp-content/uploads/sites/7/2023/01/PLAN-MUNICIPAL-DESARROLLO-MBJ-2021-2024.pdf>. Fecha de consulta 23/04/2022.

Batisani, N. y B. Yarnal. 2010. Urban expansion in Centre County, Pennsylvania: Spatial dynamics and landscape transformations. *Applied Geography*. 30(2): 262-277.

Bálint, Z., K. Kertész., L. Peregovits y G. Pritchard. 2011. The structure of the lepidopteran fauna of the Balkan Peninsula: Geographical patterns, hotspots, and conservation priorities. *Journal of Insect Conservation*. 15(1): 103-114.

Bellard, C., C. Bertelsmeier, P. Leadley, W. Thuiller y F. Courchamp. 2012. Impacts of climate change on the future of biodiversity. *Ecology Letters*. 15(4): 365-377.





Bello, J., L. Gómez, V. Magaña, B. Graizboard, P. H. Rodríguez. 2009. Sitio piloto Sistema Lagunar Nichupté (Cancún). En: Buenfeld-Friedman, J. (Ed.). Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del Golfo de México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. pp. 522-547.

Berlanga, H., V. Rodríguez-Contreras, A. Oliveras de Ita, M. Escobar, L. Rodríguez, J. Vieyra, V. Vargas. 2022. Red de Conocimientos sobre las Aves de México (AVESMX). CONABIO. Disponible en: <http://avesmx.conabio.gob.mx/Inicio.html>. Fecha de consulta: 17 de abril de 2023.

Buenfil, J. (ed.). 2009. Adaptación a los impactos del cambio climático en los humedales costeros del Golfo de Mexico, Volumen 2. INECC-SEMARNAT. México. pp. 522-545.

Calderón, J.R y M.E. Orozco. 2009. Planeación y modelo urbano: El caso de Cancún, Quintana Roo. Quivera. 11(2): 18-34.

Calderón-Mandujano, R. R. y J. R. Cedeño-Vázquez. 2011. Reptiles. En: Pozo, C. (Ed). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México. pp. 247-251.

Calderón-Maya, J. R., H. Campos Alanís, F. J. Rosas Ferrusca. 2014. Contaminación ambiental del Sistema Lagunar de Nichupté (Cancún - México). Congreso Nacional del Medio Ambiente. Universidad Autónoma del Estado de México. México.

Camacho, V. 2018. El Patrón de asentamiento en la Costa Oriental de la Península de Yucatán. Diario de Campo. 77: 59-67.

Carnevali, F. C. G., J. L. Tapia-Muñoz, R. Duno de Stefano, I. Ramírez. 2010. Flora ilustrada de la Península de Yucatán: Listado Florístico. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. México.

Ceballos, G., y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. México, D.F. Fondo de Cultura Económica, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Ceballos, G., C. Chávez, A. Rivera y C. Manterola. 2007. Tamaño poblacional y conservación del jaguar en la reserva de la biosfera Calakmul, Campeche, México. Conservación de la biodiversidad en la Reserva de la Biosfera Calakmul. 403-414 pp.

Cedeño-Vázquez, J. R. y R. R. Calderón-Mandujano. 2011. Anfibios. En: Pozo, C. (Ed.). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México. pp. 242-246.

CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres). 2012. Grado de riesgo por ciclones tropicales por municipio, escala 1:200,000. Centro Nacional de Prevención de Desastres. México.





CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres). 2016. Índice de Peligro por Inundación (IPI), Subdirección de Riesgos por Inundación. Disponible en <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/descargas/Metodologias/Inundacion.pdf> Fecha de consulta: 30 de abril de 2023.

CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres). 2021. Información básica de peligros naturales a nivel municipal. México. Fecha de consulta: 4 de agosto de 2022. http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/info_basica_municipal.html Fecha de consulta: 30 de abril de 2023.

CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres). 2022. Base de datos sobre el impacto socioeconómico de los daños y pérdidas ocasionados por los desastres en México. Centro Nacional de Prevención de Desastres, México. http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/descargas/Impactos_Base_Histo_Anuar_Publica_2000_2020.xlsx Fecha de consulta: 30 de abril de 2023.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2015. El Cambio Climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295_en.pdf?sequence=1

Chablé, J.S. y Pasos, R.E. s/f. Aves. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán, Disponible en: <https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap4/51%20Aves.pdf>. Fecha de consulta: 04 de junio de 2023.

Challenger, A. y J. Soberón. 2008. Los ecosistemas terrestres. En: Soberón, J., G. Halfter y J. Llorente-Bousquets (Comps.). Capital natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp. 87-108.

Challenger, A. 2010. Taller de expertos CONANP-FMCN para la elaboración de la ECCAP, México, D.F.

Chan, K. M., M. R. Shaw, D. R. Cameron, E. C. Underwood y G. C. Daily. 2006. Conservation planning for ecosystem services. *PLoS biology*. 4(11): e379.

Chapman, L., J.A. Azevedo, T. Prieto-Lopez. 2013. Urban heat & critical infrastructure networks: A viewpoint. *Urban Clim*. 3: 7-12.

Chazdon, R. L., C. A. Peres, D. Dent, D. Sheil, A. E. Lugo, D. Lamb, N. E. Stork y S. E. Miller. 2009. The potential for species conservation in tropical secondary forests. *Conservation Biology*. 23(6): 1406-1417.

Chesser, R. T., S. M. Billerman, K. J. Burns, C. Cicero, J. L. Dunn, B. E. Hernández-Baños, R. A. Jiménez, A. W. Kratter, N. A. Mason, P. C. Rasmussen, J. V. Remsen, Jr., D. F. Stotz, K. Winker. 2022. Check-list of North American Birds. American Ornithological Society. Disponible en: <https://checklist.aou.org/taxa>. Fecha de consulta: 17 de abril de 2023.

Chetkiewicz, C. L. B., C. C. St. Clair y M. S. Boyce. 2006. Corridors for conservation: Integrating pattern and process. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 37: 317-342.





CICC. 2017. Estrategia Nacional para REDD+ 2017-2030. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático Comisión Nacional Forestal. Disponible en: <http://www.enaredd.gob.mx/wp-content/uploads/2017/09/Estrategia-Nacional-REDD+-2017-2030.pdf> Fecha de consulta: 27 de abril de 2023.

CICY. 2010. Flora de la Península de Yucatán. Disponible en: <https://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/vegetacion.html>. Fecha de consulta: 04 de junio de 2023.

CIG (Centro de Información Geográfica, Universidad de Quintana Roo). 2018. Atlas de Riesgo del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. Secretaría de Desarrollo Territorial y Urbano. Programa de Prevención de Riesgos. 291 p

Clements, J. F., T. S. Schulenberg, M. J. Iliff, T. A. Fredericks, J. A. Gerbracht, D. Lepage, S. M. Billerman, B. L. Sullivan, C. L. Wood. 2022. The eBird checklist of Birds of the World: v2022. Disponible en: <https://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/download/>. Fecha de consulta: 17 de abril de 2023.

ClimateCentral. 2023. Sea level tools and analysis by Climate Central. Disponible en: https://ss2.climatecentral.org/#8/19.552/-91.198?show=satellite&projections=0-K14_RCP85-SLR&level=2&unit=meters&pois=hide. Fecha de consulta: 29 de abril de 2023.

Cloter-Ávalos H. 2010. Las Cuencas Hidrográficas de México. Diagnóstico y Priorización. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Fundación Gonzalo Río Arronte.

CMNUCC. 1992. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio climático. Disponible en: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf> Fecha de consulta: 11 de marzo de 2023.

COEPROC. s/f. Ciclones Tropicales con Influencia en el Territorio Estatal. Coordinación Estatal de Protección Civil, Gobierno del Estado de Quintana Roo. Disponible en: <https://qroo.gob.mx/coeproc/ciclones-tropicales-con-influencia-en-el-territorio-estatal/> Fecha de consulta: 28 de abril de 2023.

Collado-Vides, L., J. González-González, E. Ezcurra. 1995. Patrones de distribución ficoflorística en el Sistema Lagunar de Nichupté, Quintana Roo, México. Acta Botánica Mexicana. 31: 19-32.

CONABIO. 1997. Provincias biogeográficas de México. Escala 1:4000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

CONABIO. 2007. Informe final del Proyecto DQ056 "Los manglares de México: estado actual y establecimiento de un programa de monitoreo a largo plazo: 1ra. Etapa". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

CONABIO. 2009. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/manglares/doctos/caracterizacion/PY64_Nichupte_caracterizacion.pdf. Fecha de consulta: 16 de abril de 2023.





CONABIO. 2020. Sistema de Información sobre especies Invasoras Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México. México. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/Invasoras>. Fecha de consulta: 19 de abril de 2023.

CONABIO. 2021a. Riqueza potencial futura de los anfibios endémicos y nativos a México, GFDL_CM3: 2050, RCP 4.5. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

CONABIO. 2021b. Manglares. Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares>. Fecha de consulta: 21 de abril de 2023.

CONABIO. 2021c. Riqueza biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/region/eeb/files/QUINTANAROO_resumen.pdf Fecha de consulta: 26 de abril de 2023.

CONABIO. 2021d. Cambios de la superficie de los manglares en México (2015-2020), escala: 1:50000. Edición: 1. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Sistema de Monitoreo de los Manglares de México (SMMM). Ciudad de México, México.

CONABIO. 2021e. Análisis ecorregional. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/planeacion-para-la-conservacion/analisis-ecorregional> Fecha de consulta: 1 de marzo de 2023.

CONABIO. 2021f. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad terrestre. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/region/quees> Fecha de consulta: 22 de febrero de 2023.

CONABIO. 2021g. Sitios de conservación de los parientes silvestres de cultivos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/planeacion-para-la-conservacion/sitios-psilvestres> Fecha de consulta: 23 de febrero de 2023.

CONABIO. 2021h. Explorador de cambio climático y biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/cambio-climatico>. Fecha de consulta: 28 de abril de 2023. México.

CONABIO. 2022. Selvas húmedas. Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/selvaHumeda> Fecha de consulta: 21 de abril de 2023.

CONABIO. 2023a. Base de Datos Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

CONABIO. 2023b. Catálogo de autoridades taxonómicas de especies de flora y fauna con distribución en México. Base de datos SNIB-CONABIO. México.





CONABIO-CONANP-PNUD. 2020. Corredores bioclimáticos para la conservación de la biodiversidad de México: Rutas de menor costo, escala: 1:250000. Edición: 1. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Ciudad de México.

CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA. 2007. Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy-Programa México, Pronatura, A.C., Instituto Nacional de Ecología. México, D.F.

CONABIO, IB-UNAM, CONANP-SEMARNAT, PNUD, INECC. 2023. Explorador de cambio climático y biodiversidad, versión 1.0. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Disponible en: [bio-climaticohttp://www.biodiversidad.gob.mx/pais/explorador_cam](http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/explorador_cam). Fecha de consulta: 30 de abril del 2023.

CONABIO, INIFAP, ICTA, CENTA, DIBIO-MIAMBIENTE, Universidad de Birmingham y UICN. 2019. Salvar los parientes silvestres de cultivos mesoamericanos: Síntesis ejecutiva. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova", Dirección General de Biodiversidad, Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, Universidad de Birmingham y Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. México.

CONACYT-CONAGUA, 2012. Estudio interdisciplinario de los humedales de la república mexicana: desarrollo metodológico para el inventario nacional de humedales y su validación a nivel piloto. Comisión Nacional del Agua-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México.

CONAFOR. 2017. Bosques y Cambio Climático. Disponible en <https://www.gob.mx/conafor/documentos/bosques-y-cambio-climatico-23762> Fecha de consulta: 24 de abril de 2023.

CONAGUA. 2020. Actualización de la disponibilidad media anual del agua en el acuífero de Península de Yucatán (3105) en el estado de Yucatán. México.

CONAGUA. 2023. Variables climáticas de precipitación y temperatura en la estación Cancún. México. Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=qroo>. Fecha de Consulta: 16 de abril de 2023.

CONANP. 2010. Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas. 2ª edición. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

CONANP. 2015. Estrategia de Cambio Climático desde las Áreas Naturales Protegidas: Una Convocatoria para la Resiliencia de México (2015-2020). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.





CONANP. 2015a. Turismo de bajo impacto, otra opción para vacacionar y contribuir al desarrollo sustentable. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Disponible en: <https://www.gob.mx/conanp/prensa/turismo-de-bajo-impacto-otra-opcion-para-vacacionar-y-contribuir-al-desarrollo-sustentable-20837> Fecha de consulta: 21 de abril de 2023.

CONANP. 2019. Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación. Disponible en: https://advc.conanp.gob.mx/archivos/informacion/listado/listado_adv.pdf Fecha de consulta el 4 de junio de 2023.

CONANP. 2022. Listado de las Áreas Naturales Protegidas de México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México. Disponible en: <http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/listanp/> Fecha de consulta: 17 de abril de 2022.

CONANP, CONABIO, SRE. 2020. Avances hacia el cumplimiento de la Meta 11 de Aichi en México. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Secretaría de Relaciones Exteriores. México. 51 pp.

CONANP y PNUD México. 2019a. Resiliencia. Áreas Naturales Protegidas: Soluciones naturales a retos globales. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. México.

CONANP y PNUD México. 2019b. Programa de Adaptación al Cambio Climático del Corredor Isla Mujeres-Puerto Morelos. Proyecto 00087099 "Fortalecimiento de la efectividad del manejo y la resiliencia de las Áreas Naturales Protegidas para proteger la biodiversidad amenazada por el cambio climático.

CONAPO. 2020. Índice de marginación (carencias poblacionales) por localidad, municipio y entidad. Disponible en: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/indice-de-marginacion-carencias-poblacionales-por-localidad-municipio-y-entidad>. Fecha de consulta: 13 de abril de 2023.

CONEVAL. 2019. Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México. Tercera edición. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. 142 pp. Disponible en: <https://www.coneval.org.mx/InformesPublicaciones/InformesPublicaciones/Documents/Metodologia-a-medicion-multidimensional-3er-edicion.pdf>. Fecha de consulta: 13 de abril de 2023.

CONEVAL. 2021a. Medición de la pobreza a nivel municipio 2010-2020. Disponible en: https://www.coneval.org.mx/Medicion/Documents/Pobreza_municipal/2020/Concentrado_indicadores_de_pobreza_2020.zip Fecha de consulta: 26 de abril de 2023.

CONEVAL. 2021b. Medición de la pobreza. Índice de Rezago Social 2020 a nivel nacional, estatal, municipal y localidad. Disponible en: https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indice_Rezago_Social_2020.aspx Fecha de consulta: 13 de abril de 2023.





Contreras, F. 2005. Humedales costeros mexicanos. En: Abarca, F.J. y Herzig, M. (eds.). Manual para el manejo y la conservación de los humedales en México. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca-U.S. Fish & Wildlife Service- Arizona Game and Fish Department-North American Wetlands Conservation Council. México. pp. 1-25.

Copernicus. 2023. Programa de Observación de la Tierra de la Unión Europea. Disponible en: <https://www.copernicus.eu/es/sobre-copernicus>

Correa, S. J. y B. MacKinnon. 2011. Aves. En: Pozo, C. (Ed). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México. pp. 252-266.

Cosgaya, C. 2011. Vestigios mayas, Cancuníssimo, sección Comunidad. 66-68.

Côté I.M. y E.S. Darling. 2010. Rethinking Ecosystem Resilience in the Face of Climate Change. PLoS Biol 8(7): e1000438.

Crooks, K. R. y M. Sanjayan (Eds.). 2006. Connectivity conservation. Cambridge University Press.

Data México. 2022. Benito Juárez. Secretaría de Economía. Disponible en: <https://datamexico.org/es/profile/geo/benito-juarez-23005#economy> Fecha de consulta: 16 de abril de 2023.

DATATUR. 2023. El PIB Turístico Estatal y Municipal 2018-2019. Edición 2018-2020 Disponible en: <https://www.datatur.sectur.gob.mx/SitePages/PibTuristicoEstatalMunicipal.aspx>. Fecha de consulta: 13 de abril de 2023.

Dawson, T. P., S. T. Jackson, J. I. House, I. C. Prentice y G. M. Mace. 2011. Beyond predictions: biodiversity conservation in a changing climate. Science. 332(6025): 53-58.

DeFries, R., A. Hansen, B. L. Turner, R. Reid, R., y J. Liu. 2007. Land use change around protected areas: management to balance human needs and ecological function. Ecological Applications, 17(4): 1031-1038.

DeGraaf, R.M., y J.H. Rappole. 1995. Neotropical migratory birds: natural history, distribution, and population change. Cornell University Press.

Delciellos, A. C. y E. M. Vieira. 2006. Seed Dispersal by the Common Opossum (*Didelphis aurita*): A marsupial with a broad diet. Journal of Tropical Ecology. 22(5): 589-594.

Del-Val, E., F. García-Espinosa, J. Martínez-Zavaleta. 2019. Introducción de Especies Exóticas Invasoras: Amenazas para la conservación y el aprovechamiento de la biodiversidad. En La biodiversidad en Michoacán. Estudio de Estado 2 vol. III (pp. 301-305). CONABIO.





Deppe, J.L. y J.T. Rotenberry. 2008. Scale-dependant habitat use by fall migratory birds: vegetation structure, floristics, and geography. *Ecological monographs*: 78(3): 461-487.

Deppe, J.L., M.P. Ward, R.T. Bolus, *et al.* 2015. Fat, weather, and date affect migratory songbirds' departure decisions, routes, and time it takes to cross the Gulf of Mexico. *Proceedings of National Academy of Sciences*. 112 (46) E6331-E6338.

DGRU. 2022. Portal de Datos Abiertos UNAM, Colecciones Universitarias. Dirección General de Repositorios Universitarios, Universidad Nacional Autónoma de México. <https://datosabiertos.unam.mx/> Fecha de consulta: 12 de abril de 2023.

Dirzo, R. 2004. Las selvas tropicales. Epítome de la crisis de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. *Biodiversitas*. 56: 12-15.

DOF. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 8 de mayo de 2023.

DOF. 2008. Decreto por el que se declara como Área Natural Protegida, con el carácter de Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté, ubicada en el municipio de Benito Juárez, estado de Quintana Roo. Diario Oficial de la Federación. Secretaría de Medio ambiente y Recursos Naturales. Publicado el 26 de febrero de 2008.

DOF. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Publicado el 30 de diciembre de 2010.

DOF. 2012. Ley General de Cambio Climático. Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 11 de mayo de 2022.

DOF. 2014. Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación. Diario Oficial de la Federación. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Publicado el 5 de marzo de 2014.

DOF. 2016. ACUERDO por el que se determina la Lista de las Especies Exóticas Invasoras para México. Diario Oficial de la Federación. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Publicado el 7 de diciembre de 2016.

DOF. 2019. MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Publicado el 14 de noviembre de 2019.

DOF. 2020. Fe de erratas a la Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental- Especies nativas de





México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010, publicada el 14 de noviembre de 2019. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Publicado el 04 de marzo de 2020.

DOF. 2023. Diario Oficial de la Federación. Disponible en: <https://www.dof.gob.mx/#gsc.tab=0> Fecha de consulta: 25 de abril de 2023.

Donato D.C., J.B. Kauffman, R.A. Mackenzie, A. Ainsworth, A.Z. Pflieger. 2012. Whole-island carbon stocks in the tropical Pacific: Implications for mangrove conservation and upland restoration. *Journal of Environmental Management* 97: 89-96.

Duno de Stefano, R., I. Ramírez, J. L. Tapia, G. Carnevali. 2011. Plantas vasculares. En: Pozo, C. (Ed.). *Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación. Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México. pp. 46-51.*

Ek, D. A. 2011. Vegetación. En: Pozo, C., N. Armijo-Canto y S. Calmé (Eds.). *Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación. Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México.*

Elizalde-Rodarte, S. V. 2015. Informe del Proyecto Arqueológico San Miguelito. Primera temporada, manuscrito del Archivo Técnico del Centro INAH en Quintana Roo, Quintana Roo, México.

Escobar, J. 2002. La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar. Serie Recursos Naturales e Infraestructura 50. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Naciones Unidas, Santiago de Chile.

Escobedo, C. E. 2011. Mamíferos terrestres. En: Pozo, C. (Ed). *Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México. pp. 267-271.*

Espinosa, O. D. y S. Ocegueda. 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. En: Soberón, J., G. Halfter y J. Llorente-Bousquets (Comps.). *Capital Natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp. 33-65.*

Everard, M., P. Johnston, D. Santillo, C. Staddon. 2020. The role of ecosystems in mitigation and management of COVID-19 and other zoonoses. *Environmental Science and Policy*, 111: 7-17. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.05.017>.

Fleming, T. H. y W. J. Kress, W. J. 2011. A brief history of fruits and frugivores. *Acta Oecologica*. 37(6): 521-530.





Flores-Mejía, M., A. Aguirre-Vallejo, M. Flores-Hernández, X. Guardado-Govea. 2010. El impacto que produce el sector turismo en los manglares de las costas mexicanas". *ContactoS*, 77: 33-38.

Foden, W. B., S. H. Butchart, S. N. Stuart, J. C. Vié, H. R. Akçakaya, A. Angulo, A., ... y G. M. Mace. 2013. Identifying the world's most climate change vulnerable species: a systematic trait-based assessment of all birds, amphibians and corals. *PLoS ONE*. 8(6): e65427.

FONATUR. 2020. Cancún, el destino turístico mexicano más reconocido a nivel mundial. Fondo Nacional de Fomento al Turismo. Disponible en: <https://www.gob.mx/fonatur/acciones-y-programas/cancun-84239> Fecha de consult: 26 de abril de 2023.

Fortoul van der Goes, T. I. 2022. Cambio climático, la onda de calor y sus efectos en la salud. *Revista/ de la Facultad de Medicina (México)* 65 (5): 3-6.

Forzieri, G., Bianchi, A., Silva, F. B. E., Marin-Herrera, M. A., Leblois, A., Lavallo, C., Aerts, J.C.J.H. y Feyen, L. 2018. Escalating impacts of climate extremes on critical infrastructures in Europe. *Glob. Environ. Change* 48: 97-107.

Frost, D. R. 2021. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.1 American Museum of Natural History, New York, USA. Disponible en: <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php>. Fecha de consulta: 12 de abril de 2023.

Fu, B. J., G. H. Liu, Y. H. Lü, L. D. Chen y K. M. Ma. 2004. Ecoregions and ecosystem management in China. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*. 11: 397-409.

García, A., J. Gómez y A. Peralta. 2016. El impacto del turismo en la transformación del paisaje y las condiciones socioeconómicas en Cancún, México. *Revista Espacios*. 37(20): 1-12.

García, E.-CONABIO. 2008. 'Climas' (clasificación de Köppen, modificado por García). Escala 1:1000000. México.

Garduño-Castro, L. B. 2013. Estudio de la cobertura de manglar en el Sistema Lagunar Nichupté-Bojórquez, Cancún, Quintana Roo, México, en los años 2004 y 2010. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.

Gaston, K. J., S. F. Jackson, L. Cantú-Salazar y G. Cruz-Piñón. 2008. The ecological performance of protected areas. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 39: 93-113.

GBIF. 2022. Global Biodiversity Information Facility Home Page. Disponible en: <https://www.gbif.org>. Fecha de consulta: 17 de abril de 2023.

Gobierno del Estado de Quintana Roo. 2013. Programa de Acción Estatal ante el Cambio Climático. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático- Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo. Chetumal, Quintana Roo. 102 p





Gobierno del Estado de Quintana Roo. 2022. Sexto Informe de Gobierno 2021-2022: Anexo Estadístico. Gobierno del Estado de Quintana Roo. Disponible en: <http://www.sefiplan.qroo.gob.mx/coplade/informesn.php>. Fecha de consulta: 18 de abril de 2023.

Gobierno del Estado de Quintana Roo. 2023. Proyecto Puente Vehicular Nichupté. Disponible en: <https://qroo.gob.mx/agepro/proyecto-puente-vehicular-nichupte/#1645720163590-a6699202-01f2> Fecha de consulta: 16 de mayo de 2023.

González, M. C. y R. T. Hanlin. 2010. Potential use of marine arenicolous ascomycetes as bioindicators of ecosystem disturbance on sandy Cancun beaches: *Corollospora maritima* as a candidate species. Instituto de Ecología, A.C. Pátzcuaro, México. *Botánica Marina*. 53: 577-580.

González-Ocampo H. A., P. Cortés-Calva, L.I. Iñiguez Dávalos, A. Ortega-Rubio. 2014. Las áreas naturales protegidas de México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 60, 7-15. Opdam, P. y D. Wascher. 2004. Climate change meets habitat fragmentation: linking landscape and biogeographical scale levels in research and conservation. *Biological Conservation*. 117(3): 285-297.

Hannah, L., C. Midgley, T. Lovejoy, W. J. Bond, M. Bush, J. C. Lovett, J. C., D. Scott y F. I. Woodward. 2002. Conservation of biodiversity in a changing climate. *Conservation Biology*. 16(1): 264-268.

He, Q. y B.R. Silliman. 2019. Climate Change, Human Impacts, and Coastal Ecosystems in the Anthropocene. *Current Biology* 29: R1021–R1035.

Heller, N. E. y E. S. Zavaleta. 2009. Biodiversity management in the face of climate change: A review of 22 year of recommendations. *Biological Conservation*. 14(1): 14-32.

Herrera-Silveira, J., H. Teutli, A. Zaldívar-Jiménez, R. Pérez-Ceballos, B.L. Carrillo, B. O. Cortés. 2013. Caracterización y Diagnóstico de los manglares del ANP “Manglares de Nichupte”, para su conservación y restauración. Reporte Técnico Final. CINVESTAV/FF y CM/CONANP/. México. pp. 63.

Herrera-Silveira J.A., M.A. Pech-Cardenas, S.M. Morales-Ojeda, S. Cinco-Castro, A. Camacho-Rico, J.P. Caamal-Sosa, J.E. Mendoza-Martinez, E.Y. Pech-Poot, J. Montero, C. Teutli-Hernandez. 2020. Blue carbon of Mexico, carbon stocks and fluxes: a systematic review. *PeerJ* 8: e8790.

Hilty, J. A., G. L. Worboys, A. T. Keeley, S. Woodley, B. J. Lausche, H. Locke, M. Carr I. Pulsford, J. Pittock, J. W. White, J. D. M. Theobald, J. Levine, M. Reuling, J. E. M. Watson, R. Ament y G. M. Tabor. 2019. Guidelines for conserving connectivity through ecological networks and corridors. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

Hobbs, R. J., E. Higgs y J. A. Harris. 2009. Novel ecosystems: implications for conservation and restoration. *Trends in Ecology & Evolution*. 24(11): 599-605.

Hoegh-Guldberg, O., D. Jacob, M. Taylor, M. Bindi, S. Brown, I. Camilloni, A. Diedhiou, R. Djalante, K.L. Ebi, F. Engelbrecht, J. Guiot, Y. Hijikata, S. Mehrotra, A. Payne, S.I. Seneviratne, A. Thomas, R. Warren, G. Zhou. 2018. Impacts of 1.5°C Global Warming on Natural and Human Systems. In: *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and*





related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 175-312. <https://doi.org/10.1017/9781009157940.00>

IMT. 2022. Red Nacional de Caminos 2022. Disponible en: <http://rnc.imt.mx/#>. Fecha de consulta: 17 de abril de 2023.

INAH. 2022. Zona arqueológica El Rey. Disponible en: <https://inah.gob.mx/zonas/zona-arqueologica-el-rey>. Fecha de consulta: 18 de abril de 2023.

INECC. 2019. Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. México. <https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/>

INECC, PLACCC, SEMARNAT. 2023. Mapa Interactivo de Cuencas. Instituto de Ecología y Cambio Climático, Plataforma de Cuencas y Cambio Climático, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en: <https://placcc.inecc.gob.mx/index.html#/ayuda> Fecha de consulta 29 de abril de 2023.

INECC, SEMARNAT. 2022. Ficha Climática, Quintana Roo. Disponible en: https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/Proyecciones/img/23_Ficha.pdf Fecha de consulta: 30 de abril de 2023.

INECC, SEMARNAT. 2023. Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático. Instituto de Ecología y Cambio Climático, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en: <https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/index.html#zoom=7&lat=27.6747&lon=-97.8438&layers=1> Fecha de consulta 29 de abril de 2023.

INEGI. 2008. Unidades Climáticas de México. Escala 1:1 000 000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

INEGI, 2009a. Carta Topográfica (F16D41b) Escala 1:20,000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

INEGI, 2009b. Carta Topográfica (F16D41e) Escala 1:20,000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

INEGI. 2010. Compendio de información geográfica municipal Benito Juárez, Quintana Roo. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.

INEGI. 2013. Conjunto de datos vectorial edafológico, Escala 1: 250 000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.





INEGI. 2017. Anuario estadístico y geográfico de Quintana Roo 2017. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 405 p. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825095130.pdf. Fecha de consulta: 11 de abril de 2022.

INEGI. 2021a. Red Nacional de Caminos (RNC) 2021. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/caminos/2021/889463842798_s.zip

INEGI. 2021b. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx> Fecha de consulta: 26 de abril de 2023.

INEGI. 2021c. Censo Nacional de Población y Vivienda, 2020. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#Tabulados>. Fecha de consulta: 13 de abril de 2023.

INEGI. 2022a. Marco Geoestadístico, diciembre 2022. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/#Descargas> Fecha de consulta: 16 de abril de 2023.

INEGI. 2022b. Subsistema de Información Económica, PIB por Entidad Federativa (PIBE). Base 2013. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/pibent/2013/#Tabulados>. Fecha de consulta: 13 de abril de 2023.

INEGI. 2022c. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, Quintana Roo, Benito Juárez. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>. Fecha de consulta: 14 de abril de 2023.

INEGI, CONABIO e INE. 2008. Ecorregiones Terrestres de México. Escala 1:1000000. México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad e Instituto Nacional de Ecología. Disponible en: <http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/ecort08gw.html>

IPBES. 2019. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio, H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, and C. N. Zayas (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 p

IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.





IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2021. Summary for Policymakers. En: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. doi:10.1017/9781009157896.001.

Islebe, G., N. Torrescano-Valle, M. Valdez-Hernández, M. Tuz-Novelo, H. Weissenberger. 2009. Efectos del impacto del huracán Dean en la vegetación del sureste de Quintana Roo, México. *Foresta Veracruzana* 11(1):1-6.

ITIS. 2022. On-line database. Integrated Taxonomic Information System. Disponible en: www.itis.gov. Fecha de consulta: 17 de abril de 2023.

IUCN (International Union for Conservation of Nature). 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-3. Disponible en: <https://www.iucnredlist.org> Fecha de consulta: 29 de abril de 2023.

Ivanova-Bonchera, A. 2010. El turismo frente al cambio climático: adaptación y mitigación. En: Delgado, G. C., Gay, C., Imaz M. y Martínez, M.A. (Eds.) *México frente al cambio climático. Retos y oportunidades*. UNAM. Colección El Mundo Actual. México. pp. 177-195.

Jones, K. R., A. J. Plumptre, J. E. Watson, H. P. Possingham, S. Ayebare, A. Rwetsiba, F. Wanyama, D. kujirakwinja, C. J. Klein. 2016. Testing the effectiveness of surrogate species for conservation planning in the Greater Virunga Landscape, Africa. *Landscape and Urban Planning*. 145: 1-11.

Kathiresan, K. 2012. Importance of Mangrove Ecosystem. *International Journal of Marine Science*. 2:70-89.

Klein, A. M., B. E. Vaissière, J. H. Cane, I. Steffan-Dewenter, S. A. Cunningham, C. Kremen y T. Tscharntke. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 274(1608): 303-313.

Lara-Lara, J., J. Arreola, L. Calderón, V. Camacho, G. Lanza, A. Escofet, M. Espejel, M. Guzmán, L. Ladah, M. López, E. Meling, P. Moreno, H. Reyes, E. Ríos, J. Zertuche. 2008. Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales. En: Soberón, J., G. Halffter y J. Llorente-Bousquets (Comps.). *Capital natural de México*, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp. 109-134.

Lepage, D. y J. Warnier. 2014. The Peters' Check-list of the Birds of the World (1931-1987). Base de datos desde Avibase, the World Database. Disponible en: <https://avibase.bsc-eoc.org/peterschecklist.jsp>. Fecha de consulta: 17 de abril de 2023.

Lhumeau, A. y Cordero, D. 2012. Adaptación basada en Ecosistemas: una respuesta al cambio climático. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Quito, Ecuador. <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2012-004.pdf>





Ligia-Collado-Vides, C. M. 1995. Estudio fisionómico arquitectónico de las algas del Sistema Lagunar de Nichupté, Quintana Roo, México. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Liu, Y., B. Fu, S. Wang, W. Zhao. 2018. Global ecological regionalization. En: Biogeography to ecosystem services. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 33: 1-8.

Llorente-Bousquets J. y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota. En: Soberón, J., G. Halffter y J. Llorente-Bousquets (Comps.). *Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp. 283-322.

Locatelli, B. 2016. Ecosystem Services and Climate Change. En M. Potschin, R. Haines-Young, R. Fish y R. K. Turner (Eds.), *Routledge Handbook of Ecosystem Services* (pp. 481-490) Routledge, London y Nueva York. https://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/BLocatelli160138.pdf

Mačić, V., Albano, P.G., Almpandou, V., Claudet, J., Corrales, X., Essl, F., Evagelopoulos, A., Giovos, I., Jimenez, C., Kark, S., Markovic ´, O., Mazaris, A.D., Ólafsdóttir, G.Á., Panayotova, M., Petovic ´, S., Rabitsch, W., Ramdani, M., Rilov, G., Tricarico, E., Vega-Fernández, T., Sini, M., Trygonis, V., Katsanevakis, S. 2018. Biological Invasions in Conservation Planning: A Global Systematic Review. *Frontiers in Marine Science*. 5: 178.

MacKinnon, B. 2017. *Sal a Pajarear Yucatán (Guía de aves) Segunda edición*. La Vaca Independiente S.A. de C.V. Ciudad de México, México.

Malhi, Y., J. Franklin, N. Seddon, M. Solan, M. G. Turner, C.B. Field, N. Knowlton. 2020. Climate change and ecosystems: threats, opportunities and solutions. *Philos. T. Roy. Soc. B*, 375: 20190104, <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0104>.

Mansourian, S., A. Belokurov, P.J. Stephenson. 2009. The role of forest protected areas in adaptation to climate change. *Unasylva*, 60: 63–69.

March, I.J., H. Cabral, Y. Echeverría, M. Bellot, J. M. Frausto (Eds.), 2011. *Adaptación al Cambio Climático en Áreas Protegidas del Caribe de México*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. México. Serie Estrategias de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Protegidas de México. No. 1, 109 pp.

Mas, J. F. 2006. Evaluación de la dinámica espacio-temporal de la frontera agrícola de Quintana Roo. Fondo mixto de fomento a la investigación científica y tecnológica. México.

Mc Coy, C. 2016. Evaluación de la capacidad de carga turística como elemento de análisis del desempeño de un destino turístico: caso Cancún. *Revista Internacional Administración y Finanzas*. 9(6): 59-80.

Mc Coy Cador, C. E. y A.P. Sosa Ferreira. 2016. Causas y efectos de un destino no sustentable: Caso playas públicas de Cancún, Quintana Roo. *El periplo sustentable*. 31:00006.





- Medellín, R. A., H. T. Arita y O. Sánchez. 2008. Identificación de los murciélagos de México: clave de campo. México, D.F. Instituto de Ecología, UNAM. México.
- Merino M., S. Czitrom, E. Jordan, E. Martin, P. Thomé, O. Moreno. 1990. Hydrology and rain flushing of the Nichupté Lagoon System, Cancún, Mexico. *Estuarine Coastal and Shelf Sciences*. 30: 223-237.
- Miranda, F. 1958. Rasgos fisiográficos (de interés para los estudios biológicos. En: Beltran, E. (Ed.). Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento. Tomo II. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A. C. México. pp. 161-173.
- Miranda, F. y E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 28: 29-179.
- Montero, G. I. A. 1999. Taxonomía cultural subterránea. *Boletín divulgativo de la Sociedad Venezolana de Espeleología, Caracas, Venezuela*. El Guácharo. 45: 43-52.
- Montero, G. I. A. 2002. Las cavernas a través de la historia de México. ", en *Mundos Subterráneos*, número 13, pp. 16-26, revista de la Unión Mexicana de Agrupaciones Espeleológicas, A. C., México, D. F.
- Müller, F. 1959. Atlas Arqueológico de la República Mexicana. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, D. F.
- NASA (National Aeronautics and Space Administration). 2018. Global Climate Change. Vital Signs if the Planet. Disponible en: <https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level/>. Fecha de consulta: 10 de mayo de 2023.
- NASA (National Aeronautics and Space Administration). 2023. The NASA Sea Level Projection Tool. Disponible en: <https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool> Fecha de consulta: 10 de mayo de 2023.
- Nava-Bolaños, A., L. Osorio-Olvera, J. Soberón. 2022. Estado del arte del conocimiento de la biodiversidad de los polinizadores de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 93: 1-76.
- Navarro-Sigüenza, A. G., M. F. Rebón-Gallardo, A. Gordillo-Martínez, A. Townsend-Peterson, H. Berlanga-García, L. A. Sánchez-González. 2014. Biodiversidad de las aves de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl.* 85: 476-495.
- Ortega-Muñoz, A., T. Douglas-Price, J. H. Burton, A. Cucina. 2019. Population movements and identity in Postclassic Yucatan. Bioarchaeological analysis of human remains from the East Coast of the Yucatan península. *Journal of Archaeological Science: Reports*. 23: 490-500.
- Ortiz-Cruz, R. L. 2017. La revaloración económica de los servicios turísticos para la conservación de los servicios ecosistémicos del manglar de Nichupté. Tesis de Especialidad. Universidad Nacional Autónoma de México. CDMX, México.





Ortiz-León, H. J. y C. O. Rosas Correa. 2011. Cacerolita de mar. En: Pozo, C. (ed). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México, D. F.

Ortiz-Oseguera, G. 2020. El color de la arena y sus efectos en la percepción del paisaje de playa en el Pacífico y Caribe Mexicanos. Caso de Estudio: Colima y Quintana Roo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad de Colima. Manzanillo, México.

O'Shea, T. J. y M. A. Bogan. 2003. Monitoring trends in bat populations of the United States and territories: status of the science and recommendations for the future. *Wildlife Society Bulletin*. 31(1): 16-29.

Parra-Olea, G., O. Flores-Villela, C. Mendoza-Almeralla. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. *Rev. Mex. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl.* 85: S460-S466.

Pedrozo-Acuña, A. 2012. Impactos del incremento en el nivel medio del mar en la zona costera del Estado de Quintana Roo, México. Secretaría de Ecología y Medio Ambiente de Quintana Roo-Banco Mundial. Disponible en: <http://ccpy.gob.mx/agenda-qroo/banco-mundial/escenarios-aumento-nivel-mar.php>

Pedrozo-Acuña, D. 2008. Respuesta hidrodinámica del Sistema Lagunar Nichupté, Cancún, México. Tesis de Maestría. Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.

Perales, H. R. y J. R. Aguirre. 2008. Biodiversidad humanizada. En: *Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, pp. 565-603.

Pereira C. A., B.H. Prezas, J.A.M. Olivares, P.S. Fragoso y C A.T. Niño. 2013. Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Quintana Roo (PEACCQROO). Gobierno de Quintana Roo, INECC-AECID, Universidad de Quintana Roo. Chetumal, Quintana Roo. México.

Pérez Villegas, G., y E. Carrascal. 2000. El desarrollo turístico en Cancún, Quintana Roo y sus consecuencias sobre la cubierta vegetal. *Investigaciones geográficas*, (43), 145-166.

Pérez, A. y A. Canto. 2020. La muerte de los antófilos. *Biodiversitas*. 153: 2-6.

Pérez-Villegas, G. y E. Carrascal. 2000. El desarrollo turístico en Cancún, Quintana Roo y sus consecuencias sobre la cubierta vegetal. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México*. 43: 145-166.

Pérez-Villegas, G. y E. Carrascal. 2000. El desarrollo turístico en Cancún, Quintana Roo y sus consecuencias sobre la cubierta vegetal. *Investigaciones Geográficas, Boletín del instituto de Geografía. UNAM*. 43: 145.166.





Poder Legislativo del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo. 2022. LEY DE ACCIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO. Poder Legislativo del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo, H. XVII LEGISLATURA CONSTITUCIONAL. Última reforma publicada en el Periódico Oficial del Estado. Disponible en: <http://documentos.congresoqroo.gob.mx/leyes/L8-XVI-20220805-L1620220630254-fe.pdf> Fecha de consulta: 16 de mayo de 2023.

Potts, S. G., J. C. Biesmeijer, C. Kremen, P. Neumann, O. Schweiger, W. E. Kunin. 2010. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*. 25(6): 345-353.

Pozo, C., N. Armijo-Canto, S. Calmé (Eds.). 2011. Riqueza biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo II. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México.

Prezas, H. B. 2011. Áreas Naturales Protegidas en Quintana Roo. En: Pozo, C., N. Armijo-Canto y S. Calmé, (Eds). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México. pp. 300.

Prieto-Torres, D. A., L. D. Vázquez-Reyes, L. M. Kiere, L. A. Sánchez-González, R. Pineda-López, M. del Coro Arizmendi, A. Gordillo-Martínez, R. C. Almazán-Núñez, O. R. Rojas-Soto, P. Ramírez-Bastida, A. Townsend Peterson y A. G. Navarro-Sigüenza. 2023. Mexican Avifauna of the Anthropocene. En: Jones, R. W., C. P. Ornelas-García, R. Pineda-López y F. Álvarez (Eds.). *Mexican Fauna in the Anthropocene*. Springer, Cham. pp. 153-180.

Quintana Roo Gobierno del Estado. 2023. Áreas Naturales protegidas. Disponible en: <https://qroo.gob.mx/index2.php/ibanqroo/areasnaturalesprotegidas> Fecha de consulta: 4 de junio de 2023.

Rabinowitz, A. y K. A. Zeller. 2010. A range-wide model of landscape connectivity and conservation for the jaguar, *Panthera onca*. *Biological Conservation*. 143(4): 939-945.

Raguso, R. A. 2008. Wake up and smell the roses: the ecology and evolution of floral scent. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 39: 549-569.

Ramírez-Pulido, J., N. González-Ruíz, A. Gardner, J. Arroyo-Cabrales. 2014. List of recent land mammals of Mexico. *Special Publications*. Museum of Texas Tech University. Natural Science Research Laboratory. 63: 1-69.

Ramsar. 2008. Servicio de información sobre Sitios Ramsar: Manglares de Nichupté. Disponible en: <https://rsis.ramsar.org/es/ris/1777>. Fecha de consulta: 13 de abril de 2023.

Reid, F. 2006. *A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast Mexico*. New York: Oxford University Press.





Relevancia México. 2023. Se construye en México el puente más largo de América, tiene una longitud de 8.8km y es muy... Obtenido de: https://www.youtube.com/watch?v=Xqi_gRfxUQ4&ab_channel=RELEVANCIAMEXICO. Fecha de consulta: 20 de abril de 2023.

RH Corporative International. 2020. La importancia de las aves para el medio ambiente. Disponible en: <https://cirhe.com/las-aves-en-el-medioambiente/> Fecha de consulta: 21 de abril de 2023.

Ricketts, T. H., E. Dinerstein, D. M. Olson, C. J. Loucks, W. Eichbaum, D. A. DellaSala, K. Kavanagh, P. Hedao, P. Hurley, K. Carney, R. Abell, S. Walters. 1999. Terrestrial Ecoregions of North America: A Conservation Assessment. World Wildlife Fund. Island Press. E.U.A.

Roberge, J. M. y P. Angelstam. 2004. Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. *Conservation Biology*. 18(1): 76-85.

Rodríguez-Zúñiga, M., C. Troche-Souza, A. Vázquez-Lule, J. Márquez-Mendoza, B. Vázquez-Balderas, L. Valderrama-Landeros, S. Velázquez-Salazar, M. Cruz-López, R. Ressler, A. Uribe-Martínez, S. Cerdeira-Estrada, J. Acosta-Velázquez, J. Díaz-Gallegos, R. Jiménez-Rosenberg, L. Fueyo-Mac Donald, C. Galindo-Leal. 2013. Manglares de México. Extensión, distribución y monitoreo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp. 128.

Romero-Montero, J.A. y A. E. Ellis. 2016. Selva baja subperennifolia en el sureste de México. *Revista Internacional de Desarrollo Regional Sustentable*. 1(2): 48-56.

Romero-Sierra, P., D. Rivas, A. Almazán-Becerril, L. Hernández-Terrones. 2018. Hydrochemistry and hydrodynamics of a Mexican Caribbean Lagoon: Nichupté Lagoon System. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 215. 10.1016/j.ecss.2018.10.012.

Rudnick, D. A., S. J. Ryan, P. Beier, S. A. Cushman, F. Dieffenbach, C. W. Epps, L. R. Gerber, J. Hartter, J. S. Jenness, J. Kintsch, A. M. Merenlender, R. M. Perkl, D. V. Preziosi, S. C. Trombulak. 2012. The role of landscape connectivity in planning and implementing conservation and restoration priorities. *Issues in Ecology*. 16: 1-20.

Sánchez, O., M. Herzig, E. Peters, R. Márquez, L. Zambrano (ed.). 2007. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. INECC, SEMARNAT. México. pp. 293.

Sánchez-Cordero, V., F. Botello, J. J. Flores-Martínez, R. A. Gómez-Rodríguez, L. Guevara, G. Gutiérrez-Granados, A. Rodríguez-Moreno. 2014. Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl.* 85: S496-S504.

Sánchez-Nadurille, A.G. 2018. Cambio en la cobertura de manglar en el Sistema Lagunar Nichupté, Quintana Roo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras, Colegio de Geografía, Ciudad Universitaria, UNAM. México.

Sanderson, E. W., K. H. Redford, C. L. B. Chetkiewicz, R. A. Medellín, A. R. Rabinowitz, J. G. Robinson y A. B. Taber. 2002. Planning to save a species: the jaguar as a model. *Conservation Biology*. 16(1): 58-72.





Santos-Moreno, A., S. Gallina, F. Montiel-Reyes. 2009. Estado actual del conocimiento de la fauna silvestre en la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 80(3): 835-858.

Sarto I Monteys, V., P. Acín, G. Rosell, C. Quero, M. A. Jiménez, A. Guerrero, A. y M. Alarcón. 2016. Moths behaving like butterflies. Evolutionary loss of long range attractant pheromones in castniid moths: a *Paysandisia archon* model. *PLoS ONE*. 11(1): e0146759.

SICT. 2023. ¡Mejoramos la infraestructura en Cancún! Disponible en: <https://www.gob.mx/sct/articulos/mejoramos-la-infraestructura-en-cancun?idiom=es> Fecha de consulta: 04 de junio de 2023.

Secretaría de Turismo. 2021. Indicadores Turísticos enero-diciembre 2021. Disponible en: <https://sedeturqroo.gob.mx/ARCHIVOS/indicadores/Indicador-Tur-EneDic-2021.pdf>. Fecha consulta: 17 de abril de 2023

Secretaría de Turismo. 2022a. Quintana Roo ¿Cómo vamos en turismo? Disponible en: https://sedeturqroo.gob.mx/ARCHIVOS/como_vamos_202212.pdf. Fecha consulta: 17 de abril de 2023.

Secretaría de Turismo. 2022b. Trazo-Proyecto Tren Maya. <https://www.trenmaya.gob.mx/trazo/>

SEDETUR-Quintana Roo. s/f. Actualización del Programa Sectorial de Diversificación y Desarrollo del Turismo. Secretaría de Turismo de Quintana Roo. Disponible en: https://sedeturqroo.gob.mx/pmts2030/documentos/marco_normativo/Programa%20Sectorial%20de%20Diversificaci%C3%B3n%20y%20Desarrollo%20Integral%20del%20Turismo.pdf Fecha de consulta: 16 de mayo de 2023.

SEDETUR-Quintana Roo. 2020. Informe estadístico de turismo en Quintana Roo. Quintana Roo, México. Secretaría de Turismo de Quintana Roo.

SEDETUR-Quintana Roo. 2022. Plan Maestro de Turismo Sustentable. Disponible en: <https://sedeturqroo.gob.mx/pmts2030/>. Fecha consulta: 17 de abril de 2023.

Seingier, G., I. Espejel, J. Fermán. 2009. Cobertura vegetal y marginación en la costa mexicana. *Investigación ambiental*. 1(1): 54-69.

SEMA-QROO. 2013. Modificación del Programa De Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría de Ecología y Medio Ambiente, Servicios Ambientales y Jurídicos, S.C. México.

SEMARNAT. 2010a. Ecosistemas Terrestres. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en: http://gisviewer.semarnat.gob.mx/geointegrador/enlace/atlas2010/atlas_ecosistemas.pdf Fecha de consulta: 26 de abril de 2023.





SEMARNAT. 2010b. Biodiversidad. En: Atlas digital. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en: http://gisviewer.semarnat.gob.mx/geointegrador/enlace/atlas2010/atlas_biodiversidad.pdf Fecha de consulta: 26 de abril de 2023.

SEMARNAT. 2015. Atlas Digital Geográfico. Base de Datos Geográfica del Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (SNIARN), Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en: <http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/Atlas2015/index.html> Fecha de consulta: 15 de abril de 2023.

SEMARNAT. 2016. Los manglares mexicanos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/manglares-mexicanos> Fecha de consulta: 18 de abril de 2023.

SEMARNAT. 2017. La importancia del carbono azul. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/249455/Carbono_azul.pdf Fecha de consulta: 29 de abril de 2023.

SEMARNAT-CONANP. 2005. Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del Área Natural Protegida Parque Nacional Manglares de Nichupté, Quintana Roo. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.

SEMARNAT-CONANP. 2014. Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.

SEMARNAT y CONAFOR. 2014. Inventario Estatal Forestal y de Suelos –Quintana Roo 2013. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional Foresta. México.

SEMARNAT y SCT. 2022. Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional. Resumen Ejecutivo. MIA-R Puente Vehicular Nichupté. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes. 54 pp. Disponible en: <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgiraDocs/documentos/qroo/resumenes/2022/23QR2022V0008.pdf> Fecha de consulta: 19 de abril de 2023.

SGM. 2006. Carta Geológica Minera Cancún F16-8. Escala 1:250, 000. Servicio Geológico Mexicano. México.

SIAP. 2023a. Anuario Estadístico de Producción Agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> Fecha de consulta: 13 de abril de 2023.

SIAP. 2023b. Anuario Estadístico de la Producción Ganadera. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Disponible en: https://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/ Fecha de consulta: 13 de abril de 2023.





Silva-Casarin, R., G. Ruiz-Martinez, I. Mariño-Tapia, G. Posada-Vanegas, E. Mendoza-Baldwin y E. Escalante-Mancera. 2012. Manmade Vulnerability of the Cancun Beach System: The Case of Hurricane Wilma. *Clean – Soil, Air, Water*. 40(9): 911-919.

Sinai-Padilla, N. 2015. The environmental effects of tourism in Cancun, Mexico. *International Journal of Environmental Sciences*. Vol. 6, No. 1:282-294.

SISR. 2023. Servicio de Información sobre Sitios Ramsar. Disponible en: https://rsis.ramsar.org/es/ris-search/?f%5B0%5D=regionCountry_es_ss%3AAmerica%20del%20Norte&f%5B1%5D=regionCountry_es_ss%3AM%C3%A9xico&pagetab=0 Fecha de consulta: 18 de abril de 23.

Smale, D.A., T. Wernberg, E. Oliver, M. Thomsen, B. Harvey, S. Straub, M. Burrows, L. Alexander, J. Benthuyssen, M. Donat, M. Feng, A. Hobday, N. Holbrook, S. Perkins-Kirkpatrick, H. Scannell, A. Sen Gupta, B. Payne, P. Moore. 2019. Marine heatwaves threaten global biodiversity and the provision of ecosystem services. *Nature Climate Change* 9: 306–312.

SMHI (Swedish Meteorological and Hydrological Institute). 2023. Climate Information. Disponible en: <https://climateinformation.org/>

SMN (Servicio Meteorológico Nacional). 2023. Normales Climatológicas por Estado. Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=oax>

Sosa-Escalante, J. E., J. M. Pech-Canché, M. C. MacSwiney, S. Hernández-Betancourt. 2013. Mamíferos terrestres de la península de Yucatán, México: riqueza, endemismo y riesgo. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 84(3): 1-21.

Srikanth, S., S.K.Y. Lum, Z. Chen. 2016. Mangrove root: adaptations and ecological importance. *Trees*. 30, 451–465.

Stoner, K. E., P. Riba-Hernández, K. Vulinec, J. E. Lambert. 2007. The role of mammals in creating and modifying seedshadows in tropical forests and some possible consequences of their elimination. *Biotropica*. 39(9):316-327.

Suazo-Ortuño, I., A. Ramírez-Bautista, J. Alvarado-Díaz. 2023. Amphibians and Reptiles of Mexico: Diversity and Conservation. En: R.W. Jones, C.P. Ornelas-García, R. Pineda-López, F. Álvarez. (Eds.) *Mexican Fauna in the Anthropocene*. Springer, Cham. pp. 105-128.

Terraube, J. y Fernandez-Llamazares, A. 2020. Strengthening protected areas to halt biodiversity loss and mitigate pandemic risks. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 46, 35-38. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2020.08.014>

Trejo-Salazar, R. E., L. E. Eguiarte, D. Suro-Piñera. 2016. New records towards the understanding of the distribution of bat diversity in Quintana Roo, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 87(1): 88-95.





Trejo-Torres, J.C., R. Durán, I. Olmsted. 1993. Manglares de la Península de Yucatán. En: Suman, D. (Ed.) El ecosistema del manglar en América Latina y cuenca del Caribe: su manejo y conservación. USA. pp. 152-159.

Tropicos. 2022. Missouri Botanical Garden. Disponible en: <https://tropicos.org>. Fecha de consulta: 17 de abril de 2023.

Uetz, P., P. Freed, R. Aguilar, J. Hošek (Eds.). 2022. The Reptile Database. Disponible en: <http://www.reptile-database.org> Fecha de consulta: 17 de abril de 2023.

Valdez-Hernández, M. y G. A. Islebe. 2011. Tipos de Vegetación en Quintana Roo. En: Pozo, C. (Ed). Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México. pp. 32-36.

Valle Huchim, R. J., J. L. Hernández Stefanoni, M. Á. Castillo Santiago. 2013. Estimación de la distribución espacial de la biomasa forestal en la península de Yucatán, usando percepción remota y datos de campo. En Estado Actual del Conocimiento del Ciclo del Carbono y sus Interacciones en México: Síntesis a 2013. Serie Síntesis Nacionales. Colegio de Posgraduados. Universidad Autónoma Chapingo Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Texcoco, Estado de México, México.

Vázquez-Lule, A., P. Santos-González, M. Adame. 2009. Caracterización del sitio de manglar Nichupté. En: CONABIO. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. México. pp. 17.

Vázquez-Yáñez, C., A. I. Batis Muñoz, M. I. Alcocer Silva, M. Gual Díaz, C. Sánchez Dirzo. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad - Instituto de Ecología, UNAM. México.

Veenema, T.G., C.P. Thornton, R.P. Lavin, A.K. Bender, S. Seal, A. Corley. 2017. Climate Change-Related Water Disasters' Impact on Population Health. J Nurs Scholarsh. 49(6):625-634.

Velázquez-Salazar S., M.T. Rodríguez-Zúñiga, J.A. Alcántara-Maya, E. Villeda-Chávez, L. Valderrama-Landeros, C. Troche-Souza, B. Vázquez-Balderas, I. Pérez-Espinosa, M. I. Cruz-López, R. Ressler, D. V. G. De la Borbolla, O. Paz, V. Aguilar-Sierra, F. Hruby, J. H. Muñoa-Coutiño. 2021. Manglares de México. Actualización y análisis de los datos 2020. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México CDMX. Pp. 168.

Villaseñor, J. L. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. Revista mexicana de Biodiversidad. 87: 559-902.

Vitousek, S., P.L. Barnard, P. Limber. 2017. Can beaches survive climate change? Journal of Geophysical Research: Earth Surface. 122: 1060–1067.





Wilson, D. E. y D. M. Reeder (Eds.). 2005. Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference (3° edición). Johns Hopkins University Press 2: 142 pp. Disponible en: <http://www.press.jhu.edu>. Fecha de consulta: 17 de abril de 2023.

WRB. 2022. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition. International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria.

Zepeda-Gil, R., A. Huerta-Pineda, M.K. Sánchez-Correa, M.C. Sánchez-Ramírez. 2018. La vulnerabilidad de México ante el cambio climático: una revisión del Sistema Nacional de Protección Civil. Primera edición, Instituto Belisario Domínguez, Senado de la República, México.





VI. ANEXOS

A) LISTADO DE COORDENADAS

Área de Protección de Flora y Fauna San Buenaventura
Superficie total (37-90-64.53 hectáreas)
Proyección UTM zona norte
Datum ITRF08

POLÍGONO 1
Superficie (16-07-59.98 hectáreas)

Vértice	x	y
1	519,000.575600	2,337,789.585700
2	519,042.592100	2,337,789.176200
3	519,144.291100	2,337,791.181300
4	519,156.772700	2,337,742.333900
5	519,163.382400	2,337,726.247000
6	519,172.155000	2,337,718.047800
7	519,166.837900	2,337,718.884300
8	519,148.172500	2,337,721.820900
9	519,140.943800	2,337,722.958300
10	519,125.890300	2,337,725.049000
11	519,122.562600	2,337,725.442100
12	519,121.375100	2,337,725.577600
13	519,110.910200	2,337,726.772500
14	519,097.969400	2,337,727.766200
15	519,091.501600	2,337,728.262900
16	519,072.029100	2,337,728.812900
17	519,044.601600	2,337,728.565600
18	519,026.884900	2,337,727.827200
19	519,007.912700	2,337,726.555900
20	518,986.401200	2,337,724.385600
21	518,964.975700	2,337,721.486500
22	518,943.660900	2,337,717.861900
23	518,922.481400	2,337,713.515900
24	518,901.461700	2,337,708.453500
25	518,880.625900	2,337,702.680600
26	518,859.998000	2,337,696.203900
27	518,839.601900	2,337,689.030700

Vértice	x	y
28	518,825.738500	2,337,683.619700
29	518,819.460900	2,337,681.169400
30	518,814.637600	2,337,678.903000
31	518,804.900200	2,337,674.327500
32	518,790.277000	2,337,667.636400
33	518,782.208900	2,337,663.643100
34	518,775.528800	2,337,660.146800
35	518,766.866600	2,337,655.613100
36	518,761.133400	2,337,652.427300
37	518,747.883200	2,337,645.061200
38	518,747.525800	2,337,644.827700
39	518,740.893600	2,337,640.805800
40	518,728.557400	2,337,633.314400
41	518,723.572100	2,337,630.050100
42	518,710.213600	2,337,621.303200
43	518,707.242700	2,337,619.202200
44	518,704.789100	2,337,617.467000
45	518,692.094300	2,337,608.489000
46	518,688.321100	2,337,605.612500
47	518,686.322000	2,337,604.088400
48	518,677.453300	2,337,597.327200
49	518,674.443300	2,337,595.032500
50	518,672.654000	2,337,593.564000
51	518,664.948200	2,337,587.248600
52	518,663.924800	2,337,586.516600
53	518,652.780500	2,337,579.718100
54	518,642.146200	2,337,572.146500





Vértice	x	y
55	518,632.075400	2,337,563.840100
56	518,622.619000	2,337,554.840500
57	518,613.824400	2,337,545.193200
58	518,605.735900	2,337,534.946600
59	518,598.394200	2,337,524.152300
60	518,597.682900	2,337,523.098600
61	518,586.666200	2,337,511.371800
62	518,583.513900	2,337,507.745700
63	518,579.529000	2,337,503.089500
64	518,574.183900	2,337,497.144900
65	518,572.716300	2,337,495.114400
66	518,568.363000	2,337,489.091500
67	518,562.389800	2,337,480.747200
68	518,558.570700	2,337,475.384400
69	518,551.773100	2,337,465.741700
70	518,542.266600	2,337,451.268500
71	518,535.840100	2,337,440.929300
72	518,528.992400	2,337,429.273700
73	518,499.657400	2,337,378.039500
74	518,490.895100	2,337,362.252600
75	518,490.365400	2,337,361.370900
76	518,347.234600	2,337,123.123600
77	518,339.624100	2,337,110.455700
78	518,338.403000	2,337,108.423100
79	518,331.710600	2,337,097.283300
80	518,324.646500	2,337,085.066100
81	518,324.328800	2,337,084.516600
82	518,324.293900	2,337,084.456300
83	518,324.279300	2,337,084.430900
84	518,323.786900	2,337,083.579300
85	518,311.882000	2,337,076.935600
86	518,299.672200	2,337,070.872200
87	518,287.185200	2,337,065.402500
88	518,274.449700	2,337,060.539000
89	518,261.495400	2,337,056.293000
90	518,260.045900	2,337,055.738700
91	518,252.049100	2,337,053.119500

Vértice	x	y
92	518,243.864200	2,337,051.166100
93	518,235.546400	2,337,049.891700
94	518,227.152100	2,337,049.304900
95	518,218.738000	2,337,049.409700
96	518,210.360900	2,337,050.205300
97	518,183.218600	2,337,050.406600
98	518,200.350300	2,337,086.030300
99	518,215.447900	2,337,118.955600
100	518,222.536600	2,337,134.407200
101	518,245.769400	2,337,185.041400
102	518,258.316800	2,337,212.393500
103	518,286.202100	2,337,273.181100
104	518,295.780000	2,337,294.058400
105	518,297.284400	2,337,297.337500
106	518,304.615300	2,337,313.316800
107	518,312.329200	2,337,330.131100
108	518,338.175700	2,337,386.471700
109	518,374.185100	2,337,369.053500
110	518,389.381400	2,337,402.182900
111	518,389.386000	2,337,402.193100
112	518,461.072500	2,337,558.475000
113	518,479.648400	2,337,598.967400
114	518,479.651500	2,337,598.973700
115	518,527.969900	2,337,704.304600
116	518,492.951400	2,337,721.257300
117	518,493.335500	2,337,722.112500
118	518,551.425400	2,337,851.366900
119	518,564.732500	2,337,845.134600
120	518,565.987900	2,337,806.898600
121	518,637.531500	2,337,805.854100
122	518,679.528300	2,337,798.772500
123	518,895.111700	2,337,791.434200
124	518,928.684100	2,337,790.863100
125	518,934.174400	2,337,790.769700
126	519,000.575600	2,337,789.585700
1	519,000.575600	2,337,789.585700





POLÍGONO 2
Superficie (21-83-04.55 hectáreas)

Vértice	x	y
1	519,251.725200	2,337,653.664500
2	519,478.607800	2,337,500.555000
3	519,467.907200	2,337,477.620600
4	519,451.572800	2,337,433.538800
5	519,446.503400	2,337,393.089600
6	519,475.907000	2,337,354.285800
7	519,554.446200	2,337,261.550800
8	519,585.274000	2,337,227.685500
9	519,608.667000	2,337,205.107300
10	519,652.613600	2,337,165.454800
11	519,717.526000	2,337,147.746200
12	519,746.803200	2,337,108.594000
13	519,736.951900	2,337,099.736100
14	519,718.194000	2,337,089.068000
15	519,564.492900	2,336,949.900700
16	519,264.875000	2,337,280.809000
17	519,141.345000	2,337,550.137000
18	518,754.269000	2,337,550.137000
19	518,754.269000	2,337,610.137400
20	518,753.376100	2,337,610.135900
21	518,752.483300	2,337,610.130200
22	518,751.590500	2,337,610.120100
23	518,750.697700	2,337,610.105600
24	518,749.805000	2,337,610.086900
25	518,748.912400	2,337,610.063800
26	518,748.020000	2,337,610.036400
27	518,749.837500	2,337,611.135500

Vértice	x	y
28	518,762.837900	2,337,618.997600
29	518,781.289100	2,337,629.272100
30	518,797.284500	2,337,637.442800
31	518,803.494700	2,337,640.464300
32	518,819.235800	2,337,647.806600
33	518,838.682600	2,337,656.042800
34	518,858.411900	2,337,663.577300
35	518,876.746000	2,337,669.836200
36	518,878.398400	2,337,670.400300
37	518,898.616400	2,337,676.503200
38	518,919.040000	2,337,681.878100
39	518,929.256300	2,337,684.178900
40	518,939.643000	2,337,686.518100
41	518,960.398900	2,337,690.417300
42	518,981.281200	2,337,693.570600
43	519,002.263000	2,337,695.974000
44	519,023.317500	2,337,697.624400
45	519,039.177200	2,337,698.299000
46	519,055.117500	2,337,698.483800
47	519,073.877400	2,337,698.417100
48	519,086.646100	2,337,698.041600
49	519,107.720500	2,337,696.670100
50	519,128.732800	2,337,694.545500
51	519,149.654700	2,337,691.666000
52	519,170.459600	2,337,688.038400
53	519,191.121900	2,337,683.670200
54	519,215.222400	2,337,678.298100
1	519,251.725200	2,337,653.664500





B) LISTADO DE ESPECIES

B.1) Lista de especies presentes en la propuesta de APFF San Buenaventura

En la lista se integran taxones aceptados y válidos conforme a los sistemas de clasificación y catálogos de autoridades taxonómicas correspondientes a cada grupo biológico. La validación nomenclatural y de la distribución geográfica de los taxones, así como el estatus de residencia de las especies de aves se verificó en los siguientes referentes de información especializada: Tropicos.org (Tropicos, 2022), Amphibian Species of the World (Frost, 2021), The Reptile Database (Uetz, 2022), Red de Conocimientos sobre las Aves de México (Berlanga *et al.*, 2022), The Peters' Check-list of the Birds of the World Database (Lepage y Warnier, 2014), Checklist of Birds of the World by The Cornell Lab of Ornithology (Clements *et al.*, 2022), American Ornithological Society (Chesser *et al.*, 2022), Mammal Species of the World (Wilson y Reader, 2005), List of recent mammals of Mexico (Ramírez-Pulido *et al.*, 2014), Global Biodiversity Information Facility (GBIF, 2022), Integrated Taxonomic Information System (ITIS, 2022), Portal de Datos Abiertos UNAM-Colecciones Universitarias (DGRU, 2022) Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (CONABIO, 2023a), Catálogo de autoridades taxonómicas de especies de flora y fauna con distribución en México (CONABIO, 2023b) y Sistema de Información sobre Especies Invasoras (CONABIO, 2020).

Las categorías de riesgo se presentan conforme a la Modificación del Anexo Normativo III de la NOM-059-SEMARNAT-2010 con las siguientes abreviaturas: A: amenazada; Pr: sujeta a protección especial; P: en peligro de extinción y E: probablemente extinta en el medio silvestre.

Se indican con un triángulo (▲) las especies prioritarias conforme al Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de marzo de 2014.

Las especies endémicas de México se indican con un asterisco (*), además, se agrega la abreviatura PBPY (*PBPY) a los taxones endémicos a la Provincia Biótica Península de Yucatán que comprende los estados mexicanos de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, así como los departamentos de Belice, Corozal y Orange Walk en Belice y el departamento del Petén en Guatemala (Miranda, 1958; Carnevali *et al.*, 2010). Se señalan con dos asteriscos (**) las especies exóticas y con tres asteriscos (***) las especies exóticas-invasoras.

En el caso de las aves, se indica el estatus de residencia con las siguientes abreviaturas: Residente (R), Migratoria de Invierno (MI), Migratoria de Verano (MV) y Transitoria (T).



**FLORA****Plantas vasculares (División Tracheophyta)**

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de Riesgo
Alismatales	Araceae	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	hoja de pescado, pool boox	
Arecales	Arecaceae	<i>Acoelorrhaphe wrightii</i>	tasiste	
Arecales	Arecaceae	<i>Chamaedorea seifrizii</i> *PBPY	palma bambú, palma xiat	
Arecales	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i> *PBPY	nakax, náaj k'aax, palma nakás	A
Arecales	Arecaceae	<i>Sabal yapa</i>	palma de guano, baya xaan, bayal	
Arecales	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	palma chit, ch' iit, ch' iit xa' an	A
Asparagales	Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>		
Asparagales	Asparagaceae	<i>Agave angustifolia</i>	henequén de playa, kij, ch'elem	
Asparagales	Asparagaceae	<i>Beaucarnea pliabilis</i> *PBPY	despeinada, tsiipil	A
Asparagales	Orchidaceae	<i>Bletia purpurea</i>		
Asparagales	Orchidaceae	<i>Brassavola cucullata</i>		
Asparagales	Orchidaceae	<i>Brassavola nodosa</i>	dama de noche, sah-yak'	
Asparagales	Orchidaceae	<i>Catasetum integerrimum</i>	ch'it ku'uk, cola de pato	
Asparagales	Orchidaceae	<i>Encyclia alata</i>	balamb-niktpe, orquídea mariposa	
Asparagales	Orchidaceae	<i>Encyclia guatemalensis</i>	tseek'eel éek'lu'um	
Asparagales	Orchidaceae	<i>Epidendrum nocturnum</i>		
Asparagales	Orchidaceae	<i>Rhyncholaelia digbyana</i>	nunup'he, sack-k'ukum-lol	
Asparagales	Orchidaceae	<i>Trichocentrum ascendens</i>	puts'ubche	
Asparagales	Orchidaceae	<i>Trichocentrum cebolleta</i>	puts-ché	
Asparagales	Orchidaceae	<i>Vanilla planifolia</i> ▲	vainilla, sisbik-k'aax	Pr
Asterales	Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	a-cocotli, acahual, acahuale blanco	
Asterales	Asteraceae	<i>Calea jamaicensis</i>	malvavisco silvestre	



Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de Riesgo
Asterales	Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i>	lechuga de monte, apazote de monte	
Asterales	Asteraceae	<i>Emilia sonchifolia</i> ***		
Asterales	Asteraceae	<i>Flaveria linearis</i>	k'anlol-xiu	
Asterales	Asteraceae	<i>Melanthera nivea</i>	canilla de mulita, levisa xiiw, ts'aan top'an xiiw	
Asterales	Asteraceae	<i>Montanoa atriplicifolia</i>	pixoy taj', sak taj', tank'as aak'	
Asterales	Asteraceae	<i>Neurolaena lobata</i>	Santa María, arnica	
Asterales	Asteraceae	<i>Parthenium hysterophorus</i>	hierba del golpe, escoba, hauay	
Asterales	Asteraceae	<i>Pluchea carolinensis</i>	Santa María, tabaquillo	
Asterales	Asteraceae	<i>Pluchea odorata</i>	Santa María, canela	
Asterales	Asteraceae	<i>Porophyllum punctatum</i>	mal de ojo, hierba del venado, pech'uk-il	
Asterales	Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i> **	achicoria, achicoria dulce	
Asterales	Asteraceae	<i>Tridax procumbens</i>	San Juan del Monte, ta'ulu'um	
Asterales	Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	chamiso, ta, tah, taj	
Asterales	Goodeniaceae	<i>Scaevola taccada</i> **		
Boraginales	Cordiaceae	<i>Cordia alliodora</i>	amapa, amapa blanca, bakal-ché, bakalche'	
Boraginales	Cordiaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	chak k'oopte', chakopté, ciricote, cordia	
Boraginales	Ehretiaceae	<i>Bourreria ovata</i>		
Boraginales	Heliotropiaceae	<i>Heliotropium angiospermum</i>	alacrancillo, codzne max	
Boraginales	Heliotropiaceae	<i>Heliotropium curassavicum</i>	hierba de fuego, nej ma'ax, sinan-xiw	
Brassicales	Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i>	antijuelilla, escobilla, lentejilla, zorrillo	
Brassicales	Capparaceae	<i>Cynophalla flexuosa</i>	alcaparra, arete, bokanché	
Brassicales	Capparaceae	<i>Quadrella cynophallophora</i>	alcaparra, arete, chile de perro, negrito	





Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de Riesgo
Brassicales	Capparaceae	<i>Quadrella incana</i>	bokanché, kanaan che', mata gallina	
Brassicales	Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	papaya	
Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Iresine diffusa</i>	rocío, zaktezxiu	
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Deamia testudo</i>	chochekisin, chochel kisin	
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Nopalea inaperta*</i>	nopal zacam, nopal zacamtsotz	
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Rhipsalis baccifera</i>	cola de caballo	
Caryophyllales	Nyctaginaceae	<i>Boerhavia erecta</i>	fraile, golondrina, sak xiiw	
Caryophyllales	Nyctaginaceae	<i>Guapira costaricana</i>	lomo de caballo, xtabdxiu, zapotillo	
Caryophyllales	Nyctaginaceae	<i>Mirabilis jalapa</i>	maravilla	
Caryophyllales	Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i>	clavel, frutilla, ta'tsi'	
Caryophyllales	Nyctaginaceae	<i>Neea tenuis</i>		
Caryophyllales	Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	beeb, bejuco, camote, crucecillo	
Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i>	boliche, boob, boob ch'iich'	
Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Coccoloba cozumelensis</i>	uvero, boob ch'iich'	
Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Coccoloba diversifolia</i>	uvero, ch'iich' boob	
Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Coccoloba spicata</i>	bab, boob	
Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	uvero, uva de mar	



Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de Riesgo
Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	pata de venado, ts'iits' il che'	
Celastrales	Celastraceae	<i>Elachyptera floribunda</i>		
Celastrales	Celastraceae	<i>Hippocratea volubilis</i>	bejuco colorado, chum-loop	
Celastrales	Celastraceae	<i>Pristimera celastroides</i>	cancerina, mata piojo, ta'ts'i, tulub-balam, tulubuayam	
Celastrales	Celastraceae	<i>Semialarium mexicanum</i>	chun tok', sak boob	
Commelinales	Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	corrimiento xiiw, x-habul-ha'	
Commelinales	Commelinaceae	<i>Tradescantia spathacea</i>	magueyito morado, ya'ak, ya'axts'ana'	
Ericales	Ebenaceae	<i>Diospyros salicifolia</i>	chocoyito, pisi' it, pisit, pisit che'	
Ericales	Ebenaceae	<i>Diospyros tetrasperma</i>	pisit, k'ab che', silil	
Ericales	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	caimitillo, caimito, nite'	
Ericales	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	chak ya', chico zapote, chicozapote	
Ericales	Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i>	a'kacho'ka, acamayo, atzapotl	
Ericales	Sapotaceae	<i>Pouteria reticulata</i>	zapotillo, ch' iich' ya	
Ericales	Sapotaceae	<i>Sideroxylon celastrinum</i>	coma, lu'uchum che'	
Ericales	Sapotaceae	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	guaraniná	
Ericales	Sapotaceae	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	capulín, chak ya', chakal ja'as	
Fabales	Fabaceae	<i>Acacia cochliacantha</i>	guinolo, chi'may, cubata	
Fabales	Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	acacia, cachito de toro, carnezuelo	
Fabales	Fabaceae	<i>Acacia dolichostachya</i> *PBPY	xaax, kaanbal piich, kabal piich	
Fabales	Fabaceae	<i>Acacia gaumeri</i> *PBPY	boox káatsim, box káatsim, box-katsin	
Fabales	Fabaceae	<i>Albizia lebbek</i> ***	acacia amarilla, algarroba, cabellos de ángel	





Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de Riesgo
Fabales	Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i>	calzoncillo, cimarrona, cordoncillo	
Fabales	Fabaceae	<i>Bauhinia jenningsii</i>	pata de vaca, sak ts' ulub took'	
Fabales	Fabaceae	<i>Cenostigma gaumeri</i>	citinché, k'itamché, kitam che'	
Fabales	Fabaceae	<i>Centrosema virginianum</i>	gallito, sonajera azul	
Fabales	Fabaceae	<i>Chloroleucon mangense</i>	palo fierro, ya' ax eek'	
Fabales	Fabaceae	<i>Coulteria platyloba*</i>	palo colorado, avellano	
Fabales	Fabaceae	<i>Dalbergia brownei</i>	cruceta, escobilla tempis	
Fabales	Fabaceae	<i>Dalbergia glabra</i>	ay-pach, bejuco de estribo, chacté	
Fabales	Fabaceae	<i>Diphysa carthagenensis</i>	guachipilin, tzuk-tzuk, xbabalche	
Fabales	Fabaceae	<i>Erythrostemon yucatanensis</i>	chuum, cinim, cocoite	
Fabales	Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	cacahuananche, balche ke	
Fabales	Fabaceae	<i>Haematoxylum campechianum</i>	tinto, bonche'	
Fabales	Fabaceae	<i>Havardia platyloba</i>	sierrilla, muk, nook'ol aak'	
Fabales	Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	cola de zorro, guaje	
Fabales	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	mata buey, xuul	
Fabales	Fabaceae	<i>Lonchocarpus xuul</i> ^{*PBPY}	balché, u'ul, xuul	
Fabales	Fabaceae	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i> ^{*PBPY}	balché-chi, xu'ul, xul, xuul, ya'ax xu'ul	
Fabales	Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	tsalam	
Fabales	Fabaceae	<i>Macroptilium atropurpureum</i>	frijol ojo de zanate, frijolillo	
Fabales	Fabaceae	<i>Mimosa bahamensis</i>	box kaatsim, boxcatzim	
Fabales	Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	barbasco, borrego, cahuirica, cahuiricua	
Fabales	Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>		
Fabales	Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>	guamuchil, xiax-k'aax	



Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de Riesgo
Fabales	Fabaceae	<i>Platymiscium yucatanum</i> *PBPY	bejuco prieto, chak subinche	
Fabales	Fabaceae	<i>Rhynchosia minima</i>	frijolillo, ib ch'o', ib-che	
Fabales	Fabaceae	<i>Senna racemosa</i>	rosa amarilla, xk'an toplaston, xkanlol	
Fabales	Fabaceae	<i>Sigmoidotropis elegans</i>	kantzin, juul iim	
Fabales	Fabaceae	<i>Swartzia cubensis</i>	cattox, chaca, corazón azul, k' atal' oox	
Fabales	Fabaceae	<i>Zygia cognata</i>	palo de humo	
Fagales	Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i> ***	casuarina	
Gentianales	Apocynaceae	<i>Asclepias curassavica</i>	adelfilla, anal k'aax, anal xiiw	
Gentianales	Apocynaceae	<i>Cameraria latifolia</i>	chechem blanco, chechén blanco, cheechen blanco, sak cheechem	
Gentianales	Apocynaceae	<i>Cascabela gaumeri</i>	aak'its, ajkits, akits, campanilla	
Gentianales	Apocynaceae	<i>Echites umbellatus</i>	papa del diablo, aak'its	
Gentianales	Apocynaceae	<i>Echites yucatanensis</i>	biperol, cruz-ojo, kalis aak', loroco de zope	
Gentianales	Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i>	aak'its, cojon de toro, flor de mayo	
Gentianales	Apocynaceae	<i>Sarcostemma clausum</i>		
Gentianales	Gentianaceae	<i>Eustoma exaltatum</i>	cimarrón, violeta, violeta cimarrona	
Gentianales	Rubiaceae	<i>Alseis yucatanensis</i> *PBPY	haasché, ja'as che', k'uuts che'	
Gentianales	Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i>		
Gentianales	Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i>	cancer aak', canchak-ché, canica	
Lamiales	Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i> ▲	mangle negro, mangle prieto	A
Lamiales	Acanthaceae	<i>Bravaisia berlandieriana</i>	julub, hooloop, sak-hulub	
Lamiales	Bignoniaceae	<i>Amphilophium paniculatum</i>	bejuco prieto, sak-ak	





Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de Riesgo
Lamiales	Bignoniaceae	<i>Bignonia diversifolia</i>	anilkab, bejuco caferita, bilin ko'ok	
Lamiales	Bignoniaceae	<i>Bignonia potosina</i>	ajillo, bejuco de tres lomos	
Lamiales	Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i>	cujete, luch	
Lamiales	Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	alacrancillo, algodoncillo, caballito	
Lamiales	Lamiaceae	<i>Callicarpa acuminata</i>	friega platos, granadilla, tabaquillo	
Lamiales	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	xaax nik, ya' axnik, ya'axnik	
Lamiales	Scrophulariaceae	<i>Capraria biflora</i>	jarilla, lengua de gallina, malvavisco	
Lamiales	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	alfombrilla, balsamillo, cinco negritos	
Laurales	Lauraceae	<i>Cassytha filiformis</i>	fideo de monte, k'an le' kay	
Laurales	Lauraceae	<i>Damburneya coriacea</i>	aguacatillo, jobon che'	
Laurales	Lauraceae	<i>Damburneya salicifolia</i>	aguacate, aguacate cimarrón	
Laurales	Lauraceae	<i>Licaria peckii</i>	aguacatillo, canelillo, laurel	
Liliales	Smilacaceae	<i>Smilax mollis</i>	bejuco diente de perro, diente de perro, zarzaparrilla	
Liliales	Smilacaceae	<i>Smilax spinosa</i>	diente de perro, espina de cristo, x-koceh, x-koché	
Magnoliales	Annonaceae	<i>Annona glabra</i>	anona	
Magnoliales	Annonaceae	<i>Annona squamosa</i>	ajakte', anona, anona asiática	
Magnoliales	Annonaceae	<i>Malmea depressa</i>		
Malpighiales	Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i>	ciruela blanca, ciruela de paloma	
Malpighiales	Clusiaceae	<i>Clusia flava</i>	memelita, chunup, k'an chuunup	





Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de Riesgo
Malpighiales	Clusiaceae	<i>Clusia rosea</i>	mamey silvestre, mata palo, uvero	
Malpighiales	Clusiaceae	<i>Clusia salvinii</i>	chunup, flor de canela, flor de venadillo	
Malpighiales	Clusiaceae	<i>Garcinia intermedia</i>	barí, chichi de mono, elemuy	
Malpighiales	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum confusum</i>	cascarillo, tooso	
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Acalypha diversifolia</i>	palo blanco	
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus aconitifolius</i>	chaay, chaya	
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus souzae</i> *PBPY	chaya cimarrona, ts'iim, ts'iim chaay	
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Croton glandulosepalus</i>	iik aban, p'e'es k'uuch	
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Croton niveus</i>	copalchí	
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Croton reflexifolius</i>	cascarilla, cascarillo, chiim kuuts	
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Enriquebeltrania crenatifolia</i> *PBPY	ch'iin took', puut mukuy	
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hypericifolia</i>	golondrina, hierba de la golondrina	
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia mesembryanthemifolia</i>	sak iits, siis ja'	
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia dioeca</i>		
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	ya'ay tiik, yaiti, yaytil	
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Jatropha gaumeri</i>	x-pomolche', xpomolché, zicleté	
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i>		
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Sebastiania adenophora</i>	chechem blanco, veneno ché, canchunup	
Malpighiales	Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	arrayán, che, chi, chi', hui-zaa	
Malpighiales	Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i>	escobillo, wayate'	
Malpighiales	Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i>	béek che', capulincillo, capulín	
Malpighiales	Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon ellipticum</i>	contrahierba macho, tíip'te' aak'	
Malpighiales	Malpighiaceae	<i>Tetrapteryx schiedeana</i>	sak aak'	



Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de Riesgo
Malpighiales	Passifloraceae	<i>Passiflora obovata</i>		
Malpighiales	Passifloraceae	<i>Passiflora palmeri</i>		
Malpighiales	Passifloraceae	<i>Passiflora pilosa</i>	granada de zorro	
Malpighiales	Passifloraceae	<i>Passiflora suberosa</i>	baleeyail an its'amal, granadita de ratón	
Malpighiales	Passifloraceae	<i>Turnera ulmifolia</i>	amaranto, calendula, clavel de oro	
Malpighiales	Phyllanthaceae	<i>Astrocasia tremula</i>	kabal piix t'oom, kah-yuk, kaj yuuk	
Malpighiales	Putranjivaceae	<i>Drypetes lateriflora</i>	ekulub, huesillo, xix'im che'	
Malpighiales	Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i> ▲	mangle rojo, ta'ab che'	A
Malpighiales	Salicaceae	<i>Casearia corymbosa</i>	botoncillo, cafecillo, cafetillo	
Malpighiales	Salicaceae	<i>Casearia laetioides</i>	aguacatillo, aiguané, almendrillo	
Malvales	Malvaceae	<i>Ayenia aculeata</i>	garabato, gatuño, k'iil ix, uña de gato	
Malvales	Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	pochote, kuch, kuché	
Malvales	Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	ceiba, piim, pochote	
Malvales	Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	guacimillo, guacimo	
Malvales	Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i> *PBPY	hol, hoo, jóol, k'an jóol, majagua	
Malvales	Malvaceae	<i>Helicteres baruensis</i>	algodoncillo, sutup	
Malvales	Malvaceae	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	hibisco marítimo, xholol	
Malvales	Malvaceae	<i>Luehea speciosa</i>	chakats, cuahulote blanco	
Malvales	Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	altea, joolol	
Malvales	Malvaceae	<i>Melochia tomentosa</i>	chichibe, escoba	
Malvales	Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	ch'chibé, chi'chi' bej, chichibe	



Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de Riesgo
Malvales	Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	akguana lipalhna, axocatzín, chichibe	
Malvales	Malvaceae	<i>Waltheria indica</i>	tapacola, cadillo, sak xiiw	
Malvales	Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	capulín	
Myrtales	Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> ▲	mangle botoncillo, k'an che'	A
Myrtales	Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i> ▲	mangle blanco	A
Myrtales	Myrtaceae	<i>Eugenia axillaris</i>	cinco negritos, escobillo, escobo fuerte, ich huh	
Myrtales	Myrtaceae	<i>Eugenia foetida</i>	guayabillo, jirimich, sak-loob	
Myrtales	Myrtaceae	<i>Eugenia laevis</i>	guayabillo	
Myrtales	Myrtaceae	<i>Eugenia triki</i> *PBPY		
Myrtales	Myrtaceae	<i>Myrcia neopallens</i>	guayabillo, chi'it	
Myrtales	Myrtaceae	<i>Myrcianthes fragrans</i>	anal sip che' macho, arrayán, xokoka'an	
Myrtales	Myrtaceae	<i>Psidium sartorianum</i>	arrayán, choquey, kabal sak lob che'	
Oxalidales	Connaraceae	<i>Rourea glabra</i>	bejuco de agua, wayuum aak'	
Piperales	Aristolochiaceae	<i>Aristolochia grandiflora</i>	bonete, chan-wa-k'o	
Piperales	Aristolochiaceae	<i>Aristolochia trilobata</i>	bejuco guaco	
Piperales	Piperaceae	<i>Peperomia crassiuscula</i>		
Poales	Bromeliaceae	<i>Aechmea bracteata</i>	acs'cai', acs'qué, aks'ké, bromelia	
Poales	Bromeliaceae	<i>Bromelia karatas</i>	aguama, aguama cazuela, bromelia	
Poales	Bromeliaceae	<i>Tillandsia bulbosa</i>	bromelia, juche', x-ch'uché	
Poales	Bromeliaceae	<i>Tillandsia dasyliiriifolia</i> *PBPY	bromelia, x-ch'ú, xch'u'	





Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de Riesgo
Poales	Bromeliaceae	<i>Tillandsia fasciculata</i>	bromelia, chu, chuk, gallito, gallitos	
Poales	Cyperaceae	<i>Cladium jamaicense</i>	cortadera	
Poales	Cyperaceae	<i>Cyperus ligularis</i>	chiquita	
Poales	Cyperaceae	<i>Eleocharis cellulosa</i>	gulf coast spikerush	
Poales	Poaceae	<i>Andropogon glomeratus</i>	ch'it su'uk, ch'it-suuk, cola de zorra	
Poales	Poaceae	<i>Brachiaria fasciculata</i>	brachiaria fasciculata	
Poales	Poaceae	<i>Cenchrus spinifex</i>	zacate abrojo de la costa	
Poales	Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> ***	chimes su'uk, chimes-suuk, grama	
Poales	Poaceae	<i>Eustachys petraea</i> **	barbas de indio, boox ya'ax su'uk	
Poales	Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	bambú, mehensit	
Poales	Poaceae	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	carricillo, mehensit	
Poales	Poaceae	<i>Megathyrsus maximus</i> **	camalote, su'uk	
Poales	Poaceae	<i>Melinis repens</i> ***	algodoncillo, barba de mula, chak su'uk	
Poales	Poaceae	<i>Oedochloa lanceolata</i>	k'an chíin, k'an-chim, x-k'anchim	
Poales	Poaceae	<i>Panicum virgatum</i>		
Poales	Poaceae	<i>Phragmites australis</i>	carrizo, jalal, sak jalal	
Poales	Poaceae	<i>Sporobolus virginicus</i>	ch'ilibil su'uk	
Poales	Typhaceae	<i>Typha domingensis</i>	beecho, coba-guyarma, junco	
Polypodiales	Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	helecho águila	
Polypodiales	Pteridaceae	<i>Acrostichum danaeifolium</i>	helecho de playa	
Polypodiales	Pteridaceae	<i>Adiantum tricholepis</i>	cilantrillo, culantrillo, tel-ts'iu	
Ranunculales	Papaveraceae	<i>Argemone mexicana</i>	San Carlos, amapola, amapola amarilla	
Rosales	Cannabaceae	<i>Celtis iguanaea</i>	garabato, ts'i muk	



Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de Riesgo
Rosales	Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	capulincillo, capulincillo cimarrón	
Rosales	Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Juan Diego, arenoso, ash, k'an oox	
Rosales	Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	alamo, amate	
Rosales	Moraceae	<i>Ficus obtusifolia</i>	amate, mata palo	
Rosales	Moraceae	<i>Ficus pertusa</i>	amantillo, amatcauitl, amate	
Rosales	Moraceae	<i>Ficus tecolutensis</i>	amatillo	
Rosales	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	chak oox, chak ox, chichictli	
Rosales	Rhamnaceae	<i>Colubrina arborescens</i>	manzanita, cakte' kajum	
Rosales	Rhamnaceae	<i>Colubrina asiatica</i>	latherleaf	
Rosales	Rhamnaceae	<i>Krugiodendron ferreum</i>	capulincillo, ch'iin took', chimtok	
Rosales	Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>	cho-otz, chupacté, guarumbo, gusano	
Sapindales	Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	amargoso, ciruelo, culebra, culinzís	A
Sapindales	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	chechen, cheechem, boox cheechem	
Sapindales	Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	abalil k'aax, axócotl, catan	
Sapindales	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	chakah, chakaj	
Sapindales	Burseraceae	<i>Protium copal</i>	aceitillo, cacao, cerezo	
Sapindales	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	cedro	Pr
Sapindales	Rutaceae	<i>Amyris sylvatica</i>	k'an yuuk, kanyuk	
Sapindales	Rutaceae	<i>Casimiroa tetrameria</i>	matasano, ya'ax yuuy	
Sapindales	Rutaceae	<i>Esenbeckia berlandieri</i>	palo verde, ya'ax-ha-xiu	
Sapindales	Rutaceae	<i>Pilocarpus racemosus</i>		
Sapindales	Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	limoncillo, xiik che'	
Sapindales	Sapindaceae	<i>Allophylus cominia</i>	palo de caja, ya'ax	





Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de Riesgo
Sapindales	Sapindaceae	<i>Cupania glabra</i>	cojote venado	
Sapindales	Sapindaceae	<i>Exothea diphylla</i>	guayo, kulinché, wayuum koox	
Sapindales	Sapindaceae	<i>Melicoccus oliviformis</i>	huaya	
Sapindales	Sapindaceae	<i>Paullinia pinnata</i>	barbasco, bejuco de siete corazones, chéen aak'	
Sapindales	Sapindaceae	<i>Serjania yucatanensis</i> *PBPY	chéen aak', chéen peek', k'an sep aak'	
Sapindales	Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	canchunup, cascarillo de montaña	
Sapindales	Simaroubaceae	<i>Simarouba glauca</i>	aceituna, aceituno, aceituno negrito	
Solanales	Convolvulaceae	<i>Cuscuta americana</i>	tripa de judas, k'an-le-kay	
Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomoea imperati</i>	campanilla blanca de playa, chokobkat	
Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomoea indica</i>	bejuco blanco, campanita, cola de ratón	
Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomoea pes-caprae</i>	bejuco de mar	
Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomoea steerei</i> *PBPY		
Solanales	Convolvulaceae	<i>Ipomoea violacea</i>	manto, riñonina	
Solanales	Convolvulaceae	<i>Jacquemontia pentantha</i>	aak'il xiiw, ak'il-xiu, campanilla azul	
Solanales	Convolvulaceae	<i>Jacquemontia verticillata</i>	sik' ke'el	
Solanales	Solanaceae	<i>Solanum americanum</i>	hierba mora, iik koox	
Solanales	Solanaceae	<i>Solanum donianum</i>	berenjena, cornetón del monte	
Solanales	Solanaceae	<i>Solanum erianthum</i>	salvadora, chal che'	
Vitales	Vitaceae	<i>Cissus gossypiifolia</i>	chak tuuk anil, xta' kanil	
Vitales	Vitaceae	<i>Cissus verticillata</i>	tripas de judas, táshac, ya'ax-tabkanil	





Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de Riesgo
Zygophyllales	Zygophyllaceae	<i>Guaiacum sanctum</i>	chuun, guayacán	A

FAUNA**Invertebrados****Artrópodos (Phylum Arthropoda)****Quelicerados (Subphylum Chelicerata)****Arañas (Clase Arachnida)**

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Araneae	Araneidae	<i>Gasteracantha cancriformis</i>	araña tejedora espinosa

Cacerolas de mar (Clase Xiphosura)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
Xiphosurida	Limulidae	<i>Limulus polyphemus</i>	cacerolita de mar	P

Hexápodos (Subphylum Hexapoda)**Insectos (Clase Insecta)**

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Coleoptera	Cerambycidae	<i>Anelaphus yucatecus</i>	
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Eurypepla brevilineata</i>	
Hymenoptera	Apidae	<i>Nannotrigona perilampoides</i>	abeja sin aguijón
Lepidoptera	Hesperiidae	<i>Hylephila phyleus</i>	saltarín
Lepidoptera	Lycaenidae	<i>Cupido comyntas</i>	mariposa azul con cola
Lepidoptera	Nymphalidae	<i>Marpesia petreus</i>	alas de daga rojiza
Lepidoptera	Papilionidae	<i>Heraclides ornythion</i>	parapente de orilla punteada





Orden	Familia	Especie	Nombre común
Lepidoptera	Pieridae	<i>Phoebis agarithe</i>	mariposa azufre de raya
Lepidoptera	Pieridae	<i>Pyrisitia lisa</i>	mariposa amarilla pequeña manchada
Lepidoptera	Sphingidae	<i>Hyles lineata</i>	polilla esfinge rayada
Odonata	Coenagrionidae	<i>Argia gaumeri</i>	caballitos del diablo

Crustáceos (Subphylum Crustacea)**Cangrejos (Clase Malacostraca)**

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Decapoda	Gecarcinidae	<i>Cardisoma guanhumi</i>	cangrejo azul de tierra

Moluscos (Phylum Mollusca)**Caracoles (Clase Gastropoda)**

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Cycloneritida	Neritidae	<i>Vitta virginea</i>	nerita, caracol

Vertebrados**Anfibios (Clase Amphibia)**

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
Anura	Bufonidae	<i>Incilius valliceps</i>	sapo costero	
Anura	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	sapo gigante	
Anura	Eleutherodactylidae	<i>Eleutherodactylus planirostris</i> ***	rana ladrona de invernadero	
Anura	Hylidae	<i>Dendropsophus microcephalus</i>	rana de árbol amarilla	
Anura	Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	rana arborícola mexicana	





Anura	Hylidae	<i>Trachycephalus typhonius</i>	rana arborícola lechosa	
Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	ranita hojarasca	
Anura	Microhylidae	<i>Hypopachus variolosus</i>	rana termitera	
Anura	Ranidae	<i>Lithobates berlandieri</i>	rana leopardo	Pr
Anura	Rhinophrynidae	<i>Rhinophrynus dorsalis</i>	rana boquita, sapo borracho	Pr

Reptiles (Clase Reptilia)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
Crocodylia	Crocodylidae	<i>Crocodylus acutus</i> ▲	cocodrilo de río	Pr
Crocodylia	Crocodylidae	<i>Crocodylus moreletii</i> ▲	cocodrilo de pantano	Pr
Squamata	Boidae	<i>Boa imperator</i>	mazacuata	A (Publicado en NOM-059-SEMARNAT 2010-Mod. Anexo Normativo III 2019 como <i>Boa constrictor</i>)
Squamata	Colubridae	<i>Drymobius margaritiferus</i>	culebra corredora de petatillos	
Squamata	Colubridae	<i>Masticophis mentovarius</i>	culebra chirriadora neotropical	
Squamata	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	toloch	
Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis sagrei</i> ***	abaniquillo pardo del Caribe	
Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis sericeus</i>	abaniquillo sedoso	
Squamata	Dipsadidae	<i>Conopsis lineatus</i>	culebra guardacaminos lineada	
Squamata	Gekkonidae	<i>Hemidactylus frenatus</i> ***	gecko casero	
Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i> ▲	iguana negra	A
Squamata	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i> ▲	iguana verde	Pr
Squamata	Natricidae	<i>Thamnophis proximus</i>	culebra acuática	A
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i> *PBPY	lagartija espinosa de puntos amarillos	
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus lundelli</i> *PBPY	lagartija espinosa yucateca	





Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
Squamata	Scincidae	<i>Mesoscincus schwartzei</i>	eslízón yucateco	
Squamata	Teiidae	<i>Cnemidophorus angusticeps</i>	huico yucateco	
Squamata	Teiidae	<i>Holcosus gaigae</i> *PBPY	lagartija arcoíris	
Testudines	Emydidae	<i>Trachemys scripta</i>	tortuga gravada	
Testudines	Emydidae	<i>Trachemys venusta</i>	jicotea yucataná	

Aves (Clase Aves)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo	Residencia
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo albonotatus</i>	aguililla aura	Pr	MI
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	aguililla gris		R
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	aguililla negra menor	Pr	R
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	milano tijereta	Pr	T
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranospiza caerulescens</i>	gavilán zancón	A	R
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Ictinia mississippiensis</i>	milano de mississippi	Pr	T
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	aguililla caminera		R
Accipitriformes	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i> ▲	águila pescadora		MI
Anseriformes	Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i> ▲	pijije ala blanca, pijije alas blancas		R
Anseriformes	Anatidae	<i>Mareca americana</i> ▲ (Publicado en el Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación como <i>Anas americana</i>)	pato chalcuán		MI
Anseriformes	Anatidae	<i>Mergus serrator</i> ▲	mergo copetón		MI
Anseriformes	Anatidae	<i>Spatula clypeata</i> ▲ (Publicado en el Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación como <i>Anas clypeata</i>)	pato cucharón norteño		MI





Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo	Residencia
Anseriformes	Anatidae	<i>Spatula discors</i> ▲ (Publicado en el Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación como <i>Anas discors</i>)	cerceta alas azules		MI
Apodiformes	Apodidae	<i>Chaetura vauxi</i>	vencejo de vaux		R
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	colibrí canela		R
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia yucatanensis</i>	colibrí yucateco		R
Apodiformes	Trochilidae	<i>Anthracothorax prevostii</i>	colibrí garganta negra		R
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chlorestes candida</i>	colibrí cándido		R
Apodiformes	Trochilidae	<i>Cynanthus canivetii</i>	esmeralda tijereta		R
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	chotacabras menor		R
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Nyctidromus albicollis</i>	chotacabras pauraque		R
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	zopilote aura		R
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes burrovianus</i>	zopilote sabanero	Pr	R
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	zopilote común		R
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius semipalmatus</i>	chorlo semipalmeado		MI
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	chorlo tildío		MI
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Pluvialis squatarola</i>	chorlo gris		MI
Charadriiformes	Jacanidae	<i>Jacana spinosa</i>	jacana norteña		R
Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	monjita americana		R
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	playero alzacolita		MI
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Arenaria interpres</i>	vuelvepedras rojizo		MI
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Bartramia longicauda</i> ▲	zarapito ganga		T
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris minutilla</i>	playero diminuto		MI
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Gallinago delicata</i> ▲	agachona común, agachona norteamericana		MI
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Tringa solitaria</i>	playero solitario		MI





Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo	Residencia
Ciconiiformes	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	cigüeña americana	Pr	MI
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	tortolita canela		R
Columbiformes	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	paloma arroyera		R
Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas flavirostris</i>	paloma morada		R
Columbiformes	Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i> ***	paloma turca de collar		NA
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i> ▲	paloma alas blancas		R
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle americana</i>	martín pescador verde		R
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle alcyon</i>	martín pescador norteño		MI
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>	martín pescador de collar		R
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	garrapatero pijuy		R
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	cuclillo canelo		R
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	halcón peregrino	Pr	MI
Falconiformes	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	halcón guaco		R
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	chachalaca oriental		R
Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica americana</i>	gallareta americana		MI
Gruiformes	Rallidae	<i>Gallinula galeata</i>	gallineta frente roja		MI
Gruiformes	Rallidae	<i>Laterallus ruber</i>	polluela canela		R
Gruiformes	Rallidae	<i>Porzana carolina</i>	polluela sora		MI
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	cardenal rojo		R
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cyanocompsa parellina</i>	colorín azulnegro		R
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	picogordo azul		MI
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	colorín sietecolores	Pr	MI
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina cyanea</i>	colorín azul		MI
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	piranga roja		MI
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>	chara verde		R
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	chara yucateca		R





Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo	Residencia
Passeriformes	Corvidae	<i>Psilorhinus morio</i>	chara pea		R
Passeriformes	Corvidae	<i>Psilorhinus morio</i>	chara pea		R
Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia affinis</i>	eufonia garganta negra		R
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	golondrina tijereta		T
Passeriformes	Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	tordo sargento		R
Passeriformes	Icteridae	<i>Amblycercus holosericeus</i>	cacique pico claro		R
Passeriformes	Icteridae	<i>Dives dives</i>	tordo cantor		R
Passeriformes	Icteridae	<i>Dolichonyx oryzivorus</i>	tordo arrozero		T
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus auratus</i> ^{*PBPY}	calandria dorso naranja		R
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus chrysater</i>	calandria dorso amarillo		R
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	calandria dorso negro menor		R
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	calandria dorso negro mayor		R
Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus prothemelas</i>	calandria caperuza negra		R
Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	tordo ojos rojos		R
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	zanate mayor		R
Passeriformes	Mimidae	<i>Dumetella carolinensis</i>	maullador gris		MI
Passeriformes	Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i> ^{*PBPY}	maullador negro	Pr	R
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	centzontle tropical		R
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis poliocephala</i>	mascarita pico grueso		R
Passeriformes	Parulidae	<i>Geothlypis trichas</i>	mascarita común		MI
Passeriformes	Parulidae	<i>Mniotilta varia</i>	chipe trepador		MI
Passeriformes	Parulidae	<i>Parkesia noveboracensis</i>	chipe charquero		MI
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	chipe rabadilla amarilla		MI
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga discolor</i>	chipe de pradera		MI
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga dominica</i>	chipe garganta amarilla		MI
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga magnolia</i>	chipe de magnolias		MI



Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo	Residencia
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga palmarum</i>	chipe playero		MI
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga petechia</i>	chipe amarillo		MI
Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga ruticilla</i>	pavito migratorio		MI
Passeriformes	Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>	perlita azulgris		R
Passeriformes	Thraupidae	<i>Coereba flaveola</i>	reinita mielera		R
Passeriformes	Thraupidae	<i>Sporophila moreletii</i>	semillero de collar		R
Passeriformes	Thraupidae	<i>Thraupis episcopus</i>	tangara azulgris		R
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	saltapared moteado		R
Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	zorzal de anteojos		T
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	mosquerito chillón		R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Contopus virens</i>	papamoscas del este		T
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	papamoscas triste		R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	papamoscas gritón		R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	papamoscas rayado común		MV
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiopagis viridicata</i>	mosquerito verdoso		R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	luisito común		R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	luis grande		R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	papamoscas cardenalito		R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Todirostrum cinereum</i>	mosquerito espatulilla común		R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus couchii</i>	tirano cuir		R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus couchii</i>	tirano cuir		R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus dominicensis</i>	tirano gris		T
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	tirano pirirí		R
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus tyrannus</i>	tirano dorso negro		T
Passeriformes	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	vireón cejas canela		R





Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo	Residencia
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo olivaceus</i>	vireo ojos rojos		T
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	vireo manglero	Pr	R
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	garza blanca		R
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	garza morena		MI
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Butorides virescens</i>	garcita verde		R
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Cochlearius cochlearius</i>	garza cucharón		R
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	garceta azul		MI
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta rufescens</i>	garceta rojiza, garza rojiza	P	R
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	garza dedos dorados		R
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta tricolor</i>	garceta tricolor		MI
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ixobrychus exilis</i>	avetoro menor	Pr	MI
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nyctanassa violacea</i>	garza nocturna corona clara, pedrete corona clara		R
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	garza tigre mexicana	Pr	R
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	pelicano café		R
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	ibis blanco		R
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Platalea ajaja</i> ▲	espátula rosada		MI
Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Plegadis falcinellus</i>	ibis cara oscura		MI
Piciformes	Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	carpintero lineado		R
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	carpintero cheje		R
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes pygmaeus</i> *PBPY	carpintero yucateco		R
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	zambullidor pico grueso		R
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	zambullidor menor	Pr	R
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i> ▲	loro frente blanca	Pr	R
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona autumnalis</i> ▲	loro cachete amarillo	A	R
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona xantholora</i> ▲*PBPY	loro yucateco	A	R





Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo	Residencia
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i> ▲ (Publicado en el Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación como <i>Aratinga nana</i>)	perico pecho sucio	Pr	R
Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	tecolote bajoño		R
Suliformes	Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	huizote		R
Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	fragata magnífica, fragata tijereta		MI
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Nannopterum auritum</i>	cormorán orejón		MI
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Nannopterum brasilianum</i>	cormorán neotropical		R
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon melanocephalus</i>	trogón cabeza negra		R

Mamíferos (Clase Mammalia)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Dicotyles crassus</i>	pecarí de collar	
Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	zorra gris	
Carnivora	Felidae	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	jaguarundi, leoncillo, onza	A
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	ocelote	P
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	tigrillo	P
Carnivora	Felidae	<i>Panthera onca</i> ▲	jaguar	P
Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	coatí	
Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	mapache	
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	murciélago frutero	
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	murciélago frugívoro gigante	
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	murciélago cola corta	
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	armadillo de nueve bandas	





Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	tlacuache sureño	
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	tlacuache	
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Philander vossi</i>	tlacuache cuatro ojos gris	
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i> subsp. <i>mexicana</i>	oso hormiguero	P
Rodentia	Cricetidae	<i>Handleyomys melanotis</i> *	rata arrocera de orejas oscuras	
Rodentia	Cricetidae	<i>Peromyscus leucopus</i>	ratón de patas blancas	
Rodentia	Cricetidae	<i>Peromyscus yucatanicus</i> * ^{PBPY}	ratón yucateco	
Rodentia	Cricetidae	<i>Reithrodontomys gracilis</i>	ratón cosechero delgado	
Rodentia	Cricetidae	<i>Sigmodon hispidus</i>	rata algodонера crespá	
Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	tepezcuintle	
Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	guaqueque centroamericano	
Rodentia	Erethizontidae	<i>Coendou mexicanus</i>	puercoespín tropical	A
Rodentia	Heteromyidae	<i>Heteromys gaumeri</i> *	ratón de abazones	
Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	ardilla yucateca	



B.2) Especies de flora y fauna en categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010

En la lista se integran taxones aceptados y válidos conforme a los sistemas de clasificación y catálogos de autoridades taxonómicas correspondientes a cada grupo biológico.

Las categorías de riesgo se presentan con las siguientes abreviaturas: A: amenazada; Pr: sujeta a protección especial; P: en peligro de extinción y E: probablemente extinta en el medio silvestre.

Se indican con un triángulo (▲) las especies prioritarias conforme al Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación publicada el 5 de marzo de 2014.

Las especies endémicas de México se indican con un asterisco (*), además, se agrega la abreviatura PBPY (*PBPY) a los taxones endémicos a la Provincia Biótica de la Península de Yucatán, cuya distribución comprende los estados mexicanos de Campeche, Quintana Roo y Yucatán y los departamentos de Belice, Corozal y Orange Walk en Belice y el departamento del Petén en Guatemala (Carnevali *et al.*, 2010).

En el caso de las aves, se indica el estatus de residencia con las siguientes abreviaturas: Residente (R), Migratoria de Invierno (MI), Migratoria de Verano (MV) y Transitoria (T).

FLORA

Plantas vasculares (División Tracheophyta)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de Riesgo
Arecales	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i> *PBPY	nakax, náaj k'aax, palma nakás	A
Arecales	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	palma chit, ch' iit, ch' iit xa' an	A
Asparagales	Asparagaceae	<i>Beaucarnea pliabilis</i> *PBPY	despeinada, tsiipil	A
Asparagales	Orchidaceae	<i>Vanilla planifolia</i> ▲	vainilla, sisbik-k'aax	Pr
Lamiales	Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i> ▲	mangle negro, mangle prieto	A
Malpighiales	Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i> ▲	mangle rojo, ta'ab che'	A
Myrtales	Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i> ▲	mangle botoncillo, k'an che'	A
Myrtales	Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i> ▲	mangle blanco	A





Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de Riesgo
Sapindales	Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	amargoso, ciruelo, culebra, culinzís	A
Sapindales	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	cedro	Pr
Zygophyllales	Zygophyllaceae	<i>Guaiacum sanctum</i>	chuun, guayacán	A

FAUNA**Invertebrados****Artrópodos (Phylum Arthropoda)****Quelicerados (Subphylum Chelicerata)****Cacerolas de mar (Clase Xiphosura)**

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
Xiphosurida	Limulidae	<i>Limulus polyphemus</i>	cacerolita de mar	P

Vertebrados**Anfibios (Clase Amphibia)**

Orden	Familia	Especie o infraespecie	Nombre común	Categoría de riesgo
Anura	Ranidae	<i>Lithobates berlandieri</i>	rana leopardo	Pr
Anura	Rhinophrynidae	<i>Rhinophrynus dorsalis</i>	rana boquita, sapo borracho	Pr

Reptiles (Clase Reptilia)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
Crocodylia	Crocodylidae	<i>Crocodylus acutus</i> ▲	cocodrilo de río	Pr
Crocodylia	Crocodylidae	<i>Crocodylus moreletii</i> ▲	cocodrilo de pantano	Pr





Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
Squamata	Boidae	<i>Boa imperator</i>	mazacuata	A (Publicado en NOM-059-SEMARNAT 2010-Mod. Anexo Normativo III 2019 como <i>Boa constrictor</i>)
Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i> ▲	iguana negra	A
Squamata	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i> ▲	iguana verde	Pr
Squamata	Natricidae	<i>Thamnophis proximus</i>	culebra acuática	A

Aves (Clase Aves)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo	Residencia
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo albonotatus</i>	aguililla aura	Pr	MI
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	aguililla negra menor	Pr	R
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	milano tijereta	Pr	T
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoospiza caerulescens</i>	gavilán zancón	A	R
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Ictinia mississippiensis</i>	milano de mississippi	Pr	T
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes burrovianus</i>	zopilote sabanero	Pr	R
Ciconiiformes	Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	cigueña americana	Pr	MI
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	halcón peregrino	Pr	MI
Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	colorín sietecolores	Pr	MI
Passeriformes	Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i> *PBPY	maullador negro	Pr	R
Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	vireo manglero	Pr	R
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta rufescens</i>	garceta rojiza, garza rojiza	P	R
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ixobrychus exilis</i>	avetoro menor	Pr	MI
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	garza tigre mexicana	Pr	R
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	zambullidor menor	Pr	R
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i> ▲	loro frente blanca	Pr	R





Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo	Residencia
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona autumnalis</i> ▲	loro cachete amarillo	A	R
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona xantholora</i> ▲*PBPY	loro yucateco	A	R
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i> ▲ (Publicado en el Acuerdo por el que se da a conocer la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación como <i>Aratinga nana</i>)	perico pecho sucio	Pr	R

Mamíferos (Clase Mammalia)

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
Carnivora	Felidae	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	jaguarundi, leoncillo, onza	A
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	ocelote	P
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	tigrillo	P
Carnivora	Felidae	<i>Panthera onca</i> ▲	jaguar	P
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i> subsp. <i>mexicana</i>	oso hormiguero	P
Rodentia	Erethizontidae	<i>Coendou mexicanus</i>	puercoespín tropical	A





C) FOTOGRAFÍAS DE ESPECIES Y ECOSISTEMAS



Figura 46. Vista panorámica del manglar aledaño a la Laguna de Nichupté





Figura 47. Densidad de manglar dentro del polígono de la propuesta de APFF San Buenaventura

