

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Marco teórico para el análisis de beneficios

La valoración económica del medio ambiente se dificulta porque los bienes naturales, en general, carecen de mercado, es decir, no existe un mecanismo que les asigne un precio como expresión de valor. Las fallas del mercado o la inexistencia de este para el caso de los bienes y casi todos los servicios ambientales que suministran los ecosistemas que albergan las áreas protegidas, no tienen un valor de transacción identificable por los agentes económicos. Por esta razón se les percibe como bienes infinitos y gratuitos.¹

Con el fin de identificar la importancia del capital natural y de internalizar como sociedad, el hecho de que su degradación (depreciación) significaría una pérdida de bienestar, se han realizado esfuerzos para valorar sus funciones de forma aproximada, partiendo de ciertas características:

- Forman parte de la función de producción de gran cantidad de bienes económicos, son la base de innumerables procesos productivos y participan en la producción, distribución y consumo de bienes.
- Son receptores de residuos y desechos de toda clase, tanto de la actividad consuntiva como productiva, hasta cierto límite, y que gracias a su capacidad de asimilación, pueden absorberse.
- Proporcionan satisfactores que pueden incluirse en la función de utilidad individual.
- Constituyen un sistema natural integrado que permite sostener toda clase de vida.

Para la valoración de los recursos naturales, se deben tener en cuenta además, tres consideraciones especiales: la posibilidad de agotamiento irreversible del recurso, la dificultad de conocer con certeza cuál puede ser su evolución futura (incertidumbre) y la singularidad y endemismo de algunos bienes, definida como la existencia única y agotable del recurso.

Las consideraciones y características descritas, permiten identificar fuentes de valor para los bienes naturales:²

¹ Fernando León Morales. El Aporte de las Áreas Naturales Protegidas a la Economía Nacional. Instituto Nacional de Recursos Naturales. Perú. 2007.

² The World Conservation Union. Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 2. Economic Values of Protected Areas. UK. 1998.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Valores de uso directo.

Valor de uso. Los valores de uso directo, son el tipo de valor que tiene un fundamento teórico más sólido y sobre el que existe menos discusión. Esto se debe a que son valores de bienes y servicios que se reconocen de manera inmediata, a través del consumo del recurso o del disfrute directo del servicio. Existe así mismo la clasificación del valor de uso directo en valor de uso extractivo y valor de uso no extractivo. A su vez, los valores de uso extractivo se pueden subdividir en los que son una producción final y los que son producción intermedia.³ El valor de uso se refiere al valor que se le asigna a los bienes naturales por proporcionar bienes o servicios en el presente.

Valor de opción. Se refiere a los bienes ambientales cuya pérdida es irreversible y, en particular, cuando el bien tiene características únicas. Los individuos pueden mostrar un interés por la conservación, derivado no sólo del uso que actualmente hacen de dicho bien y del que esperan hacer en el futuro, sino del hecho de mantener abierta la posibilidad de utilizarlo en el futuro. Cuando el valor de opción va ligado a la posible nueva información que se adquiera en el futuro, se le conoce como valor de cuasi-opción, por ejemplo, en el caso de los arrecifes, bosques, manglares y selvas, este valor resulta de suma importancia para actividades de bioprospección de industrias como la farmacéutica, ya que estos ecosistemas funcionan como un banco de información en el que se almacenan recursos genéticos que pueden funcionar como futuros medicamentos.

Valor de legado (*bequest value*). Se refiere al valor que se le da a un recurso natural por la posibilidad de que otros lo disfruten en el futuro.

Valor de existencia. Otro componente del valor que deriva de que los individuos simplemente se preocupen, por los motivos que sean, por la existencia de un determinado bien ambiental, independientemente de que se piense que tiene alguna utilidad actual o futura.

Valores de uso indirecto.

Los valores de uso indirecto se refieren a los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios de los ecosistemas y de las funciones del hábitat. A diferencia del valor de uso directo, el indirecto generalmente no requiere del acceso físico del usuario al recurso natural, pero sí de la existencia del recurso en buenas condiciones.

³ Enrique Sanjurjo Rivera. Valoración Económica de Servicios Ambientales prestados por Ecosistemas: Humedales en México. México. 2001. http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgipea/val_eco_hume.pdf

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Los valores de uso indirecto se pueden clasificar en valores ambientales y valores ecosistémicos. Entre los **valores ambientales** (comúnmente conocidos como servicios ambientales), destacan el filtrado de aguas residuales y el funcionamiento de ecosistemas como criadero de especies de interés comercial para el hombre; adicionalmente existen otras funciones ambientales como el control de plagas, el control de inundaciones y la protección contra tormentas. Por otra parte, entre los **valores ecosistémicos** se encuentran la fijación de carbono de la atmósfera, el ciclaje de nutrientes, su fijación en los suelos y la auto preservación del ecosistema.

Sobre el valor de los bienes y servicios ambientales que proveen las áreas naturales protegidas.

Una vez identificadas las fuentes de valor de los servicios y bienes ambientales que proveen las áreas protegidas, es posible realizar una aproximación a su valor económico total mediante la suma de los valores individuales que es posible identificar para los componentes de los ecosistemas.

Formalmente, los métodos para realizar la valoración económica para estos componentes y que parten del análisis de la disponibilidad a pagar de la sociedad, así como de las preferencias individuales ante cambios en la disponibilidad de estos bienes, pueden dividirse en:

Tabla 1. Valoración económica de los bienes y servicios ambientales.

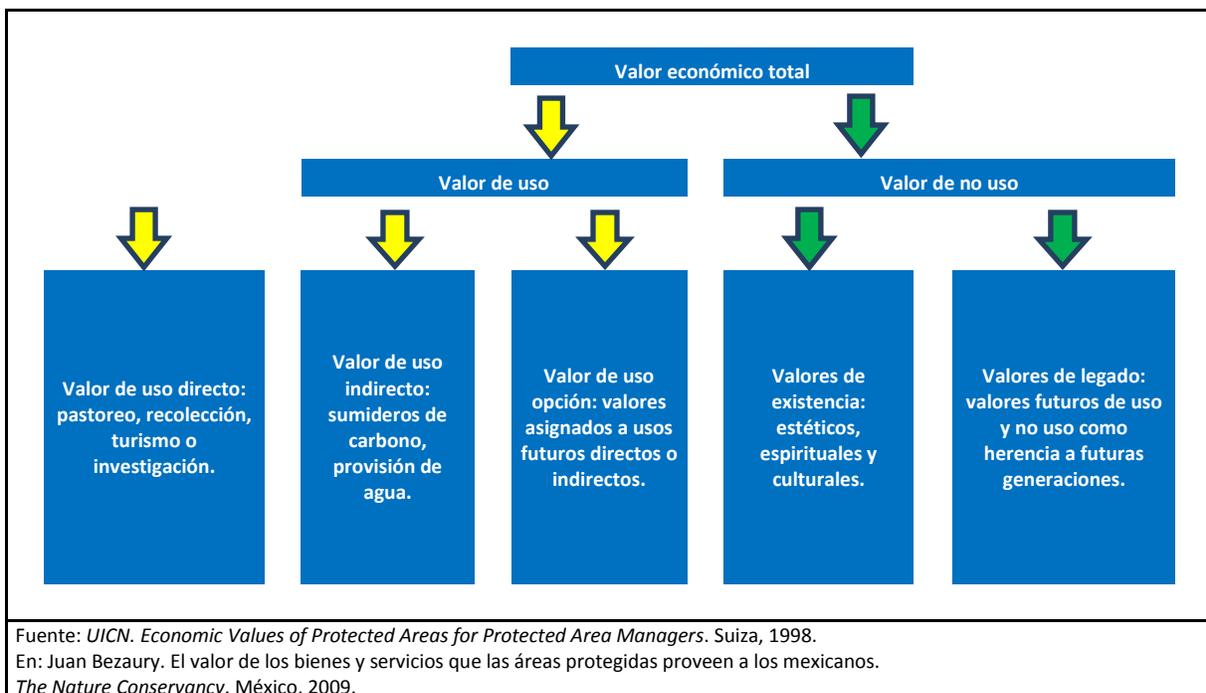
Valoración Económica de los bienes y servicios ambientales		
Métodos	Preferencias reveladas	Preferencias declaradas
	El usuario revela su preferencia en algún mercado existente	El usuario declara su preferencia en un mercado hipotético
Directos	Precios de mercado Función de producción Subastas	Valoración Contingente Referendum
Se acude directamente a la fuente de información para extraer el valor.		
Indirectos	Costo de viaje Precios hedónicos Costos evitados	Análisis de experimentos de selección
El valor se extrae de forma transversal al usuario		
Fuente: Gabriela López Haro. Modificado de: Curso Herramientas Económicas para la Conservación de los Ecosistemas. Recursos Naturales y Valoración de los Ecosistemas. <i>Conservation Strategy Fund</i> -UNAM. México. 2014.		

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Este tipo de herramientas de valoración tienen como objetivo proporcionar a los tomadores de decisiones una métrica común para expresar los costos y beneficios de intervenciones de política pública que tengan efectos sobre los recursos naturales. Si bien no existen estudios en los que se hayan cuantificado los valores monetarios que representan los ecosistemas mexicanos representados dentro del área de protección de flora y fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel, es importante tener en consideración la existencia de estas **fuentes de valor** o **beneficios**, como fundamento para la definición de lineamientos que permitan la planificación y ordenamiento de usos y actividades relacionados con la biodiversidad existente en esta área protegida, a fin de fortalecer su conservación y evitar su degradación. (Figura 1).⁴ Con base en este esquema de valoración, en el siguiente apartado se desglosarán los beneficios derivados de la regulación propuesta, asociando la descripción de cada beneficio a una de las categorías de valor antes descritas.

Figura 1. Valor económico total de los bienes y servicios ambientales que albergan las áreas protegidas.



⁴ Estos lineamientos se establecen en el Acuerdo Secretarial por el que se da a conocer el Resumen de su Programa de Manejo, materia de la presente Manifestación de Impacto Regulatorio.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Beneficios cuantificables

Beneficio.

Descripción: Valor de uso directo.

Derivado de la conservación de aproximadamente 3,000 hectáreas de manglares con una mayor cobertura en la zona de Punta Norte, abundantes en especies de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y mangle negro (*Avicennia germinans*), todas inscritas en la categoría de **amenazada** de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, definidos como costos evitados para la Administración Pública Federal.

Grupo beneficiado:

Directamente: Gobierno Federal, por la reducción en las asignaciones presupuestales destinadas a reforestación o restauración y mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Economía Mexicana, por la reducción en las erogaciones del Ejecutivo Federal en gastos de remediación del medio ambiente.⁵

Indirectamente: Población de la República Mexicana por el aumento en la disponibilidad de presupuesto federal que puede asignarse a diferentes programas de política pública financiados por el Gobierno Federal (costo de oportunidad del Presupuesto Federal).

Cuantificación:

Aunque algunos de los bienes ambientales no tengan valor de mercado identificable, son susceptibles de ser medidos en términos monetarios, debido a que pueden estar íntimamente relacionados con otros bienes o servicios que sí tienen un valor definido, ya sea, porque se conforman en sustitutos de aquellos en una función de producción, o forman parte de la utilidad de las personas. Cuando los valores correspondientes a los cambios de la calidad ambiental, se convierten en costos en los que se debe incurrir, a efectos de evitar ese cambio en la calidad ambiental, se habla de costos evitados.⁶

⁵ Para una referencia sobre los montos presupuestales asignados a la protección ambiental por rama de actividad en México, consultar: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas. Gastos de Protección Ambiental por rama de actividad.

⁶ Informe final elaborado en el marco de la "Consultoría para transferir experiencias internacionales de pagos por servicios ambientales (PSA) y desarrollar las bases de dos estudios de casos", dentro del proyecto Bosques Nativos y Áreas Protegidas. Ministerio de Medio Ambiente. República de Argentina. 2007.

<http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/PBVyAP/File/PSA/Primera%20parte.pdf>

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Para elaborar este ejercicio de cuantificación, estableceremos los siguientes supuestos:

- El costo de reemplazar el ecosistema de manglar constituye una aproximación útil y válida de su valor económico.
- El costo de reemplazo es internalizado en su totalidad por el Gobierno Federal, a través del presupuesto público destinado a reforestación o restauración.
- Las asignaciones presupuestales tienen un costo de oportunidad para la sociedad, y las distintas alternativas inciden sobre la función de utilidad social.
- Los cambios en la calidad ambiental del ecosistema inciden sobre la producción de bienes que tienen un valor de mercado, principalmente en la función de producción de recursos pesqueros, por lo que el Gobierno Federal tiene incentivos a realizar su reemplazo o restauración, en caso de algún daño.⁷

Mediante “Acuerdo por el que se expiden los costos de referencia para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación”,⁸ el Gobierno Federal estableció el costo de referencia para restauración o reforestación en pesos por hectárea, para manglares en \$59,992.23.

Este costo de referencia corresponde a la suma de los costos de las actividades de restauración de suelos, reforestación, mantenimiento, protección y asistencia técnica. Un supuesto adicional se requiere para presentar este valor económico y se refiere a que las 3,000 hectáreas de manglar que alberga el área protegida de Porción Norte, sufre en su totalidad de daños irreversibles por actividades antropogénicas y por el impacto de fenómenos naturales. Considerando que el costo por restauración de hectárea de manglar asciende a \$59,992.23, el costo total por restauración de 3,000 hectáreas de manglar sería de \$179,976,690.00. De acuerdo a este cálculo, el establecer lineamientos para la conservación de vegetación de manglar dentro del área de protección de flora y fauna, evitará al Gobierno Federal una erogación futura de al menos \$179,976,690.00, por actividades de restauración y reforestación, con fines de evitar cambios en la calidad ambiental del ecosistema, evitando el detrimento de insumos que forman parte de una función de producción y afectando la utilidad de la sociedad en su conjunto.

⁷ Adaptado de: Estela Cristeche *et al.* Métodos de valoración económica de los servicios ambientales. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. República de Argentina. 2008.

⁸ Diario Oficial de la Federación del 31-07-2014.

**Programa de Manejo
Área de Protección de Flora y Fauna
la porción norte y la franja costera oriental,
terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.**

Figura 2. Ecosistemas de manglar en el área de protección de flora y fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.



Fuente: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Beneficio.

Descripción: Valor de uso directo.

Derivados de la continuidad en el otorgamiento de subsidios del Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible PROCODES, instrumento de la política pública que promueve la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, mediante la participación directa y efectiva de la población local en los procesos de gestión del territorio; en el aprovechamiento sustentable de los recursos; la protección y restauración de los mismos y de la valoración económica de los servicios ambientales que éstos prestan a la sociedad, de forma tal que se generen oportunidades productivas alternativas y se contribuya a mejorar la calidad de vida de los habitantes en las Áreas Naturales Protegidas, sus zonas de influencia y Regiones Prioritarias para la Conservación.⁹

⁹ ACUERDO por el que se establecen las Reglas de Operación del Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCODES). Diario Oficial de la Federación. 29-12-2014. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5377608&fecha=29/12/2014

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Grupo beneficiado/sujetos de apoyo:

Si bien dentro del área protegida no existen asentamientos humanos, los subsidios PROCODES podrán beneficiar a los habitantes de la zona de influencia, entendida esta como *“superficies aledañas a la poligonal de un Área Natural Protegida (ANP) que mantienen una estrecha interacción social, económica y ecológica con ésta”*,¹⁰ principalmente la localidad de San Miguel Cozumel.

Evaluación cuantitativa:

Los recursos PROCODES se dedican a promover el desarrollo sostenible de las localidades asentadas dentro de las áreas protegidas y en su zona de influencia, fomentando la adopción y práctica de actividades productivas alternativas apropiadas a sus características ecológicas y económicas, así como a fortalecer las capacidades locales de gestión, a través de la participación equitativa de mujeres y hombres en la planeación y programación de las acciones institucionales y sociales en torno a objetivos comunes para la conservación y el desarrollo sostenible. Para reportar el monto esperado de beneficios otorgados por este concepto, se utilizó información proporcionada por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas en el Avance Físico Financiero del Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible al 3er trimestre de 2014 (Tabla 2).¹¹

El monto esperado se reporta considerando la cifra total de recursos otorgada para el 2014, bajo el supuesto de que las asignaciones anuales en el futuro, serán al menos equivalentes a este monto, con el fin de promover de forma continua, el desarrollo sostenible de las localidades ubicadas en la zona de influencia del área protegida. Los límites superior e inferior se reportan con base en la mayor y menor cantidad asignada por este concepto respectivamente, para el año para el que se tiene registro.¹²

Beneficios esperados por otorgamiento de subsidios PROCODES	
Monto esperado	641,535.00
Límite inferior	39,926.00
Límite superior	180,000.00

¹⁰ *Op cit.*

¹¹ http://www.conanp.gob.mx/acciones/pdf/pdf_procodes/procodes_2014/AFFM_3ER_TRIMESTRE_PROCODES.pdf

¹² Para consultar los Datos de Identificación del Programa: fin, propósito, componentes y actividades se recomienda visitar: <http://www.sistemas.hacienda.gob.mx/ptpsed/datosPrograma.do?ciclo=2014&r=16&ip=S&p=046&msd=4.28957142857143>

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

**Tabla 2. Proyectos financiados por el Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible
área de protección de flora y fauna la porción norte
y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel. 2014.**

Recursos otorgados por concepto de subsidios PROCODES área de protección de flora y fauna Porción Norte Isla de Cozumel					
Estado	Año	Municipio	Localidad	Estudio Técnico, Proyecto o Curso de Capacitación	Monto aprobado
Quintana Roo	2014	Cozumel	Cozumel	Estudio sobre el esfuerzo pesquero de la cooperativa pesquera de Cozumel.	\$ 116,000.00
Quintana Roo	2014	Cozumel	Cozumel	Determinación de la dinámica costera de la costa oriental del área protegida desde Mezcalitos a Punta Molas.	\$ 116,000.00
Quintana Roo	2014	Cozumel	Cozumel	Capacitación, compra de equipo y monitoreo comunitario de aves.	\$ 109,609.00
Quintana Roo	2014	Cozumel	Cozumel	Limpieza de playas en la zona oriental del área protegida.	\$ 39,926.00
Quintana Roo	2014	Cozumel	Cozumel	Mantenimiento de embarcaciones, adquisición de equipos y artes de pesca.	\$ 80,000.00
Quintana Roo	2014	Cozumel	Cozumel	Equipamiento para empaque y venta de pez león.	\$ 180,000.00
Total 2014					\$ 641,535.00
Fuente: Cierre del Avance Físico Financiero al tercer trimestre PROCODES 2014. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México. http://www.conanp.gob.mx/acciones/pdf/pdf_procodes/procodes_2014/AFFM_3ER_TRIMESTRE_PROCODES.pdf					

Cabe señalar que los PROCODES generan tres tipos de efectos positivos sobre los beneficiarios y los recursos naturales:

- Efectos directos sobre el ambiente y el ingreso de los beneficiarios:

Derivados de proyectos con componente ambiental en el que se utilizan los bienes naturales como insumo o como producto final.

- Efectos directos sobre el ambiente e indirectos sobre el ingreso de los beneficiarios:

Derivados de proyectos de conservación ambiental que tienen un efecto positivo sobre la producción pero que no reditúan directamente sobre el ingreso de los beneficiarios (por ejemplo, proyectos de conservación de suelos).

- Efectos directos o indirectos sobre el ambiente e indirectos sobre el ingreso de los beneficiarios:

Derivados de proyectos que detienen la presión sobre los recursos y que afectan de manera indirecta la carga de trabajo o el gasto familiar.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Por último, resulta importante señalar que de acuerdo al **Informe de la Evaluación Específica de Desempeño 2012 – 2013 realizada por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo (CONEVAL)**, el PROCODES procura conciliar la generación de ingresos a nivel rural a la vez de conservar los ecosistemas. Lo anterior se considera relevante porque busca generar un doble dividendo. Por una parte contribuye a revertir las grandes presiones de degradación y agotamiento de los ecosistemas. Por la otra, está enfocado a atender personas con mayores grados de marginación y pobreza. El programa se ha mostrado flexible a atender las recomendaciones que se le han hecho en diversas evaluaciones, lo cual fue reconocido por CONEVAL mismo, al otorgarle un reconocimiento por "Buenas prácticas en el uso de los resultados del monitoreo y evaluación en el ciclo de las políticas públicas".¹³

La misma fuente señala que el programa atiende una problemática clara. Se justifica plenamente su existencia pues **busca el desarrollo de capacidades y la creación de bienes públicos**, lo cual es una tarea inherente del gobierno. Es suficientemente flexible a atender recomendaciones de mejora. El programa se ha apropiado de la importancia que tiene realizar una evaluación de impacto y está realizando acciones concretas para llevarla a cabo.¹⁴

Beneficio.

Descripción: Valor de uso directo.

Continuidad en los ingresos generados por la pesquería de langosta espinosa y por la captura de especies de escama entre las que destacan mero, cabrilla, abadejo y cherna, que se llevan a cabo dentro del área protegida. Ello derivado de la delimitación de las subzonas autorizadas para el aprovechamiento pesquero, de acuerdo con las necesidades de conservación y recuperación que se han detectado dentro del área, así como por el uso de artes de pesca compatibles con las necesidades de reclutamiento de poblaciones y con las que se minimiza la captura incidental. Estas medidas de manejo permitirán reducir el efecto de las pesquerías sobre el ecosistema y lograr en el largo plazo un rendimiento sostenible de esta importante actividad económica.

Grupo beneficiado:

De acuerdo con información proporcionada por la Dirección del área protegida, miembros de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel S.C. de R.L. (permiso para escama y langosta) y de la Sociedad Cooperativa Escamera Isla de la Pasión, además de cuatro permisionarios independientes (permiso para escama) con un total de 306 personas ocupadas bajo ambos esquemas. Bajo el supuesto de que cada uno de los pescadores sea el soporte económico para una familia de al menos cuatro integrantes, la actividad representa el sostén para 1,224 personas.

¹³ http://www.conanp.gob.mx/contenido/pdf/16_S046_Ejecutivo.pdf

¹⁴ *Op cit.*

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Evaluación cuantitativa:

La pesca comercial en el área protegida para especies de escama se realiza con equipo de buceo autónomo, arpón, línea de mano y palangre. Para el caso de langosta se utiliza también equipo de buceo autónomo, gancho, jamo y el arpón. Estas actividades se realizan principalmente en la zona norte y en la parte oriental del Área de Protección de Flora y Fauna a excepción de las zonas de lagunas. Debido a que no se cuenta con información de los avisos de arribo, registrados por CONAPESCA, correspondientes al volumen de pesca dentro del área protegida, para reportar el valor aproximado de la producción pesquera se utilizará la información proporcionada a la Dirección del Área mediante encuestas realizadas directamente con pescadores al pie de playa. En estas encuestas se reportó la producción mensual para langosta espinosa, mero, cabrilla, abadejo y cherna aleta amarilla. Cabe resaltar que para la captura de especies de escama únicamente se consiguió información sobre el volumen total anual (12 toneladas), así que para fines de la presente cuantificación, fue necesario establecer el supuesto de que el volumen de captura para cada especie es el mismo (tres toneladas).

Tabla 3. Valor de la producción anual de la pesca comercial, área de protección de flora y fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel 2015.

Valor de la producción anual de la pesca comercial, área de protección de flora y fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel 2015.			
Especie	Volumen de producción (kilos)	Precio (\$*kilo) *	Valor de la producción anual
Langosta espinosa	20,000	120.00	2,400,000.00
Mero	3,000	65.00	195,000.00
Cabrilla	3,000	40.00	120,000.00
Abadejo	3,000	70.00	210,000.00
Cherna aleta amarilla	3,000	110.00	330,000.00
Total			3,255,000.00

Fuente: Cálculos propios con base en información reportada por la Dirección del área de protección de flora y fauna.
* Precio de origen para pescados marinos y crustáceos, reportados en Mérida Yucatán y en Campeche.
Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados SNIIM.
Fecha de consulta: 09-03-2015.
<http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/>

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Con base en esta información se calculó el volumen anual aproximado de captura por especie y utilizando el precio de origen para pescados marinos y crustáceos, reportado en Mérida Yucatán y Campeche, en el Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM),¹⁵ es posible entonces presentar el valor de la producción. Considerando que los precios reportados no sufran variaciones sustanciales y bajo el supuesto de que la captura anual futura por especie ascienda al menos a los volúmenes reportados para marzo de 2015, el valor de la producción anual, como una aproximación a los beneficios económicos derivados de la pesca comercial dentro del área de protección de flora y fauna asciende a **\$3,255,000.00**.

Ingresos anuales esperados por pesca comercial	
Monto esperado	3,255,000.00
Límite inferior	3,255,000.00
Límite superior	3,255,000.00

Cabe resaltar que la cuantificación se presenta únicamente con fines de dimensionar la importancia económica de la actividad pesquera y para justificar la importancia de delimitar subzonas en las que esté autorizada, con fines de dar continuidad a una fuente de ingresos para la población de la zona de influencia de esta área protegida, al tiempo que se promueve un mejor conocimiento de la dinámica poblacional de los recursos pesqueros, y la mínima ocurrencia de captura incidental de especies y tallas no objetivo, así como la formación de capacidades técnicas y humanas para que los productores hagan un manejo abordo y postcaptura que asegure la calidad óptima del recurso. Por último se buscará generar las condiciones para que los pescadores, en un tipo de *esquema de autorregulación*, puedan regular sus volúmenes de captura sin que sus ingresos económicos sufran deterioro.

Así mismo, dentro del instrumento regulatorio propuesto se especifica que los pescadores sólo podrán utilizar las artes y equipos de pesca autorizados por la SAGARPA y deberán sujetarse estrictamente a lo establecido en la autorización correspondiente, y se establece la prohibición de la actividad en el Polígono 1 Lagunas de Ixpalbarco-Camino a Punta Molas de la Subzona de Preservación Lagunar y Costera.

¹⁵ <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/>

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Beneficio.

Descripción: Valor de uso directo.

Continuidad en los ingresos generados por las actividades de pesca deportiva, únicamente de especies de escama. Ésta se realiza en la porción norte y oriental del Área de Protección de Flora y Fauna durante todo el año y se capturan pez vela (*Istiophorus platypterus*), pez espada (*Xiphias gladius*), marlín azul (*Makaira nigricans*) y blanco (*Kajikia albida*), atún aleta amarilla y negra (*Tunnus* sp.), dorado (*Coryphaena hippurus*) y picuda o barracuda (*Sphyrna barracuda*). La captura se realiza con embarcaciones menores y con cañas de pesca en mar abierto proporcionando este servicio cooperativas de pesca deportiva y embarcaciones privadas. Cabe resaltar que dentro del instrumento regulatorio propuesto se especifica que:

- La pesca deportivo-recreativa se podrá efectuar únicamente en la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de Recursos Naturales Marina y que
- De ninguna manera se podrá realizar en las estructuras arrecifales.
- En el Polígono 2 Lagunas del Norte I y Polígono 3 Lagunas del Norte II de la Subzona de Preservación Lagunar y Costera, se permitirá la pesca deportivo-recreativa únicamente de captura y liberación.

Grupo beneficiado:

Integrantes de las Cooperativa de Prestadores de Servicios Turísticos y Guías Profesionales de Pesca Deportiva y Recreativa S.C. de R.L., Península Isla de la Pasión S.E. de C.V., Sociedad Cooperativa de Producción de Bienes y Servicios Arrecifes de Sian Ka'an S.C. de R.L. de C.V. y "Cozumel Flying Fishing", entre otras.

Evaluación cuantitativa:

De acuerdo con un sondeo realizado entre diversas agencias prestadores de servicios turísticos de pesca deportivo-recreativa en la Isla de Cozumel, la experiencia de pesca en mar abierto con tours de seis horas incluyendo el equipo de pesca y carnada, además de bebidas y refrigerio, tiene un precio promedio es de \$6,000 por embarcación de hasta seis pasajeros. Las lanchas disponen de GPS y radar de peces. Debido a que no se cuenta con un registro del número de tours que se llevan a cabo cada año dentro del área protegida, se tomará, con fines de cuantificar esta actividad, la información contenida en *La Pesca Deportivo-Recreativa en Quintana Roo, México*.¹⁶

¹⁶ Román Medina Matos. La Pesca Deportivo-Recreativa en Quintana Roo, México. Departamento de Fomento Pesquero. Subdelegación de Pesca, SAGARPA. Quintana Roo. México. http://aquaticcommons.org/13637/1/gcfi_55-17.pdf

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

De acuerdo a esta publicación, cada año se registran 250 embarcaciones para realizar la pesca de altura en zonas turísticas como Cancún, Isla Mujeres, Cozumel y Solidaridad. Como supuesto de cálculo consideraremos que, de cada uno de estos destinos parten igual cantidad de embarcaciones, por lo que del área de protección de flora y fauna, consideramos que al menos parten 62 embarcaciones. Considerando entonces un precio medio de \$6,000.00, los ingresos económicos generados por la pesca deportivo-recreativa son de al menos \$372,000.00 cada año.

Esta actividad resulta de especial importancia pues es una alternativa económica para los pescadores que fomenta el arraigo en las comunidades y diversifica las oportunidades de empleo. Adicional a ello, se trata de una actividad que se practica con fines de esparcimiento y que vincula al ser humano con la naturaleza, principalmente con el mar y sus recursos.

Figura 3. *Istiophorus platypterus*, especie de interés para la pesca deportivo-recreativa en el área de protección de flora y fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.



Fuente: http://www.norbertwu.com/nwp/subjects/sailfish_web/originals/1453.JPG
©Avi Klapfer / Norbert Wu Productions, www.norbertwu.com

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Beneficio.

Descripción: Valor de uso directo.

Ingresos generados por el cultivo y venta de ostra perlera del Caribe (*Pinctada radiata*), que se cultiva en colectores y cajas de engorda colocadas en mar abierto, dentro del área de protección de flora fauna en lo que corresponde a la Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Marina y Costera.

Grupo beneficiado:

Inversionistas de la empresa Qualti, S.A. de C.V., Innovaciones Marinas. Empleos directos generados por el cultivo de ostra perlera, al momento se registran diez personas ocupadas en esta actividad. Comunidades costeras que a futuro logren integrarse en la dinámica productiva del cultivo de la ostra.

Evaluación cuantitativa:

La Granja Perlera Qualti inició actividades en el año 2004 en la Isla de Cozumel, Quintana Roo con la finalidad de investigar y desarrollar el sistema de cultivo de la ostra perlera del Caribe *Pinctada radiata*. En octubre del 2005 el huracán Wilma destruyó todas las instalaciones de la granja, obligándolos a desarrollar sistemas de anclajes marinos e instalaciones terrestres.¹⁷

Figura 4. Sistema de anclaje marino para el cultivo de ostra perlera.



Fuente: <http://www.qualti.com.mx/esp/granja-de-perlas.cfm>

¹⁷ <http://www.qualti.com.mx/esp/granja-de-perlas.cfm>

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

A partir de que la empresa inició operaciones en el año 2003, se ha logrado una producción de 500 medias perlas, con una colecta inicial de 150,000 ostras. Cabe señalar que la cosecha de perlas se da entre los tres y los ocho años a partir de la siembra del cuerpo extraño en la ostra y que los procesos de la empresa aún se encuentran en fase de prueba e investigación, por lo anterior la cifra de producción pareciera ser baja durante este periodo. Para presentar un monto aproximado a los ingresos generados por esta actividad en el momento óptimo de producción de la empresa, se hará referencia a lo señalado en el *Cultivo de Ostras Perleras y Perlicultura, del Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur*¹⁸: el rendimiento óptimo de una granja perlera con capacidad de manejar de 15 a 20 mil ostras perleras por año, puede ser de hasta 20, 000 piezas.

Bajo el supuesto de que la empresa alcance y opere en su nivel de rendimiento óptimo de operación y considerando un precio de \$100.00 por perla puesta en el mercado,¹⁹ los ingresos ascienden a \$2,000,000 cada año. Si bien no se cuenta con información sobre los costos totales del cultivo de perla por el método de nucleación sintética, con fines de presentar de forma aproximada, los beneficios de la producción de perla, se reporta este monto únicamente con fines de dimensionar la importancia económica potencial de la actividad acuícola dentro del área protegida.²⁰

Es muy importante señalar que en este momento, la granja perlera ofrece recorridos turísticos para observación de las instalaciones y difusión del proceso de siembra para fabricación de perla.

¹⁸ Margarita Casas Valdez *et al.*

<http://www.bashanfoundation.org/gustavo/gustavorecurso.pdf>

¹⁹ Precio de referencia proporcionado por personal de la empresa Qualti, S.A. de C.V., únicamente con fines de referencia.

²⁰ En este tipo de cultivo la acción del hombre consiste en insertar un núcleo sintético de entre 5 a 10 mm que servirá como base para las sucesivas capas de nácar, y con el único fin de obtener perlas redondas. Los periodos de cultivo oscilan entre el año y los tres años. Periodos más largos no son productivos debidos a que cerca del 80% de las conchas nucleadas no sobreviven para producir perlas.

Esta técnica se ha desarrollado exclusivamente en Japón, de forma que casi la totalidad de Perla Japonesa destinada a la Joyería durante las últimas décadas ha sido generada con esta técnica. Las perlas obtenidas se caracterizan por su redondez, lustre, tamaño inferior a 10 mm y bajo espesor en nácar, por lo que requieren de un fino mantenimiento. <http://www.operla.com/perlas.htm>

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Beneficio

Descripción: Valor de uso directo.

Ingresos generados por la aplicación de la Ley Federal de Derechos. Con base en el Artículo 83 fracción I del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas y el Artículo 198 fracción II de la Ley Federal de Derechos, cobro de derechos por el uso y aprovechamiento no extractivo en las Áreas Naturales Protegidas Marinas, de los elementos naturales marinos e insulares sujetos al régimen de dominio público de la Federación existentes dentro de las Áreas Naturales Protegidas competencia de la Federación, derivado de actividades recreativas, turísticas y deportivas de buceo autónomo, buceo libre, esquí acuático, recorridos en embarcaciones motorizadas y no motorizadas, observación de fauna marina en general, pesca deportiva en cualquiera de sus modalidades, campismo, pernocta y navegación en mares, canales, esteros, ríos y lagunas costeras.

Grupo beneficiado:

Áreas Naturales Protegidas de competencia federal, por conducto de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Evaluación cuantitativa:

Las tarifas de ingreso a las áreas protegidas constituyen un instrumento de importancia creciente para la conservación de ecosistemas representativos o únicos y de la biodiversidad que albergan. La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas no privilegia ni los propósitos regulatorios ni los propósitos recaudatorios con la aplicación de este instrumento. Busca mantener un equilibrio entre la regulación de la carga turística al área que desea conservar, mientras que utiliza los ingresos generados por este concepto para financiar acciones y proyectos de protección, manejo, restauración y gestión de la conservación, principalmente en beneficio de los propietarios o legítimos poseedores de los terrenos en donde se localizan las Áreas Naturales Protegidas.

Dentro del área de protección de flora y fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel no se ha aplicado la Ley Federal de Derechos por Artículo 198 fracción II. Sin embargo, para fines de dimensionar la importancia de la actividad turística dentro del área protegida, y la necesidad de regular la carga turística implementando el cobro de derechos, se presenta una aproximación con base en información proporcionada por la Dirección del área protegida y el monto actualizado del cobro con base en el Anexo 19 de la Resolución Miscelánea Fiscal publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30-12-2014.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Los datos con los que cuenta la Dirección del área corresponden a la visitación total a la Isla de Cozumel y la zona de influencia del área protegida. Para el año 2014 se registraron 522,000 turistas de pernocta que arriban principalmente por vía aérea. Personal del área protegida estima que al menos un cinco por ciento de este total, realiza alguna visita o recorrido dentro de la porción norte de la isla de Cozumel, por lo que para fines de cuantificación, se tomará esta proporción. Bajo el supuesto de que al menos 26,100 visitantes ingresan al área de protección de flora y fauna y considerando que por el Artículo 198 fracción II, de la Ley Federal de Derechos, el pago por uso o aprovechamiento no extractivo de las Áreas Naturales Protegidas marinas por persona, por día, es de \$30.34 los ingresos en caso de la aplicación de la Ley Federal de Derechos ascenderían a \$791,874.00.

Ingresos esperados por aplicación de la Ley Federal de Derechos	
Monto esperado	791,874.00
Límite inferior	791,874.00
Límite superior	791,874.00

Respecto al monto generado por cobro de derechos en áreas protegidas de carácter federal, como un **indicador del valor de dichas áreas para el desarrollo de la actividad turística**, cabe resaltar que entre los años 2007 y 2013 se recaudaron \$450,977,020.00 con un promedio anual de \$64,425,288.57, por concepto de aplicación de Ley Federal de Derechos a nivel nacional.²¹ Ello da cuenta de cómo va creciendo el interés del turismo nacional e internacional por disfrutar del entorno natural, y de la importancia que adquieren las áreas protegidas como destinos, favoreciendo además una derrama en ingresos sobre las economías locales y regionales, impactando positivamente los indicadores de empleo, remuneraciones y generación de divisas.

²¹ Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
http://www.conanp.gob.mx/acciones/pdf/pdf_cobro/rec_gen2013.pdf

**Programa de Manejo
Área de Protección de Flora y Fauna
la porción norte y la franja costera oriental,
terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.**

Tabla 4. Recursos generados por cobro de derechos en áreas naturales protegidas (2007-2013).

Recursos generados por cobro de derechos en áreas protegidas federales (2007-2013)	
Ejercicio	Monto
2007	53,093,954.00
2008	60,505,613.00
2009	62,679,173.00
2010	64,469,640.00
2011	70,787,018.00
2012	70,448,926.00
2013	68,992,696.00
Total	450,977,020.00
* Incluye artículos 198 fracciones I, II y III, 198-A fracciones I, II y III, 198-B y 238-C fracción I. Fuente: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, 2015. http://www.conanp.gob.mx/acciones/pdf/pdf_cobro/rec_gen2013.pdf	

Las actividades turísticas que se realizan dentro del área protegida son principalmente recorridos turísticos en embarcaciones y pesca deportiva en lagunas costeras, actividades de sol y playa en las playas de la costa oriental e Isla de la Pasión, recorridos turísticos en embarcaciones con snorkel y buceo en arrecifes coralinos y microatolones, y recorridos terrestres en Mezcalitos y Punta Molas. Cabe resaltar que la publicación del instrumento regulatorio propuesto para el área protegida, contribuirá a su mantenimiento como destino natural de alta vocación turística e impulsará la participación de los actores productivos para la **regularización, ordenamiento y aprovechamiento no extractivo en todo su potencial**, de las actividades relacionadas con turismo, así como en la correcta aplicación de la Ley Federal de Derechos.

**Programa de Manejo
Área de Protección de Flora y Fauna
la porción norte y la franja costera oriental,
terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.**

Figura 5. Vista aérea del área de protección de flora y fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.



Fuente: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Beneficio.

Descripción: Valor de uso directo.

Derivado de la publicación de lineamientos con fines de ordenamiento y delimitación territorial de las actividades turísticas dentro del área protegida, continuidad en los ingresos generados por el uso no extractivo de los elementos naturales y que constituyen un atractivo para los visitantes al estado de Quintana Roo: principalmente a través de la contratación de servicios turísticos para recorridos en embarcaciones, snorkel y buceo en los arrecifes Barracuda y San Juan así como en microatolones, pesca deportiva y recorridos terrestres para observación de flora y fauna así como visita al faro de Punta Molas.

Grupo beneficiado/sujetos de apoyo:

A la fecha no se han otorgado autorizaciones para la prestación de servicios turísticos, sin embargo, dentro del área operan diversas compañías con centro de operación en Playa del Carmen y Cancún, así como diferentes compañías operadoras que ofrecen sus servicios directamente en los hoteles de Isla de Cozumel.

Evaluación cuantitativa:

Con fines de presentar una aproximación a los ingresos generados por las actividades turísticas se tomará el mismo supuesto de visitación utilizado en la cuantificación inmediata anterior, en la que se reportan 26,100 visitantes que ingresan al área de protección de flora y fauna cada año. Estableciendo como supuesto adicional de cálculo que el total de visitantes contrata al menos uno de los recorridos que se llevan a cabo, serán 5,220 visitantes al año los que realizan alguna de las actividades. Así mismo, considerando que cada uno de los servicios se contrata para al menos seis personas, podemos establecer que cada se contratan 870 tours para cada alternativa.

Ingresos esperados por la contratación de servicios turísticos	
Monto esperado	9,396,000.00
Límite inferior	9,396,000.00
Límite superior	9,396,000.00

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Tabla 5. Recursos generados por la prestación de servicios turísticos, área de protección de flora y fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel, 2014.

Recursos generados por la prestación de servicios turísticos área de protección de flora y fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.			
Servicio	Precio promedio	Número de tours por año	Ingresos anuales por contratación de tour*
Recorrido turístico en embarcaciones a las lagunas costeras (4 horas)	1,000.00	870	870,000.00
Recorrido para pesca deportivo recreativa (8 horas)	6,000.00	870	5,220,000.00
Recorrido terrestre Mezcalitos y Punta Molas en vehículo todo terreno	900.00	870	783,000.00
Recorrido en embarcaciones para buceo y snorkel en arrecifes coralinos y microatolones	1,400.00	870	1,218,000.00
Recorrido Isla de la Pasión. (pase por día)	1,500.00	870	1,305,000.00
Total 2014			9,396,000.00
Fuente: Elaboración propia.			

Los ingresos anuales esperado por la contratación de servicios turísticos ascienden a \$9,396,000.00. (Tabla 5). Para obtener una aproximación a los beneficios habría que descontar los costos fijos y variables para los prestadores de servicios tales como combustible, promoción, sueldos operativos, sueldos administrativos, capacitación, permisos, comisiones y mantenimiento y reparación de embarcaciones entre otros, sin embargo, no se cuenta con información homogénea para calcular un monto aproximado, o representativa sobre cada uno de los tipos de prestadores de servicios por lo que esta Comisión, determina no considerarlos para efectos de este análisis. Dado lo anterior solo se presenta el monto de ingresos con fines de dimensionar la importancia de la actividad turística relacionada con actividades dentro del área protegida. Así mismo, cabe resaltar la importancia de las interdependencias productivas del turismo con otros sectores: agentes dedicados al suministro de alimentos y bebidas, transporte, artesanías, textiles, productos agrícolas, construcción, mantenimiento de infraestructura de apoyo y consultoría turística, interdependencias que generan impactos indirectos con enorme efecto multiplicador, sobre otras ramas de actividad, proveedoras de bienes y servicios intermedios para el sector turístico.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Se observa que alrededor de los centros turísticos se desarrollan diversas actividades económicas cuyo objetivo es satisfacer la demanda de bienes y servicios de los visitantes. Debido a que el turismo es, principalmente una función de consumo, su importancia económica puede dimensionarse a través de los incentivos que desencadena sobre la actividad productiva para satisfacer esta demanda.²² Por otro lado, es importante reconocer otros **beneficios del turismo en áreas naturales protegidas** que tienen que ver con la **protección de la herencia cultural y natural**, así como con mejoras en la calidad de vida de la población relacionada con estas actividades, y **que no necesariamente se relacionan con la percepción de un mayor ingreso económico**, tales como el desarrollo de la cultura relacionada con bienes naturales locales y el entendimiento intercultural (Tabla 6).

Tabla 6. Resumen de beneficios potenciales del turismo en Áreas Naturales Protegidas.

Beneficios	
Incentivos a la actividad económica	Incremento en el empleo para residentes locales
	Incremento en el ingreso
	Estímulo a la creación de nuevas empresas turísticas
	Estímulo y diversificación de la economía local
	Acercamiento de mercados e intercambio
	Incremento en el estándar de vida
	Incremento en los ingresos tributarios
Protección a la herencia natural y cultural	Estímulo a la capacitación de los prestadores de servicios
	Protección a los procesos ecológicos
	Conservación de la biodiversidad
	Protección y conservación de los valores culturales y los recursos heredables
	Preservación de valores de conservación, educación e interpretación
	Soporte para la investigación y el desarrollo de buenas prácticas ambientales
	Fomento a las comunicaciones
Mejoras en la calidad de vida	Fomento a los mecanismos de autofinanciamiento para la operación de las áreas
	Promoción de valores espirituales asociados al bienestar
	Fomento a la educación de locales y visitantes
	Creación de opciones alternativas para destinos
	Promueve el entendimiento intercultural
Promueve el desarrollo de la cultura, las artes y las artesanías	
Promueve el respeto por los bienes locales	

Fuente: Eagles, Paul, *Sustainable Tourism in Protected Areas. World Commission on Protected Areas. Thanet Press Limited. UK. 2002.*

²² Sistema de Cuentas Nacionales de México. Metodología de la Cuenta Satélite de Turismo. INEGI, SECTUR. http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/cuentas/anuales/metodo_cstm.pdf

Beneficios no cuantificables

Al detallar los beneficios no cuantificables derivados de la regulación propuesta, resulta fundamental reconocer que los componentes y procesos que integran los ecosistemas proporcionan diversos servicios ambientales, entre los que se encuentran:

- Servicios de soporte, tales como la formación del suelo, el ciclado (liberación y retención) de nutrientes y la fotosíntesis o productividad primaria,
- Servicios de regulación del clima, de inundaciones, de la calidad del agua y de enfermedades;
- Servicios de aprovisionamiento como producción de alimentos, agua en cantidad y calidad, madera, combustibles, fibras y,
- Servicios culturales que incluyen los recreativos, estéticos y espirituales.²³

Sobre el particular, cabe destacar la importancia de la biodiversidad no solo como un elemento fundamental de la selección natural, sino también como proveedora de servicios ambientales, destacando el mantenimiento del equilibrio a nivel local y global. La biodiversidad es pieza clave en la autorregulación de los sistemas complejos en los que se da la vida.²⁴

La modificación o destrucción de un ecosistema origina la pérdida no sólo de sus componentes y procesos sino de los servicios ambientales que presta, entre los que se encuentran la captación, purificación, almacenamiento y permanencia del agua en cuerpos subterráneos y superficiales; la regulación y el amortiguamiento de oscilaciones climáticas; la acumulación de biomasa; el suelo y la provisión de hábitat para las especies, así como todos aquellos elementos de valor económico y cultural, presentes y potenciales, que pudiera albergar este ecosistema. También se pierden las relaciones funcionales entre los ecosistemas, lo que trae como consecuencia la pérdida de hábitat y refugio para la biodiversidad, el desplazamiento de especies y la modificación de las relaciones evolutivas de los organismos, entre otros efectos. Entonces, **las consecuencias de la pérdida o deterioro de un ecosistema no son aisladas y repercuten sobre todos los sistemas aledaños y sus componentes bióticos** (p. e. flora y fauna) **y abióticos** (p.e. suelo y agua).

²³ Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.USA. 2005.

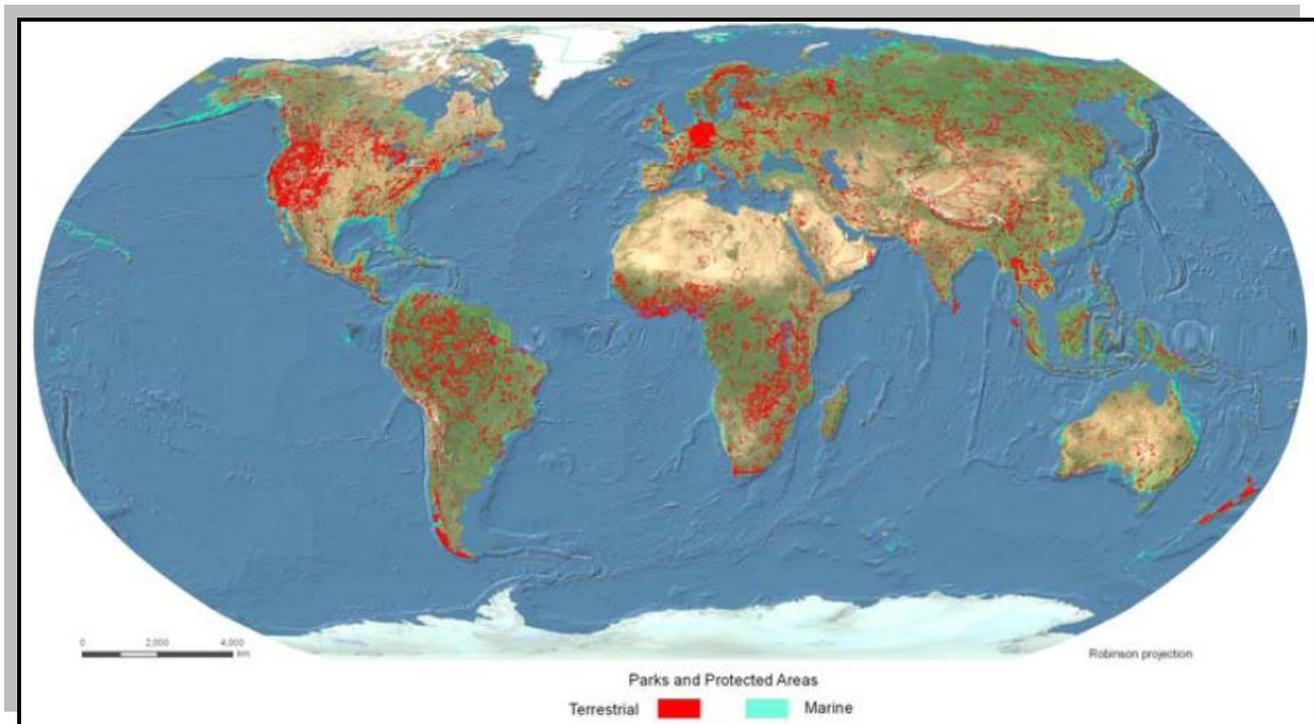
²⁴ Irene Pisanty Baruch. Cambio Global y Biodiversidad. En: Más Allá del Cambio Climático. INE-SEMARNAT. México.2006.
<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/508/cambioglobal.pdf>

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Los **servicios ambientales y funciones ecosistémicas** que se generan de forma dinámica y perfecta al interior no solo del área de protección de flora y fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel, materia de esta descripción, sino de todos los espacios naturales y aquéllos que se han destinado a la conservación a nivel mundial, **contribuyen al equilibrio que hace posible la vida humana** (beneficios no cuantificables). Con relación a la protección de espacios para la conservación, cabe señalar que en las últimas décadas, se ha incrementado a nivel mundial el número y la extensión de las áreas protegidas, en la actualidad se estima que cubren casi el 12% (19.3 millones de km²) de la superficie terrestre del planeta.²⁵ Sin embargo, los biomas representados en dicha cobertura son desiguales.

Figura 6. Distribución mundial de áreas protegidas terrestres y marinas.



Fuente: Alterra-rapport 1718. 2008. *“The Cost of Policy Inaction (COPI): The case of not meeting the 2010 biodiversity target.* L. Braat and P. ten Brink (eds.). Alterra, Wageningen, UR. 2008.

²⁵ Alterra-rapport 1718. 2008. *“The Cost of Policy Inaction (COPI): The case of not meeting the 2010 biodiversity target.* L. Braat and P. ten Brink (eds.). Alterra, Wageningen, UR. 2008. http://www.ieep.eu/assets/395/copi_final_report_jun.pdf

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Por otra parte, se calcula que aun cumpliendo con los objetivos establecidos para las áreas protegidas, sólo se logrará disminuir entre 2 y 3%, la pérdida de diversidad biológica, considerando además que, aun cuando **la degradación es menor dentro de las áreas protegidas en contraste con zonas que las rodean**, cerca del 20% de las especies amenazadas se distribuyen fuera de los espacios protegidos.

Con base en el Informe del Planeta Vivo 2014 de *World Wide Fund for Nature*, el Índice del Planeta Vivo (IPV) que mide las tendencias de miles de poblaciones de especies de vertebrados, presenta una disminución de 52 por ciento entre 1970 y 2010. El número de mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces en todo el planeta es, en promedio, la mitad de lo que era hace 40 años. Esta es una disminución mucho mayor que las que se habían reportado anteriormente, gracias a una nueva metodología que busca ser más representativa de la biodiversidad global. **La biodiversidad se está reduciendo tanto en las regiones templadas como en las tropicales, pero la disminución es mayor en el trópico.** Entre 1970 y 2010, se produjo una disminución de 32 por ciento en 6,569 poblaciones de las 1,606 especies en el IPV templado. El IPV tropical muestra una reducción de 56 por ciento en 3,811 poblaciones de 1,638 especies durante el mismo período.²⁶

América Latina presenta la disminución más dramática –una caída de 83 por ciento. La pérdida de hábitats y la degradación y explotación debidas a la caza y la pesca, son las principales causas de esta disminución. El cambio climático es la siguiente principal amenaza común, y es probable que ejerza mayor presión sobre las poblaciones en el futuro.²⁷

La pérdida de hábitats para dar espacio al uso humano de la tierra –especialmente para la agricultura, el desarrollo urbano y la producción de energía– sigue siendo una gran amenaza, agravada por la caza. Cambios en los niveles de agua y la conectividad del sistema acuático –por ejemplo mediante el riego y las represas hidroeléctricas– tienen un gran impacto en los hábitats de agua dulce. **Respecto a las especies marinas, los descensos más acentuados han sido en los trópicos y en el Océano Antártico,** entre las especies afectadas se encuentran las tortugas marinas, tiburones y las grandes aves marinas migratorias.²⁸

²⁶ WWF. 2014. Informe Planeta Vivo 2014: Personas y lugares, especies y espacios. [McLellan, R., Iyengar, L., Jeffries, B. and N. Oerlemans (Eds)]. WWF Internacional, Gland, Suiza.

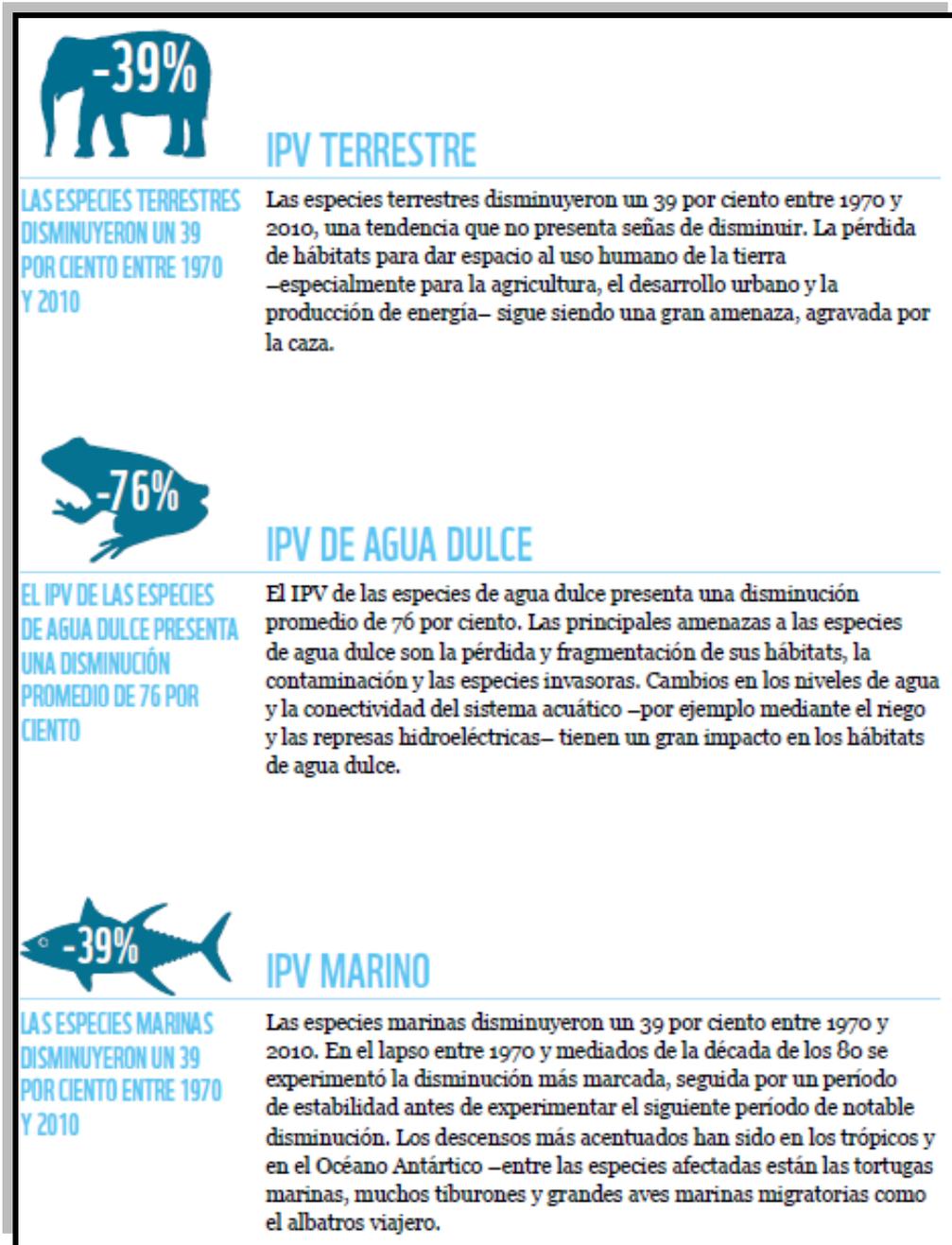
http://www.wwf.org.mx/quienes_somos/informe_planeta_vivo/

²⁷ Op cit.

²⁸ Op cit.

**Programa de Manejo
Área de Protección de Flora y Fauna
la porción norte y la franja costera oriental,
terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.**

Figura 7. Disminución de especies de acuerdo al Índice del Planeta Vivo 2014.



Fuente: Tomado de: WWF. 2014. Informe Planeta Vivo 2014.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Respecto al valor de la “infraestructura natural”, es importante señalar que ésta tiene en sí misma un valor de magnitud incalculable. Los servicios ambientales y los beneficios que generan no solo para la población humana sino para todas las especies, poblaciones, genes, comunidades y ecosistemas que establecen relaciones funcionales y evolutivas que garantizan la permanencia de los recursos naturales y los servicios ecosistémicos, serían imposibles de replicar con la tecnología disponible y que, de lograrlo bajo algún esquema, además, sería económicamente inviable. (Tabla 7).

Considerando los bienes y servicios ambientales como componentes del capital natural, cabe señalar entonces que se trata de **activos no tangibles imposibles de replicar y que de su permanencia depende la continuidad de la vida en el planeta.**

La pérdida de estos activos ambientales se traduce en costos para la sociedad, y tiene efectos directos sobre la calidad de vida, aunque los seres humanos no logremos percibirlo con facilidad.²⁹

En lo que se refiere a la valoración de los servicios ambientales es importante señalar nuevamente que se trata de un problema no resuelto ni por economistas ni por ecólogos. Al establecer valores abstractos, producto de la intangibilidad de los servicios ecológicos, resulta inviable confrontar valores estimados mediante modelos, contra mediciones tangibles del mundo real, que por lo general son muy difíciles de realizar.³⁰

²⁹ Pedro Laterra, Esteban G. Jobbagy y José M. Paruelo. Editores. Valoración de los servicios ecosistémicos. Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. 2010.

³⁰ *Op cit.*

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Tabla 7. Servicios ambientales y funciones ecosistémicas.

Servicios ambientales y funciones ecosistémicas		
Servicio ambiental	Función ecosistémica	Ejemplos
1 Regulación de gases	Regulación de la composición química de la atmósfera	Balace CO ₂ /O ₂ , O ₃ para protección UVB y niveles de So _x
2 Regulación del clima	Regulación de la temperatura global, precipitaciones y otros procesos climáticos biológicamente determinados a nivel local y global.	Regulación de gases de efecto invernadero y producción de <i>Dimethylsulfide</i> con efectos en la formación de nubes.
3 Regulación de perturbaciones	Almacenamiento eléctrico y capacidad de retener humedad como respuesta a fluctuaciones medioambientales.	Protección contra tormentas, control de inundaciones, respuesta a sequías y otras respuestas de los hábitat a variaciones medioambientales, principalmente controladas por la estructura de la vegetación.
4 Regulación del agua	Regulación de flujos hidrológicos.	Provisión de agua para usos consuntivos agrícolas e industriales.
5 Provisión de agua	Almacenamiento y retención de agua.	Provisión de agua en cuencas, acuíferos y mantos freáticos.
6 Control de la erosión y retención de sedimentación	Retención del suelo dentro del ecosistema.	Prevención de pérdida de suelos por acción del viento, escorrentías y otros procesos de remoción, así como retención en lagos y cuencas.
7 Formación de suelos	Procesos de formación de suelos.	Erosión de rocas y acumulación de materia orgánica.
8 Ciclaje de nutrientes	Almacenamiento, ciclajes internos y procesamiento y adquisición de nutrientes.	Fijación de nitrógeno y otros ciclos elementales.
9 Tratamiento de residuos	Recuperación de nutrientes móviles y remoción de excesos en compuestos.	Tratamiento y eliminación de residuos, control de la contaminación y desintoxicación.
10 Polinización	Movimiento de gametos florales.	Provisión de polinizadores para la reproducción de plantas.
11 Control biológico	Regulación dinámica de poblaciones.	Pilar para la permanencia de depredadores y especies presa.
12 Refugio	Hábitat de especies residentes y de tránsito.	Sitios de crianza y hábitat de especies migratorias y hábitat regionales para especies cultivadas.
13 Producción de alimentos	Fuente de alimentos para consumo primario.	Producción de alimentos para autoconsumo o procesamiento.
14 Provisión de materiales puros	Fuente de bienes puros para producción primaria.	Producción de madera, combustible o forrajes.
15 Reservorio de recursos genéticos	Fuente de material genético único e irreplicable.	Para aplicaciones médicas, materiales científicos, resistencia genética, control de pestes, especies ornamentales, etc.
16 Recreación	Provisión de elementos naturales para la recreación.	Ecoturismo, turismo de aventura, pesca deportiva, etc.
17 Cultura	Provisión de usos no comerciales.	Valores estéticos, científicos, artísticos y espirituales relacionados con los ecosistemas.

Fuente: Robert Constanza et al. *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. Nature. USA. 1997.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Beneficio.

Descripción: Valor de uso directo, valor de uso indirecto, valor de opción, existencia y legado.

Derivado de la protección y conservación del Área de Protección de Flora y Fauna, se protegerán los vínculos ecológicos y las rutas de conectividad de la biodiversidad distribuidas en una red de áreas protegidas marinas de la Península de Yucatán, compartidas entre los estados de Yucatán y Quintana Roo.

Grupo beneficiado:

Biodiversidad (genes, especies, ecosistemas) de las áreas protegidas de la Península de Yucatán y el mundo. Procesos ecológicos y evolutivos que dependen de hábitats conservados. Población de las zonas de influencia del área protegida, población del mundo y generaciones futuras.

Importancia:

Alta.

Evaluación cualitativa:

La regulación propuesta busca además reforzar la estructura regulatoria para la protección de las relaciones ecológicas y las rutas de conectividad de una amplia gama de especies distribuidas en una red de áreas protegidas marinas de la Península de Yucatán conformada por los parques nacionales Arrecife Alacranes, Arrecife de Puerto Morelos, Arrecife de Cozumel, Arrecife de Xcalak, Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, Isla Contoy, y las reservas de la biosfera Tiburón Ballena, Sian Ka'an y Banco Chinchorro, que en conjunto integran una ecorregión marina con una composición de especies relativamente homogénea.

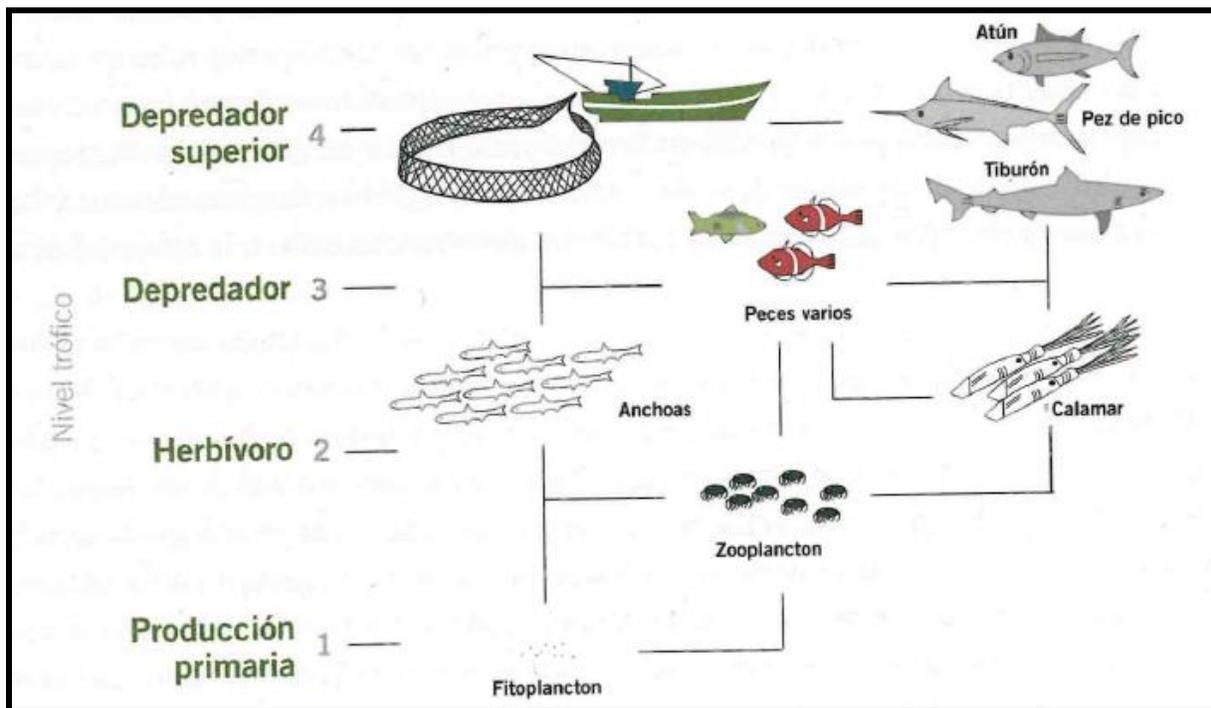
Si bien hay que reconocer que cada una de estas áreas protegidas tiene características físico-químicas y biológicas propias que requieren acciones de manejo independientes y específicas para su protección y conservación, a través del establecimiento del anteproyecto, se busca minimizar afectaciones que podrían tener alcances en todo el perímetro acuático circundante. Cabe resaltar que entre las especies marinas, la conectividad es una característica esencial que tiene una relevancia muy especial, ya que varía en pequeñas escalas y de una región biogeográfica a otra, variaciones que pueden depender de los cambios en las corrientes oceánicas, la estratificación y la temperatura de las aguas.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Los organismos que se desplazan activamente, conectan hábitats en espacio y tiempo y fungen como enlaces móviles que pueden contribuir de manera importante a la resiliencia de los ecosistemas marinos pues ofrecen una capacidad amortiguadora entre sitios y pueden ser fuentes de recolonización luego de perturbaciones.³¹ La protección de la conectividad marina permitirá mantener la flexibilidad de rutas migratorias, el flujo de genes y dispersión de poblaciones y las interacciones tróficas de redes alimentarias. Un ejemplo claro lo constituyen los tiburones, muchas especies de este grupo están clasificadas como altamente migratorias y recorren grandes distancias a través de los océanos del mundo. Son organismos que se encuentran en el vértice de la cadena trófica, su permanencia en el sistema depende de la disponibilidad, tamaño, abundancia y distribución de las especies de los niveles tróficos inferiores (figura 8). De ahí la importancia de mantener la conectividad entre las áreas marinas.

Figura 8. Red alimentaria marina.



Fuente: Tomado de: R.J. Brock, E. Kenchington y A. Martínez Arroyo (comps.) (2012).

³¹ R.J. Brock, E. Kenchington y A. Martínez Arroyo (comps.). Directrices científicas para la creación de redes de áreas marinas protegidas en un contexto de cambio climático. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte, Montreal, Canadá, 2012.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Beneficio

Descripción: Valor de uso directo, valor de opción.

Derivado de la protección de especies, ecosistemas y hábitats costeros y marinos cruciales para el secuestro de carbono, y la conservación de sumideros de carbono a través de su gestión integrada.

Importancia

Alta.

Evaluación cualitativa:

Un sumidero de carbono puede definirse como cualquier proceso, actividad o mecanismo que elimina de la atmósfera un gas de efecto invernadero (GEI), un aerosol o un precursor de gases de efecto invernadero. Por su parte, un “sumidero azul de carbono” es aquel donde organismos vivos capturan carbono en los sedimentos de manglares, marismas salobres y pastos marinos (figura 9).³²

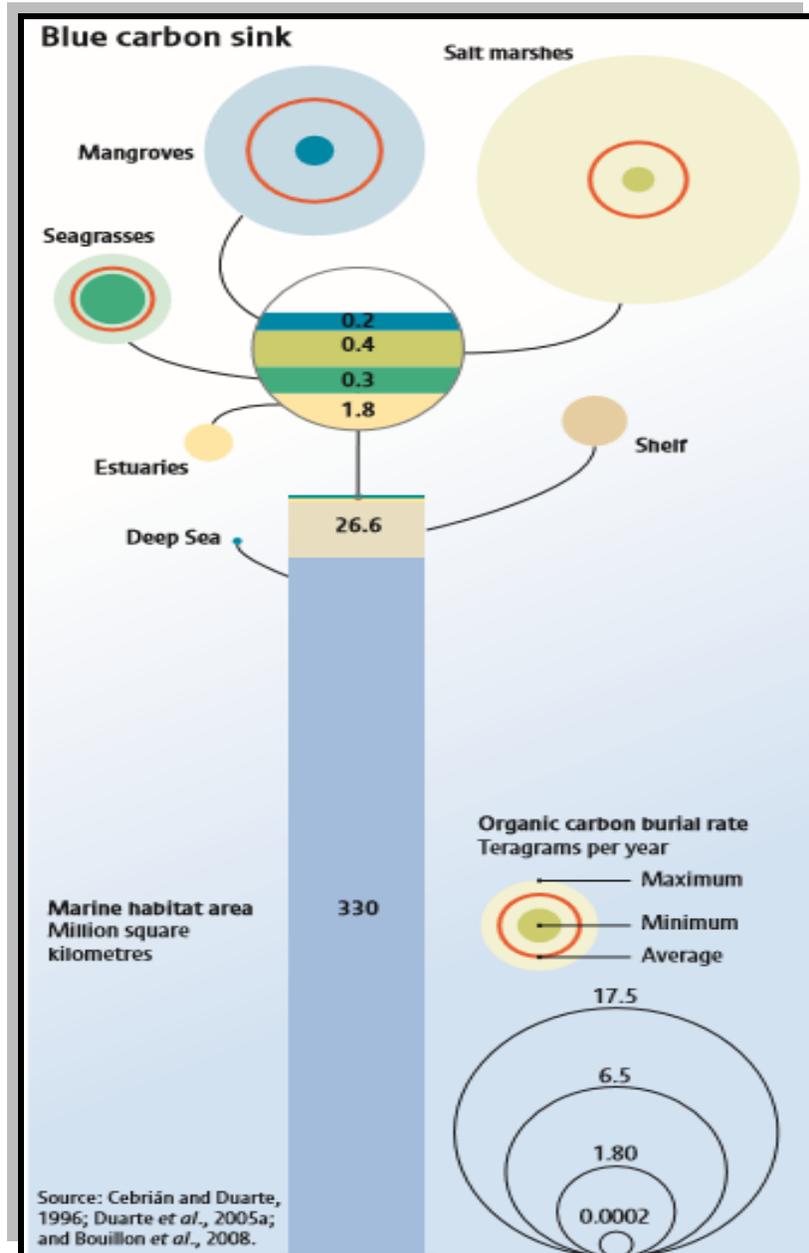
El proceso por el que se forman los sumideros de carbono recibe el nombre de secuestro de carbono.³³ Los sumideros naturales de carbono en la atmósfera son el bosque, el sol y los océanos. Los océanos del mundo son el principal sumidero de carbono (CO₂). Las marismas salobres de marea, los manglares, el pasto marino y el *kelp* (bosques de algas) constituyen los hábitats marinos con mayores capacidades como sumideros de carbono.³⁴ El estudio del proceso de captura de carbono es reciente, a casi tres décadas de su inicio, los resultados que se tienen en la actualidad permiten clasificar los tipos que conforman el ciclo global del carbono (figura 10).

³² R.J. Brock, E. Kenchington y A. Martínez Arroyo (comps.) (2012). Directrices científicas para la creación de redes de áreas marinas protegidas en un contexto de cambio climático. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte, Montreal, Canadá, 2012.

³³ Chopra, K., R. Leemans, P. Kumar y H. Simons. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Policy responses. Vol. 3: Findings of the Responses Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment*. Island Press, Washington, Covelo, Londres.

³⁴ Laffoley y Grimsditch, 2009; Nellemann et al., 2009, citados en R.J. Brock, E. Kenchington y A. Martínez Arroyo (comps.) (2012). Directrices científicas para la creación de redes de áreas marinas protegidas en un contexto de cambio climático. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte, Montreal, Canadá, 2012.

Figura 9. Sumidero azul de carbono.



Fuente: Nellemann, C., Corcoran, E., Duarte, C. M., Valdés, L., De Young, C., Fonseca, L., Grimsditch, G. (Eds). 2009. *Blue Carbon. A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal.*

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Con base en su origen, procesos de absorción y fijación, el carbono se clasifica en tres grandes grupos:

Carbono azul. Es el carbono capturado por los océanos del mundo a través de la fotosíntesis en los manglares, pantanos, marismas saladas, pastos marinos y fitoplancton, que capturan y almacenan el carbono y lo depositan en los sedimentos marinos. Representa más del 55% del carbono verde.³⁵

Carbono verde. Es el carbono producto de la fotosíntesis, almacenado en la biomasa de las plantas y el suelo de los ecosistemas naturales, y constituye una parte vital del ciclo global del carbono. Constituye el 45% del carbono verde almacenado en los ecosistemas terrestres. Permanece almacenado en la biomasa vegetal durante décadas o siglos.

Carbono negro y marrón. Es aquel que proviene de combustibles fósiles. Las emisiones de carbono negro y marrón (gases) tienen un amplio efecto en la radiación directa en las capas superiores de la atmósfera e indirectamente a través de las nubes.

Los océanos tienen un papel crucial en el ciclo global del carbono, representan el mayor sumidero de carbono de largo plazo, y almacenan y redistribuyen el CO₂ que captan. Alrededor de 93% del CO₂ del planeta equivalente a cerca de 40 Tt (teratoneladas), se almacena y circula a través de los océanos.

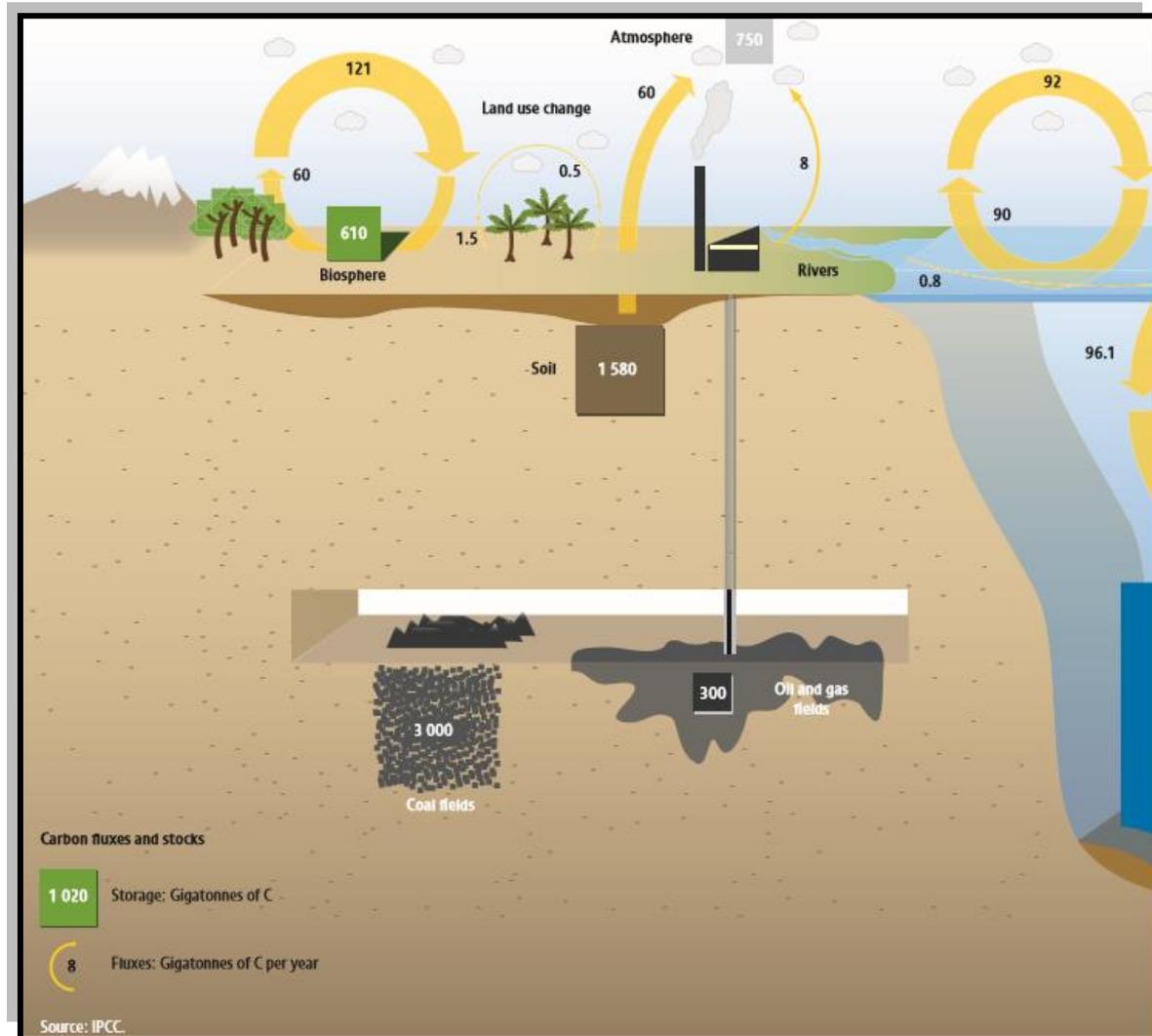
Se estima que, de todo el carbono biológico secuestrado en el mundo, el 55% es capturado por organismos marinos vivos.³⁶ Se calcula que el fitoplancton efectúa cerca de 50% de los procesos de fijación de carbono del océano.³⁷

³⁵ Nellemann, C., Corcoran, E., Duarte, C. M., Valdés, L., de Young, C., Fonseca, L., Grimsditch, G. (Eds). 2009. *Blue Carbon. The Role of Healthy Oceans in Binding Carbon. A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal.*

³⁶ *Op cit.*

³⁷ *Jardillier et al., 2010 citado en Nellemann, C., Corcoran, E., Duarte, C. M., Valdés, L., de Young, C., Fonseca, L., Grimsditch, G. (Eds). 2009. Blue Carbon—The Role of Healthy Oceans in Binding Carbon. A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal.*

Figura 10. Ciclo global de carbono.



Fuente: Nellemann, C., Corcoran, E., Duarte, C. M., Valdés, L., De Young, C., Fonseca, L., Grimsditch, G. (Eds). 2009. *Blue Carbon. A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal.*

El flujo de dióxido de carbono en la interfaz aire-mares depende de la solubilidad del CO₂ en el agua de mar. La cantidad de CO₂ disuelto en el agua de mar depende de las condiciones fisicoquímicas del agua como temperatura, salinidad y alcalinidad total, y de procesos biológicos como la producción primaria, lo que influye de forma directa en la absorción del CO₂ disuelto en la superficie del océano y su transferencia a aguas profundas (figura 11).

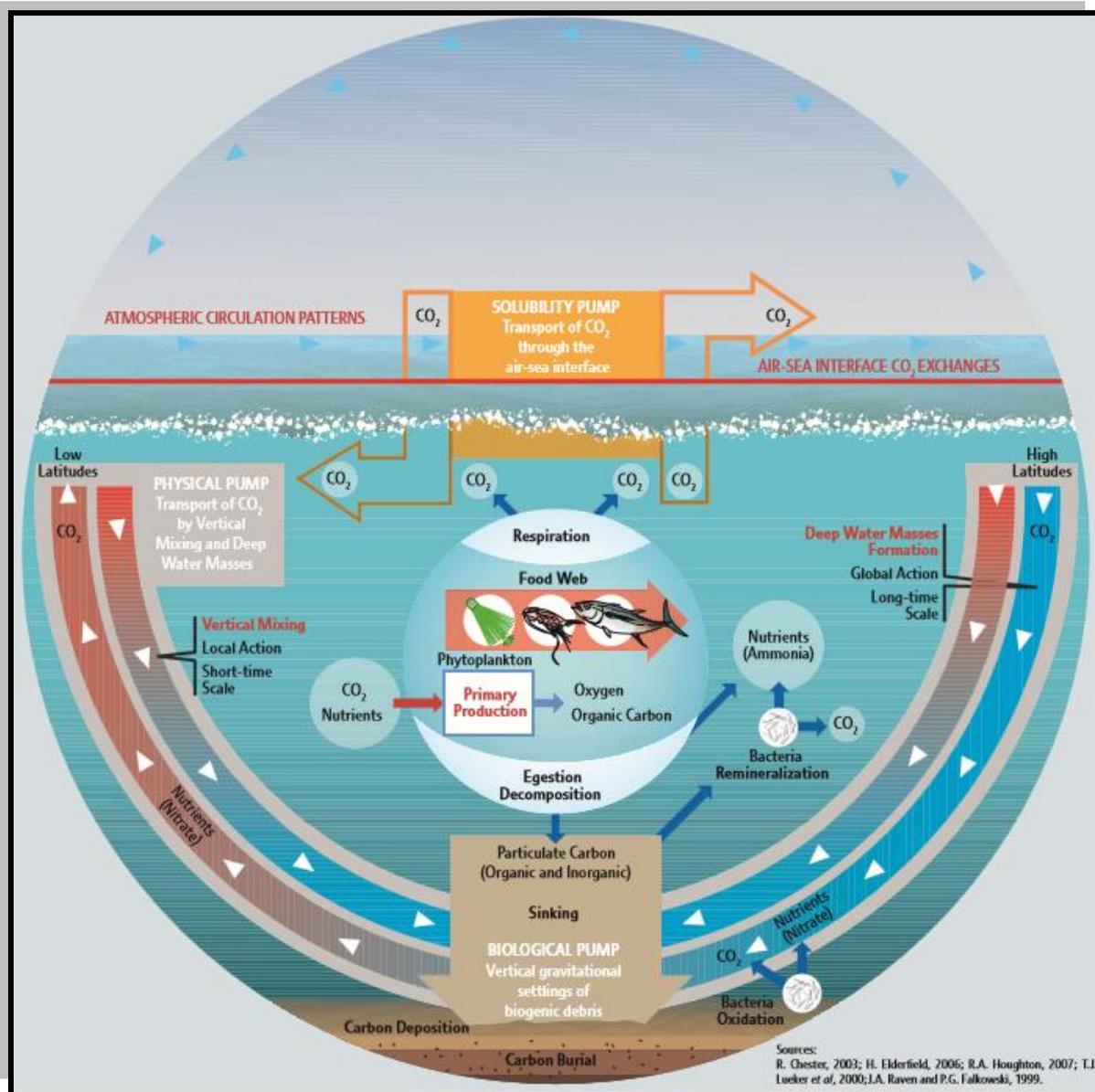
Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

En el APFF la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel, existen importantes sumideros de carbono el manglar conformado por cuatro especies de mangle: *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia germinans* (mangle negro) y *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), los pastizales marinos de *Thalassia testudinum* (hierba de tortuga) y *Syringodium filiforme* (hierba de manatí), los bosques de sargazos con *Sargassum fluitans*, *S. hystrix*, *S. platycarpum*, *S. polyceratium*, comunidades de macroalgas pardas (Phaeophyta), rojas (Rhodophyta) y verdes (Chlorophyta), las selvas baja y mediana subcaducifolia y las dunas costeras, además de asociaciones vegetales como palmares y tular-popal, hábitats que ocupan importantes extensiones dentro del ecosistema terrestre y marino. En el área, existe una elevada diversidad de relaciones biológicas de algas con pastos marinos y vegetación de manglar.

Al respecto, es importante señalar que el carbono orgánico e inorgánico (CO₂) producido en los ecosistemas marino y costero del Área de Protección de Flora y Fauna se libera a la atmósfera o se captura en el agua, la biomasa vegetal y los sedimentos, principalmente. La acción de los fenómenos meteorológicos que se presentan en la Península de Yucatán, aunada al impacto resultante de procesos y actividades realizadas tanto en la porción terrestre como en la marina, entre las que destacan el desarrollo costero para actividades turísticas que conlleva la construcción de infraestructura hotelera, incremento en el tipo y número de embarcaciones marinas para el transporte de turistas, además de la infraestructura de apoyo como vías de acceso y muelles, principalmente, tanto en el área natural protegida como en zonas aledañas, han traído como consecuencia la modificación de la superficie ocupada por estas comunidades vegetales y su densidad poblacional, impacto que repercute de forma directa en su capacidad de secuestro de carbono.

Figura 11. Ciclo global de carbono en los océanos.



Fuente: Nellemann, C., Corcoran, E., Duarte, C. M., Valdés, L., De Young, C., Fonseca, L., Grimsditch, G. (Eds). 2009. *Blue Carbon. A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal.*

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

En el Área de protección de Flora y Fauna, el manglar prospera en la parte norte y la costa oriental de la isla y, en las lagunas costeras del Área de Protección de Flora y Fauna. Se desarrolla sobre suelos profundos de textura fina, inundables salinos, la comunidad está dominada por *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia germinans* (mangle negro), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) árboles de hojas perennes, coriáceas, algo suculentas; son plantas que toleran la salinidad del sustrato y la falta de oxígeno en las raíces.

En los bordes de la costa oriental de la isla, en aguas protegidas, se desarrolla un bosque de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), seguido por un bosque bajo de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) en sitios de aguas menos profundas, tierra adentro, sobre suelos emergidos, que se inundan periódicamente se encuentra el mangle negro (*Avicennia germinans*) y, lejos de la costa, hacia el centro del islote, crece el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). Las cuatro especies de mangle inscritas en la categoría de amenazada en el listado de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. *R. mangle* (mangle rojo), endémica de México.

La importancia de las comunidades vegetales que se distribuyen en el Área de Protección de Flora y Fauna, como sumideros naturales de carbono, los convierte en hábitats críticos para la conservación y continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos de los ecosistemas, por lo que es necesario lograr su gestión integrada para asegurar su protección y conservación y, asegurar su función como retenedores del carbono atrapado en el sistema, evitando que se conviertan en fuentes de emisión a la atmósfera. Además de garantizar la permanencia de otros servicios ambientales que generan, entre los que se encuentran: servicios de soporte (producción primaria, ciclos biogeoquímicos, ciclo del agua), de regulación (clima, agua, riesgos naturales), de provisión (alimentos, recursos genéticos, ornamentales) y culturales (educación, recreación), y su contribución para mitigar los efectos del cambio climático.

La incidencia de huracanes y tormentas tropicales en la región donde se ubica el área natural protegida es un importante factor de riesgo para las comunidades vegetales terrestres y marinas, el impacto de estos fenómenos naturales está en función de la intensidad de los vientos y la duración del fenómeno, llegando a ocasionar la degradación o pérdida de la masa forestal por la ruptura de las ramas y tallos o la defoliación y el desenraice de los pastos marinos que son arrancados y depositados en las orillas de las costas, lo que representa un grave riesgo para mantener la capacidad del ecosistema para absorber y redistribuir el CO₂ a través de los procesos ecológicos (ciclaje de nutrientes, por ejemplo) y, para mantener y mejorar el secuestro de carbono. El impacto causado por los huracanes contribuye a incrementar la pérdida de manglares y pastos marinos registrada a nivel mundial (figuras 12 y 13).

**Programa de Manejo
Área de Protección de Flora y Fauna
la porción norte y la franja costera oriental,
terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.**

Figura 12. Pérdida de manglares a nivel mundial.



Fuente: Nellemann, C., Corcoran, E., Duarte, C. M., Valdés, L., De Young, C., Fonseca, L., Grimsditch, G. (Eds). 2009. *Blue Carbon. A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal.*

El secuestro de carbono en el área natural protegida depende de la capacidad de los ecosistemas (marino y terrestre), la composición de especies y su funcionamiento, esto aunado a la confluencia del Área de Protección de Flora y Fauna con los parques nacionales Arrecife Alacranes, Arrecife de Puerto Morelos, Arrecife de Cozumel, Arrecife de Xcalak, Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, Isla Contoy, y las reservas de la biosfera Arrecifes de Sian Ka'an, Banco Chinchorro y Tiburón Ballena, que en conjunto establecen la conectividad entre los ecosistemas marinos de estas aéreas, para asegurar la protección de los sumideros de carbono, ya que incluyen un número y tamaño de sitios importante, además de otros servicios ambientales que generan. El ciclo del carbono podría verse afectado por varias condiciones relacionadas con el cambio climático (acidificación de los océanos, temperaturas más cálidas, fuerza de los vientos) que deben identificarse local y regionalmente a escala de los ecosistemas y también de las poblaciones o las especies.³⁸

³⁸ R. J. Brock, E. Kenchington y A. Martínez Arroyo (comps.), Directrices científicas para la creación de redes de áreas marinas protegidas en un contexto de cambio climático, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá, 2012.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Figura 13. Pérdida de pastos marinos a nivel mundial.



Fuente: Nellemann, C., Corcoran, E., Duarte, C. M., Valdés, L., De Young, C., Fonseca, L., Grimsditch, G. (Eds). 2009. *Blue Carbon. A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal.*

El carbono negro entra en el océano a través de los ríos y la deposición de aerosoles; los biocombustibles y la madera son los principales contribuyentes al calentamiento global, por lo que es urgente reducir las emisiones de carbono negro y marrón en la región.

Beneficio.

Descripción: Valor de uso indirecto, servicios ambientales.

Derivado de la protección y conservación de una región marina donde se localiza el APFF la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel, se mantendrá la capacidad de secuestro de carbono de la atmósfera por los arrecifes coralinos que se distribuyen en una red de áreas protegidas del Golfo de México y Mar Caribe.

Grupo beneficiado:

Biodiversidad (genes, especies, ecosistemas). Procesos ecológicos y evolutivos. Población local y mundial; generaciones futuras.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Evaluación cualitativa:

El APFF La Porción Norte y La Franja Costera Oriental Terrestres y Marinas de la Isla de Cozumel forma parte del corredor de áreas naturales protegidas con arrecifes coralinos localizadas en la región del Golfo de México y Mar Caribe. Se trata de una zona marina y marino-costera de conectividad tanto para la biodiversidad como para la continuidad de procesos ecológicos y naturales como el secuestro de carbono de la atmósfera por los arrecifes coralinos.

El carbono representa uno de los elementos más comunes e importantes en el planeta, y es esencial para la vida en el océano ya que se asocia con elementos como el nitrógeno y el fósforo para constituir las moléculas fundamentales de la materia viva, y al mismo tiempo, su combinación con el calcio o el magnesio dan lugar a la construcción de los esqueletos de múltiples especies, tal es el caso de los corales. En la atmósfera, la forma predominante de este elemento es el dióxido de carbono (CO₂), que entra al océano por difusión y se incorpora a los ecosistemas gracias a la fotosíntesis de algas y fitoplancton, y como carbonatos de origen animal, vegetal o químico.³⁹

Los corales contribuyen de forma importante a la regulación de la concentración de del dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera ya que extraen el carbono disuelto en el agua de mar y lo transforman para formar sus esqueletos de carbonato de calcio (CaCO₃). En los esqueletos de los animales marinos, el carbonato de calcio biogénico se encuentra en dos formas minerales: calcita y aragonita, las cuales son químicamente análogas. La cantidad de carbonato de calcio depositado por los corales depende de las condiciones ambientales ya que en aguas cálidas, poco productivas y muy iluminadas, los esqueletos crecen más rápido y presentan una mayor tasa de crecimiento. El crecimiento de las colonias de corales origina la construcción de estructuras duras carbonatadas que alteran el flujo del agua, proporcionan sustrato para organismos sésiles y refugio para individuos juveniles o especies presa, y son centros de forrajeo para diversas especies, además, proporcionan servicios ambientales esenciales para decenas de millones de personas en todo el mundo.⁴⁰

³⁹ *Op cit.*

⁴⁰ R.J. Brock, E. Kenchington y A. Martínez Arroyo (comps.). Directrices científicas para la creación de redes de áreas marinas protegidas en un contexto de cambio climático. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte, Montreal, Canadá, 2012.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Los corales escleractinios (corales duros o pétreos), que son los principales formadores de arrecifes, son afectados en diferente grado, dependiendo de la forma, tamaño y condición de la colonia. Los corales cementados en sustrato sólido presentan mayor resistencia al embate de las olas.

Los corales del orden Scleractinia son conocidos como escleractinios debido a que poseen estructuras o placas duras formadas de carbonato de calcio (CaCO_3), producidas por células especializadas a partir de calcita.⁴¹ Los corales están formados por colonias de pólipos, animales de tamaño pequeño que secretan carbonato de calcio y viven en simbiosis con el alga *Zooxanthella*, que libera oxígeno e hidratos de carbono a través de la fotosíntesis, utilizados por los corales para su crecimiento, mientras que las algas (*Zooxanthella*) utilizan el dióxido de carbono y los fosfatos liberados por el coral para realizar sus funciones, esta relación simbiótica califica a los corales escleractinios como hermatípicos.

Las algas zooxanteladas cambian el entorno químico en el interior de los pólipos y les ayudan a depositar el carbonato de calcio a gran velocidad (varios kilogramos por metro cuadrado cada año), además, limitan la profundidad del desarrollo de los corales duros a la zona marina donde penetra la luz solar (zona fótica), necesaria para la fotosíntesis.

En el Área de Protección de Flora y Fauna se han registrado un total de 79 especies de corales escleractineos (47 spp.), hidrocorales (2 spp.), octocorales (30 spp.) y antipatario (1 spp.).⁴² Entre las especies de corales se encuentran *Acropora palmata* (cuerno de alce), *Acropora cervicornis* (cuerno de ciervo) y *Plexaura homomalla* (coral blando o abanico de mar) especies inscritas en el listado de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de sujeta a protección especial. Los arrecifes de coral del Área de Protección de Flora y Fauna están conformados por 47 especies de corales escleractineos conocidos como corales duros, agrupados en 27 géneros y 12 familias. Los géneros con tres o más especies son en orden decreciente *Porites* (5 spp.), *Agaricia* (4 spp.), *Madracis* (3 spp.), *Mycetophyllia* (3 spp.), *Scolymia* (3 spp.) y *Undaria* (3 spp.).

⁴¹ Fabricius, K. and P. Alderslade. 2001. *Soft corals and sea fans: a comprehensive guide to the tropical shallow water genera of the central-west Pacific, the Indian Ocean and the Red Sea*. Australian Institute of Marine Science. Townsville, Australia, 264 p.

⁴² CONANP. 2014. Anteproyecto del Programa de Manejo del APFF la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel. México, D. F.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

En el área natural protegida se encuentran formaciones arrecifales formadas por grandes cabezos o promontorios aislados conocidos como los bolones de Cozumel, sitios que registran una importante cobertura de coral, entre las especies que los constituyen están el cuerno de alce (*Acropora palmata*) y el cuerno de ciervo (*Acropora cervicornis*).⁴³

Entre Punta Molas y Punta Norte se encuentra el Bajo Cozumel, un banco poco profundo donde se encuentran los llamados bolones; formaciones arrecifales en forma de grandes cabezos aislados repartidos por todo el bajo, presentan una importante cobertura de corales masivos, y en su parte inferior abundan los resquicios y oquedades que sirven de refugio a invertebrados, peces y otros organismos. Estas cavidades o refugios hacen que los bolones actúen como centros de congregación, pues el resto del sustrato marino en esa zona está constituido solamente por el arenal y no ofrece refugio alguno. Por otro lado cabe destacar la presencia y desarrollo de una franja de pastos marinos en esta zona con la cual se asegura una buena conectividad entre los diferentes ecosistemas costeros representados en esta región; los humedales y los arrecifes.⁴⁴

El desarrollo arrecifal más importante en el Área de Protección de Flora y Fauna se localiza en la porción de Punta Chiqueros hasta Punta Morena, sistema que representa la continuidad del desarrollo arrecifal del Parque Nacional Arrecifes de Cozumel. La mayor diversidad de corales duro se registra en el área comprendida desde Punta Celarain hasta Punta Morena, área en la que también se registra la mayor diversidad de corales blandos y peces arrecifales de todo Cozumel.⁴⁵

En los arrecifes coralinos existen dos procesos biogeoquímicos importantes y relacionados con el carbono: la fotosíntesis y la calcificación. El ecosistema arrecifal normalmente se comporta como un sitio de captura de carbono desde la atmósfera ya que tanto corales como otros miembros del ecosistema (moluscos, esponjas, etc.) se consideran como hipercalcificadores, al generar cantidades masivas de carbonato no solo en el presente, sino en tiempo geológico.⁴⁶

⁴³ CONANP. 2014. Anteproyecto del Programa de Manejo del APFF la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel. México, D. F.

⁴⁴ *Op cit.*

⁴⁵ *Op cit.*

⁴⁶ *Op cit.*

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

El carbono que depositan las especies arrecifales permanece fijo en sus esqueletos incluso después que el organismo muere, por este proceso, los **arrecifes se constituyen en sitios de secuestro permanente del carbono, y realzan su relevancia en presencia del cambio global.**⁴⁷

Muchos de los servicios ambientales que ofrecen los arrecifes de coral son intangibles e invaluable, pero su papel ecológico es vital ya que participan en los ciclos biogeoquímicos globales, proveen zonas de crianza para peces, y dan protección a la línea de costa del oleaje contra daños causados por tormentas, huracanes o erosión.⁴⁸ Los arrecifes coralinos están reconocidos como los ecosistemas con la más alta biodiversidad y complejidad en los océanos. Además, proveen beneficios sociales y culturales, y alternativas económicas a través de la pesca y el turismo.

Beneficio

Descripción: Valor de uso indirecto, valor de existencia y valor de legado.

Derivado del establecimiento de disposiciones para proteger y conservar la integridad funcional de los arrecifes coralinos especies y hábitats vulnerables cuya conservación es de particular preocupación, son sitios de agregación reproductiva de especies, así como en importantes proveedores de servicios ambientales, de cuya conservación depende la permanencia de la biodiversidad y la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos.

Grupo Beneficiado:

Procesos ecológicos y evolutivos, biodiversidad, Interdependencias ecológicas presentes en el área que dependen de la permanencia de estos ecosistemas y de su conservación. Población mundial y generaciones futuras. Población que depende de la pesca como actividad económica preponderante, y cuyo recurso depende de la permanencia y funcionalidad de los arrecifes de coral. Visitantes del Área de Protección de Flora y Fauna.

Importancia:

Alta.

⁴⁷ *Op cit.*

⁴⁸ Bonilla *et al.* Servicios Ambientales de Arrecifes Coralinos: El Caso Del Parque Nacional Cabo Pulmo, B.C.S. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Departamento Académico de Biología Marina. Fondos CONANP-PROMOBI-SEMARNAT-CONACYT-Instituto Politécnico Nacional.

http://www.academia.edu/7663413/Servicios_Ambientales_de_Arrecifes_Coralinos_El_Caso_del_Parque_Nacional_Cabo_Pulmo_Baja_California_Sur

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Evaluación cualitativa:

Un hábitat es el espacio físico donde vive un conjunto de organismos y reúne atributos como tipo de sustrato, rugosidad, profundidad, temperatura, etcétera. Un hábitat es vulnerable si puede ser dañado con facilidad por causas humanas o naturales, y su recuperación requiere largos periodos de tiempo. Los hábitats vulnerables pueden ser únicos, pero también los hay comunes.

Su vulnerabilidad puede ser el resultado de la fragilidad física (por ejemplo, un coral) o de la lentitud para recuperarse de los impactos recibidos.⁴⁹ Los arrecifes coralinos son uno de los ecosistemas más diversos y complejos del planeta, están compuestos principalmente de rocas calcáreas que se han depositado en un proceso que ha durado millones de años. Se localizan en mares tropicales y son esencialmente flora y fauna, consistentes de corales hermatípicos y algas microscópicas a las que viven asociadas una gran cantidad de habitantes arrecifales. Los arrecifes tienen un valor económico importante y cumplen con una función de preservación reconocida. Se estima que un millón de especies vive alrededor de los arrecifes, y que muchas de ellas dependen completamente de la estructura que forman los corales y otros organismos calcificadores. La productividad y la diversidad de estos ecosistemas son desproporcionadas si se considera que ocupan menos del 1% de los océanos del mundo.⁵⁰

El arrecife de coral del Área de Protección de Flora y Fauna, forma parte del Sistema Arrecifal Mesoamericano, la segunda barrera de arrecife más grande del mundo, la cual se extiende más de 1000 km hacia el sur por las costas de México, Belice, Guatemala y Honduras.

Con base en su grado de desarrollo, cobertura arrecifal y fisiografía los arrecifes de Cozumel se dividen en ocho regiones, seis de estas regiones están total o parcialmente dentro del Área de Protección de Flora y Fauna (figura 14),⁵¹ mismas que se describen a continuación:

⁴⁹ R.J. Brock, E. Kenchington y A. Martínez Arroyo (comps.). Directrices científicas para la creación de redes de áreas marinas protegidas en un contexto de cambio climático. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte, Montreal, Canadá. 2012.

⁵⁰ Spalding, M.D., Ravilious C., Green E.P. 2001. World Atlas of Coral Reefs. Berkeley, California USA. The University of California Press., 436 p.

⁵¹ CONANP. 2014. Anteproyecto del Programa de Manejo del APFF La Porción Norte y La faja Costera Oriental Terrestres y Marinas de la Isla de Cozumel. México, D. F.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Región XXVI. Inicia en la parte oriental de la Punta Celarain y termina en Punta Morena, abarca la porción del APFF que inicia en Punta Chiqueros y corre hacia el noreste. Se presentan algunos manchones de coral formados por corales masivos hacia los 18 m de profundidad, debido a que la energía del oleaje es alta, por lo que la cobertura biológica es limitada en la parte somera.

Región XXVIII. El desarrollo coralino es reducido, observándose algunos cabezos aislados o planicies dominadas por algas y esponjas.

Región XXIX. Situada entre la playa Los Cocos y El Castillo, donde se localiza el sitio conocido como Hanan o Los atolones, con formaciones de algas coralinas llamadas microatolones con diámetros entre 10 y 25 m y altura de 2 a 3 metros, formados por *Porolithon pachydermum*, *Lithophyllum congestum*, *Paragoniolithon sp.*, *Peyssonnelia sp.*, *Neogoniolithon imbricatum* y *Polysrata sp.*, y un foraminífero *Homotrema rubrum*; algunas algas carnosas y colonias de coral cerebro simétrico (*Pseudodiploria strigosa*), además de esponjas incrustantes. En la laguna interior se hallan algas verdes y cafés (*Asparagopsis sp.*, *Turbinaria turbinata* y *Laurencia poiteaui*), y un arrecife bien desarrollado con altas densidades de gorgonáceos.

Región XXX. Incluye la barrera de arrecifes de Punta Molas, que es la única estructura de los arrecifes de coral en la isla de Cozumel que llega hasta la superficie del agua.

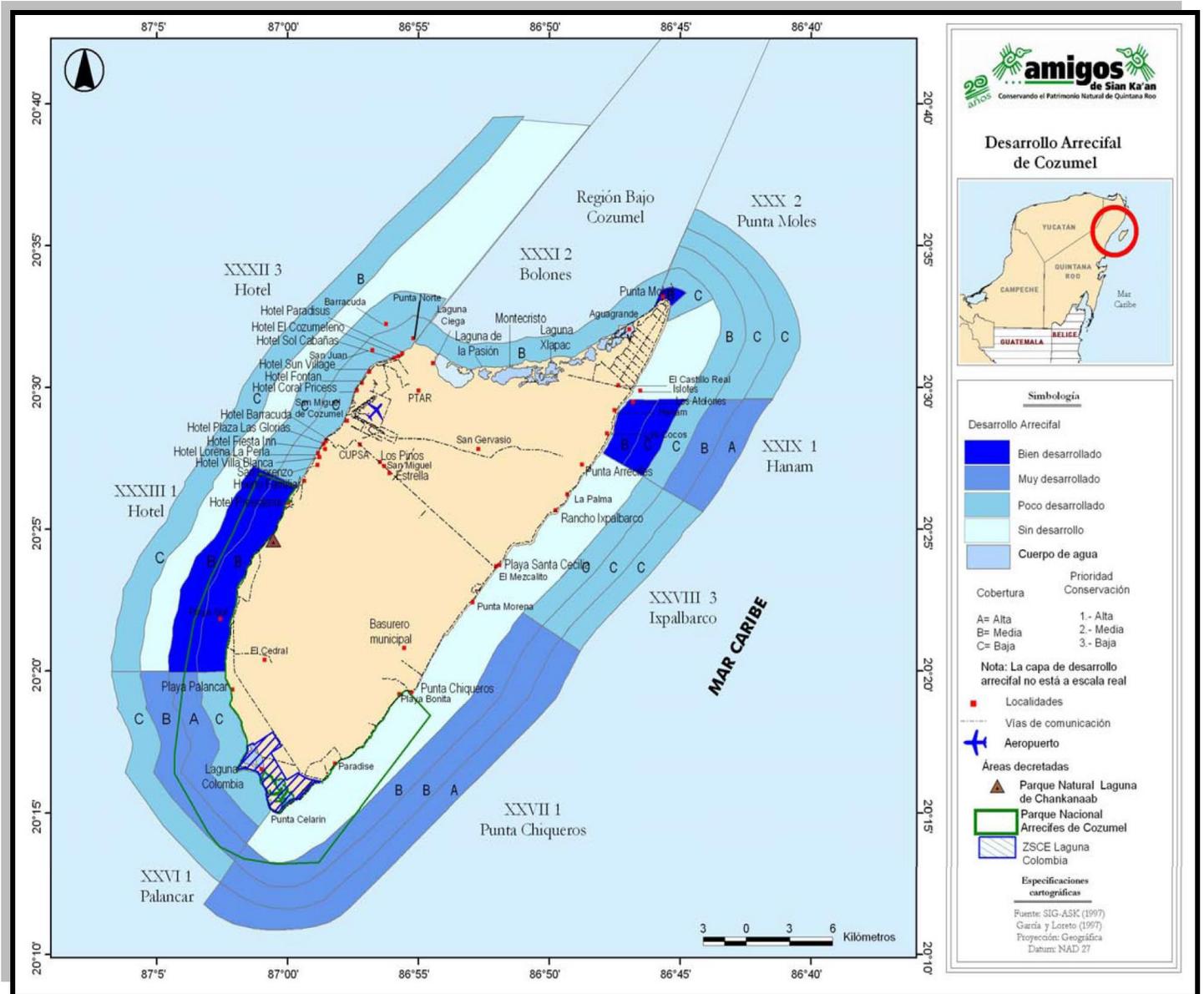
Región XXXI. Se localiza entre Punta Molas y Punta Norte, abarca el banco Bajo Cozumel donde se encuentran los bolones, formaciones arrecifales en forma de grandes cabezos aislados repartidos por todo el Bajo. Presentan una importante cobertura de corales masivos, los resquicios y oquedades localizados en su parte inferior proporcionan sitios de congregación a invertebrados, peces y otros organismos que encuentran sitios de refugio y alimentación. También se observa una franja de pastos marinos.

Región XXXII. Se localiza en la porción norte del área, al oeste de Punta Norte, donde se encuentran los sitios denominados Barracuda y San Juan, no forman estructuras arrecifales, abundan las esponjas y las algas, constituyen sitios de alimentación para una gran diversidad de fauna y, ofrecen paisajes de gran importancia para actividades turístico-recreativas como el buceo.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Figura 14. Caracterización arrecifal de la Isla de Cozumel.



Fuente: Tomado de CONANP. 2014. Anteproyecto del Programa de Manejo del APFF La Porción Norte y La faja Costera Oriental Terrestres y Marinas de la Isla de Cozumel. México, D. F.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Dentro del Área de Protección de Flora y Fauna, en Punta Chiqueros y hacia el noreste, se observan algunos manchones coralinos formados por corales masivos a una profundidad cercana a 18 m. Entre la playa Los Cocos y El Castillo (región XXIX), en el sitio conocido como Hanan o Los Atolones existe un desarrollo arrecifal importante, con microatolones en cuyos lados se crecen algas carnosas y algunas colonias de *Pseudodiploria strigosa* (coral cerebro simétrico). En Punta Molas (Región XXX) se ubica la única la barrera de arrecifes de coral en la isla Cozumel que alcanza la superficie del agua, y que muestra la morfología típica de un arrecife.⁵²

Los corales son especies proveedoras de estructura constituyen un hábitat vulnerable por su fragilidad física. Los arrecifes de coral proveen hábitat a una gran diversidad de organismos que encuentran alimentación, refugio, y sitios de reproducción y crianza. La vulnerabilidad de los arrecifes de coral, está determinada por las especies que lo conforman, las características fisicoquímicas y biológicas del ambiente marino en el que crece, los fenómenos meteorológicos que inciden en el área y las actividades antropogénicas que se desarrollan en el Área de Protección de Flora y Fauna y áreas aledañas.

Las diferentes formas de crecimiento de los corales, ramificadas y masivas, provocan la heterogeneidad del sustrato, y proveen refugio a otros organismos que habitan este ecosistema; además, las grandes estructuras que pueden llegar a formar estos corales, proporcionan protección a la línea costera, minimizando el impacto del oleaje y corrientes que se generan durante tormentas y huracanes, reduciendo así, la erosión de la costa. Los pocos estudios de monitoreo realizados recientemente en la región del Caribe Mexicano, han mostrado signos alarmantes de deterioro en los arrecifes de coral de la región, que se ha reflejado en una reducción significativa en la cobertura de corales y un incremento importante en la cobertura de macroalgas.⁵³ Una medida de salud del arrecife puede ser obtenido a partir de la proporción que guardan los principales constituyentes del bentos (corales pétreos, gorgonáceos, esponjas, mileporas) con respecto a la abundancia de macroalgas.⁵⁴

⁵² CONANP. 2014. Anteproyecto del Programa de Manejo del APFF la porción norte y la franja costera oriental terrestres y marinas de la Isla de Cozumel. México, D. F.

⁵³ Carriquiry, B. J.D., J.A. Villaescusa C., G.Horta P., P.G. Castro, C.Ricaurte V., J. P. D'Olivo C. y L. R. Robles J. Monitoreo del bentos, nutrientes e isotopos en relación a la salud arrecifal de áreas naturales protegidas del norte de Quintana Roo con mayor vulnerabilidad al cambio de fase arrecifal: Primera Etapa. Ensenada, BC, México. 2009.

⁵⁴ García-Salgado, M., T. Camarena I., G. Gold B., M. Vásquez, G. Galland, G. Nava M., G. Alarcón D. y V. Ceja m. Línea base del Sistema Arrecifal Mesoamericano. Resultados del monitoreo sinóptico 2004-2005. Vol. 1. Documento técnico del SAM No. 18. CCAD-SAM/MBRS. 2006.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

El arrecife de coral es usado de manera transitoria tanto por las especies que habitan el Área de Protección de Flora y Fauna como por las migratorias que encuentran alimento, protección y sitios de reproducción, por ello es un sitio crucial para la supervivencia de las especies asociadas a él, y su conservación es de particular preocupación. Es un ecosistema frágil, los factores de impacto que inciden sobre él ocasionan impactos muy severos, y su recuperación resulta más lenta, en el área natural protegida, el arrecife de coral presenta una alta vulnerabilidad al impacto generado por los huracanes, fenómenos meteorológicos que inciden con gran intensidad y frecuencia en el área, así como por la contaminación del agua generada por las actividades antropogénicas, productivas y recreativas, que se desarrollan en la región, entre las que se encuentran los desarrollos turísticos, deportes acuáticos, observación de flora y fauna, y la pesca, cuyos métodos y artes de pesca pueden destruir corales longevos cuya recuperación, podría llevar cientos de años.

Así, el impacto causado por los fenómenos meteorológicos que inciden en el área, sumado a la contaminación y el aprovechamiento no extractivo de recursos naturales como la observación de flora y fauna, constituyen importantes factores de riesgo para el arrecife coralino y las especies de flora y fauna que lo habitan, además del impacto directo sobre las especies de coral que lo conforman a las que pueden ocasionar enfermedades como el blanqueamiento del coral, llevando a la desaparición de las especies y la pérdida del elemento estructural que conforman.

Los arrecifes del área natural protegida son ecosistemas con fragilidad alta y relevancia excepcional en escala, teniendo afectaciones directas sobre los ecosistemas circundantes. La pérdida de un hábitat y de las funciones ecológicas que provee, entre las que se encuentran los sitios de reproducción, desove, alimentación, refugio o descanso para numerosas especies de flora y fauna, impacta de forma directa la distribución y abundancia de las especies que habitan el área modificando la estructura de la comunidad, la dinámica del ecosistema y la pérdida de los servicios ambientales.

Los arrecifes de coral proporcionan una gran diversidad de servicios ambientales entre los que se encuentran:

- Absorben la fuerza de las olas, amortiguan los efectos de las olas y las tormentas sobre las costas protegiéndolas de la erosión, además de disminuir el daño sobre la infraestructura existente.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

- Sirven como rompeolas protegiendo a las áreas costeras durante huracanes y tormentas.
- Constituyen una fuente importante de proteínas para millones de habitantes en países tropicales, que obtienen peces, crustáceos y moluscos del ecosistema marino para su alimentación.
- La belleza natural de estos ecosistemas constituye un gran atractivo para el turismo. Muchas naciones tropicales se benefician económicamente cuando son visitadas por miles de turistas que acuden a bucear como diversión y a tomar fotografías en los arrecifes coralinos.
- La biología, geología y las interacciones fisicoquímicas en los arrecifes ofrecen una gran oportunidad para el desarrollo de estos sistemas y para proyectos educativos.
- La diversidad biológica de los arrecifes coralinos tiene un valor estético incomparable y constituyen una reserva biológica (genética) importante para el futuro.
- Los arrecifes de coral han demostrado ser la fuente de importantes sustancias orgánicas que son valiosas en la industria farmacéutica. Son de gran valor por la diversidad de plantas y animales que proveen compuestos químicos, usados en la producción de medicinas.

Existen estimaciones que asignan valores monetarios a los arrecifes, aproximaciones interesantes del valor de estos ecosistemas en términos económicos:

- Valor económico de los arrecifes: entre US\$100,000 y US\$600,000 por kilómetro cuadrado por año.
- Costo de protección: costo estimado por manejo de un área marina protegida: US\$775 por kilómetro cuadrado por año.
- Costo de sustitución del ecosistema: costo estimado por instalar rompeolas artificiales hechos de tetrápodos de concreto: US\$10 millones por kilómetro.⁵⁵

La pérdida de las estructuras coralinas tiene implicaciones directas sobre el ecosistema marino por la pérdida de hábitats y la disponibilidad de sitios de refugio, reproducción y crianza para diversas especies de peces e invertebrados, o especies migratorias en tránsito como las tortugas marinas y mantarrayas, principalmente, lo que conlleva al desplazamiento de especies y poblaciones tanto de fauna como de flora con consecuencias directas sobre los procesos y dinámica del ecosistema y la abundancia de especies de interés comercial para la pesca o pesca deportivo-recreativa, que impacta el desarrollo económico de los pescadores, prestadores de servicios turísticos y habitantes.

⁵⁵ UNEP World Conservation Monitoring Center. *In the front Line. Shoreline Protection and Other Ecosystem Services from Mangroves and Coral Reefs.* Cambridge Printers. UK. 2006.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Los arrecifes de coral desempeñan un papel vital para para la contención de la erosión costera, para la crianza natural de peces y, el desarrollo de actividades turísticas. Entre los servicios ambientales que proporcionan los arrecifes esta y varía de acuerdo a su ubicación y depende de la forma y tamaño del arrecife. Un arrecife de coral típico puede absorber hasta el 90% de la fuerza de las olas, protegiendo así tanto a la costa como a la infraestructura de la erosión y daño. Es importante considerar la manera en que el cambio climático puede afectar estos hábitats, así como la escala de tiempo de los efectos, los arrecifes son sistemas extremadamente vulnerables a este fenómeno.⁵⁶

Beneficio

Descripción: Valor de uso directo y valor de uso indirecto.

Derivado de la protección y conservación de los microatolones, ecosistemas únicos en el mar Caribe.

Grupo beneficiado:

Biodiversidad (genes, especies, ecosistemas). Procesos ecológicos y evolutivos. Población en general y generaciones futuras.

Importancia:

Alta.

Evaluación cualitativa:

Los microatolones son formaciones de algas coralinas (Rhodophyta) de formas más o menos circulares sobre la superficie del agua, tienen un amplio crecimiento lateral, lo que les confiere una forma semejante a un hongo. Su crecimiento hacia arriba está limitado por la marea y el viento. El único sitio con microatolones en el área natural protegida y el Caribe Occidental, se localiza en paralelo a la costa nororiental de la Isla de Cozumel, formando un cinturón de ca. 30 m de ancho, a 150 m de la costa.⁵⁷

Los microatolones de Cozumel están restringidos a una sección de 2 km de costa a aproximadamente 9 km al sur de la punta norte de la isla.⁵⁸

Los microatolones alcanzan entre 25 y 50 cm sobre la superficie del agua, presentan un crecimiento horizontal pronunciado que forma un labio de más de un metro de ancho, y una estructura vertical en forma de talo o pilar. Las crestas se unen formando estructuras circulares en forma de hongo con diámetros de entre 10 y 25 m y 2 a 3 m de alto.

⁵⁶ R.J. Brock, E. Kenchington y A. Martínez Arroyo (comps.). Directrices científicas para la creación de redes de áreas marinas protegidas en un contexto de cambio climático. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte, Montreal, Canadá. 2012.

⁵⁷ Boyd, D. W., Louis S. Kornicker & Richard Rezak. 1963. *Coralline algal microatolls near Cozumel Island, Mexico. Contributions Geology* 2(2):105-108.

⁵⁸ Steneck, R. S., P.A. Kramer & R.M. Loreto 2003. *The Caribbean's western-most algal ridges in Cozumel, Mexico. Coral Reefs* 22: 27-28

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Las crestas hacia el mar son las mejor desarrolladas, y hacia el centro del microatolon las crestas disminuyen progresivamente su tamaño.⁵⁹ El borde elevado hacia el mar está formado únicamente por *Porolithon pachydermum* (100%), detrás de ellas, las superficies superiores y laterales están dominadas por *Lithophyllum congestum* (50%), junto *P. pachydermum* (25%), en tanto que *Paragoniolithon* sp., *Peyssonnelia* sp. y *Homotrema rubrum* (foraminífero) constituyen otro 25%. Los márgenes del microatolon, por debajo del labio, se compone de *P. pachydermum* (30%), *L. congestum* (17%), *Neogoniolithon imbrictum* (17%) y *Peyssonnelia* (33%). Cerca de la base predominan *Paragoniolithon* (42%), *Polystrata* (28%) y *Peyssonnelia* (14%). El espesor de los talos de los microatolones es mayor a 10 mm de espesor y la parte superior de la cresta, cerca de la base menor a 1 mm.⁶⁰

En los costados se encuentran algas carnosas, algunas colonias de coral cerebro simétrico (*Pseudodiploria strigosa*), además de escasas esponjas incrustantes. Las lagunas interiores poco profundas de los microatolones soportan un crecimiento exuberante de algas no coralinas, entre las que se encuentran algas verdes y cafés (*Asparagopsis* sp., *Turbinaria turbinata* y *Laurencia poiteau*).⁶¹

Los microatolones se sitúan a unos 150 metros de la orilla, de modo que funcionan como una cresta arrecifal, en la que hay alrededor de 50 de ellos de altura y diámetro variable. Esto permite que se den las condiciones para la presencia de un arrecife bien desarrollado con altas densidades de gorgonáceos.⁶²

Los microatolones localizados en el área natural protegida son un ecosistema único dentro de la región del Caribe Occidental, constituye el hábitat de una gran diversidad de especies de algas que desempeñan importantes funciones (fotosíntesis, secuestro de carbono) dentro de los ciclos biogeoquímicos; proporcionan sitios de refugio, reproducción y crianza para diversas especies de peces e invertebrados; proveen servicios ambientales. La pérdida de estas estructuras tiene implicaciones directas sobre el ecosistema marino por la pérdida del hábitat que conlleva al desplazamiento de especies y poblaciones tanto de fauna como de flora, y la alteración de los procesos y dinámica del ecosistema, además del impacto negativo sobre el desarrollo económico de los habitantes y prestadores de servicios turísticos.

⁵⁹ Steneck, R. S., P.A. Kramer & R.M. Loreto 2003. *The Caribbean's western-most algal ridges in Cozumel, Mexico. Coral Reefs* 22: 27-28.

⁶⁰ *Op cit.*

⁶¹ *Op. cit.*

⁶² CONANP. 2014. Anteproyecto del Programa de Manejo del APFF la porción norte y a franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel. México, D. F.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Beneficio.

Descripción: Valor de uso directo, valor de opción.

Derivado del establecimiento de acciones para la conservación de la vegetación natural del APFF la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel, conformada por manglares, dunas costeras, pastos marinos y sargazos, algas (fitoplancton, macroalgas, microatolones), selvas bajas y medianas subcaducifolias, palmar y tular-popal, lo que contribuirá de forma directa a la conservación de la biodiversidad y servicios ecosistémicos provistos por el área natural protegida.

Grupo beneficiado

Biodiversidad (genes, especies, ecosistemas). Procesos ecológicos y evolutivos que dependen de hábitats conservados. Población mundial y generaciones futuras, población local.

Importancia

Alta.

Evaluación cualitativa:

En los últimos 300 años, la superficie forestal mundial se ha reducido en aproximadamente un 40%. Se estima que los bosques han desaparecido por completo en 25 países, y otros 29 países han perdido más del 90% de su cubierta forestal.⁶³ El cambio de uso del suelo de los ecosistemas naturales a otras formas de uso como la agricultura, la ganadería (pastizales) o urbanización, altera el flujo total de servicios de los ecosistemas, originando una gran pérdida de biodiversidad y la degradación total de los ecosistemas originales.⁶⁴ Se calcula que a nivel mundial, se han perdido servicios ecosistémicos con un valor cercano al 1% del PIB del mundo en 2010 como consecuencia de la pérdida de biodiversidad en el período 2000-2010 y, se espera que este valor se incremente alcanzando el 7% del PIB en 2050, como resultado de la pérdida de biodiversidad entre 2000 y 2050, estos valores están referidos sólo a cambios en los ecosistemas terrestres, sin embargo, no se incluyen todos.⁶⁵ Las consecuencias económicas y sociales de la pérdida de biodiversidad son potencialmente graves y económicamente significativas, sobre el particular, aún existen lagunas en el conocimiento ecológico y económico sobre los impactos de la pérdida de biodiversidad a futuro.

⁶³ United Nations Forest and Agriculture Organisation, 2001. *Global Forest Resources Assessment 2000*; United Nations Forest and Agriculture Organisation, 2006. *Global Forest Resources Assessment 2005*.

⁶⁴ *Op cit.*

⁶⁵ Alterra-rapport 1718. 2008. "The Cost of Policy Inaction (COPI): The case of not meeting the 2010 biodiversity target. L. Braat and P. ten Brink (eds.). Alterra, Wageningen, UR. 2008. http://www.ieep.eu/assets/395/copi_final_report_jun.pdf

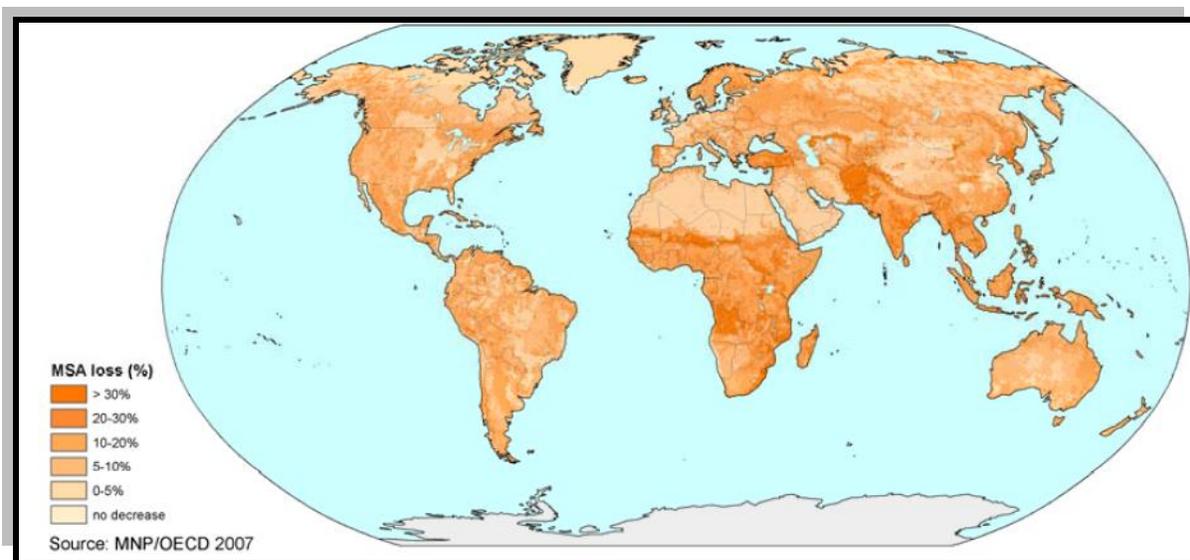
Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

El continuo crecimiento poblacional, la expansión económica y el cambio de uso del suelo son factores que contribuyen de forma directa a la pérdida de la biodiversidad a nivel mundial y la extinción local de especies. Se estima que en el 2000, quedaba cerca del 73% de la biodiversidad mundial original en la tierra, siendo las praderas, los bosques templados y tropicales lo más afectados.

Entre 2000 y 2050 se prevé una pérdida de aproximadamente 11% de la biodiversidad a nivel mundial, aunque para algunos biomas y regiones, se proyectan pérdidas cercanas a un 20%. Lo anterior debido al cambio de uso del suelo de terrenos naturales a superficies agrícolas, expansión de la infraestructura y por el cambio climático.⁶⁶

Figura 15. Pérdida de biodiversidad en 2050 desde el 2000.



Fuente: Alterra-rapport 1718. 2008. "The Cost of Policy Inaction (COPI): The case of not meeting the 2010 biodiversity target. L. Braat and P. ten Brink (eds.). Alterra, Wageningen, UR. 2008.

⁶⁶ Alterra-rapport 1718. 2008. "The Cost of Policy Inaction (COPI): The case of not meeting the 2010 biodiversity target. L. Braat and P. ten Brink (eds.). Alterra, Wageningen, UR. 2008. http://www.ieep.eu/assets/395/copi_final_report_jun.pdf

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

El Área de Protección de Flora y Fauna alberga ecosistemas conformados por comunidades vegetales terrestres y marinas que incluyen manglares, dunas costeras, pastos marinos, bosques de sargazos, algas (fitoplancton y macroalgas), selvas baja y mediana subcaducifolia, palmar y tular-popal que conforman el hábitat de 63 taxones de flora y fauna en riesgo (Tabla 8). La vegetación que prospera en el área natural protegida se describe a continuación:

Tabla 8. Especies en riesgo del Área de Protección de Flora y Fauna.

Grupo	Categorías de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010				Endémicas	Total
	E	P	A	Pr		
Plantas			6		2	6
Mamíferos marinos				4		4
Mamíferos terrestres		1	4	1	4	6
Aves		2	8	16	6	26
Reptiles		3	5	8	3	16
Peces			1		1	1
Invertebrados				4		4
Total		6	24	32	16	63

E=Probablemente extinta en el medio silvestre; P=En peligro de extinción;
A=Amenazada; Pr=Sujeta a protección especial

Algas. Las principales algas distribuidas en el Área de protección de Flora y Fauna son las clorófitas o algas verdes (Chlorophyta), rodófitas o algas rojas (Rhodophyta) y feofitas o algas pardas (Phaeophyta).

Las algas verdes están representadas por géneros como: *Halimed* (8 spp.), *Caulerpa* (6 spp.), *Udotea* (5 spp.), *Avrainvillea* (4), *Penicillus* (4 spp.) y *Bryopsis* (3 spp.); entre las algas rojas están *Amphiroa* (3 spp.), *Laurencia* (3 spp.) y *Galaxaura* (3 spp.), *Lithophyllum* (2 spp.) y *Martensia* (2 spp.); y entre las algas pardas están *Dictyota* (8 spp.), *Sargassum* (5 spp.) y *Padina* (4 spp.), por citar algunas (Tabla 9).

**Programa de Manejo
Área de Protección de Flora y Fauna
la porción norte y la franja costera oriental,
terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.**

La mayor cobertura de macroalgas dentro del Área de Protección de Flora y Fauna se registra en la región comprendida desde Punta Morena hasta Playa Los Cocos, observándose una gruesa capa, dominada por *Halimeda opuntia*, *Amphiroa tribulus* y *Dictyota* sp., en el sitio conocido como San Juan, utilizada por una gran diversidad de flora y fauna, que en conjunto conforman un paisaje único.⁶⁷

Tabla 9. Diversidad de algas Área de Protección de Flora y Fauna.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE
CHLOROPHYTA		
Bryopsidales	Bryopsidaceae	<i>Bryopsis plumosa</i>
		<i>Bryopsis</i> sp.
		<i>Bryopsis pennata</i>
	Caulerpaceae	<i>Caulerpa cupressoides</i>
		<i>Caulerpa mexicana</i>
		<i>Caulerpa racemosa</i>
		<i>Caulerpa prolifera</i>
		<i>Caulerpa verticillata</i>
		<i>Caulerpa sertularoides</i>
	Codiaceae	<i>Codium isthmocladum</i>
		<i>Codium repens</i>
	Derbesiaceae	<i>Derbesia</i> sp.
	Udoteaceae	<i>Avrainvillea asarifolia</i>
		<i>Avrainvillea longicaulis</i>
		<i>Avrainvillea nigricans</i>
		<i>Avrainvillea rawsonii</i>
		<i>Cladocephalus luteofuscus</i>
		<i>Halimeda copiosa</i>
		<i>Halimeda discoidea</i>
		<i>Halimeda goreauili</i>
		<i>Halimeda incrassata</i>
		<i>Halimeda lacrimosa</i>
		<i>Halimeda opuntia</i>
		<i>Halimeda tuna</i>
		<i>Halimeda monile</i>
		<i>Penicillus capitatus</i>
		<i>Penicillus dumetosus</i>
		<i>Penicillus pyriformis</i>
		<i>Penicillus</i> sp.
		<i>Rhipilia tomentosa</i>
		<i>Rhipocephalus phoenix</i>
		<i>Udotea cyathiformis</i>
		<i>Udotea flabellum</i>
		<i>Udotea occidentalis</i>
		<i>Udotea</i> sp.
		<i>Udotea wilsonii</i>

⁶⁷ García y Loreto (1997) citados en CONANP. 2014. Anteproyecto del Programa de Manejo del APFF la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel. México, D. F.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Las algas forman parte importante de los arrecifes coralinos, y son buenas indicadoras del estado de salud arrecifal. Además, las algas contienen importantes compuestos potenciales para la elaboración de productos farmacéuticos y que pueden ser utilizados en la industria en alimentos.

Tabla 9. Continuación. Diversidad de algas Área de Protección de Flora y Fauna.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE		
CHLOROPHYTA				
Cladophorales	Anadyomenaceae	<i>Anadyomene stellata</i>		
		<i>Ventricaria ventricosa</i>		
	Cladophoraceae	<i>Chaetomorpha crassa</i>		
		<i>Cladophora sp.</i>		
Dasycladales	Dasycladaceae	<i>Acetabularia crenulata</i>		
		<i>Dasycladus vermicularis</i>		
		<i>Neomeris annulata</i>		
Siphonocladales	Siphonocladaceae	<i>Cladophoropsis membranacea</i>		
		<i>Dictyosphaeria cavernosa</i>		
	Valoniaceae	<i>Valonia macrophysa</i>		
		<i>Valonia utricularis</i>		
PHAEOPHYTA				
Dictyotales	Dictyotaceae	<i>Dictyopteris delicatula</i>		
		<i>Dictyota bartayresiana</i>		
		<i>Dictyota cervicornis</i>		
		<i>Dictyota ciliolata</i>		
		<i>Dictyota dichotoma</i>		
		<i>Dictyota divaricata</i>		
		<i>Dictyota mertensii</i>		
		<i>Dictyota sp.</i>		
		<i>Lobophora variegata</i>		
		<i>Padina gymnospora</i>		
		<i>Padina jamaicensis</i>		
		<i>Padina</i>		
		<i>Styopodium zonale</i>		
		Fucales	Sargassaceae	<i>Sargassum fluitans</i>
<i>Sargassum hystrix</i>				
<i>Sargassum platycarpum</i>				
<i>Sargassum polyceratium</i>				
<i>Sargassum sp.</i>				
<i>Turbinaria turbinata</i>				

Análisis de Beneficios

**Programa de Manejo
Área de Protección de Flora y Fauna
la porción norte y la franja costera oriental,
terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.**

Tabla 9. Continuación. Diversidad de algas Área de Protección de Flora y Fauna.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE
RHODOPHYTA		
Bonnemaisoniales	Bonnemaisoniaceae	<i>Asparagopsis sp</i>
Ceramiales	Ceramiaceae	<i>Wrangelia argus</i>
	Delesseriaceae	<i>Martensia pavonica</i> <i>Martensia sp.</i>
	Rhodomelaceae	<i>Acanthophora spicifera</i>
		<i>Laurencia intricata</i>
		<i>Laurencia papillosa</i>
		<i>Laurencia poiteaui</i>
Corallinales	Corallinaceae	<i>Amphiroa fragilissima</i>
		<i>Amphiroa rigida</i>
		<i>Amphiroa tribulus</i>
		<i>Jania adhaerens</i>
		<i>Litophyllum sp.</i>
		<i>Lithophyllum congestum</i>
		<i>Neogoniolithon imbricatum</i> <i>Paragoniolithon sp</i>
Gelidiales	Gelidiaceae	<i>Gelidium sp.</i>
Gigartinales	Hypneaceae	<i>Hypnea sp.</i>
	Gloiosiphoniaceae	<i>Ochtodes secundiramea</i>
Halymeniales	Cryptonemiaceae	<i>Halymenia sp.</i>
Nemaliales	Galaxauraceae	<i>Galaxaura oblongata</i>
		<i>Galaxaura sp.</i>
		<i>Galaxaura subverticillata</i>
Peyssonneliales	Squamariaceae	<i>Peyssonnelia sp</i>
		<i>Polystrata sp</i>
Rhodymeniales	Champiaceae	<i>Coelothrix irregularis</i>

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Microatolones. Los microatolones son formaciones de algas coralináceas que se localizan en la porción marina de la costa noreste de la isla de Cozumel dentro del Área de Protección de Flora y Fauna, situados a una distancia de aproximadamente 150 metros de la orilla; funcionan como una cresta arrecifal, con cerca de 50 microatolones de altura y diámetro variable, condiciones que favorecen la presencia de un arrecife bien desarrollado con altas densidades de gorgonáceos.⁶⁸ Los microatolones de Cozumel son los únicos que están formados exclusivamente por algas coralináceas, entre las que se encuentran: *Porolithon pachydermum*, *Lithophyllum congestum*, *Neogoniolithon imbricatum*, *Paragoniolithon sp.*, *Peyssonnelia sp.* y *Polysrtrata sp.*, y un foraminífero *Homotrema rubrum*. Además de ser los únicos reportados en el Caribe occidental.⁶⁹ En los márgenes de los microatolones se observan algas carnosas, algunas colonias de coral cerebro simétrico (*Pseudodiploria strigosa*) y algunas esponjas incrustantes, mientras que, en la laguna interior se localizan algas rojas (*Asparagopsis sp.*, *Laurencia poiteau*) y cafés (*Turbinaria turbinata*).

Pastos marinos. Esta comunidad se distribuye en la porción central del área natural protegida, en el extremo Norte de la Isla de Cozumel, Las praderas marinas están formadas por *Thalassia testudinum* (hierba de tortuga) y *Syringodium filiforme* (hierba de manatí), especies que forman extensas praderas marinas asociadas con 89 especies de macroalgas (pardas, rojas y verdes).⁷⁰

En el Área de protección de Flora y Fauna, los pastos marinos forman una extensa franja de entre 500 y 1000 metros, que se localiza en el banco de Cozumel, entre Punta Molas y Punta Norte.⁷¹

Los pastos marinos constituyen zonas importantes de forrajeo para tortugas marinas y peces herbívoros; su abundancia y características morfológicas los convierten en importantes estabilizadores, sus hojas y raíces permiten amortiguar el oleaje, las corrientes y movimientos del agua provocados por los fenómenos meteorológicos (huracanes, tormentas tropicales, nortes) que se presentan en la zona, y la retención y sedimentación de las partículas de arena, lodos y materia orgánica, partículas que son atrapadas y depositadas en los rizomas y raíces contribuyen a reducir la erosión de las playas.

⁶⁸ CONANP. 2014. Anteproyecto del Programa de Manejo del APFF la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel. México, D. F.

⁶⁹ Steneck, R. S., P.A. Kramer & R.M. Loreto 2003. The Caribbean's western-most algal ridges in Cozumel, Mexico. Coral Reefs 22: 27-28.

⁷⁰ CONANP. 2014. Anteproyecto del Programa de Manejo del APFF la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel. México, D. F.

⁷¹ *Op cit.*

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Además, los pastizales marinos representan importantes sumideros o almacenes de carbono, y en conjunto con los manglares, y marismas que se distribuyen en el Área de Protección de Flora y Fauna constituyen un recurso de gran importancia para mitigar los efectos del cambio climático global.

Figura 16. *Thalassia testudinum* (hierba de tortuga).



Fuente: CONABIO-Naturalista.

<http://conabio.inaturalist.org/taxa/118509-Thalassia-testudinum>

Bosques de *Sargassum*. El sargazo (*Sargassum*) pertenece a las algas pardas y forma extensas praderas o bosques a los que está asociada una gran diversidad de algas y macroalgas (rojas, verdes y pardas), peces, reptiles e invertebrados marinos. Estos sitios constituyen zonas importantes de alimentación y refugio para tortugas marinas, peces herbívoros y numerosos invertebrados, principalmente. El género *Sargassum* tiene cerca de 550 especies que se distribuyen en los océanos del mundo con excepción del Ártico, las especies que conforman los bosques de sargazo en el APFF son *Sargassum fluitans*, *S. hystrix*, *S. platycarpa*, *S. polyceriatum* y *Sargassum* sp.; crecen sobre los fondos marinos o flotando libremente. Los sargazos fijos al sustrato se distribuyen desde la línea de costa hasta 20 m de profundidad, mientras que los que flotan libremente forman manchones muy densos de 1 a 2 m de grosor.⁷²

⁷² Suárez Castillo, A.N., R. Riosmena Rodríguez, M. Rojo Amaya, J. Torre Cosío, R. Rioja Nieto, A. Hudson Weaver, T. Pfister, G. Hernández Carmona, G. Hinojosa Arango, O. Aburto Oropeza, A. L. Figueroa Cárdenas. 2013. Bosques de algas pardas en el Golfo de California: *Sargassum*, un hábitat esencial. CONABIO. Biodiversitas 108:12-16.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Los sargazos son plantas que presentan estrategias adaptativas y reproductivas como tasas de crecimiento altas, desarrollo fijo a un sustrato o en libre flotación, reproducción sexual o propagación vegetativa, y características morfológicas las convierten en importantes estabilizadores, sus hojas y raíces permiten amortiguar el oleaje, las corrientes y movimientos del agua, y la retención y sedimentación de las partículas de arena, lodos y materia orgánica, partículas que son atrapadas y depositadas en los rizomas y raíces. Además, las comunidades de *Sargassum* representan importantes sumideros o almacenes de carbono, y en conjunto con los manglares, y marismas que se distribuyen en el Área de Protección de Flora y Fauna constituyen un recurso de gran importancia para mitigar los efectos del cambio climático global.

Dunas Costeras. La vegetación de duna costera es considerada como halófito, debido a que se desarrolla en suelos con alto contenido de sales solubles. Se establece sobre dunas de arena que se desarrollan a lo largo de la línea de costa, originadas a partir del depósito de granos de arena por acción del viento, los cuales pueden ser de origen biológico, especialmente calcáreo, producto de la desintegración de los corales y conchas de moluscos.

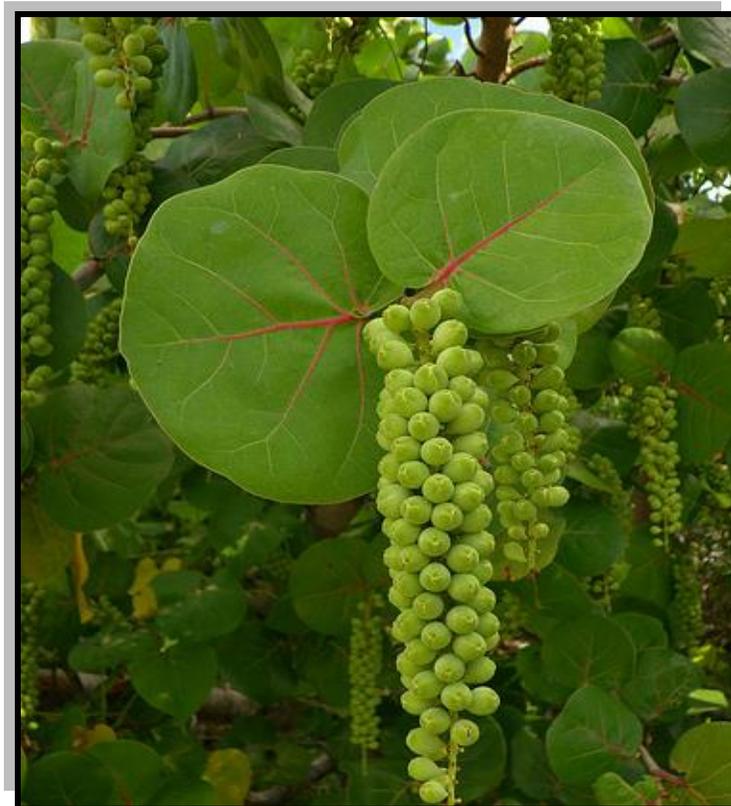
Las vegetaciones que prosperan sobre las dunas costeras están conformadas por plantas que crecen sobre sustratos arenosos con poca humedad, baja cantidad de nutrientes y vientos intensos, con exposición a la brisa marina salina e inundaciones periódicas, durante los nortes y huracanes. Las especies que se desarrollan en las dunas costeras toleran alta salinidad, baja disponibilidad de agua y la acumulación de sedimento. Existen al menos cuatro estratos: el rasante, herbáceo, arbustivo y arbóreo con especies perennes y anuales. Este tipo de vegetación se encuentra bien representado en la mayor parte de la costa noreste del área natural protegida, entre el mar y el manglar, desde Punta Chiqueros hasta la playa denominada Hanan.

A lo ancho de la duna se diferencian claramente dos porciones con características florísticas, fisonómicas y estructurales que corresponden a cambios graduales de las condiciones del medio físico y biológico, denominados comúnmente zona de pioneras y zona de matorrales.⁷³

⁷³ CONANP. 2014. Anteproyecto del Programa de Manejo del APFF la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel. México, D. F., xxxxp.

**Programa de Manejo
Área de Protección de Flora y Fauna
la porción norte y la franja costera oriental,
terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.**

Figura 17. *Coccoloba uvifera* (uva de mar).



Fuente: CONABIO-Naturalista.

<http://conabio.inaturalist.org/taxa/127284-Coccoloba-uvifera>

En la zonas pioneras, la vegetación crece cerca de las playas y prácticamente sobre arena móvil, en estas áreas se desarrollan plantas herbáceas y arbustivas como *Ipomoea pes-caprae* (bejuco de mar), *Coccoloba uvifera* (uva de playa), *Tournefortia gnaphalodes* (tabaquillo), *Hymenocallis americana* (lirio araña), así como algunas especies características de la vegetación costera, como *Cenchrus echinatus* (zacate cadillo), *Cakile edentula*, *Canavalia rosea* (frijol de playa), *Ambrosia hispida*, *Flaveria linearis*, y *Guilandina bonduc*, especies tolerantes a la salinidad, los fuertes vientos y la acción de mareas altas.⁷⁴

⁷⁴ CONANP. 2014. Anteproyecto del Programa de Manejo del APFF la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel. México, D. F.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

La zona de matorrales se encuentra en el interior de la duna, donde la arena se encuentra fija y el suelo contiene mayor cantidad de materia orgánica, en estos sitios prosperan especies menos tolerantes a condiciones ambientales cambiantes. Dominan arbustos y árboles entre los más comunes están: *Agave angustifolia* (espadín), *Acanthocereus tetragonus* (cruceta), *Coccothrinax readii* (palma nakas), *Coccoloba uvifera* (uva de mar) y *Thrinax radiata* (palma chit). *Coccothrinax readii* (palma nakas) y *Thrinax radiata* (palma chit) inscritas en la categoría de amenazada en el listado de especies de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. *C. readii* (palma nakas) endémica de México.

La vegetación de dunas costeras es fundamental en la creación de suelos en los primeros estadios de la sucesión. Sus raíces fijan las partículas de arena del litoral impidiendo su erosión por la acción del viento y el oleaje, lo que protege a las comunidades que habitan hacia el interior.

Manglar. Este tipo de vegetación está representado por *Rhizophora mangle* (mangle rojo), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle negro (*Avicennia germinans*) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) especies catalogadas como amenazadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo *Rhizophora mangle* (mangle rojo), endémica de México.

Los manglares proporcionan refugio en las primeras etapas de desarrollo de crustáceos y peces de importancia económica. En el follaje de los manglares, las aves forman sus nidos en época de reproducción. Es una comunidad única, que proporciona diversos servicios ambientales entre los que destacan los de regulación ya que estabilizan las líneas costeras, disminuyen los efectos negativos de tormentas y marejadas, retienen y acumulan sedimentos y contaminantes, y ofrecen sitios de reproducción, alimento y refugio para una gran diversidad de especies de fauna (vertebrados e invertebrados), además de plantas epífitas como las bromelias (*Aechmea bracteata*), cactáceas (*Selenicereus testudo*), orquídeas (*Brassavola nodosa* y *Schomburgkia tibicinis*) y apocináceas (*Echites yucatanensis* y *Rhabdadenia*), entre otras.

Selvas baja caducifolia y mediana subcaducifolia. Son comunidades vegetales que presentan características fisonómicas y climáticas intermedias. En la selva baja subcaducifolia cuando menos la mitad de los árboles pierden su follaje durante la época seca del año. Presenta dos estratos arbóreos, el estrato arbóreo inferior alcanza alturas de 8 a 15 m, el estrato arbustivo e escaso y, solo se observa bien desarrollado durante la temporada lluviosa.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Las trepadoras y epífitas son poco frecuentes, entre las epífitas destacan las bromeliáceas y las orquidáceas, por otra parte, las suculentas son abundantes. Estas selvas se desarrollan en lugares protegidos de vientos fuertes y de la intrusión salina, prosperan sobre suelos rocosos derivados de calizas, característicos de la Península de Yucatán, bien desarrollados y drenados, donde se presentan inundaciones periódicas, en sitios donde el manto freático está cerca de la superficie.

Figura 18. Neumatóforos de mangle en el área de protección de flora y fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.



Fuente: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Las selvas baja caducifolia y mediana subcaducifolia del área natural protegida forman parte del macizo forestal de la Selva Maya, un área de aproximadamente 2, 500,000 ha. que abarca sectores de México, Belice y Guatemala. Se estima que la extensión actual de bosque y tipos de vegetación asociados corresponde aproximadamente a la mitad de la extensión original que tenía la Selva Maya. Aun así, es la masa forestal tropical más importante del continente americano después de las selvas amazónicas.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

En el paisaje de la Península hay un cambio gradual de la selva perennifolia hacia la selva subcaducifolia, marcado por la escasez de lluvia. La selva subcaducifolia dentro del sitio, sin embargo, forma parte de tres enclaves que se encuentran en el oriente de la península y obedece más bien a condiciones de terreno, que es pedregoso con poca materia vegetal. Mientras en la selva mediana subcaducifolia los árboles alcanzan una altura de ocho a 25m., la altura promedio en la selva baja es de 10-12m. Entre el 50 y 75% de las especies dominantes de árboles pierden sus hojas en la época seca del año. Este tipo de vegetación se distribuye principalmente en la costa este de la isla, abarcando una franja ubicada desde Mezcalitos hasta Punta Molas. Se desarrolla sobre suelos someros, con escasa materia orgánica. Algunas áreas permanecen inundadas en la temporada de lluvias. Las especies de plantas más abundantes son: chiimtook (*Enriquebeltrania crenatifolia*), chakchucum (*Pithecellobium mangense*), guamúchil (*P. dulce*) y uchiche (*Diospyros nicaraguensis*).⁷⁵

Otros tipos de vegetación

Palmar. Comunidad vegetal donde predominan las especies pertenecientes a la familia Arecaceae, especies de forma singular, poco diversas o monoespecíficas. El estrato arbóreo de entre 3 y 10 m de alto, dominado por palma. En el Área de Protección de Flora y Fauna, el palmar forma un manchón continuo en el extremo cercano a Punta Norte y a la planta de tratamiento de aguas residuales, también se observan extensas áreas a lo largo de la costa oriental. La especie dominante es *Acoelorrhaphe wrightii* (tasiste) palmera pequeña de entre 5 y 7 m de alto que crece en grupos, asociada con *Cladium jamaicense* (tule), *Acrostichum danaeifolium* (helecho de playa), *Myrmecophila tibicinis* (lirio), *Rhynchospora colorata*, y *Eleocharis geniculata* (cebollín).

Una característica particular de la palma de tasiste (*Acoelorrhaphe wrightii*) es que es extremadamente resistente al fuego, por lo que puede sobrevivir a la mayoría de los incendios naturales que se presentan en la temporada de secas. En el APFF, en sitios con suelos periódica o permanentemente inundados, el palmar se encuentra ocasionalmente asociado con el tular y el popal.

⁷⁵ CONANP. 2014. Anteproyecto del Programa de Manejo del APFF la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel. México, D. F.

**Programa de Manejo
Área de Protección de Flora y Fauna
la porción norte y la franja costera oriental,
terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.**

Figura 19. Tasistal (*Acoelorrhaphe wrightii*)



Fuente: <http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa/155598-Acoelorrhaphe-wrightii>

Popal-tular. Asociación vegetal que habita en áreas pantanosas, prospera en suelos periódica o permanentemente inundados, lodosos, algo firmes y en ocasiones con aguas salobres, por lo cual, normalmente se encuentran asociadas a zonas de lagunas costeras. Está formada por plantas herbáceas de 1 a 3 m de alto, con hojas grandes y anchas de color verde claro, y monocotiledóneas de hojas angostas, que forman una masa muy densa con una fisonomía muy particular. Esta comunidad vegetal está dominada por *Typha domingensis* (junco), *Cladium jamaicense* (tule), formando ecotonos con otras asociaciones como: *Acrostichum danaeifolium* (helecho de playa), *Dalbergia brownei* (cruceta) y *Rhabdadenia biflora* (venenillos).

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

La vegetación del APFF, constituye la base de la producción primaria y la base de la cadena alimentaria, provee alimento a la gran diversidad de especies que se distribuyen en el área natural protegida, además de una amplia diversidad de hábitats para las especies de flora y fauna e importantes servicios ecosistémicos de los que depende la vida tanto de las plantas y animales como de población humana asentada en la zona de influencia.

Figura 20. Junco (*Typha domingensis*)



Fuente: <http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa/58392-Typha-domingensis>

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Los ecosistemas terrestres y marinos del Área de Protección de Flora y Fauna constituyen el hábitat de numerosas especies de flora que incluyen plantas vasculares y algas, vertebrados (mamíferos, aves, reptiles y peces) e invertebrados terrestres y marinos. Preservar las interacciones entre las especies distribuidas en el área natural protegida es fundamental para mantener la producción de servicios ambientales a largo plazo, misma que depende de la capacidad de los especímenes para completar su ciclo de vida, proceso para el que se requiere la interacción con otros organismos (polinizadores, diseminadores de semillas, herbívoros, depredadores, etc.), en consecuencia, actividades como el cambio de uso del suelo, la extracción selectiva de especies, la contaminación, entre otras, impiden o limitan estas interacciones.

Los manglares, las dunas, los pastos marinos y sargazos, las microalgas, juegan un papel importante como zonas de amortiguamiento contra las inundaciones y la erosión provocada por los huracanes y tormentas tropicales, funcionan como vasos reguladores de las inundaciones en época de lluvias y aportan agua en la temporada de estiaje. Las raíces de los mangles, pastos marinos y plantas de las dunas, además de la arena de las playas, amortiguan el efecto erosivo del oleaje de tormenta.

La disponibilidad de recursos naturales y la conservación de la fertilidad del suelo, la calidad del agua y aire, entre otros, dependen de la conservación del hábitat, por lo que es fundamental concentrar los esfuerzos para su conservación estableciendo acciones que permitan minimizar la modificación y destrucción de los hábitats naturales y optimizar el uso de los recursos naturales del área y la biodiversidad, adoptando mejores prácticas de apropiación y uso de la biodiversidad con el fin de asegurar la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos y garantizar la disponibilidad y abastecimiento de materia prima para la vida de los habitantes así como la conservación de los servicios ecosistémicos.

Beneficio

Descripción: Valor de uso directo y valor de uso indirecto.

Derivado de la protección y conservación de los pastos marinos como especies cruciales para la productividad primaria y generadores de servicios ecosistémicos de provisión (alimentos), regulación (clima, calidad del agua, estabilizadores y retenes naturales de arena), soporte (fotosíntesis, ciclo de nutrientes, formación de suelo) y culturales (recreativos, estéticos).

Grupo beneficiado:

Ecosistemas y diversidad biológica del área protegida, procesos ecológicos y evolutivos. Población en general y generaciones futuras.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Importancia:

Alta.

Evaluación cualitativa:

Los pastos marinos son plantas que pueden formar praderas de gran extensión. En el mundo existen cerca de 60 especies de pastos marinos, y en el Atlántico oeste tropical, región en la que se incluye el Golfo de México y Caribe Mexicano, se estima que existen ocho especies nativas y una recientemente introducida (*Halophila stipulacea*).⁷⁶ Los pastos marinos se desarrollan sobre fondos arenosos y lodosos en áreas costeras, en aguas someras hasta profundidades superiores a 50 m. Entre los factores que determinan la distribución de estas comunidades vegetales se encuentran las mareas, las fuerzas hidrodinámicas, la temperatura, la salinidad y la luz.⁷⁷

Estas comunidades vegetales tienen un papel preponderante dentro del equilibrio del ecosistema, son productores primarios de los que dependen una gran cantidad de especies marinas para su alimentación directa por forrajeo (tortugas marinas, manatí, peces herbívoros) o indirectamente a través de la descomposición de la materia vegetal muerta (poliquetos, peces, langostas, cangrejos, entre otros). Además, los pastos marinos funcionan como estabilizadores y retenes naturales de arena, sus hojas amortiguan el oleaje y las corrientes, esto permite una rápida sedimentación de los granos de arena, lodos y material orgánico, mismos que quedan atrapados en los extensos sistemas de rizomas y raíces, lo que disminuye el movimiento de grandes masas de arena y contribuye a reducir la erosión de las playas. Sirven como hábitat para muchos organismos.

Peces pequeños y crustáceos encuentran su alimento en los extensos pastizales, mientras las hojas les permiten ocultarse de sus depredadores. Las hojas sirven como sustrato para plantas y animales sésiles. Gusanos, moluscos, y otros animales habitan en sus fondos lodosos. Los pastizales funcionan como áreas de crianza para las etapas larvarias y juveniles de peces, langosta espinosa y camarones de importancia comercial. Los pastizales marinos, junto con los manglares y las marismas intermareales, son importantes sumideros marinos de carbono, mitigando los efectos del cambio climático global.⁷⁸

⁷⁶ van Tussenbroek, B.I, M. Guadalupe Barba Santos, J. G. Ricardo Wong, J. Kornelis van Dijk, M. Waycott. 2010. Guía de los pastos marinos tropicales del Atlántico Oeste. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología-Instituto de Biología UNAM. México, D. F. 75 p.

⁷⁷ van Tussenbroek, B.I, M. Guadalupe Barba Santos, J. G. Ricardo Wong, J. Kornelis van Dijk, M. Waycott. 2010. Guía de los pastos marinos tropicales del Atlántico Oeste. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología-Instituto de Biología UNAM. México, D. F. 75 p.; R.J. Brock, E. Kenchington y A. Martínez Arroyo (comps.) (2012). Directrices científicas para la creación de redes de áreas marinas protegidas en un contexto de cambio climático. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte, Montreal, Canadá, 2012.

⁷⁸ van Tussenbroek, B.I, M. Guadalupe Barba Santos, J. G. Ricardo Wong, J. Kornelis van Dijk, M. Waycott. 2010. Guía de los pastos marinos tropicales del Atlántico Oeste. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología-Instituto de Biología UNAM. México, D. F. 75 p.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Las hojas de los pastos reducen el exceso de iluminación durante el día, protegiendo el fondo de la insolación y permitiendo el desarrollo de un microambiente en la base de los pastos. Las praderas crean una elevada concentración de oxígeno disuelto, producto de la fotosíntesis de los pastos, que tiene como consecuencia densidades elevadas de organismos.⁷⁹ Entre las funciones más importantes de las praderas, esta conformar sitios de crianza, refugio y alimentación de muchas especies juveniles de peces e invertebrados. Dicha función se encuentra relacionada con los bosques de manglar y los arrecifes.

Los pastos marinos, proporcionan una variedad de microhábitats a muchos organismos como hidrozoarios y anémonas, protozoarios, esponjas, poliquetos, balanos, y una gran variedad de caracoles que viven sobre las hojas y tallos de los pastos. Asociadas a las raíces y al sustrato habitan diatomeas, copépodos, nematodos, bivalvos, cangrejos, camarones, pepinos, estrellas de mar y erizos. Muchos animales en sus etapas larvianas o de juveniles, aprovechan la gran productividad y la complejidad estructural de las hojas y raíces de los pastos usan estas praderas como zonas de refugio, alimentación y protección. Entre estas especies hay una gran variedad de peces (pargos, burritos, mojarra), así como invertebrados (camarones y jaibas), la gran mayoría de interés comercial.⁸⁰

Las algas por su parte, son fundamentales para la biosfera ya que representan más del 70% de la producción primaria del planeta. El fitoplancton fija varios miles de millones de toneladas de carbono al año en las masas de aguas oceánicas y continentales, y constituye el primer eslabón de la cadena trófica. Las macroalgas, así como los pastos, funcionan como estabilizadores y retenedores de sedimentos, y sirven de refugio a diferentes organismos.⁸¹

En el Área de Protección de Flora y Fauna, se han identificado dos especies de pastos marinos: *Thalassia testudinum* (hierba de tortuga) y *Syringodium filiforme* (hierba de manatí) que forman extensas praderas marinas asociadas con una gran diversidad de macroalgas. Estos **sitios constituyen zonas importantes de forrajeo para tortugas marinas y peces herbívoros**, entre otras especies.

⁷⁹ CONABIO. Praderas de pastos marinos.

<http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/praderasPastos.html>

⁸⁰ *Op cit.*

⁸¹ Ileana Ortigón Aznar *et al.* Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. Diversidad vegetal: Algas. México.

<http://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap4/01%20Algas.pdf>

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Los extensos pastizales marinos del Área de Protección de Flora y Fauna están conformados por *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*, ocasionalmente, junto con ellas se desarrolla *Halodule wrightii*, planta que generalmente crece solitaria formando manchones. Las tres especies tienen amplia distribución en la región del gran Caribe, son plantas que toleran altas concentraciones de nutrientes. *H. wrightii* forma grandes poblaciones en sitios que reciben elevados aportes de nutrientes.

T. testudinum, *S. filiforme* y *H. wrightii*, son las especies de pastos marinos que tienen las hojas más grandes, con longitudes que van de 10-80 cm, 5-50 cm y 3-30 cm, respectivamente, característica que aunada a su tamaño poblacional, los convierten en importantes estabilizadores, sus hojas y raíces permiten amortiguar el oleaje, las corrientes y movimientos del agua provocados por los fenómenos meteorológicos (huracanes, tormentas tropicales, nortes) que se presentan en la zona, y la retención y sedimentación de las partículas de arena, lodos y materia orgánica, partículas que son atrapadas y depositadas en los rizomas y raíces contribuyen a reducir la erosión de las playas.

Además, los pastizales marinos representan importantes sumideros o almacenes de carbono, y en conjunto con los manglares, y marismas que se distribuyen en el Área de Protección de Flora y Fauna constituyen un recurso de gran importancia para mitigar los efectos del cambio climático global.

Los ecosistemas de pastos marinos sufren daños a raíz de una amplia gama de actividades humanas, entre las que se encuentran el dragado y el anclaje, el desarrollo costero, la conversión del hábitat para el cultivo de algas, daños por embarcaciones y por artes de pesca y la eutrofización por contaminación, entre otras. Pérdidas significativas de hábitat de pastos marinos han sido detectadas en el Mediterráneo, la bahía de Florida en los Estados Unidos y en partes de Australia, y se prevé que las actuales pérdidas se aceleren, especialmente en el sudeste de Asia y en el Caribe.⁸² Los pastos marinos aumentan el sustrato disponible para la fijación de organismos de diferentes tipos. También reducen el movimiento del agua creado por las corrientes y las olas, permitiendo condiciones de calma en el interior de las praderas.

⁸² Los ecosistemas y el Bienestar Humano: Humedales y aguas. Informe de síntesis. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. EEUU. 2005.

http://www.millenniumassessment.org/documents/MA_WetlandsandWater_Spanish.pdf

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

La conservación del área natural protegida, permitirá mantener las condiciones naturales de los ecosistemas marinos y terrestres y con ello garantizar la permanencia de los pastos marinos, especies cruciales en la dinámica del ecosistema marino del área, como hábitat para numerosas especies de flora y fauna (algas sésiles, gusanos, moluscos, larvas y juveniles de peces y camarones, entre otros); como productores primarios, constituyen el nivel trófico inferior, su densidad y abundancia son decisivas para los depredadores herbívoros que se convierten en presas de los carnívoros que se encuentran en el ápice de la cadena trófica, la eliminación o disminución de una presa o depredador, produce cambios en la diversidad, densidad poblacional y abundancia del resto de las especies de la comunidad.

La disponibilidad de alimento en la base de la cadena alimentaria determinará la diversidad, abundancia y talla de los niveles tróficos superiores. Entre las especies que habitan en el Área de Protección de Flora y Fauna, para las que los pastos proveen alimento de forma directa o indirecta también se encuentran algunas de importancia comercial cuya abundancia depende de la disponibilidad de alimento (productores primarios, herbívoros y carnívoros), con efectos económicos directos para las comunidades humanas.

Beneficio.

Descripción: Valor de uso directo, valor de opción.

Derivado del establecimiento de acciones de manejo que permitan conservar el hábitat y valores de las especies de fauna silvestre que se distribuyen en el APFF la porción norte y la franja costera oriental terrestres y marinas de la Isla de Cozumel, que incluyen 57 taxones de invertebrados y vertebrados en riesgo. Mantenimiento de los valores de los vertebrados silvestres. (Tabla 10).

Grupo beneficiado:

Ecosistemas y diversidad biológica del área protegida, procesos ecológicos y evolutivos. Población asentada dentro del área y en las zonas de influencia, población del mundo y generaciones futuras.

Importancia:

Alta.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Evaluación cualitativa:

Los ecosistemas del Área de Protección de Flora y Fauna, conforman el hábitat de 57 especies de mamíferos marinos y terrestres (10 spp.), aves (26 spp.), reptiles (16 spp.), peces (1 spp.) e invertebrados (4 spp.) en riesgo de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, en las categorías de en peligro de extinción (6 spp.), amenazada (18 spp.) y sujeta a protección especial (32 spp.), incluyendo 14 taxones endémica de México (tabla 10).

Tabla 10. Valores de los vertebrados silvestres.

Valor de uso		Valor de no uso		
Directo	Indirecto	Opción	Herencia	Existencia
Usos extractivos		Continuidad de la especie	Herencia cultural	Conocimiento de la existencia
Cacería	Autopreservación y evolución	Obtención de nueva materia prima		Protección del hábitat
Materia prima	Ciclaje de Nutrientes	Nuevos conocimientos		
Alimentos	Investigación científica	Bancos de semen		
Colecta y captura	Indicadores del estado del ecosistema	Recursos de emergencia		
Medicina	Banco genético			
Religión				
Criaderos				
Mascotas				
Usos no extractivos				
Recreación				
Actividades culturales				
Producción audiovisual				

Fuente: Adaptado de Pérez-Gil R. *et al.* 1996.

Mamíferos

En el Área de Protección de Flora y Fauna se distribuyen mamíferos marinos y terrestres, entre los que destacan cuatro especies de delfines de los géneros *Stenella* y *Tursiops*, inscritas en el listado de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, en la categoría de sujeta a protección especial (tabla 10). Los mamíferos terrestres que se distribuyen en el Área de Protección de Flora y Fauna incluyen grandes mamíferos como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y el jabalí de collar enano o jabalí cozumeleño (*Pecari tajacu* subsp. *nanus*, además de armadillos (*Dasybus novemcinctus*), el tepezcuintle (*Cuniculus paca* subsp. *nelsoni*) y diversos murciélagos (*Artibeus jamaicensis* subsp. *yucatanicus*, *Dermanura phaeotis*, *Micronycteris megalotis*) por citar algunos. Entre los mamíferos terrestres se encuentran seis taxones endémicos y de distribución restringida, el mapache de Cozumel (*Procyon pygmaeus*), el ratón cosechador de Cozumel (*Reithrodontomys spectabilis*), el coatí de Cozumel (*Nasua narica nelsoni*), la rata arrocera de pantano (*Oryzomys couesi cozumelae*), el ratón de pata blanca de Cozumel (*Peromyscus leucopus cozumelae*), además del mico de noche (*Potos flavus*), todas ellas inscritas en el listado de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (tabla 11).

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo
Área de Protección de Flora y Fauna
la porción norte y la franja costera oriental,
terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Tabla 11. Mamíferos marinos en el Área de Protección de Flora y Fauna.

Familia	Especie	Nombre común	Especies en riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010
Delphinidae	<i>Stenella clymene</i>	delfín tornillo del atlántico, delfín de clymen	sujeta a protección especial
	<i>Stenella coeruleoalba</i>	delfín listado	sujeta a protección especial
	<i>Stenella frontalis</i>	delfín manchado del atlántico, delfín embridado	sujeta a protección especial
	<i>Tursiops truncatus</i>	tonina, bufeo, delfín nariz de botella, tursión	sujeta a protección especial

Figura 21. *Artibeus jamaicensis* subsp. *yucatanicus* (murciélago frutero)
en el Área de Protección de Flora y Fauna.



Fuente: <http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa/198033-Artibeus-jamaicensis-yucatanicus>

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Tabla 12. Mamíferos terrestres en el Área de Protección de Flora y Fauna.

Familia	Especie	Nombre común	Especies en riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010
Muridae	<i>Peromyscus leucopus</i> subsp. <i>cozumelae</i>	ratón de pata blanca de Cozumel	amenazada, endémica
	<i>Reithrodontomys spectabilis</i>	ratón cosechero de Cozumel	amenazada
	<i>Oryzomys couesi</i> subsp. <i>cozumelae</i>	rata arrocera de pantano	amenazada, endémica
Procyonidae	<i>Nasua narica</i> subsp. <i>nelsoni</i>	tejón de Cozumel	amenazada, endémica
	<i>Potos flavus</i>	mico de noche, kinkajou	sujeta a protección especial
	<i>Procyon pygmaeus</i>	mapache de Cozumel	en peligro de extinción, endémica

Figura 22. *Procyon pygmaeus*. Mapache endémico de Cozumel.



Fuente: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Se estima que la población total el mapache de Cozumel (*Procyon pygmaeus*) es de entre 323 y 955 especímenes, el número mínimo de individuos estimado es de 105.⁸³ En cambio el coatí de Cozumel (*Nasua narica* subsp. *nelsoni*) es mucho más escaso. Durante una evaluación poblacional realizada en 1994-1995, se estimó que la población de este mamífero es de 150 ± 95 individuos.⁸⁴ Actualmente, estas especies endémicas junto con el hocofaisán de Cozumel (*Crax rubra* subsp. *griscomi*), el ratón cosechador de Cozumel (*Reithrodontomys spectabilis*) y el cuitlacoche de Cozumel (*Toxostoma guttatum*) son probablemente los vertebrados en mayor riesgo de México y que se enfrentan inminentemente a la extinción global.⁸⁵

Figura 23. *Procyon pygmaeus* con crías. Mapache endémico de Cozumel.



Fuente: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

⁸³ McFadden (2004), García-Vasco (2005), Copa-Álvaro (2007) citados en CONANP. 2014. Anteproyecto del Programa de Manejo del APFF la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel. México, D. F.

⁸⁴ Cuarón *et al.* (2004) citados en CONANP. 2014. Anteproyecto del Programa de Manejo del APFF la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel. México, D. F.

⁸⁵ Fortes (2004), Gutiérrez Granados (2003) y Cuarón *et al.* (2004) citados en CONANP. 2014. Anteproyecto del Programa de Manejo del APFF la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel. México, D. F.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Aves

El registro de avifauna del Área de Protección de Flora y Fauna incluye águilas y aguilillas (*Pandion*, *Buteogallus*), garzas (*Ardea*, *Bubulcus*, *Egretta*,), chorlos y chorlitos (*Charadrius* spp.), gaviotas (*Larus argentatus*, *Leucophaeus atricilla*), golondrinas (*Sterna*, *Anous*), entre otras, que representan importantes recursos biológicos (redes alimentarias), de subsistencia así como valores económicos (Tabla 13).

Tabla 13. Funciones ecológicas y beneficios económicos de diferentes grupos de aves.

Contribuciones económicas y ecológicas de las aves			
Grupo funcional	Proceso ecológico	Servicio ambiental y beneficio económico	Consecuencias negativas de la pérdida de aves
1 Frugívoros	Dispersión de semillas	Remoción de semillas de los árboles de origen, protección de semillas de depredadores naturales, germinación mejorada, incremento en producción económica, movimiento de flujo genético, recolonización y restauración de ecosistemas perturbados.	Perturbación de dispersión de mutualismos, reducción de movimiento de semillas, aglomeración de semillas debajo de los árboles de origen, aumento en la depredación de semillas, reducción del flujo genético y germinación, reducción o extinción de especies dependientes.
2 Nectarívoros	Polinización	Nacimiento de especies de importancia económica.	Polinización limitada, baja en la producción de frutos, consecuencias evolutivas y extinciones.
3 Carroñeros	Consumo de carroña	Remoción y consumo de cuerpos muertos, reciclaje de nutrientes y saneamiento de suelos.	Descomposición tardada, incremento de cuerpos muertos en los suelos, incremento de especies no deseadas, brotes no deseados de enfermedades y cambios en las prácticas culturales.
4 Insectívoros	Depredación de invertebrados	Control de poblaciones de insectos y reducción de daños en plantas (alternativas a insecticidas).	Pérdida de controles naturales de plagas, pérdidas de cosechas y ruptura de cadenas tróficas.
5 Piscívoros	Depredación de peces e invertebrados y producción de guano	Control de especies nocivas, depósito de nutrientes alrededor de sitios de crianza, formación de suelos en ambientes polares, indicadores del estado de pesquerías y monitoreo ambiental.	Pérdida de guano y nutrientes asociados, empobrecimiento de comunidades asociadas, pérdida de recursos económicos, pérdida de monitores ambientales y de cadenas tróficas.
6 Aves de rapiña	Depredación de vertebrados	Regulación de poblaciones de roedores y dispersión secundaria.	Brote de plagas de roedores y ruptura de cadenas tróficas.
7 Todas las especies	Miscelánea	Monitoreo ecológico, turismo asociado a avistamientos y observación y reducción de residuos agrícolas.	Pérdidas de recursos de importancia económica y pérdida de señales de monitoreo biológico.

Fuente: Çağan H. Şekercioğlu et al. *Center of Conservation Biology. Department of Biological Sciences, Stanford University. PNAS. USA. 2004.*

En el Área de Protección de Flora y Fauna se encuentran cuatro especies de aves endémicas: el colibrí esmeralda (*Chlorostilbon forficatus*), vireo de Cozumel (*Vireo bairdi*), cuitlacoche de Cozumel (*Toxostoma guttatum*) y chivirín saltapared de Cozumel (*Troglodytes aedon* subsp. *beani*), las tres últimas junto con otros 23 taxones se encuentran en el listado de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010), en las categorías de en peligro de extinción, amenazada y sujeta a protección especial (tabla 14). Entre los residentes estacionales en el área natural protegida se encuentran el flamenco americano (*Phoenicopterus ruber*) y el loro yucateco (*Amazona xantholora*) especies amenazadas.

**Programa de Manejo
Área de Protección de Flora y Fauna
la porción norte y la franja costera oriental,
terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.**

Tabla 14. Aves en riesgo en el área de protección de flora y fauna.

Familia	Especie	Nombre común	Especies en riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010
Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i>	aguillilla negra menor	sujeta a protección especial
	<i>Chondrohierax uncinatus</i>	gavilán pico gancho	sujeta a protección especial
	<i>Elanoides forficatus</i>	milano tijereta	sujeta a protección especial
Anatidae	<i>Nomonyx dominicus</i>	pato colorado, pato enmascarado	amenazada
Ardeidae	<i>Egretta rufescens</i>	garza colorada, garza morada, garza rojiza, garceta rojiza, garza melenuda	sujeta a protección especial
	<i>Ixobrychus exilis</i>	avetoro mínimo, avetorito americano, garceta de tular, alcavarán pequeño, garzo tigre del tular	sujeta a protección especial
Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	gorrión mariposa, siete colores	sujeta a protección especial
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	cigüeña americana	sujeta a protección especial
Columbidae	<i>Patagioenas leucocephala</i>	paloma corona blanca	amenazada
	<i>Zenaida aurita</i>	paloma aurita	sujeta a protección especial
Cracidae	<i>Crax rubra grisei</i>	hocofaisán, hocofaisán de Cozumel	en peligro de extinción, endémica
Falconidae	<i>Falco peregrinus</i>	halcón peregrino, halcón pálido	sujeta a protección especial
Laridae	<i>Sterna antillarum</i>	golondrina marina menor, charrán mínimo, gaviotín	sujeta a protección especial
	<i>Sterna dougallii</i>	charrán rosado	amenazada
Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	maullador negro, pájaro gato negro, dziabán	sujeta a protección especial
	<i>Toxostoma guttatum</i>	cuilacoche de Cozumel	en peligro de extinción, endémica
Parulidae	<i>Limnothlypis swainsonii</i>	chipecorona café	sujeta a protección especial
Pelecanidae	<i>Pelecanus californicus</i> <i>occidentalis</i>	pelicano café, pelicano pardo, pelicano moreno, pelicano gris	amenazada
Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	zambullidor menor, zambullidor chico, zambullidorcito, zampullín macacito	sujeta a protección especial
Phoenicopteridae	<i>Phoenicopterus ruber</i>	flamenco americano	amenazada
Psittacidae	<i>Amazona xantholora</i>	loro yucateco, loro maicero, E'xikin, Tuut (maya Q. Roo)	amenazada, endémica
Strigidae	<i>Asio stygius</i>	búho cara oscura, búho carnudo oscuro, tecolote fusco, lechuza estigia, búho negruzco, lechuza negrusca, lechuza orejita, lechuzón negrusco, mocho diablo, siguapa, cu-chi, hu hu	amenazada
Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon beani</i>	chivirín saltapared de Cozumel	sujeta a protección especial, endémica
Tyrannidae	<i>Attila spadiceus cozumelae</i>	arila de Cozumel	sujeta a protección especial
Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis insularis</i>	vireón ceja rufa de Cozumel	sujeta a protección especial, endémica
	<i>Vireo bairdi</i>	vireo de Cozumel	amenazada, endémica

**Programa de Manejo
Área de Protección de Flora y Fauna
la porción norte y la franja costera oriental,
terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.**

**Figura 24. Esmeralda de Cozumel (*Chlorostilbon forficatus*)
especie endémica de Cozumel.**



Fuente: <http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa/6116-Chlorostilbon-forficatus>

Reptiles

En el Área de Protección de Flora y Fauna habitan reptiles marinos entre los que destacan las tortugas marinas (*Caretta*, *Chelonia*, *Eretmochelys*) y el cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*), y numerosas especies terrestres que incluyen dos taxones endémicos de la Isla de Cozumel, la lagartija escamosa de Cozumel (*Sceloporus cozumelae*) y la lagartija picasombra (*Aspidoscelis cozumela*). Dieciséis especies listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 en las categorías de en peligro de extinción (3 spp.), amenazadas (5 spp.) y sujeta a protección especial (8 spp.), entre las que se encuentra la boa (*Boa constrictor*) que es una especie introducida (Tabla 15).

La costa oriental del Área de Protección de Flora y Fauna es sitio de anidación de la tortuga caguama (*Caretta caretta*) y la tortuga verde o blanca (*Chelonia mydas*), en estas playas se registran las mayores densidades de nidos de tortuga blanca en el estado, y se encuentran entre las principales zonas de anidación de caguama.⁸⁶ El registro promedio anual de nidos es de 3,000 nidos de ambas especies.

⁸⁶ Zurita *et al.* (1993) citado en en CONANP. 2014. Anteproyecto del Programa de Manejo del APFF la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel. México, D. F.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

En los humedales del área natural protegida se reporta la presencia de poblaciones del cocodrilo americano (*Crocodylus acutus*) los cuales son zonas de reproducción y desarrollo, esta especie se encuentra sujeta a protección especial de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. La culebra ciempiés vientre negro (*Tantilla moesta*) y la culebra ratonera (*Mastigodryas melanolomus*) son dos reptiles terrestres registrados en la Isla de Cozumel y dentro del área natural protegida en años recientes.⁸⁷

Tabla 15. Especies de reptiles en riesgo Área de Protección de Flora y Fauna.

Familia	Especie	Nombre común	Especies en riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010
Bataguridae	<i>Rhinoclemmys areolata</i>		Amenazada
Boidae	<i>Boa constrictor</i>		Amenazada
Colubridae	<i>Thamnophis proximus</i>	culebra listonada occidental	Amenazada
Crocodylidae	<i>Crocodylus acutus</i>		sujeta a protección especial
Cheloniidae	<i>Caretta caretta</i>	tortuga marina caguama, tortuga boba, cayume, o cabezona	en peligro de extinción
	<i>Chelonia mydas</i>	tortuga marina verde del Atlántico, tortuga blanca	en peligro de extinción
	<i>Eretmochelys imbricata</i>	tortuga marina de carey	en peligro de extinción
Emydidae	<i>Trachemys scripta</i>	tortuga gravada	sujeta a protección especial
Gekkonidae	<i>Aristelliger georgeensis</i>	geco pestañudo	sujeta a protección especial
	<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	geco enano collarejo	sujeta a protección especial
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	iguana espinosa rayada	amenazada
	<i>Iguana iguana</i>	iguana verde	sujeta a protección especial
Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>	tortuga pecho quebrado escorpión, tortuga casquito	sujeta a protección especial
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cozumelae</i>	lagartija escamosa de Cozumel	sujeta a protección especial, endémica
Teiidae	<i>Aspidozelis celeripes</i>	huico de San José	sujeta a protección especial, endémica
	<i>Aspidozelis hyperythra pictus</i>	huico garganta anaranjada	amenazada, endémica

⁸⁷ González-Baca (2006) citado en CONANP. 2014. Anteproyecto del Programa de Manejo del APFF la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel. México, D. F.

**Programa de Manejo
Área de Protección de Flora y Fauna
la porción norte y la franja costera oriental,
terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.**

Figura 25. Cocodrilo Americano (*Crocodylus acutus*).



Fuente: <http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa/26085-Crocodylus-acutus>

Anfibios

El registro sobre los anfibios en el área protegida es escaso, hasta la fecha sólo se conocen seis especies de anuros: *Leptodactylus mystacinus* (rana de bigotes), *Rhinella marina* (sapo gigante), *Incilius valliceps* (sapo costero), *Scinax staufferi* (rana arborícola trompuda), *Dendropsophus microcephalus* (rana de árbol amarilla) *Smilisca baudinii* (rana de árbol mexicana).

Rhinella marina (sapo gigante), es uno de los organismos incluido en la lista de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo, publicada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), especies seleccionadas por la severidad de su impacto sobre la diversidad biológica o actividades humanas, y por ser ejemplos ilustrativos de importantes de temas relacionados con las invasiones biológicas.⁸⁸

⁸⁸ www.issg.org/bookletS.pdf

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Peces

La ictiofauna del Área de Protección de Flora y Fauna incluye 145 especies de peces marinos. Las especies más abundantes son la doncella azul (*Chromis cyanea*), la damisela bicolor (*Stegastes partitus*), la doncella mulata (*Clepticus parrae*), el viejito (*Thalassoma bifasciatum*) y la doncella cabeciamarilla (*Halichoeres garnoti*) y en las zonas someras de algunas regiones los peces cirujanos *Acanthurus coeruleus* y *A. bahianus*.⁸⁹

En el área se distribuye *Poecilia velifera* (topote aleta grande), especie amenazada, endémica de México de conformidad con la NOM-059-SEMARNAT-2010, habita en ambientes dulceacuícolas y salobres, en humedales, cenotes y lagunas, entre la vegetación ribereña y el manglar. En la porción marina de la parte norte del Área de Protección de Flora y Fauna se presentan, de manera estacional, agregaciones de rayas pintas (*Aetobatus narinari*), registro obtenido del avistamiento realizado por buzos. Además, en el arrecife conocido como San Juan localizado al noroeste del área natural protegida, se distribuye una rica y variada fauna, productores secundarios, que constituyen recursos alimenticios para los peces pequeños y de mediano tamaño que a su vez atraen a los pelágicos mayores, como tiburones, atunes, velas, marlines.⁹⁰

En el sitio de los microatolones es frecuente encontrar tiburones gata (*Ginglymostoma cirratum*) y tiburón de punta negra (*Carcharhinus limbatus*). En las lagunas costeras de la zona norte del Área de Protección de Flora y Fauna se encuentran especies de alto valor económico por tratarse de peces de importancia para la pesca deportiva (captura y liberación) como: el macabí (*Albula vulpes*), el sábalo (*Megalops atlanticus*), el robalo (*Centropomus undecimalis*) y la palometa (*Trachinotus falcatus*).⁹¹

⁸⁹ CONANP. 2014. Anteproyecto del Programa de Manejo del APFF la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel. México, D. F.

⁹⁰ García y Loreto (1997) citados en CONANP. 2014. Anteproyecto del Programa de Manejo del APFF la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel. México, D. F.

⁹¹ CONANP. 2014. Anteproyecto del Programa de Manejo del APFF la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel. México, D. F.

**Programa de Manejo
Área de Protección de Flora y Fauna
la porción norte y la franja costera oriental,
terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.**

Figura 26. Tiburón gata (*Ginglymostoma cirratum*).



Fuente: <http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa/49964-Ginglymostoma-cirratum>

Invertebrados

Entre los invertebrados se encuentran: poríferos, representados por las esponjas (*Agelas, Aplysina, Ircinia, Cliona, Monachora*); cnidarios entre los que abundan los corales duros o escleractíneos de los géneros *Acropora, Prorites, Madracis, Siderastrea*, además del coral cerebro (*Colpophyllia, Diploria, Pseudodiploria*), coral lechuga (*Agaricia, Undaria*) y los hidrocorales representados por el coral de fuego (*Millepora* spp.), los gorgonáceos o corales blandos con la dominancia de los abanicos, plumas y de mar (*Eunicea, Gorgonia, Muricea, Pseudopterogorgia*) y los corales negros (*Antipathes*); moluscos como el caracol rosado (*Stombus gigas*) y la ostra perlera (*Pinctada radiata*); los equinodermos representados por los géneros *Holothuria, Diadema, Clypeaster*, entre otros. Del total de invertebrados registrados para el Área de Protección de Flora y Fauna, cuatro especies se encuentran listadas en alguna de las categorías de riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (tabla 16).

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Existe una gran diversidad de invertebrados marinos que habitan en los arrecifes de coral del Área de Protección de Flora y Fauna, recursos pesqueros de gran valor comercial, tal es el caso del caracol rosado (*Strombus gigas*), especie muy apreciada por su carne y sus caracolas que son comercializadas como recuerdos para los turistas, una de las poblaciones más importantes se ubica en el Banco de Cozumel, en la parte norte del área natural protegida; la langosta espinosa (*Panulirus argus*), que habita en las repisas y agujeros de los arrecifes; y el erizo de mar (*Diadema antillarum*), herbívoro que se alimenta de las macroalgas que prosperan en los arrecifes y que regula la densidad de las macroalgas, manteniendo a los arrecifes saludables.

Tabla 16. Especies de invertebrados en riesgo Área de Protección de Flora y Fauna.

Familia	Especie	Nombre común	Especies en riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010
Acroporidae	<i>Acropora cervicornis</i>	cuerno de ciervo	sujeta a protección especial
	<i>Acropora palmata</i>	cuerno de alce	sujeta a protección especial
Antipatharia	<i>Antipathes dichotoma</i>	coral negro	sujeta a protección especial
Plexauridae	<i>Plexaura homomalla</i>	coral blando o abanico de mar	sujeta a protección especial

Figura 27. Caracol rosado (*Strombus gigas*).



Fuente: <http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa/132514-Strombus-gigas>

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Beneficio.

Descripción: Valor de uso directo y valor de uso indirecto.

Derivado de la protección del Área de Importancia para la Conservación de las Aves Isla Cozumel (AICA 178), se protegerán 271 especies de aves, incluyendo 26 especies en riesgo.

Grupo beneficiado:

Biodiversidad. Procesos ecológicos y evolutivos. Población local, mundial y generaciones futuras.

Importancia:

Alta.

Evaluación cualitativa:

Las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) constituyen una herramienta para los sectores involucrados en la protección, conservación y manejo de las aves que se distribuyen en el territorio nacional. Existe una ficha técnica para cada una de las AICAS que contiene la información geográfica (localización georeferenciada, superficie), biológica (nombre científico, distribución, etc.), ecológica (hábitat) que tiene como finalidad proporcionar la información actualizada y disponible para los tomadores de decisiones, profesionales y estudiosos de las aves, para la difusión, fomento al turismo ecológico tanto a nivel nacional como internacional.

Se calcula que el 10% de las casi 9,000 especies de aves del mundo habitan en islas.⁹² Por otra parte, se estima que entre 1600 y 1980 se han extinguido 93 especies y 83 subespecies de aves, el 93% de estas eran endémicas de islas.⁹³ Las islas constituyen sitios de enorme importancia en la conservación de la biodiversidad. Para el grupo de las aves esta importancia se basa en la contribución a la diversidad biológica global que se deriva de la presencia en islas de especies endémicas, residentes y migratorias que viven y/o llegan a ellas.⁹⁴ La Isla de Cozumel fue designada como AICA en 1999, tiene una superficie de 600 km² a 17.5 km de la costa de Playa del Carmen, al noreste de la Península de Yucatán.⁹⁵ La Isla de Cozumel está rodeada por una terraza submarina que termina abruptamente entre las isobatas de 20 a 30 m, dando lugar a un talud continental que cae casi en vertical superando los 400 metros de profundidad en el lado occidental. Hacia el norte, se extiende ampliamente formando el denominado Bajo de Cozumel, que conforma la parte norte marítima del Área de Protección de Flora y Fauna.⁹⁶

⁹² Johnson (1988) citado en CONABIO. <http://avesmx.conabio.gob.mx/verzona?tipo=aica&id=178>

⁹³ King (1980, 1981) y Temple (1986) citados en CONABIO. <http://avesmx.conabio.gob.mx/verzona?tipo=aica&id=178>

⁹⁴ CONABIO. <http://avesmx.conabio.gob.mx/verzona?tipo=aica&id=178>

⁹⁵ CONABIO. <http://avesmx.conabio.gob.mx/verzona?tipo=aica&id=178>

⁹⁶ CONANP. 2014. Anteproyecto del Programa de Manejo del APFF la porción norte y la faja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel. México, D. F.

**Programa de Manejo
Área de Protección de Flora y Fauna
la porción norte y la franja costera oriental,
terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.**

La región denominada AICA 1999 Isla de Cozumel, abarca porciones de las áreas naturales protegidas PN Isla de Cozumel y APFF la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel, por lo que las aves que se distribuyen en la isla hacen uso de los recursos naturales presentes en las dos áreas, y el registro del número de aves registradas de forma particular para cada una de las áreas naturales protegidas difiere del total reportado para el AICA. La avifauna registrada para 1999 está representada por 271 especies residentes y migratorias que habitan en la vegetación terrestre, acuática y subacuática de la isla, conformada por selva mediana subcaducifolia 28,600 ha (59%), selva baja caducifolia 6,300 ha (13%), manglar 3,100 ha (6%), dunas costeras, tular y tasistal.⁹⁷

La Isla de Cozumel es junto con Isla Contoy, el único lugar de anidación de paloma de corona blanca (*Patagioenas leucocephala*) en México, inscrita en la categoría de amenazada en el listado de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Figura 28. Paloma corona blanca (*Patagioenas leucocephala*).



Fuente: <http://naturalista.conabio.gob.mx/taxa/3093-Patagioenas-leucocephala>

⁹⁷ CONABIO. <http://avesmx.conabio.gob.mx/verzona?tipo=aica&id=178>

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Entre las especies vegetales que proporcionan sitios de reproducción (anidación), alimentación, refugio y descanso a las aves y otras especies de fauna silvestre se encuentran la palma nakás (*Coccothrinax readii*), palma chit (*Thrinax radiata*), mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), especies catalogadas como amenazadas en el listado de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. *Coccothrinax readii* y *Rhizophora mangle*, endémicas de México.

Beneficio

Descripción: Valor de uso directo y valor de uso indirecto.

Derivado de la protección del sitio Ramsar 1921 Manglares y humedales del Norte de Isla de Cozumel, se protegerán 1385 especies de flora y fauna, incluyendo 30 especies de mamíferos marinos y 112 taxones de fauna en riesgo.

Grupo beneficiado:

Biodiversidad. Procesos ecológicos y evolutivos. Población local, mundial y generaciones futuras.

Importancia:

Alta.

Evaluación cualitativa:

El término humedales se utiliza para referirse a una amplia variedad de hábitat tales como pantanos, turberas, llanuras de inundación, ríos y lagos, y áreas costeras tales como marismas, manglares y praderas de pastos marinos, pero también arrecifes de coralsitos artificiales como estanques piscícolas, arrozales, embalses y salinas. La Convención de Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, conocida como Convención Ramsar, tiene como objetivo principal “crear y mantener una red internacional de humedales que revistan importancia para la conservación de la diversidad biológica mundial y para el sustento de la vida humana a través del mantenimiento de los componentes, procesos y beneficios/servicios de sus ecosistemas”.⁹⁸

La Convención Ramsar reconoce y designa los Humedales de Importancia Internacional, a los que se denomina Sitios Ramsar, con base en los Criterios para la identificación de Humedales de Importancia Internacional contenidos en el texto de la propia Convención.

⁹⁸ Convenio Ramsar. <http://www.ramsar.org/es/acerca-de/la-convenci%C3%B3n-de-ramsar-y-su-misi%C3%B3n>

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

La información de los humedales designados está contenida en la Ficha Informativa de Ramsar (FIR) que incluye datos exactos sobre la ubicación georeferenciada, límites, superficie y un mapa del humedal; criterios Ramsar que cumple; descripción física, biológica y ecológica del sitio; diversidad biológica (flora y fauna); estado de conservación, uso actual del suelo; problemática; actividades productivas; valores sociales y culturales, entre otros. El humedal es identificado con un número y el nombre del sitio, que es reconocido de forma oficial como Humedal de Importancia Internacional a través de un certificado. La FIR que tiene como finalidad proporcionar la información actualizada y disponible del sitio para los tomadores de decisiones.⁹⁹

Los sitios Ramsar constituyen una herramienta para los sectores involucrados en la protección, conservación y manejo de los humedales que se distribuyen en el territorio nacional. El APFF la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel es parte del Sitio Ramsar 1921 Manglares y Humedales del Norte de Isla de Cozumel, constituye el hábitat de numerosas especies de flora y fauna silvestre, incluyendo seis especies de flora y 58 spp. de fauna (vertebrados e invertebrados) en riesgo, especies endémicas y, de distribución restringida. Es un área de gran importancia económica, presenta un elevado potencial turístico para el desarrollo de una gran variedad de actividades turístico-recreativas y económicas por sus recursos pesqueros, atributos que constituyen una importante fuente de ingresos para los habitantes de la zona de influencia del área natural protegida por lo que su protección es crucial para la conservación de la biodiversidad del área natural protegida y el desarrollo de las comunidades humanas.

Beneficio

Descripción: Valor de uso directo, de existencia y de legado. Valor de uso indirecto.

Derivado del establecimiento de disposiciones administrativas para controlar y erradicar especies exóticas, que pueden convertirse en invasoras, principalmente *Pterois volitans* (pez león) y *Boa constrictor* (boa).

Grupo beneficiado:

Biodiversidad.

(genes, especies, ecosistemas). Procesos ecológicos y evolutivos. Población local y mundial.

Importancia:

Alta.

⁹⁹ CONANP. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar. <http://ramsar.conanp.gob.mx>.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Evaluación cualitativa:

Las especies exóticas o introducidas son especies que se encuentran fuera de su área de distribución original o nativa, no acorde con su potencial de dispersión natural. Son aquellos taxones que han sido transportados de un lugar a otro por el hombre, algunas veces de manera intencional y otras por accidente.

Cuando estas especies introducidas llegan a establecerse, compiten por alimento e incluso pueden hibridar con especies nativas, transforman y destruyen el hábitat y además pueden ser portadoras de enfermedades y parásitos transmisibles, capaces de enfermar y exterminar poblaciones y especies nativas enteras.¹⁰⁰

Los efectos de las especies exóticas que se tornan “invasoras dañinas”, o sea, que causan impactos severos sobre los ecosistemas naturales o sobre las actividades humanas pueden llegar a ser verdaderamente catastróficos.¹⁰¹

Por supuesto, alteran también los patrones biogeográficos históricos y conducen a la pérdida de especies endémicas y a una gran homogeneización biológica del planeta. El resultado puede ser tan catastrófico, que ponen en peligro de extinción no sólo a algunas de las especies nativas, sino también alteran muchos de los procesos ecológicos determinantes para el buen funcionamiento de los ecosistemas y esto puede no ser reconocible sino hasta varios años después de la introducción.¹⁰²

La invasión de especies puede tener impactos a todos los niveles biológicos, desde el nivel individual, la alteración genética de las poblaciones y de su dinámica hasta la completa afectación de las comunidades animales y vegetales, y por ende la transformación del paisaje. Los efectos pueden medirse mediante la reducción en la tasa de crecimiento o reproducción, cambios conductuales de uso de hábitat o patrones de actividad, e incluso cambios morfológicos. En el nivel genético, los impactos pueden actuar de manera indirecta alterando los patrones de selección natural, flujo genético y deriva génica dentro de las poblaciones nativas afectadas, o directamente, a través de la hibridación e introgresión génica.¹⁰³

¹⁰⁰ Álvarez-Romero *et al.* 2008. Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

¹⁰¹ Es muy importante distinguir entre especies exóticas y especies invasoras, estas últimas son especies con gran capacidad de colonización y de dispersión. Muchas especies exóticas son invasoras porque se han dispersado sin ayuda del hombre a áreas diferentes a él o los sitios de introducción, pero también hay especies nativas que son invasoras.

¹⁰² *Op cit.*

¹⁰³ Introgresión se refiere al movimiento de genes de una población a otra a través de la hibridación seguida por el retrocruzamiento. Comúnmente se refiere al movimiento de genes desde una especie a otra o entre subespecies que están aisladas geográficamente. Tomado del Glosario Multilingüe sobre Recursos Genéticos Forestales. Fecha de consulta: 20/01/2014. http://iufro-archive.boku.ac.at/silvavoc/glossary/19_3es.html

**Programa de Manejo
Área de Protección de Flora y Fauna
la porción norte y la franja costera oriental,
terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.**

Los efectos a nivel poblacional pueden medirse en cambios en la abundancia, en los patrones de distribución, y en la estructura y crecimiento poblacional. Por su parte, las comunidades pueden ser modificadas en su composición, diversidad, equidad y riqueza.

Figura 29. *Pterois volitans* (pez león). Especie exótica dispersa en las costas del Golfo de México y el Mar Caribe.



Fuente: *Wildscreen Arkive*.

Autor: David Fleetham.

<http://www.arkive.org/common-lionfish/pterois-volitans/image-G84676.html>

Finalmente, los efectos de las especies exóticas pueden alcanzar el nivel de ecosistema o incluso de paisaje al ocasionar cambios en las tasas de suministro de recursos, tasas de adquisición de recursos por plantas y animales, modificaciones de ciclos geoquímicos, o aumento en las tasas de erosión, intensidad y frecuencia de fuegos, entre otros.¹⁰⁴ Las especies exóticas no sólo tienen un impacto negativo sobre los ecosistemas naturales; también pueden producir importantes pérdidas económicas.

¹⁰⁴ *Op cit.*

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Algunas de las actividades, sectores económicos o bienes que se pueden ver afectadas por la introducción de especies exóticas son la agricultura y la pesca (disminución de la productividad, reducción de la calidad de productos), la silvicultura (bajas en la productividad o calidad de los productos por la introducción de plagas exóticas) o la ganadería (transmisión de enfermedades, competencia con ganado doméstico).

También puede verse afectada la salud humana (gastos relacionados con enfermedades transmitidas por especies exóticas), pueden darse daños al patrimonio cultural (monumentos, iglesias y edificios antiguos), viviendas y construcciones (presas de agua, muelles, diques, instalaciones eléctricas y de telecomunicaciones).

Adicionalmente, algunos otros efectos generados de manera indirecta, son la alteración de los servicios que proveen los ecosistemas, sin contar con el altísimo costo que genera instalar, operar y dar seguimiento a programas de combate y erradicación.¹⁰⁵

Beneficio

Descripción: Valor de uso directo, de existencia y de legado. Valor de uso indirecto.

Derivado de la protección y conservación de los bienes y servicios ambientales que provee la biodiversidad marina que alberga el APFF la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel (tabla 17).

Grupo beneficiado:

Población del mundo y generaciones futuras que dependen de la provisión adecuada de bienes y servicios ambientales. Interdependencias ecológicas presentes en el área que dependen de la conservación y permanencia de los ecosistemas marinos.

Importancia:

Alta.

Evaluación cualitativa:

La provisión de organismos marinos para consumo humano, el balance y mantenimiento de la composición química de la atmósfera y los océanos, el ciclaje de nutrientes, la prevención de disturbios ambientales por las estructuras marinas, la remoción, absorción y reciclaje de contaminantes, el soporte a la identidad cultural, el desarrollo de conocimientos e investigación, son algunos de los bienes o servicios ambientales provistos por la biodiversidad marina.

¹⁰⁵ *Op cit.*

**Programa de Manejo
Área de Protección de Flora y Fauna
la porción norte y la franja costera oriental,
terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.**

Tabla 17. Bienes y servicios ambientales provistos por la biodiversidad marina.

Bienes y servicios ambientales provistos por la biodiversidad marina	
Categoría	Bien o servicio
Servicios de producción	Provisión de alimentos
	Provisión de materiales
Servicios de regulación	Regulación de gases y del clima
	Bioremediación de residuos
	Prevención de perturbaciones (inundaciones y tormentas)
Servicios culturales	Identidad y herencia cultural
	Beneficios cognitivos
	Bienestar emocional
	Recreación y descanso
Valores de uso	Conocimientos futuros
Servicios de soporte	Resistencia y resiliencia
	Regulación del hábitat marino
	Ciclaje de nutrientes

Fuente: N. J. Beaumont *et al.* *Identificatio, definition and quantification of goods and services provided by marine biodiversity: Implications for the ecosystem approach. Marine Pollution Bulletin 54 (2007). Science Direct.*

Beneficio.

Descripción: Valor de uso directo, valor de opción.

Derivado del establecimiento de disposiciones administrativas para prevenir el aprovechamiento ilegal de la biodiversidad que alberga el área de Protección de Flora y Fauna, principalmente de tortugas, delfines, mantarrayas, peces arrecifales, equinodermos (erizos), corales y anémonas con fines de exhibición y ornato. El aprovechamiento ilegal incluye la cacería, captura, recolecta, transporte y comercio no autorizado de ejemplares, partes y sus derivados.

Grupo beneficiado:

Población mundial y generaciones futuras. Procesos ecológicos y evolutivos que dependen de la permanencia de las especies silvestres.

Importancia:

Alta.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Evaluación cualitativa:

El aprovechamiento ilegal de la biodiversidad en cualquiera de sus modalidades, puede ocasionar alteraciones en el área de distribución, número de poblaciones silvestres, tamaño y estructura poblacional de las especies involucradas, en la proporción de hembras y machos, su potencial y características reproductivas y su composición genética, además de las repercusiones en el flujo y dinámica de las cadenas tróficas de las comunidades de que forman parte.¹⁰⁶ Dentro del Área de Protección de Flora y Fauna, cualquier tipo de aprovechamiento de los recursos naturales que altere los ecosistemas no está permitido, de conformidad con lo establecido en el Artículo 54 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), por lo que el aprovechamiento, recolección, cacería, captura, transporte y comercio de ejemplares, partes y derivados se constituyen como una actividad ilícita.

Beneficio

Descripción: Valor de uso directo, valor de opción y valor de uso indirecto.

Derivado de la instrumentación de protocolos de monitoreo, podrá reunirse la información sobre las especies distribuidas en el Área de Protección de Flora y Fauna, sus poblaciones silvestres y el estado de conservación, lo que permitirá establecer acciones para su protección.

Grupo Beneficiado:

Población local y mundial, generaciones futuras por la conservación del capital natural, investigadores y académicos.

Importancia:

Alta.

Evaluación Cualitativa:

Dentro del instrumento regulatorio se proponen objetivos y metas específicas para evaluar el estado de conservación de los ecosistemas a través del monitoreo permanente. El monitoreo es una herramienta programática de trabajo. Es parte integral del Programa de Manejo, es elemento de análisis de una evaluación. Su objetivo es proveer de información constantemente actualizada sobre un sistema (unidades de paisaje, comunidades, especies, proyectos, salud).

¹⁰⁶ Adaptado de: Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México. Indicador Básico 6_4-1: Biodiversidad.
http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/indicadores12/conjuntob/conjunto_basico/10.100.8.236_8080/ibi_apps/06_biodiversidad/6_4_esp_ecies/indicador_6_4-1.html

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

El análisis de la información obtenida (evaluación), permitirá detectar variaciones de comportamiento de la normalidad o de lo esperado. Al incluir la toma de datos de factores hipotéticamente asociados con estos sistemas, se podrá determinar cuáles de ellos tuvieron significancia en los cambios registrados, tomando en cuenta que está apoyado totalmente en la Estadística. Esto quiere decir que, existen requerimientos estadísticos mínimos que cumplir en la toma de datos. Debe tenerse una hipótesis de trabajo bien definida. Esta consistencia en los datos permite respaldar decisiones posteriores o *a priori* (p. ej., al estimar las tendencias registradas lo que haría decidir cambios en el manejo extractivo de una población).

El monitoreo ecológico implica evaluar la salud del medio ambiente, es el marco a través del cual se administra el cuidado de la biosfera. En forma ideal, el monitoreo ecológico permite delinear las características de una biosfera saludable y reconocer las dinámicas naturales del sistema. Dependiendo de su propósito, un programa de monitoreo, dentro del Programa de Manejo puede también ayudar a:

- Identificar los límites de condiciones saludables;
- Diagnosticar condiciones anormales;
- Identificar causas potenciales de cambio anormal;
- Sugerir acciones de remedio;
- Evaluar la efectividad de varias acciones.

Los programas de monitoreo ecológico son necesarios para avanzar en el entendimiento básico de los componentes, patrones y procesos ecológicos y evolutivos, así como para evaluar y analizar si las actividades y acciones emprendidas han sido las adecuadas para lograr los objetivos de conservación, y en su caso, redefinirlas.

Beneficio

Descripción: Valor de uso indirecto.

Derivado del establecimiento de disposiciones administrativas para evitar el depósito de residuos dentro del Área de Protección de Flora y Fauna.

Grupo Beneficiado:

Población en general y generaciones futuras. Interdependencias ecológicas presentes en el área que dependen de la permanencia de estos ecosistemas y de su conservación.

**Programa de Manejo
Área de Protección de Flora y Fauna
la porción norte y la franja costera oriental,
terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.**

Importancia:

Alta.

Evaluación Cualitativa:

Las disposiciones contenidas en el instrumento regulatorio permitirán reducir los residuos sólidos dentro del área, ello con el fin de evitar la contaminación por sustancias orgánicas particuladas provenientes de estos residuos que, disueltas en el mar pueden contribuir a la reducción de oxígeno disuelto, aumento de turbidez, eutrofización (enriquecimiento excesivo de nutrientes) y cambios estructurales en ecosistemas pelágicos y bentónicos. También resultará importante para reducir la cantidad de residuos flotantes de plástico, madera, aluminio o vidrio entre otros, que sirven de vehículo para la introducción de especies nocivas o que son confundidos por especies marinas e ingeridos provocándoles daños graves e incluso la muerte.

Por último se logrará reducir la cantidad de residuos sólidos flotantes depositados a lo largo de las costas o incluso en la parte insular del Área de Protección de Flora y Fauna, por los movimientos naturales del mar, evitando así contaminación de las franjas costeras. Respecto a la gestión, las disposiciones contenidas en el anteproyecto contribuirán a la separación selectiva de residuos desde la fuente como inicio del proceso de manejo integral y contribuirá a reducir en el futuro, los costos de tratamiento y remediación marinos y terrestres dentro del área protegida.

Figura 29. Residuos sólidos flotantes depositados a lo largo de las costas de Quintana Roo.



Fuente: <http://sipse.com/novedades/reciben-playas-de-quintana-roo-hasta-29-toneladas-de-basura-de-todo-el-mundo-100012.html>

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Beneficio.

Descripción: Valor de uso directo, valor de opción.

Derivado de la protección y conservación de la biodiversidad, entendida esta como la diversidad de especies, poblaciones, genes, comunidades y ecosistemas, que alberga el Área de Protección de Flora y Fauna, biodiversidad que contribuye a la existencia de un banco mundial de **germoplasma *in situ***, colección de material vivo de gran valor científico y económico.

Grupo beneficiado:

Biodiversidad, procesos ecológicos y evolutivos. Población mundial y generaciones futuras.

Importancia:

Alta.

Evaluación cualitativa:

La conservación y protección de la biodiversidad presente en un hábitat determinado, fortalece la preservación de la diversidad genética, lo que permitirá conservar la diversidad biológica específica (número de especies) que, aunada al desarrollo de futuros programas de conservación, favorecerá la recuperación y manejo de especies en riesgo o endémicas y sus poblaciones silvestres. La preservación de los **recursos genéticos *in situ*** y su depósito en **bancos de germoplasma *ex situ*** permitirá:

- Identificar los recursos genéticos de especies de plantas y animales en algún estatus de riesgo
- Preservar el material genético identificado
- Conocer, caracterizar y valorar el material recolectado
- Recuperar y mantener las poblaciones silvestres y su distribución natural
- Valorar los recursos genéticos de especies vegetales y animales de regiones específicas

La conservación de la diversidad genética de especies, a través de la protección del hábitat en que se encuentran tiene como objetivos:

- Protección y conservación del genoma de especies silvestres (en riesgo, endémicas).
- Posibilidad futura de la reproducción asistida de estas especies, principalmente de importancia económica y para el desarrollo de programas de recuperación o reintroducción de especies silvestres y de restauración de hábitat.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Por otra parte, los bancos de germoplasma constituyen depósitos en donde se guarda el material genético (células, semillas, tejidos, etc.) con capacidad de dividirse y reproducirse, y representan una importante alternativa de **conservación *ex situ*** para las especies silvestres, además, constituyen reservorios de material con potencial para la producción de alimentos, el desarrollo de la acuicultura y de investigaciones de carácter farmacéutico (bioprospección).

La permanencia de la variabilidad genética, base de la diversidad biológica, es un elemento de gran importancia para el desarrollo futuro de la humanidad y requiere del manejo adecuado de los recursos genéticos por parte del hombre.¹⁰⁷ Cabe señalar que dentro del Área de Protección de Flora y Fauna, no se tiene registro de experiencias en el campo de la bioprospección, por lo que no se cuenta aún con una referencia sobre el valor económico potencial de esta actividad y cuyos ingresos podrían destinarse al mantenimiento del área. A nivel mundial existen experiencias que pueden dar una idea aproximada de los beneficios derivados del establecimiento de este tipo de acuerdos.

En Brasil, por ejemplo, se firmó un convenio por bioprospección con un valor de 2.60 dólares por hectárea, en Perú se firmó algo similar para las islas Galápagos que reportaría un pago de 20 dólares por hectárea, para la extracción de muestras biológicas.¹⁰⁸

Beneficio

Descripción: Valor de uso directo, de existencia y de legado. Valor de uso indirecto.

Con el instrumento regulatorio propuesto y la implementación del Subprograma de Conocimiento-Componente de fomento a la investigación y generación de conocimiento para el Área de Protección de Flora y Fauna, y del Subprograma de Cultura, Componente de educación para la conservación, se fomentará la educación ambiental, la investigación y la difusión de la cultura ambiental.

Grupo beneficiado:

Población asentada en la zona de influencia del área protegida, población del mundo y generaciones futuras. Interdependencias ecológicas presentes en el área que dependen de la permanencia de estos ecosistemas y de su conservación.

Importancia:

Alta.

¹⁰⁷ Para mayor información sobre la bioprospección como estrategia de conservación consultar:

<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/286/jcfernand.html>

¹⁰⁸ Ejemplo descrito en: Fernando León Morales. El Aporte de las Áreas Protegidas a la Economía Nacional. Instituto Nacional de Recursos Naturales. Perú. 2007.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Evaluación cualitativa:

A través del ordenamiento y planificación dinámica de actividades al interior del Área de Protección de Flora y Fauna con el fin último de la conservación y que se presentan en el Acuerdo Secretarial por el que se da a conocer el Resumen del Programa de Manejo, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas busca fomentar la educación integral que permita el arraigo de una conciencia ambiental, así como el respeto de los bienes naturales y la cultura en las zonas de influencia de esta área protegida. La promoción de la educación ambiental busca contribuir al fortalecimiento de propuestas de inclusión de la problemática ambiental en las preocupaciones formativas de los individuos, entendiendo que son éstos los que desde sus acciones y proyecciones generan las dinámicas ambientales particulares y por consiguiente, son también los que pueden resolver sus propias problemáticas, reconociéndose y reconociendo a otros, en el marco de sus realidades particulares, y desde su posición como parte de la diversidad no solamente social, sino también cultural y natural.

Respecto a la generación y divulgación del conocimiento, se busca contribuir a mejorar el nivel de vida de la población de la República Mexicana, a través del fortalecimiento de las capacidades de los organismos municipales, estatales y federales, en la planificación y la adopción de políticas adecuadas en materia ambiental y para lograr la sustentabilidad del desarrollo, según las problemáticas detectadas en cada área, con base en la información generada por los procesos de investigación.

Es función de la ciencia, generar, evaluar y difundir la información ambiental, como punto inicial para orientar una adecuada gestión del territorio, mediante la conservación, recuperación y aprovechamiento de los recursos naturales, en especial los recursos de la flora y fauna nativas y el desarrollo de actividades de forma ordenada. Es importante destacar que es urgente generar estudios sobre evaluación, cuantificación y optimización de las capacidades de los ecosistemas del Área de Protección de Flora y Fauna, por lo que la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, a través de la Dirección del área busca fortalecer los vínculos que se tienen con organizaciones de la sociedad civil interesadas en la conservación del área natural protegida.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Beneficio

Descripción: Valor de uso indirecto.

Beneficios derivados de la conservación del capital natural, definidos como costos evitados para la Administración Pública Federal.

Grupo Beneficiado:

Directamente: Gobierno Federal, por la reducción en las asignaciones presupuestales destinadas a la remediación ambiental. Economía Mexicana, por la reducción en las erogaciones del Ejecutivo en defensa y remediación del medio ambiente.¹⁰⁹

Indirectamente: Población de la República Mexicana por el aumento en la disponibilidad de presupuesto federal que puede asignarse a diferentes programas de política pública financiados por el Gobierno Federal (costo de oportunidad del Presupuesto Federal).

Importancia:

Alta.

Evaluación Cualitativa:

La conservación *in situ* del capital natural en México, con independencia de la ubicación o tipo de ecosistema del que se trate, contribuye a nivel agregado a reducir los costos totales por agotamiento y degradación de los recursos naturales. Para el caso del Área de Protección de Flora y Fauna, y como resultado de la aplicación de la regulación propuesta, particularmente para evitar la disposición de residuos sólidos en la zona marina, así como de la aplicación del Componente de protección contra especies exóticas invasoras y control de ejemplares o poblaciones que se tornen nocivas o perjudiciales, es posible identificar:

- Costos evitados por limpieza y retiro de residuos sólidos de las costas aledañas al Área de Protección de Flora y Fauna.
- Costos evitados por la operación y seguimiento de programas de combate y control de especies exóticas, principalmente de pez león y boa.
- Costos evitados por restauración de zonas de manglar.
- Costos evitados por restauración de arrecifes coralinos.
- Costos evitados por tratamiento de agua.

¹⁰⁹ Para una referencia sobre los montos presupuestales asignados a la protección ambiental por rama de actividad en México, consultar: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas. Gastos de Protección Ambiental por rama de actividad.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Beneficio.

Descripción: Valor de uso directo, valor de uso indirecto, valor de opción, existencia y legado.

Derivado de la conservación de parte importante de la Región Hidrológica Prioritaria 106, sitios fundamentales para la recarga del acuífero de Cozumel, que contribuirá a evitar que se profundice la escasez de agua en el estado de Quintana Roo, aun cuando existan variaciones en los patrones de la oferta natural de este valioso recurso.

Grupo beneficiado:

Habitantes asentados en la zona de influencia del área protegida y que dependen del recurso hídrico para vivir. Población del estado de Quintana Roo, del mundo y generaciones futuras. Procesos ecológicos y evolutivos que dependen de los servicios ambientales de captación y provisión de agua pura.

Importancia:

Alta.

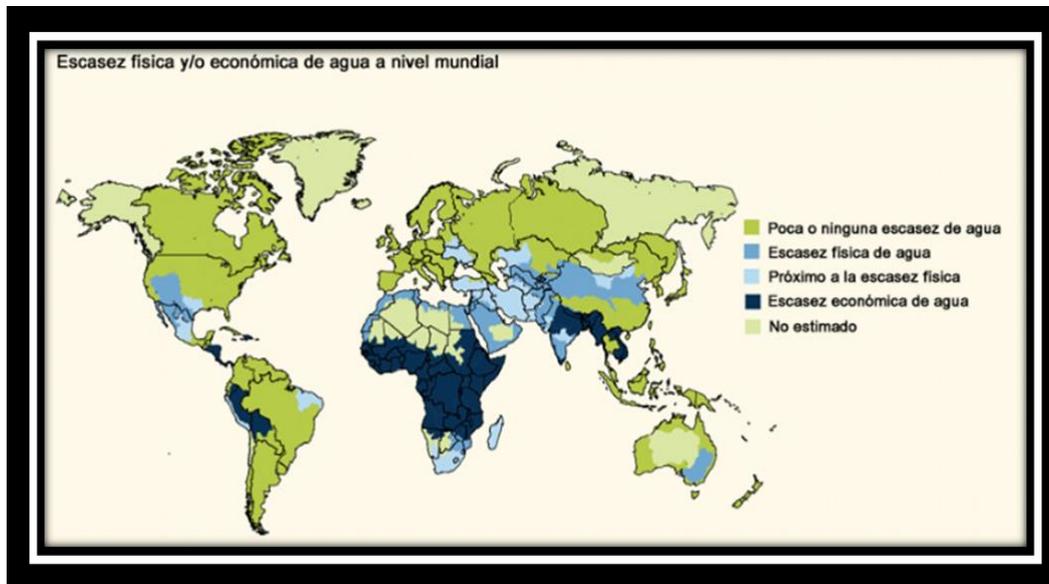
Evaluación cualitativa

La **escasez de agua**, se define como el punto en el que, el impacto agregado de todos los usuarios, bajo determinado orden institucional, afecta al suministro o a la calidad del agua, de forma que **la demanda de todos los sectores, incluido el medioambiental, no puede ser completamente satisfecha**. La escasez de agua es un concepto relativo y puede darse bajo cualquier nivel de oferta o demanda de recursos hídricos. La escasez puede ser una construcción social (producto de la opulencia, las expectativas y unas costumbres arraigadas) o consecuencia de la variación en los patrones de la oferta, derivados, por ejemplo, del cambio climático.

La escasez de agua es un problema que afecta, actualmente, a todos los continentes y representa uno de los principales desafíos del siglo XXI. Cerca de 1,200 millones de personas, casi una quinta parte de la población mundial, vive en áreas de escasez física de agua, esto es, sitios donde no existe disponibilidad natural (ríos, lagos, manantiales, acuíferos) mientras que 500 millones se aproximan a esta situación. Otros 1,600 millones, alrededor de un cuarto de la población mundial, se enfrentan a situaciones de escasez económica de agua, es decir, regiones donde los países carecen de la infraestructura necesaria para transportar el agua desde ríos y acuíferos.

Programa de Manejo
Área de Protección de Flora y Fauna
la porción norte y la franja costera oriental,
terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

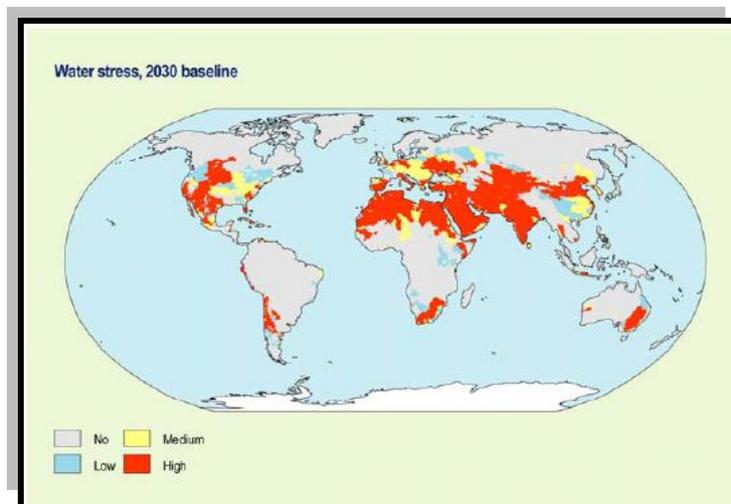
Figura 30. Escasez física o económica de agua a nivel mundial.



Fuente: <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml>

Informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo. Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP), Marzo, 2012.

Figura 31. Zonas de estrés hídrico en 2030 (línea base).



Fuente: Alterra-rapport 1718. 2008. "The Cost of Policy Inaction (COPI): The case of not meeting the 2010 biodiversity target. L. Braat and P. ten Brink (eds.). Alterra, Wageningen, UR. 2008.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

A lo largo del último siglo, el uso y consumo de agua creció a un ritmo dos veces superior al de la tasa de crecimiento de la población y, aunque no se puede hablar de escasez hídrica a nivel global, se incrementa el número de regiones con niveles crónicos de carencia de agua.¹¹⁰ La escasez de agua es un fenómeno natural agudizado por la acción del ser humano (crecimiento demográfico, requerimientos para la agricultura, industria y las poblaciones humanas). Hay suficiente agua potable en el planeta para abastecer a la población actual, estimada en 7,000 millones de habitantes, sin embargo, existe una distribución irregular del vital líquido, además es un recurso desperdiciado, contaminado y gestionado de forma insostenible.

La escasez de agua puede medirse a través de la relación agua/población. Una zona experimentará estrés hídrico cuando su suministro anual de agua decaiga por debajo de los 1,700 m³ por persona. Cuando ese mismo suministro anual desciende por debajo de los 1,000 m³ por persona, entonces se habla de escasez de agua. Y de escasez absoluta de agua cuando la tasa es menor a 500 m³. Con base en la simulación y usando el modelo GLOBIO de la OECD (Organización de Cooperación para el Desarrollo Económico), se definen las zonas de estrés hídrico, y se prevé un aumento en la demanda de agua a nivel mundial de casi el 26% entre 2005 y 2030, llegando hasta más del 40% en algunas regiones.¹¹¹

La protección de parte de la Región Hidrológica 106, contribuirá a mantener el volumen total de agua renovable superficial y subterránea que ocurre en forma natural en la zona (escurrimiento y recarga). Respecto a la importancia del agua subterránea, cabe señalar que es utilizada para el suministro de agua potable a la población y como insumo en las actividades agropecuarias e industriales. En algunas regiones del país, especialmente en las zonas áridas, es la única fuente de abasto del recurso, por lo que la protección de las superficies que garantizan el escurrimiento resulta de especial importancia.

¹¹⁰ <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/scarcity.shtml>. Tomado del Informe sobre Desarrollo Humano 2006: Más allá de la escasez: Poder, pobreza y crisis mundial del agua. PNUD, 2006.

¹¹¹ Alterra-rapport 1718. 2008. "The Cost of Policy Inaction (COPI): The case of not meeting the 2010 biodiversity target. L. Braat and P. ten Brink (eds.). Alterra, Wageningen, UR. 2008. http://www.ieep.eu/assets/395/copi_final_report_jun.pdf

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Beneficio

Descripción: Valor de uso indirecto.

Derivado de la conservación de aproximadamente 3,000 hectáreas de manglar.

Grupo Beneficiado:

Biodiversidad (genes, especies, ecosistemas). Procesos ecológicos y evolutivos que dependen de hábitats conservados. Población mundial y generaciones futuras, población local.

Importancia:

Alta.

Evaluación Cualitativa:

El término manglar se utiliza para referirse tanto al ecosistema como a los árboles y arbustos de familias botánicas como Combretaceae, Verbenaceae y Rhizophoraceae, entre otras, que han desarrollado mecanismos de adaptación especializados para vivir en ambientes inundados. El manglar es un ecosistema que representa una interfase entre las comunidades terrestres y marinas, expuesto a las mareas y entradas de agua dulce, sedimentos, nutrientes y depósitos de sedimentos de los ríos que se originan en las partes montañosas del continente.

Los mangles crecen formando bosques densos o matorrales en manchones aislados a lo largo de costas protegidas, lagunas de aguas poco profundas, estuarios, ríos o deltas de 124 países de regiones tropicales y subtropicales.¹¹² Presentan un crecimiento en bandas monoespecíficas paralelas a la orilla del cuerpo de agua o las costas, misma que está determinada por el clima, la topografía local, la composición del suelo y la salinidad de las mareas.¹¹³

Los mangles son plantas resistentes a la sal que han desarrollado adaptaciones fisiológicas y morfológicas entre las que se encuentran: raíces aéreas del tallo como zancos (fulcreas) o cortas que crecen en dirección opuesta al suelo, emergen del suelo (neumatóforos) que permanecen total o parcialmente expuestas y cubiertas por el agua durante la llegada de las mareas, estos órganos permiten el intercambio de gases, la absorción de nutrientes, y la fijación de las plantas al sustrato fangoso; glándulas de excreción de sal que permiten a las plantas procesar el exceso de sal a nivel de la raíz o la hoja, esto es, desalinizar el agua del océano; también han desarrollado sistemas de reproducción como la viviparidad donde las semillas germinan en la planta madre, el embrión no tiene latencia y se separa de la planta cuando alcanza la madurez y está listo para establecerse, mientras que en las especies criptoviviparas, las semillas germinan dentro del fruto y los embriones emergen hasta que el fruto madura y se abre.

¹¹² Tomlinson, (1986); Saenger *et al.* (1983) citados en FAO. 2007. *The world's mangroves 1980-2005. FAO Forestry Paper 153.*Roma, 89 p.

¹¹³ FAO. 2007. *The world's mangroves 1980-2005. FAO Forestry Paper 153.*Roma, 89 p.

**Programa de Manejo
Área de Protección de Flora y Fauna
la porción norte y la franja costera oriental,
terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.**

Figura 32. Manchón de mangle en el área de protección de flora y fauna.



Fuente: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Estas adaptaciones se observan en los distintos géneros de mangles, por ejemplo, las plantas de *Rhizophora* presentan modificaciones de sus raíces en prolongaciones aéreas del tronco y las ramas más bajas, son ramificadas, curvas y arqueadas, como zancos o prolongaciones cortas que emergen del suelo denominadas neumatóforos, se reproducen vivíparamente, mientras que los individuos de *Avicennia*, eliminan el exceso de sal por transpiración cuticular a nivel de hojas, o por la acumulación de la sal en los tejidos de las hojas que luego se desprenden de las plantas, en cuanto a su reproducción son criptovivíparas. Las especies asociadas a los mangles son pocas y pueden presentar o no adaptaciones especializadas a las condiciones de salinidad e inundación.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Prosperan en suelos sujetos a inundación periódica, sobre sedimentos ricos en materia orgánica, pobres en oxígeno; tienen una elevada tolerancia a la salinidad, crecen en aguas dulces, salobres hasta hipersalinas con salinidades que van desde 0‰ (dulceacuícolas) hasta $> 40 < 90$ ‰ (hipersalinas), sin embargo, alcanzan su máximo desarrollo en condiciones salobres (~15‰).¹¹⁴

La productividad de los manglares es 20 veces superior a la productividad del mar y llega a ser cinco veces superior a la de las zonas de surgencias.¹¹⁵ La alta productividad primaria de los ecosistemas de manglar se debe, principalmente, a la disponibilidad de nutrientes provenientes de los ríos y escurrimientos terrestres y al efectivo reciclamiento de estos durante los procesos de mineralización microbiana.¹¹⁶

Importancia

Los manglares son uno de los ecosistemas más ricos del planeta por su productividad. Las comunidades de manglar tienen gran importancia ecológica y económica por los bienes y servicios que proveen. Funcionan como barrera de amortiguamiento contra la acción de fenómenos meteorológicos (huracanes, tormentas, inundaciones) y como estabilizadores de la línea de costa y tierras ribereñas ante la acción erosiva de las mareas; favorecen la conservación del suelo, contribuyen a fijar y retener el suelo evitando la erosión por acción de las mareas; presentan una elevada capacidad de fijación de energía, son importantes sumideros de carbono, tienen gran capacidad de almacenamiento de carbono en el tejido vegetal; aportan materia orgánica y nutrientes al ecosistema y retienen sedimentos, favorece el reciclaje de nutrientes; son vertederos de carbono y nutrientes para otros cuerpos de agua y sus raíces sirven de sustrato a otras especies de importancia económica; mantienen la calidad del agua. La madera de algunas especies se utiliza en la construcción, la corteza y las raíces son ricas en taninos se usan en curtiduría y medicina. Tiene alto valor potencial para la recreación y el turismo.

¹¹⁴ Flores-Verdugo, F.J., Claudia Agraz H. y Daniel Benítez P. 1989. Ecosistemas acuáticos costeros; importancia, retos y prioridades para su conservación. UNAM. ICMYL. Estación Mazatlán, México, 147-166 p.

¹¹⁵ *Op cit.*

¹¹⁶ Mee, 1978; Nixon, 1981 citados en: Flores-Verdugo, F.J., Claudia Agraz H. y Daniel Benítez P. 1989. Ecosistemas acuáticos costeros; importancia, retos y prioridades para su conservación. UNAM. ICMYL. Estación Mazatlán, México, 147-166 p.

Análisis de Beneficios

Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna la porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel.

Proporciona hábitat y sitios de reproducción, alimentación y refugio a una gran diversidad de fauna silvestre marina y terrestre, residente y migratoria, como reptiles (cocodrilos, iguanas y serpientes), anfibios, mamíferos (nutrias, manatíes y delfines) y aves (garzas, garzas, pelícanos y águilas) incluyendo especies en peligro de extinción, y una amplia gama de especies comerciales de peces, crustáceos y moluscos. El manglar constituye uno de los ecosistemas más productivos del planeta en el cual desovan entre el 40 y 70% del total de las especies marinas y habitan aproximadamente 1200 especies de fauna, incluyendo especies de importancia comercial como ostiones y camarones, en general, una gran diversidad de crustáceos y moluscos. El 70% de las especies de importancia pesquera pasan algún período de su vida en el manglar.¹¹⁷

El rendimiento promedio de peces y mariscos en las zonas de manglares es de unos 90 kg por hectárea, con rendimiento máximo de hasta 225 kg por hectárea.¹¹⁸ Las actividades acuícolas que se desarrollan en los manglares presentan un alto rendimiento económico, destacando el cultivo del camarón que representa una importante fuente de empleo en numerosas regiones del mundo. Otro cultivo económicamente importante es la maricultura (ostras y mejillones) que se realiza en aguas abiertas. Las evaluaciones de los vínculos entre manglares y el sector pesquero sugieren que por cada hectárea de bosque deforestado o talado, las pesquerías costeras cercanas pierden unos 480 kg de pescado por año.¹¹⁹

¹¹⁷ Flores–Verdugo, F.J., F. González-Farías, D.S. Zamorano & P. Ramírez-García. 1992. *Mangrove ecosystems of the pacific coast of Mexico: Distribution, structure, litterfall and detritus dynamics*. En: U. Seelinger (ed.). *Coastal Plant Communities of Latinamerica*. Academic Press, Inc., pp. 269-288.

¹¹⁸ Kapetsky (1985) citado en FAO. 2007. *The world's mangroves 1980-2005*. FAO Forestry Paper 153. Roma, 89 p.

¹¹⁹ MacKinnon y MacKinnon (1986) citado en FAO. 2007. *The world's mangroves 1980-2005*. FAO Forestry Paper 153. Roma, 89 p.