



ESTUDIO PARA ESTABLECER EL LÍMITE DE CAMBIO ACEPTABLE
EN LA ISLA GRANDE DE HOLBOX EN EL
ÁREA DE PROTECCION DE FLORA Y FAUNA YUM BALAM



COMISION NACIONAL DE
AREAS NATURALES
PROTEGIDAS

**COMISION NACIONAL DE ÁREAS NATURALES
PROTEGIDAS**

**REGIÓN PENÍNSULA DE YUCATÁN Y CARIBE
MEXICANO**

**ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA
YUM BALAM**

LÍNEA ESTRATÉGICA:

5.1. Protección

5.1.2 Mitigación de la Vulnerabilidad

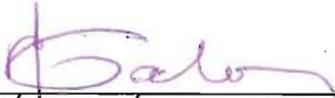
**ESTUDIO PARA ESTABLECER EL LÍMITE DE
CAMBIO ACEPTABLE EN LA ISLA GRANDE DE
HOLBOX, EN EL ÁREA DE PROTECCION DE FLORA Y
FAUNA YUM BALAM**

JULIO 2012

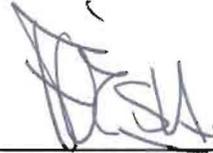


2

Responsables



ING. JOSÉ B. RODRÍGUEZ DE LA GALA MÉNDEZ
DIRECTOR DEL APFF YUM BALAM



ING. FRANCISCO E. ÚRSUA GUERRERO
DIRECTOR REGIONAL PENÍNSULA DE YUCATÁN Y
CARIBE MEXICANO

Elaboración

Francisco E. Ursua Guerrero
José B. Rodríguez de la Gala Méndez
Ernesto García Camiña
Tania Gómez Zúñiga
María Inés Peraza Arcila

Supervisión de la Dirección General de Operación Regional

David Gutiérrez Carbonell
Ana Luisa Gallardo Santiago
Antonio Cruz Cruz

INDICE

1.- Introducción

2.- Límite de cambio aceptable

3.- Objetivos

3.1. Objetivo General

3.2. Objetivos Particulares

3.3. Imagen Objetivo

4.- Resultados

4.1. Estratificación de los Ecosistemas Costeros

4.2. Determinación de los Factores de Intensidad de Uso

4.3. Análisis de indicadores

5.- Elementos a considerar

6.- Conclusiones

Bibliografía



1.- Introducción

El área que comprende el presente estudio se limita a la porción de la Isla Holbox, conocida como Isla Grande, correspondiente a la porción de tierra más al Norte del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam. Se trata de una isla de barrera que delimita la laguna costera Conil, y abarca una superficie de 5,003.3099 hectáreas. Se encuentra delimitada en su margen Norte por el Mar Caribe y su margen sur por la Laguna Conil constituyéndose como una de las zonas de mayor sensibilidad ante los disturbios tanto naturales como antropogénicos.

En dicha superficie no existe ningún tipo de asentamiento ni estructuras, a excepción de un campamento temporal de protección de la tortuga marina.

Contiene áreas de excepcional belleza natural y de importancia estética; además de contener hábitat naturales de importancia para la conservación de la biodiversidad in situ, incluyendo especies amenazadas o en peligro de extinción con importante valor universal desde el punto de vista de la ciencia o la conservación, criterios considerados por la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), como prioritarios para la conservación del sitio.

Su superficie de la Isla Grande forma parte de la Región Marina Prioritaria dentro de la RMP 62 Dzilam-Contoy; Región Terrestre Prioritaria (RTP) 146, Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam; Región Hidrológica Prioritaria 103 Contoy; del Programa de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) dentro de AICA SE-42, y de la lista de humedales de importancia internacional de la convención RAMSAR¹ criterio adicional que contribuye a consolidar su relevancia ecológica.

Dadas sus características ecológico geográficas, ofrece servicios ambientales tales como la regulación climática, la conservación de los ciclos hidrológicos, la fijación de nitrógeno, la formación de suelo, la captura de carbono, el control de la erosión, la polinización de plantas, además de favorecer el reclutamiento, reproducción y protección de las especies marinas de importancia ecológica y comercial.

La isla se mantiene en buen estado de conservación, lo que contribuye entre otras cosas, a la continuidad funcional de ecosistemas frágiles como los humedales, además de enfatizar que la dinámica y existencia de la laguna interior Conil depende directamente de la permanencia y buen estado de conservación de la isla.

En la porción norte de la Isla Grande, la zona federal marítimo terrestre y dunas aledañas corresponden a la principal área de anidación de tortuga marina Carey (*Eretmochelys imbricata*) y blanca (*Chelonia mydas*), las cuales se encuentran en peligro de extinción dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010. La existencia de las tortugas marinas conforma un componente singular de sistemas ecológicos complejos, formando

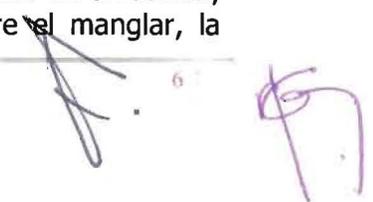
¹ Convención sobre los Humedales, firmada en Ramsar, Irán, en 1971. Tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y uso racional de los humedales y sus recursos.
<http://www.ramsar.org/>

una parte importante dentro del flujo energético en las cadenas tróficas, tanto en las playas de anidación como en los ambientes costeros y oceánicos. Las poblaciones de tortugas juegan un papel importante en los ciclos de nutrientes transportando cantidades variables de materia orgánica desde sus áreas de alimentación hacia sus playas de anidación (Frazier, 1993). Asimismo, los resultados del monitoreo de tortugas marcadas con transmisores satelitales demuestran que el área correspondiente a 500 metros desde la línea de costa es el hábitat usado con mayor frecuencia durante el periodo de anidaciones.

En cuanto a los tipos de vegetación en la isla, se presentan diversos tipos que corresponden a un gradiente típico de una barra arenosa de ancho variable. Esta diversidad se debe principalmente a la influencia de los vientos dominantes y el tipo de agua en su margen, teniendo así de Norte a Sur la siguiente disposición:

- Duna arenosa, con un ancho variable que va de los 20 a los 60 metros y un promedio de 50 metros, con prácticamente ausencia de vegetación por efecto de las olas marinas y vientos dominantes.
- Duna embrionaria, que abarca una franja más o menos continua con un ancho de aproximadamente 10 metros y está poblada por especies pioneras principalmente de plantas halófitos rastreras o escasamente arbustivas.
- Dunas de matorral. Este tipo de vegetación presenta comúnmente dos escenarios, uno dominado por especies pioneras, y otro por especies que se desarrollan a manera de matorral. Las plantas pioneras se encuentran creciendo sobre la arena móvil y típicamente están conformadas por las siguientes especies: *Sesuvium portulacastrum*, *Ageratum littoralis*, *Portulaca oleracea*, *Canavalia rosea*, *Euphorbia buxifolia*, *Cakile lanceolata*, *Ipomoea pescaprae*, *Sporobolus virginianus*, *Ambrosia hispida* y *Lippia reptans*. En las partes donde la orografía no se hunde, este matorral tiende a formar una vegetación de selva baja espinosa.
- Manglar.- Hacia la franja costera sur de la Isla se presenta una vegetación dominada por especies que requieren de mayor presencia de agua dulce en al menos una porción del año o bien de condiciones de mezcla de aguas marinas y dulce, presentándose así un mosaico formado principalmente por franjas de manglar de borde y otras asociaciones de mangle, destacándose, por su extensión e importancia, los cuales se alternan con las comunidades de dunas costeras (Trejo-Torres et al., 1993). Utilizando la clasificación de Trejo-Torres y coautores que indican que de acuerdo a su posición geográfica específica en el borde costero, los manglares que se encuentran en la zona costera del APFF Yum Balam se pueden subdividir en:
 - Manglar de franja, aquellos que bordean el litoral, ya sea que colindan directamente con el mar (manglar de franja marino) o bien, que se localizan en la parte interior de las lagunas (manglar de franja lagunar).
 - Manglar de cuenca, aquellos que se establecen en las cuencas inundables y que se ubican en la parte posterior de los manglares de franja. Incluye al manglar de ciénaga baja, el manglar chaparro, probablemente el manglar de lagunas fósiles.

Tratándose del manglar debe respetarse que cualquier obra o actividad que se desarrolle, no afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, la



duna, la zona marítima adyacente, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.

Esta configuración vegetal da como resultado una riqueza de especies particularmente grande que en relación a la superficie de la isla y la distancia con la costa presenta una vulnerabilidad alta ante la llegada de nuevas especies por acciones de vientos, corrientes, fenómenos meteorológicos o bien por acciones de animales y antrópicas. Esta vulnerabilidad se expresa debido a que cada población tiene un alto nivel de competencia con las otras especies, provocando una especialización significativa en los recursos, necesarios para cumplir sus ciclos vitales.

La ubicación de la Isla Grande de Holbox, dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, en el ámbito de influencia de un polo de desarrollo turístico de la magnitud de Cancún, la coloca en una situación muy particular y, en algunos sentidos, privilegiada. Por un lado el potencial para desarrollar actividades turísticas dentro del ANP, situación que puede permitir que la población local y los propietarios de los terrenos costeros puedan beneficiarse por un uso turístico sustentable de los recursos naturales y al mismo tiempo facilita la instrumentación de estrategias de conservación.

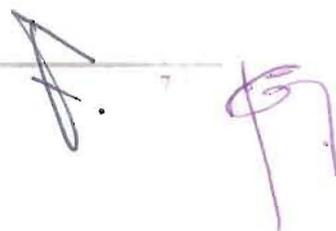
De haber desarrollo en la Isla Grande, éste deberá ser bajo un concepto de muy bajo impacto con un alto componente de conservación, donde se realizarán actividades recreativas específicas que permitan mantener los valores ecosistémicos y paisajísticos de la forma más natural.

Todo lo anterior deberá complementarse con el establecimiento de mecanismos efectivos de control, que eviten que los objetivos del desarrollo prevalezcan sobre los objetivos de conservación del área.

2.- Límite de cambio aceptable

Para que se cumplan los objetivos de conservación de las Áreas Naturales Protegidas, se permiten tanto usos indirectos (Categorías de UICN I, II y III) o directos (Categorías IV, V y VI), mismos que deben ser ordenados y ubicados espacialmente. Al respecto Artavia (2004) indica que la definición de zonas de manejo es: "la organización del territorio de un área silvestre protegida en función del valor de sus recursos y de su Capacidad de Carga – Límite de Cambio Aceptable, para los distintos usos, en la que se establecen objetivos muy claros y precisos, con la normativa correspondiente, con el fin de minimizar los impactos negativos y de asegurar un uso del espacio compatible con la conservación de los recursos naturales y culturales presentes en el área y su relación con la dinámica socio ambiental de su entorno inmediato".

El modelo de Límite de Cambio Aceptable (LCA) fue generado en los años 70. Sin embargo la primera aplicación del LCA comenzó a mediados de los 80's. Se puede decir que el modelo del LCA es actualmente el más difundido como método de manejo y monitoreo para Áreas Naturales Protegidas. Este método hace mayor énfasis en la planificación más que en los números que provienen de los cálculos de Capacidad de Carga. El enfoque de LCA se concentra en establecer límites medibles a los cambios inducidos por las actividades del hombre en las condiciones naturales y sociales del área y en definir estrategias apropiadas de manejo para mantener y/o restaurar tales condiciones: estableciendo los Límites de Cambio Aceptable.



El proceso de LCA es sistemático, explícito, defendible y racional, tomando en cuenta la participación pública, y es pertinente a casos donde hay conflicto entre objetivos de manejo (Sistema de Monitoreo de Escenarios).

El método propone un sistema de pasos para determinar los impactos producidos por las actividades que se desarrollan en un área natural protegida, reconociendo factores ecológicos, paisajísticos y sociales. Propone la identificación de estándares aceptables y accesibles, promueve iniciativas de gestión que puedan salvar estas distancias y determina un tipo de monitoreo y evaluación para comprobar la eficiencia de las iniciativas propuestas (Iroldi, 2001).

Los indicadores seleccionados deben incluir variables que tienen efecto sobre el medio ambiente, estos indicadores ayudan a determinar el cambio que se ocasiona debido a las actividades que se realizan, y así establecer acciones preventivas en el momento exacto para evitar el deterioro irreversible de dicha área.

El modelo LCA enfatiza que todo se deriva de los objetivos de conservación del área natural protegida, que definen las condiciones físicas, biológicas y sociales que la administración busca restaurar o mantener (Morion et.al. 1985). El LCA ha probado tener más éxito que otros planteamientos aplicados a áreas naturales protegidas (Marion et. al 1985, Morin et al. 1997, NOLS 1996). Para establecer el estudio de los Límites de Cambio Aceptable se sugiere seleccionar indicadores de acuerdo a diversos criterios.

El Reglamento en Materia de Áreas Naturales Protegidas de la LGEEPA define, en su artículo 3 fracción VIII, el límite de cambio aceptable como:

Artículo 3 fracción VIII.- Límite de cambio aceptable: Determinación de la intensidad de uso o volumen aprovechable de recursos naturales en una superficie determinada, a través de un proceso que considera las condiciones deseables, en cuanto al grado de modificación del ambiente derivado de la intensidad de impactos ambientales que se consideran tolerables, en función de los objetivos de conservación y aprovechamiento, bajo medidas de manejo específicas. Incluye el proceso permanente de monitoreo y retroalimentación que permite la adecuación de las medidas de manejo para el mantenimiento de las condiciones deseables, cuando las modificaciones excedan los límites establecidos.

3.- Objetivos

Los objetivos del presente estudio se derivan del Plan Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2007-2012 de CONANP, en particular de la Línea Estratégica:

5.1 Protección

La protección se refiere a evitar que los ecosistemas y su biodiversidad en las Áreas Protegidas Federales y otras áreas de conservación se salgan de los "límites de cambio aceptable" por procesos antropogénicos o la interacción de éstos con procesos naturales y así asegurar la integridad de los elementos que conforman el ecosistema. Estas acciones deben ser preventivas y correctivas, prioritarias para el buen funcionamiento de los ecosistemas para contrarrestar el posible deterioro ambiental provocado por las actividades productivas no sustentables o cambios

en los patrones y procesos ecológicos a gran escala. Por ende, la protección plantea acciones directas de vigilancia para la prevención de ilícitos, contingencias y la protección contra especies invasoras y especies nocivas con la finalidad de asegurar la continuidad de los procesos evolutivos en las Áreas Protegidas y otras modalidades de conservación.

5.1.2 Mitigación de la Vulnerabilidad, que tiene como justificación:

Mitigar y combatir el impacto de los fenómenos naturales (huracanes, inundaciones, erupciones, entre otros) y antropogénicos (especies invasoras, incendios, ilícitos como desmontes y caza furtiva, y cambio de uso de suelo) que afectan las Áreas Protegidas Federales y otras modalidades de conservación.

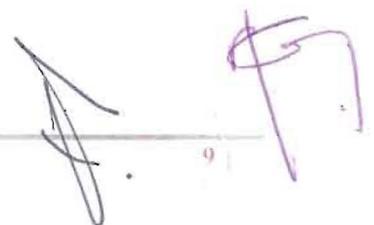
3.1. Objetivo General

Reducir los riesgos de factores antropogénicos y fenómenos naturales que pueden vulnerar la integridad de los ecosistemas y la permanencia de la biodiversidad.

3.2. Objetivos Particulares

- Conservar los ecosistemas naturales de la parte de la Isla de Barrera de Holbox, en el Norte de Quintana Roo, como muestras representativas de la región mesoamericana y del Caribe en la República Mexicana.
- Preservar la diversidad genética del área, en particular aquellas especies endémicas, en peligro de extinción y de utilidad potencial para el hombre.
- Contribuir a mantener los procesos ecológicos e hidrológicos que aseguren la productividad pesquera, la conservación de suelos y la regulación climática.
- Proteger y ensalzar los valores escénicos y culturales del área incluyendo los vestigios arqueológicos, históricos y los usos tradicionales de los recursos.
- Promover la investigación, particularmente en las áreas de ecología, socioeconómica y de manejo de los recursos naturales.
- Contar con áreas que puedan servir como "patrón", para poder evaluar los cambios ocasionados por el uso humano de los ecosistemas en la Península de Yucatán.
- Ofrecer oportunidades para la recreación controlada en contacto con la naturaleza.
- Facilitar la interpretación y la educación ambiental, con énfasis en el nivel local y regional.

3.3. Imagen Objetivo

A handwritten signature in black ink and a purple stamp are located at the bottom right of the page. The signature is a stylized, cursive name. The stamp is a purple rectangular mark with some illegible text or a logo inside.

Con base a los fundamentos ecológicos que dieron origen al APFF Yum Balam, la imagen objetivo de este estudio se presenta como el escenario adecuado que compatibiliza el valor ecológico de la isla con un uso turístico.

En ese sentido la Imagen de Yum Balam, como atractivo turístico se presenta en dos vertientes. La porción de la Isla denominada Isla Chica, en la cual se tiene un creciente desarrollo tanto urbano como turístico, en el que los valores ecológicos presentan un fuerte impacto y de difícil mitigación. Por otra parte, la Isla Grande, separado por un canal que actúa como barrera física, se encuentra en un estado de conservación tal que los fenómenos meteorológicos son la única fuente de afectaciones en los ecosistemas, dado que se encuentra desprovista de infraestructura, aprovechamientos o actividades humanas. De modo que se pretende que esta región conserve lo más posible los valores escénicos y ecológicos en concordancia con actividades de turismo de muy bajo impacto, estableciéndose para ello límites de cambio significativamente bajos que aseguren la conservación de la isla a largo plazo.

Por lo anterior, el desarrollo de infraestructura turística en Isla Grande debe ser de muy bajo impacto ambiental, y constituirse como un producto turístico especializado para aquellos turistas que buscan específicamente los valores que ofrece un sitio natural. El desarrollo turístico de la isla debe provocar un impacto ambiental mínimo y permitir el mantenimiento de los valores naturales y su imagen de sitio alejado, prístino y con poca infraestructura, la cual debe estar integrada al paisaje y ser estrictamente compatibles con los objetivos, criterios y programas de aprovechamiento sustentable, en los términos del decreto de creación del APFF Yum Balam y de su respectivo programa de manejo, considerando las previsiones de los programas de ordenamiento ecológico que resulten aplicables.

En cuanto a la conservación de los ecosistemas costeros y sus diferentes tipos de vegetación presentes en la isla, se pretende maximizar la representatividad de los diferentes tipos de vegetación costera bajo la cobertura de preservación y al mismo tiempo minimizar la afectación de los predios en donde éstos se presentan, por lo que solamente se sujetarán a este régimen a los predios o porciones de los mismos que tengan un valor estratégico para lograr este objetivo de conservación.

Todo lo anterior sólo será posible mediante la supervisión en campo de los lineamientos y parámetros establecidos en el presente estudio, mediante la aplicación de las disposiciones por las autoridades competentes en materia de impacto ambiental, cambio de uso del suelo e inspección y vigilancia.

4.- Resultados

4.1. Estratificación de los Ecosistemas Costeros

La Isla Grande de Holbox tiene las características típicas de las islas de barrera comúnmente alargadas y paralelas a la línea de costa continental y sensiblemente angostas, condición que por un lado las constituye como áreas de alta fragilidad y por el otro dan origen a las lagunas interiores.

Dadas dichas características, se estableció un esquema de franjas longitudinales que muestran la estratificación de la isla y su composición de asociaciones vegetales, a partir del mar Caribe, hacia el sur incluyendo la zona de playa de arena descubierta (excepto en puntas rocosas y zonas de baja

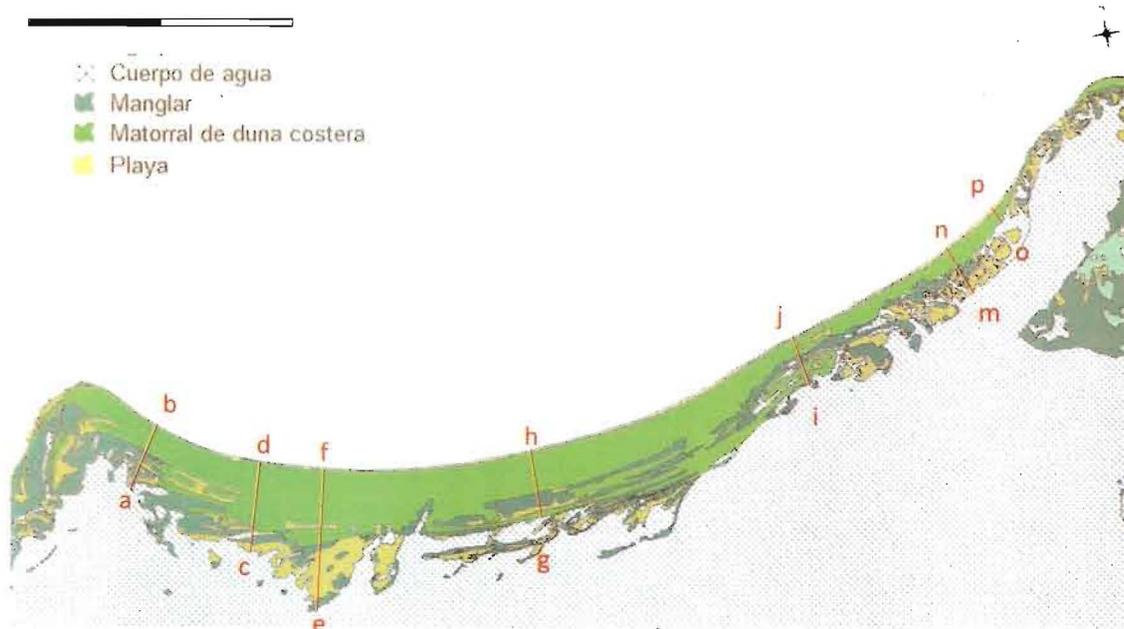
energía con presencia de manglar de franja), la zona de dunas costeras (generalmente una sola), la porción más consolidada de la isla de barrera o el borde litoral, la zona de manglar y/o humedales y en su caso la laguna costera.

Considerando que los objetos de conservación que se presentan en la isla grande de Holbox, se encuentran en los límites tanto de la costa como sitio de importancia alta para la anidación de tortuga marina, así como los límites con la laguna de Conil, por la fragilidad que representan los humedales costeros, se ha determinado que el eje central longitudinal (gradiente más alto) de la isla es la zona preferentemente con mayor intensidad de uso, decreciendo el factor conforme se vaya acercando a los límites con la costa y la laguna, respectivamente.

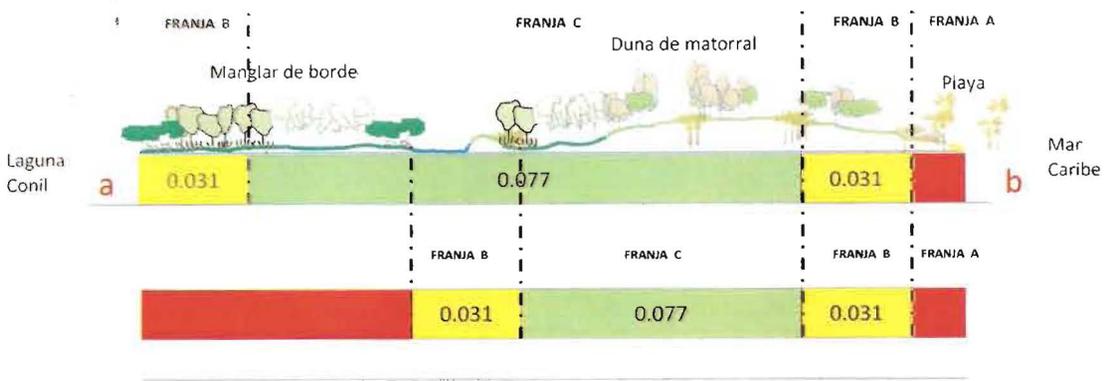
Para mejor interpretación de dicha estructura a lo largo de la Isla, se configuraron 7 cortes transversales que reflejan el gradiente y las variaciones ecológicas resultantes de la diversidad de condiciones geológicas, edafológicas, hidrológicas, oceanográficas y bióticas presentes en la isla.

Es importante mencionar que la totalidad de la Isla Grande es sensiblemente plana. Es decir, su altura máxima sobre el nivel del mar oscila alrededor de 30 centímetros, por lo que las cotas de su topografía prácticamente tienen una variación inapreciable. En las siguientes figuras la escala vertical se presenta de forma exagerada sólo para interpretación del perfil y su arquitectura del paisaje.

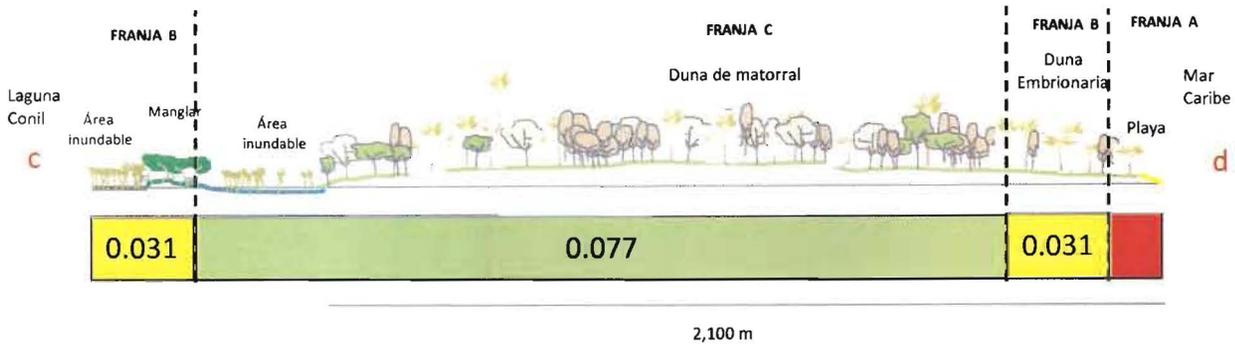
Esquema general de la Isla Grande



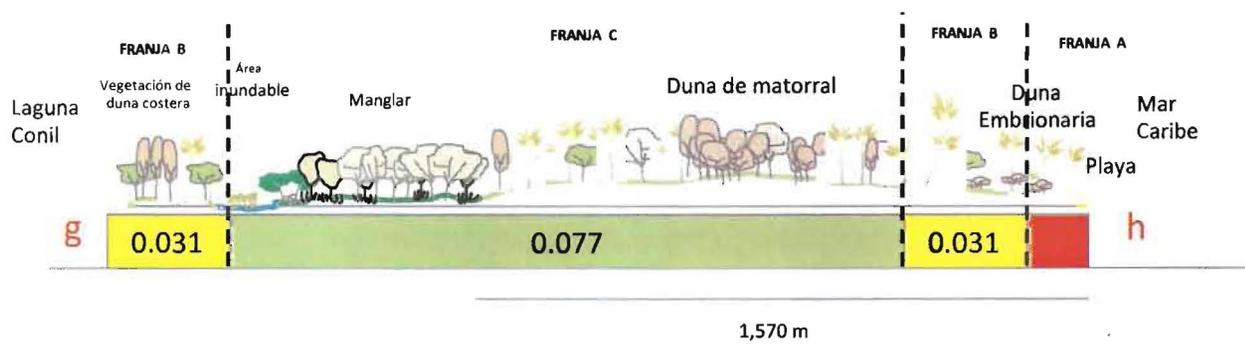
Esquema de tipos de vegetación en el corte a-b



Esquema de tipos de vegetación en el corte c-d



Esquema de tipos de vegetación en el corte g-h



Debido a la gran diversidad de comunidades presentes en la zona costera y el buen estado de conservación que presentan actualmente, se considera de primordial importancia la conservación de las áreas costeras con vegetación natural. Para lograr este objetivo, es necesario mantener una muestra representativa de estas comunidades en la zona costera del APFF Yum Balam, que permita

contar con los espacios requeridos para la investigación y que además puedan ser utilizados para la educación y concientización ambiental. En este sentido es necesario mantener cuando menos las siguientes áreas con la menor intervención humana y dedicarlas a la preservación de las asociaciones de flora y fauna que contienen, aplicando estrategias de protección y/o de restauración.

4.2. Determinación de los Factores de Intensidad de Uso

a) Establecimiento del lote tipo

Se le denomina intensidad de uso a la superficie continua, resultante de aplicar factores que afectan la totalidad de un predio en función de su tamaño, ubicación y valores ecológicos y ecosistémicos.

De acuerdo con el Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán, en Áreas Naturales Protegidas de carácter federal, publicado en el Diario Oficial del Gobierno del Estado de Yucatán, como decreto No. 801, el 31 de julio de 2007, se suscriben las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) bajo los criterios de conservación, preservación y aprovechamiento sustentable.

Dicho ordenamiento determina como factor base de intensidad de uso 0.5% (medio punto porcentual), en forma longitudinal y creciente en un décimo de punto porcentual en forma transversal.

Bajo estas premisas se considera que la unidad mínima indivisible que disminuye la fragmentación considerablemente, promueve la continuidad ecosistémica y favorece la intensidad de uso, es el diseño de un lote tipo que debe tener 100 m, de frente y una hectárea como unidad de superficie.

b) Criterios para deducir los factores que aplican para el Límite de Cambio Aceptable

- Clasificación de las áreas:

Área Bruta (AB): Corresponde a la superficie total que abarca la porción de la isla grande.

Área Absoluta (AA): Corresponde al resultado de la diferencia del área bruta menos el área que corresponde a los humedales costeros incluyendo los manglares y acuíferos.

Área Relativa (AR): Corresponde a las áreas que son irregulares por las que no se puede inscribir un cuadrángulo máximo.

Área Neta (AN): Es aquella superficie dentro de un polígono irregular que puede inscribir el mayor cuadrángulo posible en múltiplos del lote tipo.

Superficie continua: La suma de las superficies afectadas en el predio, derivadas de un proyecto incluyendo accesos, caminos, instalaciones y servicios.

- La metodología que se ha utilizado es la de la suma de los números dígitos, aplicados al lote tipo, que permitirá compensar tanto la ubicación como las dimensiones del predio.
- En sentido longitudinal los coeficientes están dados en función del número de lotes tipo consecutivos.

- Sentido transversal los coeficientes están dados a partir de los límites de la isla en forma creciente, hasta el eje central, y simétrico a partir de este.

Esquema de coeficientes por unidades longitudinales y transversales

Coeficientes
transversales
/ unidad de
lote tipo

Coeficientes Longitudinales / unidad de lote tipo

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Duna arenosa (80 metros)	0,005	0,0075	0,01	0,0125	0,015	0,0175	0,02	0,0225	0,025	0,028
2	0,031	LT									
3											
4	0,077										
5											
6											
...											
n											
2	0,031										
1											

Es importante mencionar que a mayor área neta en un predio, el factor de intensidad de uso aplicable se incrementa en función de la adición de los coeficientes de los lotes tipo longitudinales y transversales, consecutivos, que presenta el predio, sin que éste sea menor a una hectárea cuyo factor de intensidad es de 0.005, ni mayor de 100 lotes tipo, en cuyo caso se aplica el factor máximo


14


de 0.105 (resultado de aplicar los coeficientes 0.028 y 0.077 longitudinal y transversal, respectivamente).

- En un predio mayor al lote tipo el factor será aplicado de acuerdo a la franja donde se pretenda desarrollar.
- Considerando que la isla grande de Holbox tiene variaciones considerables en su anchura, el eje central variará en la misma proporción, pero los factores serán aplicados a partir de:

Franja A, de protección.- Corresponde a los 80 metros de duna arenosa posteriores a la zona federal marítimo terrestre, la cual se constituye como la franja más importante para la protección de la tortuga marina. A esta franja no se le asigna factor de intensidad de uso ya que además se considera de protección para la estabilidad de la isla.

Franja B, de muy baja intensidad.- Abarca los siguientes 200 metros posteriores a la Franja A, que corresponden a la duna de matorral y vegetación de selva baja espinosa, los cuales brindan protección al resto de la isla ante los fenómenos meteorológicos como son vientos de tormenta y acciones del mar, así como una franja costera de 200 metros en la margen sur de la Isla que colinda con la Laguna Conil, en la que se desarrolla una diversidad de asociaciones vegetales que van desde los manglares de franja hasta asociaciones de vegetación acuática con duna de matorral. Esta franja tiene un factor de intensidad de uso de 0.031. Intensidad muy baja a fin de disminuir las alteraciones al ecosistema y evitar la pérdida de la cobertura vegetal. Permite el acceso a la Isla en su porción sur, por el interior de la Laguna Conil.

Franja C, de aprovechamiento sustentable.- Con un ancho variable que va desde los 100 a los 700 metros, y corresponde a la parte del eje central de la isla, con un factor de 0.077, el de mayor intensidad de uso y a la que se considera de mayor probabilidad de desarrollo sin que las estructuras vegetativas sean alteradas significativamente.

4.3. Análisis de Indicadores

El establecimiento de instalaciones de bajo impacto ambiental de tipo cuarto hotelero en Isla Grande se analizará en función de las repercusiones que podrán tener los requerimientos de la prestación del servicio, en términos de indicadores como demanda de recursos: agua, porcentaje de cobertura de manglar y vegetación de duna costera, volumen de aguas residuales vertidas al ecosistema, generación de desechos, incremento de la población y recursos pesqueros, así como los impactos que estos puedan generar sobre los ecosistemas. Esto implica que la magnitud de las actividades que se desarrollen, deberá mantener congruencia respecto a los objetivos que motivaron la creación del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam.

a) Población

La población generada por el desarrollo de las actividades turísticas puede considerarse como el principal indicador de los impactos, ya que los demás indicadores se relacionan más bien con los requerimientos de insumos básicos para satisfacer tanto las necesidades de los turistas como de la

población requerida para sostener la actividad. Para conocer el potencial real del aumento poblacional de la Isla Holbox se toma como base de comparación la población reportada en el Censo de Población y Vivienda INEGI 2010 contra del requerimiento de personal para la atención de la infraestructura hotelera tasada en 2.4 empleados por cuarto hotelero, en tres escenarios de desarrollo hasta alcanzar el límite de la base de cálculo.

En 2010 se reporto en la Localidad de Isla Holbox una población total de 1,486 habitantes de los cuales 819 personas son nacidas ahí con una Población Económicamente activa de 700 personas.

A manera de control y bajo una hipótesis del desarrollo atomizado en lotes tipo de 1 hectárea a lo largo de los 24,000 metros lineales de costa, en una franja de 200 metros de ancho con una densidad de 0.5 cuarto por hectárea y una franja B de ancho variable, hasta alcanzar una superficie aprovechable de 2,268 ha, con una densidad de 1.0 cuarto por hectárea se alcanza un total de 2,508 cuartos en una superficie máxima de 163.24 hectáreas.

Del mismo modo, al aplicar la metodología propuesta en la que se potencia el aprovechamiento de lotes de mayor superficie en función de frente de playa y profundidad hacia el centro de la isla, se alcanza un aprovechamiento máximo de 2,748 cuartos con una ocupación de hasta 237.3 hectáreas.

De acuerdo a este indicador de impacto se plantean las siguientes hipótesis de creación cuartos hoteleros en 2,260 hectáreas de vegetación de matorral costero, así como de generación de empleos al servicio de esa infraestructura.

ESCENARIO	DENSIDAD	CUARTOS	TURISTAS	EMPLEADOS
A	0.5 CTOS/HA	1130	3,548.2	2,712.0
B	1.0 CTOS/HA	2260	7,096.4	5,424.0
C	1.5 CTOS/HA	3390	10,644.6	8,136.0

Cuadro 1. Hipótesis de creación de infraestructura hotelera

Con base en esta proyección se estimaron los requerimientos de insumos y generación de residuos como principales indicadores de cambio.

b) Requerimientos de Agua

Se consideró un escenario con respecto a los requerimientos de agua, de 1.5 m³/día por habitación y de 170 litros/día por empleado de servicio turístico generado.

De estos requerimientos de agua, se considera que un 70% se transfieren como aguas residuales servidas que requieren de tratamiento y un mecanismo de disposición que no afecte el entorno natural.

c) Generación de Desechos Sólidos

En este escenario se considera que cada turista genera 0.450 kg de residuos sólidos/día y cada empleado un promedio de 0.350 kg/día.

d) Productos Pesqueros de consumo doméstico

Observando el funcionamiento de los centros de hospedaje en el Área Natural Protegida es indiscutible el hecho de que la gran mayoría de los turistas y empleados de los hoteles consumen productos provenientes de las actividades pesqueras locales, que genera un incremento en el esfuerzo pesquero para satisfacer esta demanda. Controlar y estimar este volumen es complicado, pero una cifra conservadora de 200 gramos por persona, podría brindar un escenario del impacto adicional que recibirían las especies marinas por este concepto.

ESCE- NARIO	HABITA- CIONES	HUESPEDES	EMPLEADOS	CONSUMO DE AGUA m ³ /día	PRUDUCCION DE AGUAS SERVIDAS m ³ /día	DESECHOS SOLIDOS Kg/día	CONSUMO DE PRODUCTOS PESQUEROS Kg/día
A	1,130.00	3,548.20	2,712.00	2,304.00	1,612.8	2,545.89	1,260.20
B	2,260.00	7,096.40	5,424.00	5,518.47	3,862.93	5,091.78	2,520.40
C	3,390.00	10,644.60	8,136.00	6,468.12	4,527.12	7,637.67	3,756.12

Cuadro 2. Resumen de impactos resultantes

Indicador Población

El primer resultado indica que en el escenario de habilitación de 1,130 habitaciones se requiere de la movilización de 2,712 empleados para la atención de la demanda turística, esta cifra es mayor a la población total actual del poblado más cercano (1,486 hab.) dentro de la misma Área Natural Protegida, Isla Holbox de la cual solo 700 (49%) constituyen la Población Económicamente Activa (PEA); esto representa casi el 400% de la población que en un momento pudiera dedicarse a esta actividad, o bien generar una inmigración importante para cubrir esta necesidad. No se contempla el escenario de crear un nuevo centro de población ya que éste requeriría de un mayor número de insumos y servicios no disponibles y limitados por el Decreto de Creación del Área de protección de Flora y Fauna Yum Balam, que en su artículo séptimo establece que "en el Área de Protección no se autorizará la fundación de nuevos centros de población".

Agua Potable

El segundo indicador analizado es el requerimiento de agua potable para la atención turística y operación de la infraestructura, en el mismo tenor, no existen fuentes naturales superficiales para abastecerse del recurso y las fuentes subterráneas son prácticamente incosteables debido a la profundidad y calidad del acuífero. Por tanto se requiere de tecnologías de captación, desalinización o conducción de agua que cumplan con las condiciones y estándares permitidos en las Normas aplicables y compatibles con la vocación de conservación del Área Natural Protegida.

Aguas residuales

Se estima que el 70% del agua utilizada por los empleados y los turistas se transfiere como agua residual, esta puede ser tratada para ser reutilizada en algunos procesos del manejo de la infraestructura y una porción debe ser desechada como agua residual, dada la ubicación de la isla el

171



uso de sumideros no es factible y en su caso el acopio, tratamiento y conducción resulta significativamente complejo para la operación de cualquier proyecto.

Generación de desechos sólidos

De acuerdo con el Plan de Gobierno del Municipio de Benito Juárez 1990-1993 (Cancún inmediatamente post huracán Gilberto) los volúmenes de desechos se calculan en más de un kilo por persona día. En el estudio realizado por Sistemas de Ingeniería Sanitaria S.A. de C.V. (1988) que plantea alternativas para el manejo de residuos sólidos y líquidos en la Colonia Javier Rojo Gómez, se consideró un volumen diario de 400 gr/hab/día, para esta comunidad costera. La Universidad de Quintana Roo (UQROO, 1998) con esta base consideró un estándar de generación de residuos sólidos por turista del orden de 0.45 kg/día y de empleados de 0.35 kg/día, en el menor escenario esto implica un volumen de 2.5 toneladas diarias de residuos sólidos que deben ser extraídos del área ya que su disposición final está prohibida por la LEGEEPA dentro del cualquier Área Natural Protegida.

Indicador Productos Pesqueros

En el APFF Yum Balam está permitida la pesca por los habitantes que ya realizaban esta práctica antes del decreto del ANP; en la actualidad los volúmenes de captura se encuentran por debajo de los niveles históricos, debido a esto, para satisfacer la demanda que el incremento de la oferta turística implica en el área, se requiere incrementar el esfuerzo pesquero que redundaría en afectar aun mas las poblaciones naturales, y propiciar un flujo de pesca de otras áreas cada vez más lejanas.

Se estima que cada poblador consumirá alrededor de 200 gr de pescado fresco, con esto se brinda un escenario del impacto adicional que recibirían las especies marinas por este concepto del orden de 1,260 kg/día hasta 3,750 kg/día en su escenario más crítico.

Indicador Cobertura Vegetal

Una de las consecuencias más notables que ha tenido el crecimiento de la población humana, es la constante demanda de espacio para crear infraestructura de cualquier índole.

Así, los modelos de cambio de uso se han transformado en una poderosa herramienta de análisis espacial orientada, principalmente, a los siguientes aspectos: a) explorar los variados mecanismos que fuerzan los cambios de uso del suelo y las variables sociales, económicas y espaciales que conducen a esto; b) proyectar los potenciales impactos ambientales y socioeconómicos derivados de los cambios en el uso del suelo, y; c) evaluar la influencia de alternativas políticas y regímenes de manejo sobre los patrones de desarrollo y uso del suelo (Aguayo, et al, 2006).

La infraestructura desarrollada en áreas naturales protegidas puede tener diversos impactos sobre los recursos naturales. En el caso de la Isla, la construcción de cuartos hoteleros puede tener un fuerte y marcado impacto sobre la conectividad y valor paisajístico, entre los ecosistemas, por ello sólo se puede desarrollar infraestructura en un máximo de dos niveles y a una altura no mayor a 12 metros.

La conectividad podrá evaluarse con imágenes del paisaje en su totalidad. Para ello, se deberá contar con imágenes de satélite actualizadas y a una escala que permita identificar sitios donde se observa algún nivel de fragmentación. Dichos sitios deberán ser visitados con el fin de identificar si dicho efecto pudiera deberse a la instalación de algún tipo de infraestructura; es importante denotar que la fragmentación puede deberse también a otras causas o que la infraestructura no tiene que estar, forzosamente, cercana al sitio de fragmentación.

Los indicadores que integran este grupo son: cobertura de manglar, cobertura de vegetación en dunas y matorral costero.

La franja de playa de Isla Grande actualmente se constituye como área de protección a la tortuga marina, al menos en la franja de 80 metros colindante, manteniéndose sin ningún tipo de estructura a efectos de conservar la zona de anidación de estas especies.

Desde otro punto de vista y contando con la experiencia de Isla Chica, la conservación de franja costera evitará, a su vez, que se originen procesos erosivos de playa que generalmente acompañan a los desarrollos costeros.

5.- Elementos a considerar

Fragilidad de la Relación Ecosistémica

En el APFF Yum Balam la fragilidad de sus ecosistemas insulares costeros constituyen una interacción fundamental para la preservación y conservación de los elementos naturales que albergan especies como los grandes felinos, amplias zonas de anidación de tortuga marina, refugio de aves migratorias y residentes entre otras que conforman un mosaico de interacciones propias de la zona litoral y sus procesos ecológicos que están conectados directamente al mar; asimismo el valor paisajístico y escénico debe prevalecer.

Razón por la que el presente estudio debe garantizar la permanencia de esta importantísima zona de interacción ecosistémica, sin menoscabo, bajo medidas técnicas de las condiciones deseables sin rebasar los límites establecidos por la autoridad competente de administrar esta área natural protegida.

En consecuencia el desarrollo de infraestructura en la Isla Grande de Holbox, se encuentra íntimamente relacionado con los siguientes aspectos que deben tomarse en cuenta para establecer parámetros en cuanto a sus densidades:

Tratamiento y Disposición de Aguas Residuales

La demanda de disposición de agua potable en volumen elevado, afecta de manera significativa la conectividad hidrológica de los ecosistemas de la Isla Grande de Holbox, en razón de que dada la geomorfología de la isla es poco probable que se pueda extraer del subsuelo, por lo que se deberán considerar el uso de la tecnología de desalinizado de agua, y sus consecuentes necesidades energéticas y de descargas de salmueras, así como las afectaciones al ambiente.

En cuanto a las aguas residuales, se estima que del agua utilizada, el 70% se transfiere como agua residual, esta puede ser tratada para ser reutilizada en algunos procesos del manejo de la infraestructura y una porción debe ser desechada como agua residual, dada la ubicación de la isla el uso de sumideros no es factible y en su caso el acopio, tratamiento y conducción resulta significativamente complejo y gravoso para la operación de cualquier proyecto.

Acopio y Transferencia de Residuos Sólidos

Para mantener la integridad de este frágil ecosistema insular costero, resulta indispensable contar con un sistema eficiente de acopio, manejo y transferencia de los residuos sólidos, puesto que de lo contrario sus efectos acumulativos serían de graves consecuencias para la Isla Grande de Holbox, por lo que debe respetarse cabalmente lo establecido en el artículo Décimo Tercero del Decreto de creación del APFF Yum Balam, el cual dispone lo siguiente: "Dentro del Área de protección, queda prohibido modificar las condiciones naturales de los acuíferos, cuencas hidrológicas, cauces naturales de corrientes, manantiales, riberas y vasos existentes, salvo que sea necesario para el cumplimiento del presente decreto; verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y en cualquier clase de corriente o depósitos de agua, y desarrollar actividades contaminantes."

Impacto Generado por Apertura de Caminos y Brechas por el Traslado de Insumos

El traslado de bienes e insumos necesarios para cubrir las necesidades antropogénicas, es otro factor acumulativo que puede tornarse nocivo para el mantenimiento del buen estado de conservación de la Isla Grande de Holbox, ocasionando por ende, la apertura de brechas y caminos para facilitar su traslado dentro de la Isla, fragmentando el ecosistema relictual que posee y que constituyó una de los más importantes razones de protección del hábitat de especies de flora y fauna del APFF Yum Balam, por lo que para evitar dicho trastorno a este importante ecosistema, debe tomarse en cuenta para establecer parámetros de uso de la Isla.

La construcción y operación de infraestructura, sin duda podría inducir una enorme presión de uso de suelo, de agua y de recursos, no solo en la superficie destinada para ello, sino en toda la isla, provocando impactos expansivos.

Para poder controlar los impactos que se generan de este modelo, es de crucial importancia que se evite la subdivisión de predios que no cuenten cuando menos con 100 metros de frente al Mar Caribe; evitar la creación de predios sin frente al mar y fomentar que el desarrollo se de hacia la parte central de la isla, de lo contrario la consecuencia sería la conversión y pérdida de vegetación, al menos equivalente a las 1,200 hectáreas de vegetación costera que predomina en los predios privados del área de estudio.

Creación de un Nuevo Centro de Población

Finalmente lo que se pretende con las presentes previsiones es evitar, que derivado de la demanda de edificaciones en la Isla Grande de Holbox, ocasione efectos acumulativos adversos a la integridad y funcionalidad del ecosistema insular costero, por lo que se hace indispensable, mediante la metodología del Límite de Cambio Aceptable, con la incorporación de un factor técnico previo, que establezca las limitaciones y modalidades en cuanto a la densidad de uso de la Isla, en

el que se incluye el desarrollo de infraestructura turística, lo que conllevaría consecuentemente el aumento de la población necesaria para brindar los servicios que se ofertan. La población más cercana se encuentra en Isla Chica con una población económicamente activa de 99%, esto significa que al haber una oferta laboral, provocaría un movimiento migratorio importante, que requerirá que se le destine un lugar cercano para cubrir sus necesidades de habitación básicas, por lo que pudiera fomentarse con el uso masivo de la Isla, la creación de un nuevo centro de población, lo cual se encuentra prohibido por el artículo Séptimo del Decreto de creación de esta área natural protegida.

Con el incremento de la oferta turística y de las actividades humanas en general también se podría generar una mayor demanda de recursos pesqueros. Esto induciría a un incremento en el esfuerzo de pesca o en la intensidad de pesca en la zona de estudio, con la presión respectiva a las poblaciones pesqueras y al ecosistema.

El incremento en el número de embarcaciones que operan en el área, ocasionaría serios conflictos de intereses entre la actividad pesquera, la observación de flora y fauna, así como alteraciones en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas involucrados en la zona de estudio.

6.- Conclusión

De acuerdo a los preceptos biológicos y legales que dieron origen al ANP, así como las características particulares en Isla Grande Holbox, y con base a los argumentos y análisis desarrollados en el presente estudio, se concluye que de las hipótesis planteadas:

1. El lote tipo que mantiene una estructura ecosistémica, disminuye considerablemente la fragmentación de ecosistemas, promueve la continuidad ecosistémica y favorece la intensidad de uso, es el de un lote tipo cuyas dimensiones deben ser de **100 metros de frente y una hectárea como unidad de superficie.**
2. El área neta de uso de la totalidad de la Isla Grande es el de **237.3 hectáreas.**
3. El factor de intensidad de uso para la franja A de protección, **es de cero.**
4. El factor de intensidad base de uso para la franja B de muy baja intensidad, **es de 0.031.**
5. El factor de intensidad base de uso para la franja C de aprovechamiento sustentable, **es de 0.077.**
6. Dependiendo del tamaño de la superficie del predio, el factor de intensidad de uso se incrementará en función de la adición de los coeficientes de los lotes tipo longitudinales y transversales, consecutivos, que presenta el predio, desde 0.005 en un lote tipo de una hectárea, hasta un máximo de 0.105 correspondiente a un predio de 100 hectáreas.
7. El coeficiente de ocupación en la franja B de muy baja intensidad, es de **0.5 cuartos por hectárea.**

8. El coeficiente de ocupación en la franja C de aprovechamiento sustentable, **es de 1 cuarto por hectárea.**
9. La infraestructura deberá ser desarrollada, **máximo en 2 plantas y una altura máxima de 12 metros.**





Bibliografía

- Acosta Aburto J; Salomón Hernández G. 2010. Estrategia de Manejo para la visitación en el Sistema Lagunar Muyil-Boca Paila, Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. CONANP. TNC. 2010.
- Alvarez O. 2009. Diagnóstico ambiental de las actividades recreativas dentro de la zona arrecifal de la colonia Javier Rojo Gomez. CONANP 2009.
- Amigos de Sian Ka'an A.C., Dirección de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (ASK, RBSK), 1999, Bases para la elaboración del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Costa Norte de la RBSK, Coordinadores Juan Bezaury Creel, Luz del Carmen Colmenero, Alfredo Arellano Guillermo, Cancún, Quintana Roo.
- Artavia 2004. Guía para la elaboración y ejecución de planes de Manejo en Áreas Silvestres Protegidas. SINAC.
- Bezaury J., A. Arellano, (en prensa), Colaboración ONG - Gobierno para la planificación y control de las actividades turísticas costeras en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo, México, Ponencia presentada en el Diálogo sobre Turismo Sustentable en Áreas Naturales en Norte América, Comisión de Cooperación Ambiental, Playa del Carmen, Quintana Roo., Mayo de 1999.
- Buist, Leon J. and Hoots, Thomas A. 1982. "Recreation opportunity spectrum approach to resource planning." *Journal of forestry*. 80: 84-86.
- Cepeda-González, M.F., C. Lasch T., A.O. Ortiz, F.E. Ursúa, G. Merediz, A. Franquesa, D.M. Bermúdez, J.A. Morales, M. Reza (compiladores). 2007. Programa de Monitoreo del Plan de Conservación del Complejo Sian Ka an. The Nature Conservancy, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Amigos de Sian Ka'an, A.C., United States Agency for International Development. Mérida, Yucatán, México. © The Nature Conservancy, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Amigos de Sian Ka an, A.C. Diciembre, 2007. Cancún, Quintana Roo, México. © The Nature Conservancy, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Amigos de Sian Ka'an, A.C., 2009.
- Cole, David N. and McCool, Stephen F. 1998. "Limits of Acceptable Change and Natural Resources Planning: When is LAC Useful, when is it not?". In Mc Cool, Stephen F.; Cole, David; comps 1998. *Proceedings- Limits of acceptable change and relates planning processes: progress and future directions; 1997 May 20-22; Missoula MT. Gen. Tech. Rep. INT-GTR-371. Ogden, UT:US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.*
- Cole, David N. and Stankey, George H. 1997. "Historical Development of Limits of Acceptable Change: Conceptual Clarifications and Possible Extensions" In: McCool, Stephen F. Cole, David N., comps. 1997. *Proceedings-Limits of Acceptable Change and related planning processes: progress and future directions; 1997 May 20-22; Missoula, MT. Gen. Tech. Rep. INT-GTR-371. Ogden, UT:US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.*
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Amigos de Sian Ka'an, The Nature Conservancy. 2007. Plan de Conservación para el Complejo Sian Ka'an (Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Reserva

de la Biosfera Arrecifes de Sian Ka'an, Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil), 2007-2011.

Espejel I., 1986, La Vegetación de las Dunas Costeras de la Península de Yucatán. II. Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo, México. BIOTICA / 11 (1) : 7 - 24.

Ford, G., J. Bezaury, 1997, Ka'anopoly, Un Modelo Computacional para Simular el Desarrollo de la Infraestructura Turística en la Costa de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an. Doc. Int. Amigos de Sian Ka'an A.C. 16 pp, In Amigos de Sian Ka'an A.C., Dirección de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (ASK, DRBSK), 1999, Bases para la elaboración del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Costa Norte de la RBSK, Coordinadores Juan Bezaury Creel, Luz del Carmen Colmenero, Alfredo Arellano Guillermo, Cancún, Quintana Roo.

Frazier, J. R., Vázquez. 1994. La tortuga marina: ¿Dios, seducción, excusa, o recurso? Bol.Soc.Herpetol.México.

Fundación MAPFRE. 1994. Manual de Contaminación Ambiental. ITSEMAP Ambiental, Madrid, España.

Howard, Marion and Potter, Bruce. 2002. Wise Coastal Practices for Sustainable Human Development Forum. "Small island: limits of acceptable change". In response to: "Methodologies for carrying capacity in small island states, Indian Ocean." Posted on May 2002. Accessed 10 Jan 2005. <http://www.csiwipractices.org/?=420>.

Ingeniería Ambiental del Sureste SCP, 1998, Estudio geohidrológico para el diagnóstico y evaluación del flujo del Acuífero e la Península de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo, Doc. Int. Amigos de Sian Ka'an A.C. 36 pp + 35 figuras, In Amigos de Sian Ka'an A.C., Dirección de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (ASK, DRBSK), 1999, Bases para la elaboración del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Costa Norte de la RBSK, Coordinadores Juan Bezaury Creel, Luz del Carmen Colmenero, Alfredo Arellano Guillermo, Cancún, Quintana Roo.

Metcalf & Hedí, Inc. Revisado por Tchobanoglous, G. Y Burton 1991. F. Wastewater treatment, disposal and reuse. McGraw-Hill, EUA, 1991.

Molina C. P. Rubinoff, J. Carranza, 1998 Normas Prácticas para el Desarrollo Turístico de la Zona Costera de Quintana Roo, Amigos de Sian Ka'an A.C. Centro de Recursos Costeros, Universidad de Rhode Island, Programa de Manejo Integrado de los Recursos Costeros en Quintana Roo, México, Cancún, Quintana Roo, 93 pp.

Normas Para Construcción el Distrito Federal. Título Quinto relativo al Proyecto Arquitectónico del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal s/f.

SEDESOL, 1993, Ley General De Asentamientos Humanos, Diario Oficial de la Federación, 21/07/1993, Secretaría de Desarrollo Social, México, D. F.

Sierra-Padilla E., 1997, Estudio edafológico del corredor costero "Punta Brava - Punta Allen", Amigos de Sian Ka'an A.C., Doc. Int. 33 pp. In Amigos de Sian Ka'an A.C., Dirección de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an (ASK, DRBSK), 1999, Bases para la elaboración del Programa de Ordenamiento

Ecológico de la Costa Norte de la RBSK, Coordinadores Juan Bezaury Creel, Luz del Carmen Colmenero, Alfredo Arellano Guillermo, Cancún, Quintana Roo.

Sistemas de Ingeniería Sanitaria S.A. de C.V., 1988, Desarrollo de Instalaciones Apropriadas para el Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos, Doc. Int. Amigos de Sian Ka'an A.C. 46 pp.

Sullivan, K., L. De Silva, A.T. White and M Wijeratne (eds), 1995. Environmental Guidelines for Coastal Tourism Development in Sri Lanka, Coastal Resources Management Project and Coast Conservation Department, Colombo, Sri Lanka, 78 pp.

Trejo- Torres J.C., R. Durán, I. Olmsted, 1993, Manglares de la Península de Yucatán pp 660-672 In Biodiversidad Costera y Marina de México. S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (eds.) CONABIO y CIQRO, México, 865 pp.

Universidad de Quintana Roo, 1998, Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Costa Maya, Reporte, VI Tomos, Chetumal Q. Roo, Mayo 1998.

