



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

División de Ciencias e Ingeniería

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO DE LA POLÍTICA AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CASA HABITACIÓN EN LA COSTA MAYA, QUINTANA ROO, MÉXICO.

Tesis
para obtener el grado de

Maestro en Planeación
PRESENTA
Francisco Javier Pérez Navarrete

Directora de Tesis
Dra. Bonnie Lucía Campos Cámara



Asesores

M.I.A. Juan Carlos Ávila Reveles
M. en Pl. María Angélica González Vera
Dr. Victor Hugo Soberánis Cruz
Dr. José Alfonso Canche Uuh

Chetumal, Quintana Roo, México, Noviembre de 2012.

∅ 65038



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

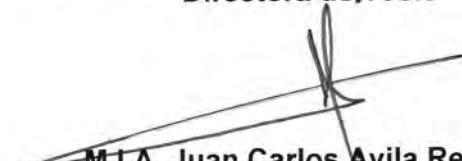
División de Ciencias e Ingeniería

Trabajo de Tesis elaborado bajo supervisión del Comité de Asesoría y
aprobada como requisito parcial para obtener el grado de:

Maestro en Planeación

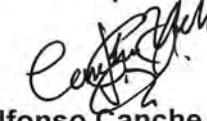
Comité de Tesis


Dra. Bonnie Lucia Campos Cámara
Directora de Tesis


M.I.A. Juan Carlos Avila Reveles
Asesor


M. en Pl. María Angélica González Vera
Asesor


Dr. Victor Hugo Soberánis Cruz
Asesor


Dr. José Alfonso Canche Uuh
Asesor



Resumen.

La evaluación del impacto ambiental, vista como un instrumento de la Planeación Ambiental, es una herramienta eficaz que permite opciones, tendencias y arquitectura de paisaje compatibles con las áreas que se pretendan desarrollar, aunado a que se prevén los posibles daños que se pudieran ocasionar al entorno, a los recursos naturales y su área de influencia. Los estudios de impacto ambiental, se han convertido en una herramienta trascendental para la autoridad ambiental encargada de la regulación de la tierra y sus ecosistemas. Lo anterior, permite visualizar de una manera clara, precisa y concisa, los efectos que se pudieran ocasionar por el desarrollo de un proyecto. Es claro, que dichos efectos, pueden ser benéficos o perjudiciales, adversos o temporales. En este sentido, es necesaria la implementación de un método, el cual resulte útil para la evaluación de los impactos, genere información relevante para la toma de decisiones y genere un panorama tanto en lo general, como en lo particular y el grado de repercusión que tendría el proyecto en las diferentes variables ambientales.

Aunado a lo anterior, la evaluación de impacto ambiental es un tema trascendental desde la óptica de la maestría en planeación, ya que como herramienta de la política ambiental y como instrumento de planeación, es necesario conocer su alcance para ejercer un desarrollo socioeconómico acorde con el ambiente. Es por ello, que el presente trabajo, en la sección de introducción, contiene una panorámica general de la evaluación del impacto ambiental, a través de su aplicación normativa como un instrumento de regulación de las actividades que se desarrollan principalmente (para este trabajo) en las áreas costeras. Así mismo, en la parte de los antecedentes, se presenta una breve síntesis de la aparición de este instrumento en la normatividad mexicana y de la importancia de su aplicación.

En el capítulo 1, se realiza un análisis desde el punto de vista de la planeación ambiental, en donde se conjugan una serie de elementos de importancia actual

como la gestión ambiental, el ordenamiento ecológico territorial y el cambio climático, entre otros. La caracterización del área de estudio, es de suma importancia debido a que se hace una descripción general de los componentes ambientales que se encuentran en la zona donde se pretenden desarrollar los proyectos, es por ello, que el capítulo 2 contiene una prospección general del tipo de suelo, clima, vegetación y fauna existente, entre otros; ello, determinará el grado de afectación que se pudiera ocasionar en el sitio, así como las medidas mínimas necesarias a adoptar para la disminución de los posibles impactos que se pudiesen ocasionar, por otro lado, también se vislumbra el nivel normativo aplicable al proyecto.

En el capítulo 3, se hace una vinculación con los instrumentos jurídicos y normativos aplicables a los proyectos por realizar. Cabe señalar que en esta sección en particular, se puede apreciar la viabilidad de la construcción de las casas habitación, de acuerdo a los lineamientos establecidos en el programa de ordenamiento ecológico territorial (POET), para este caso en particular, la Costa Maya. El capítulo 4, se presenta el estudio de caso, correspondiente a la construcción de una casa habitación, en donde se realiza una descripción breve de las medidas necesarias que se tienen que incluir para la identificación, descripción y evaluación de los impactos, mediante una metodología que permite abordar las variables ambientales y conjuntarlas con las actividades propias del proyecto.

Por último, las conclusiones y recomendaciones, contiene una panorámica general de la incidencia de este tipo de proyectos sobre los ecosistemas y sus recursos naturales, así como el grado de presión ejercida sobre la zona, aunado a lo anterior, se realiza un pronóstico de los posibles escenarios que pueden presentarse mediante un análisis de los impactos que puedan ser acumulables. En este sentido, se realiza una serie de recomendaciones que pueden servir como base o herramienta para los consultores, autoridades o personas que pretendan desarrollar proyectos de este tipo en la Región de la Costa Maya.

Agradecimientos

A Dios, por tantas bendiciones que me ha dado y que me permite día a día salir adelante para sobrellevar los retos que se me presentan a diario.

A la memoria de mi Madre, que tanto disfruto de la vida y aún, hasta en los momentos más difíciles de su existencia.

A mi padre, que día a día me enseña a tener la fortaleza para salir adelante en mi vida, que con su integridad, coraje, sentido de pertenencia y amor, me ha enseñado que lo más importante, es la familia.

A mis hermanos María, Judith, Melvin y mi cuñado Eduardo, que siempre estuvieron presentes en todas y cada una de las decisiones más importantes de mi vida y que gracias a sus consejos, me han enseñado a valorarla y salir siempre adelante.

A mis sobrinos, Melvin, Eduardo, Mariana, David, María Fernanda y Márlon, que me han enseñado la inocencia y me han hecho acordarme

de los bellos momentos de mi infancia.

A mi Abuelita, tíos, tías, primos y primas, por ser parte importante en el desarrollo de mi persona.

A la familia de mi esposa, por haberme adoptado como uno más de ellos y permitirme formar parte de tan grandioso grupo.

A mis compañeros de licenciatura y maestría, colegas y amigos, por la amistad que me han otorgado y por las vivencias que hemos compartido.

A mis maestros, que fueron una parte importante para el desarrollo de mi persona a nivel escolar y profesional.

A mi esposa Iliana, por su comprensión, amor y cariño, y que a pesar de todo lo bueno y lo malo que nos ha tocado vivir, sabemos que siempre saldremos adelante con la ayuda de Dios.

Dedicatoria

A mi madre, Irma Noemí Navarrete Góngora, que me enseño a sobrellevar los retos que se presentaron y aún continúan a lo largo de mi andar por este mundo, que me enseño a amar la vida y a disfrutar todos y cada uno de los detalles de la misma, que me enseño a ser siempre agradecido, a luchar por mis ideales y jamás darme por vencido, que me enseño que a veces es necesario caer, para poder levantarse con dignidad.

Contenido

Resumen.....	I
Agradecimientos.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Contenido.....	iv
Lista de Tablas.....	Vi
Lista de Figuras.....	Vii
Lista de Gráficas.....	Viii
Introducción.....	8
Antecedentes.....	17
CAPÍTULO 1. Marco Teórico Conceptual.....	20
1.1 El Desarrollo Sustentable.....	20
1.2 El Cambio Climático.....	21
1.3 Los cinco paradigmas de la gestión en la relación entre el hombre y la naturaleza.....	26
1.4 La Gestión Ambiental.....	32
1.5 Principales Instrumentos de Gestión Ambiental.....	34
1.6 El Ordenamiento Ecológico Territorial.....	38

1.7 La Evaluación de Impacto Ambiental	41
1.8 El Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental.....	42
1.9 Niveles de Evaluación de Impacto Ambiental.....	44
CAPÍTULO 2. Caracterización de la Costa Maya, Quintana Roo.....	45
2.1 Clima.....	45
2.2 Huracanes y tormentas tropicales.....	48
2.3 Geología.....	53
2.4 Geomorfología.....	60
2.5 Zona Marina.....	64
2.6 Hidrología subterránea.....	65
2.7 Aspectos Bióticos.....	67
2.8 Paisaje.....	72
2.9 Medio socioeconómico.....	73
CAPÍTULO 3. Marco Jurídico en la Elaboración de Evaluaciones de Impacto Ambiental.....	82
3.1 Ámbito Federal.....	82
3.2 Normas Oficiales Mexicanas (NOM)	84
3.3 Ley General de Vida Silvestre.....	85
3.4 Ámbito Estatal y Municipal.....	87
3.5 Programas de Desarrollo Urbano.....	87
3.6 Ubicación del Proyecto dentro de Áreas Naturales Protegidas (ANP's)	89
3.7 Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET)....	91
CAPÍTULO 4. Estudio de Caso: Construcción de una Casa Habitación en la Costa Maya.....	92
4.1 Selección del sitio.....	92
4.2 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.....	94

4.3 Preparación del sitio.....	94
4.4 Etapa de construcción.....	95
4.5 Etapa de operación y mantenimiento.....	96
4.6 Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales.....	97
4.7 Metodología de Evaluación.....	104
Conclusiones y Recomendaciones.....	111
Literatura Citada.....	127

Lista de Tablas

- Tabla 1. Densidad absoluta de las especies presentes en el sitio de interés.
- Tabla 2. Especies de reptiles encontrados en el sitio de interés
- Tabla 3. Especies de aves que se han registrado en el sitio de interés pero que no fueron avistadas durante los recorridos en campo.
- Tabla 4. Clasificación de Mamíferos, que se han registrado en la región aledaña al sitio de interés.
- Tabla 5. Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto.
- Tabla 6. Indicadores ambientales elegidos para la evaluación de impacto ambiental.
- Tabla 7. Utilidad relativa de la metodología utilizada (Canter, L. 1999).
- Tabla 8. Utilidad relativa de la metodología utilizada.
- Tabla 9. Matriz de interacción entre acciones y Factores Ambientales.
- Tabla 10. Matriz de interacción con las medidas preventivas, de mitigación y correctivas según factores ambientales.
- Tabla 11. Matriz de Impactos Residuales
- Tabla 12. Comportamiento de la oferta hotelera y número de cuartos en la Costa Maya.

- Tabla 13. Movimiento de cruceros y pasajeros en la Costa Maya.
- Tabla 14. Calificaciones del Diagnóstico Ambiental.
- Tabla 15. Diagnóstico ambiental del predio.

Listado de Figuras

- Figura 1. Correlación Temperatura/Precipitación
- Figura 2. Relación entre humedad, evaporación, y precipitación en la Zona Costera de Quintana Roo.
- Figura 3. Plano geológico de la zona donde se ubica el proyecto
- Figura 4. Plano litológico de la zona donde se ubica el proyecto
- Figura 5. Plano de tiempos geológicos de la zona donde se ubica el proyecto.
- Figura 6. Perfil Topográfico en la zona del proyecto
- Figura 7. Tipos de Unidades Edafológicas en la zona del proyecto (Suelos).
- Figura 8. Hidrología Subterránea en la zona del Proyecto.
- Figura 9. Ubicación del proyecto Respecto a las ANP's en la Región Costa Maya.

Listado de Gráficas

- Gráfica 1.** Cambio Climático y elevación de las temperaturas por el Incremento de los Gases de Efecto Invernadero.

INTRODUCCIÓN.

El término evaluación del impacto ambiental (EIA) se utiliza para describir el proceso jurídico-administrativo impuesto por un gobierno a las agencias públicas o privadas para aprobar, rechazar o modificar un proyecto o actividad desde su etapa de planeación a través de un proceso o método analítico que permite identificar y evaluar los impactos potenciales que puede provocar un proyecto, programa o actividad sobre el medio ambiente (SEMARNAP-INE. 2000a).

En este sentido, la EIA es uno de los instrumentos de la política ambiental con aplicación específica e incidencia directa en las actividades productivas, que permite plantear opciones de desarrollo que sean compatibles con la preservación del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales.

Desde sus inicios, se ha convertido en una herramienta trascendental para prevenir, mitigar y restaurar los posibles daños que se pudieran provocar al medio ambiente y a los recursos renovables del país y dentro de nuestro propio Estado, lo que ha traído una certeza jurídica en la viabilidad ambiental de diversos proyectos de desarrollo.

La importancia de la evaluación del impacto ambiental no sólo se refleja en el número de proyectos atendidos, sino también en el tipo de obras que se someten a este proceso de regulación. A través de este instrumento ha sido posible evitar o mitigar los impactos ambientales que ocasiona la ejecución de proyectos que podrían llegar a tener repercusiones graves sobre el ambiente, como la construcción de autopistas, presas, complejos turísticos, obras del sector energético, fraccionamientos, marinas, muelles, casas habitación, etcétera. Además, durante el proceso de elaboración de los estudios de impacto ambiental se ha logrado identificar los efectos adversos que tiene cada tipo de obra o actividad, así como las medidas que se requieren para prevenirlos o mitigarlos.

Por su propia naturaleza, el instrumento de evaluación del impacto ambiental ha generado diversas controversias en los últimos años, ya que es un proceso que media entre percepciones frecuentemente opuestas sobre las formas de desarrollo nacional (SEMARNAP-INE, 2000a).

La evaluación de impacto ambiental (EIA) es una herramienta para generar información ambiental que el mercado no alcanza a recabar ni transmitir, y también, con ello, un proceso analítico para evaluar elementos más comprensivos de costo y beneficio social. Esto permite proponer medidas técnicas para minimizar los primeros o ampliar los segundos de tal manera que el balance ambiental de un proyecto resulte lo más favorable posible (SEMARNAP-INE, 1995).

Interpretada de otra manera, la Evaluación de Impacto Ambiental es un procedimiento para el manejo de externalidades, indispensable en un mundo en donde los intereses ambientales van construyendo un nuevo e intenso medio de transmisión de costos externos (externalidades), y donde surgen cotidianamente nuevos planos de tensión entre lo público y lo privado, que requieren un tratamiento racional y eficiente (SEMARNAP-INE, 1995).

La evaluación de impacto ambiental es, como se sabe, un instrumento de regulación directa para los proyectos de inversión. Esto quiere decir que se aplica de manera específica y requiere de analizar las particularidades del caso, ejerciendo una regulación en distintos planos y etapas, es un instrumento ideal para la regulación ambiental de proyectos y actividades caracterizadas por su bajo número y alta singularidad, magnitud considerable y gran especificidad regional, sectorial o tecnológica (resultaría caro y poco práctico pretender regularlos a través de normas generales o con instrumentos económicos) (SEMARNAP-INE, 1995).

Esta regulación directa por proyecto o por actividad significa requisitos de información y de administración muy altos, dado que exige conocer a fondo las condiciones particulares de cada caso e interactuar de manera estrecha con los promotores o inversionistas. Sin embargo, aquí hay gran flexibilidad y capacidad de adaptación o circunstancias específicas, lo que permite minimizar costos ambientales y económicos (SEMARNAP-INE, 1995).

En este marco, como mecanismo de regulación directa, altamente específico, generador de información y como herramienta de manejo de externalidades, la EIA implica costos de transacción que pueden ser significativos. Por eso, debe cuidarse que estos no neutralicen o superen los beneficios sociales potenciales, para lo cual es indispensable asumir criterios de eficiencia (SEMARNAP-INE, 1995).

En términos conceptuales, la EIA sugiere una capacidad práctica para hacer compatibles objetivos de desarrollo económico y social con criterios ambientales, y ofrece la oportunidad de tomar decisiones correctas haciendo uso socialmente óptimo de los recursos económicos y ecológicos de la sociedad. Esto se facilita cuando existe un ordenamiento ecológico del territorio, donde puede decirse que la evaluación del impacto ambiental se convierte en un instrumento de segundo piso, que aporta, en un nivel más fino, criterios específicos de mitigación de impactos a proyectos que en principio estarían permitidos por el ordenamiento ecológico territorial (SEMARNAP-INE, 1995).

Cada año ingresan cerca de mil proyectos al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, y conforme crece la economía y se perfeccionan las capacidades de verificación y aplicación coactiva de la ley, se va incrementando la demanda. La carga técnica y administrativa así como las responsabilidades inherentes, se aprecian mejor al advertir que la EIA constituye un proceso de doble carácter. Por un lado, es un análisis encaminado a identificar alteraciones que un proyecto, servicio, o actividad, público o privado, puede producir en el

medio ambiente, y por otro, es un procedimiento jurídico-administrativo para la aprobación, rechazo o modificación del proyecto o actividad por parte de la autoridad competente (SEMARNAP-INE, 1995).

Para aprovechar todo potencial de la evaluación de impacto ambiental es necesario:

- Definir con claridad sus ámbitos de aplicación.
- Acordar las metodologías de análisis adecuadas.
- Llevar a cabo la evaluación de impacto ambiental de manera preventiva a nivel de anteproyecto.
- Establecer sistemas de seguimiento y autoevaluación.
- Promover la existencia de un cuerpo colegiado de consultores y especialistas de alto prestigio.
- Prever mecanismos técnicos y jurídicos para la resolución de controversias.
- Prever mecanismos adecuados de participación y consulta pública.
- Volver eficiente el procedimiento para evitar rezagos que obstaculicen la inversión privada y pública.
- Establecer correspondencia con el ordenamiento ecológico del territorio.
- Establecer sistemas de evaluación y seguimiento de condicionantes en materia de impacto ambiental.
- Explorar y diseñar mecanismos formales para la aplicación de medidas compensatorias ante impactos ambientales inevitables.

Es por ello, que la evaluación del impacto ambiental se caracteriza por ser un estudio sistemático de carácter integral que requiere la participación de un grupo multidisciplinario de especialistas, como ecólogos, ingenieros, geógrafos, sociólogos, economistas y planificadores, entre otros (SEMARNAP-INE, 2000a).

Las evaluaciones ecológica, económica y social del impacto ambiental son los principales componentes del análisis integral de impacto ambiental. Cada tipo de evaluación puede ser utilizado de manera individual en análisis parciales de

impacto ambiental, de acuerdo con los objetivos propuestos o las necesidades del caso. Sin embargo, dada la complejidad e interacción de los componentes ambiental y socioeconómico del medio ambiente, deberían aplicarse en forma interactiva e integral los tres tipos de evaluación (SEMARNAP-INE, 2000a).

La evaluación ecológica consiste en estimar y predecir los efectos de las actividades humanas en la estructura (fauna, flora, agua, suelo) y en la función de los ecosistemas naturales; es decir, la dinámica de interacción e intercambio de materia y energía entre los diferentes componentes estructurales de los ecosistemas (Westman, 1985).

Independientemente del procedimiento administrativo que se sigue en la evaluación del impacto ambiental, ésta se realiza actualmente a través una metodología que incluye una serie de etapas de análisis que se describen a continuación. Cabe señalar que esta metodología se ha construido sistematizando la experiencia de trabajo en la materia.

Es necesario comenzar con la identificación de los objetivos del proyecto, la integración y el análisis de la información técnica disponible del mismo antecedentes, estudios de viabilidad ecológica y social y económica, etcétera). Sobre la base de esta información se identifica la ubicación y superficie del proyecto, se analiza su compatibilidad con el uso del suelo, así como los requerimientos humanos, energéticos y materiales para cada una de las etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, ampliaciones o modificaciones a futuro, abandono y desmantelamiento, y restauración), así como los productos y residuos previstos en cada una de ellas (SEMARNAP-INE, 2000a).

A partir de la información recopilada y analizada en la primera fase, se delimita el área geográfica sobre la que incidirá directa o indirectamente el proyecto o actividad propuesta; es decir, aquella zona sobre la que el proyecto puede inducir

algún efecto positivo o negativo. La delimitación del área de influencia de un proyecto es fundamental en el desarrollo de la EIA. Sólo si se determina el área de influencia se podrá tener una apreciación integral de los efectos del proyecto sobre el medio ambiente y así, un marco adecuado para la identificación de la problemática global y la definición de medidas que la prevengan o mitiguen (SEMARNAP-INE, 2000a).

Durante esta etapa se identifican y caracterizan de manera estructural y funcional todos y cada uno de los componentes naturales y socioeconómicos inherentes, que se encuentran involucrados o susceptibles de sufrir algún cambio, ya sea positivo o negativo en el área de influencia del proyecto.

El objetivo de esta etapa es identificar y caracterizar los impactos ambientales que puedan ser producidos en cada una de las etapas del proyecto. Para ello es necesario considerar e identificar el tipo o atributos de impacto ambiental, como el área que se afecta y la duración de los impactos, los componentes y funciones ambientales afectados, los efectos directos e indirectos, los impactos primarios o de orden mayor, los efectos sinérgicos y combinados, su magnitud, importancia y riesgo, entre los más importantes (Santiago, G. A., *et al.* 1987).

Un indicador o atributo ambiental es un elemento o parámetro que proporciona una medida de la magnitud de un impacto; por ejemplo, la cantidad de sólidos suspendidos, nutrientes y oxígeno disuelto en el agua (Jain, R. K., *et al.* 1993).

Algunos indicadores pueden especificarse numéricamente -como las normas o estándares para la calidad del aire, agua, y ruido entre otros- o bien utilizar escalas relativas para la evaluación de la calidad ambiental (MOPU, 1982).

Un índice, en cambio, es un valor subjetivo de comparación derivado de la combinación de dos o más indicadores; por ejemplo, el índice de calidad del agua, en el que se comparan diferentes parámetros o características fisicoquímicas y

biológicas del agua con las normas técnicas de calidad de uso (SEDUE, 1988; SEDUE, 1988a).

Con base en el uso de los indicadores o índices ambientales, y las metodologías de EIA, se evalúan los procesos y fenómenos del deterioro, así como la transformación de los componentes y funciones ambientales involucradas en cada una de las etapas del proyecto propuesto, aunado a ello, se realiza una prospección sistemática de los instrumentos ambientales, considerando todos y cada uno de los lineamientos aplicables al proyecto.

El objetivo de esta etapa es aplicar medidas de mitigación que prevengan o atenúen los impactos significativos de un proyecto (desde su fase de planeación), o la selección de la alternativa del proyecto que provoque el menor deterioro ambiental posible y disminución o pérdida de los recursos naturales.

En esta etapa se realiza el monitoreo de la calidad ambiental y de los impactos previstos en la EIA durante la puesta en marcha y operación del proyecto. Es un instrumento importante en el proceso de toda EIA, ya que permite identificar impactos no previstos en las etapas anteriores y hacer recomendaciones durante la preparación e incluso durante la operación del proyecto. Además, es un mecanismo que permite calibrar el empleo y la eficacia de una metodología (SEMARNAP-INE, 2000a).

La evaluación del impacto ambiental de los proyectos que se sujetan a este procedimiento puede concluir en alguna de las siguientes formas: negar la autorización del proyecto; autorizar la realización del proyecto pero condicionándolo a la aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos, o autorizarlo con la obligación de cumplir con las normas oficiales mexicanas que existen para regular la actividad y atender las disposiciones que establezca, si lo hubiere, algún programa de ordenamiento ecológico territorial (SEMARNAP-INE, 2000a).

Negar una autorización es la medida más drástica que se puede imponer a un proyecto que es evaluado en materia de impacto ambiental. En estos casos rige un criterio preventivo, cuando la conclusión del análisis del estudio de impacto ambiental revela que la realización de la obra o actividad puede generar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, o daños a la salud pública o a los ecosistemas involucrados. Los impactos pueden calificarse como graves en diversos sentidos: cuando se ponga en riesgo la salud y el bienestar de las comunidades humanas alrededor del proyecto; cuando se afecte un recurso crítico para la supervivencia de alguna o varias especies de flora y fauna silvestres; cuando se afecten directamente especies que se consideran amenazadas o en peligro de extinción; cuando se rebase o viole la normatividad vigente en lo que se refiere a emisiones al aire, al agua o al suelo; cuando se rebasen los criterios establecidos en los programas de manejo de las áreas naturales protegidas (si el proyecto se encuentra dentro de una de ellas) o si no es compatible con los usos del suelo determinados en algún ordenamiento ecológico regional, entre otros criterios (SEMARNAP-INE, 2000a).

Cuando a partir de la ponderación de los impactos ambientales de un proyecto se concluye que éstos carecen de gravedad, se pueden prevenir o mitigar, y su efecto es temporal y poco significativo, el procedimiento de evaluación del impacto ambiental puede concluir en la autorización del proyecto, condicionada al cumplimiento de medidas de carácter técnico (condicionantes) que determina la autoridad para evitar, atenuar o compensar un efecto negativo. Las medidas o condicionantes se establecen con la intención de acotar las actividades de un proyecto productivo concreto, de manera que no vaya más allá de los umbrales de tolerancia o de renovabilidad natural de los recursos y que disminuya el consumo de energía y la saturación de desechos para los ecosistemas afectados (SEMARNAP-INE, 2000a).

Algunas de las condicionantes más comunes derivadas de las autorizaciones en materia de impacto ambiental se refieren a: impedir el vertido directo de desechos sólidos y/o líquidos a cuerpos de agua superficiales y subterráneos; establecer plantas de tratamiento de aguas residuales; prohibir la introducción de vegetación o fauna exótica al lugar; reforestar zonas degradadas con vegetación nativa, y apoyar económica o físicamente los programas de protección de especies de fauna y vegetación sujetas a programas especiales, como tortugas, ballenas, mariposas monarca, manglares, etcétera. En casos especiales se puede establecer la aplicación de una medida de compensación cuando se alteró o se puede alterar un área importante o se va a modificar un recurso relevante para el entorno regional. En este sentido, pueden existir multitud de alternativas; lo importante es que el dictamen de impacto ambiental especifique con claridad qué medidas se tomarán, en qué tiempo se deben realizar y cuál será el mecanismo de seguimiento (SEMARNAP-INE, 2000a).

Cuando los procesos productivos están regulados en materia ambiental a través de normas oficiales mexicanas que establecen condiciones para la protección y conservación ambiental, la evaluación del impacto ambiental del proyecto se reduce al establecimiento de algunas medidas o condiciones adicionales que no estén normadas (SEMARNAP-INE, 2000a).

Debido a ello, para el presente trabajo, en primer lugar, se expone brevemente la metodología utilizada para realizar la evaluación del impacto ambiental y las condiciones para determinar la viabilidad ambiental de un proyecto. Más adelante se abordan algunos aspectos sociales y políticos que forman parte del contexto en el que se lleva a cabo una evaluación del impacto ambiental y se incluye un análisis sobre los factores que pueden provocar conflictos, así como algunas medidas de prevención y resolución de los mismos.

Es por ello, que el presente trabajo, pretende ser una herramienta de utilidad para el sector público y privado, destinada a evitar o reducir los efectos negativos en el

ambiente y en la salud humana, ya sea en la toma de decisiones o para la realización y ejecución de obras encaminadas a la construcción de casas habitación en la Costa Maya.

Antecedentes.

En la década de los años sesenta se empezaron a difundir en Europa diversos llamados de atención acerca de los efectos de las actividades humanas sobre el medio ambiente. En Suecia y Dinamarca se intentó predecir qué repercusiones sobre los ecosistemas podría tener el desarrollo de algunos proyectos productivos. También en Estados Unidos se dejaron oír voces de inquietud por los daños que causaban los proyectos productivos en el ambiente, al grado que gobierno y empresas privadas se vieron obligadas a invertir tiempo, atención y recursos económicos para buscar las formas de prevenir y contrarrestar esos efectos (SEMARNAP-INE, 2000a).

Los gastos para limpiar los sitios contaminados, la imagen negativa de las empresas contaminantes ante la opinión pública, el boicot a sus productos y los posibles cierres de las plantas que provocaban más perjuicios ambientales, constituyeron un alto costo para las empresas, circunstancia que las impulsó a buscar mecanismos que les permitieran conocer con anticipación los efectos de los proyectos productivos sobre el ambiente (SEMARNAP-INE, 2000a).

En respuesta a estas inquietudes, a principios de los años setenta se desarrolló en Estados Unidos de América el procedimiento de evaluación del impacto ambiental (environmental impact assessment), que fue introducido en el marco legal por medio de la Ley Nacional de Política Ambiental (National Environmental Policy Act, NEPA), promulgada en 1970. Desde entonces, la evaluación del impacto ambiental —cuyo objetivo primordial fue desde un inicio disminuir los costos derivados de la contaminación que genere un proyecto— fue adoptada en la práctica y/o incorporada a la legislación ambiental de numerosos países (SEMARNAP-INE, 2000a).

En México, los estudios de impacto ambiental se realizan desde hace poco más de 30 años. En la administración pública federal, se aplicaron a partir de 1977 para la evaluación preliminar de proyectos de infraestructura hidráulica, aunque se tiene noticia de estudios realizados previamente, la mayoría como investigaciones académicas, sobre todo para tesis profesionales. Algunos de los primeros estudios sobre impacto ambiental se realizaron en diversas instituciones educativas y de investigación del país o dentro de la propia administración pública federal. Cabe señalar, sin embargo, que desde antes se realizaban acciones relacionadas con la prevención y disminución de ciertos tipos de impacto ambiental, aunque no se les denominara de esa manera (SEMARNAP-INE, 2000a).

Los inicios de la evaluación del impacto ambiental en México como procedimiento para determinar la conveniencia ambiental de realizar una obra o actividad se remontan a principios de la década de los años ochenta. Sin embargo, se puede afirmar que antes de 1988 la importancia de este instrumento de gestión fue marginal, lo que se reflejó en el número de proyectos sujetos a este tipo de evaluación en la Dirección de Impacto Ambiental, que apenas rebasó los 100 (SEMARNAP-INE, 2000a).

El arranque formal del procedimiento de evaluación del impacto ambiental en México se registró en 1988, año en el que se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (28 de enero) y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental (7 de junio). En ambos instrumentos se precisa qué obras o actividades deben contar con la autorización en la materia antes de su ejecución. También en 1988 se dieron a conocer los instructivos para elaborar los informes preventivos, así como las manifestaciones de impacto ambiental en sus modalidades general, intermedia y específica. De esta manera, no sólo se aclaró qué proyectos tenían que someterse al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, sino que también se indicó en forma clara y precisa la información que se debía presentar para el proceso de

evaluación. El fortalecimiento de los marcos técnico y jurídico, y el creciente interés social, académico y político en los temas ambientales, repercutieron de inmediato en el número de proyectos que ingresaron al procedimiento de evaluación (SEMARNAP-INE, 2000a).

En este sentido, considerando que México cuenta con una extraordinaria diversidad biológica y que la presión sobre los recursos naturales aumenta día con día y el efecto sobre los ecosistemas se manifiesta notablemente en la pérdida de especies y en la fragmentación de su hábitat.

Gran parte de esta diversidad se concentra en las costas de México, a lo largo de los 11,122 km. de litoral, que albergan los 167 municipios costeros, en las 17 entidades federativas costeras del país. Debido al crecimiento poblacional, así como al incremento de la inversión privada, en los últimos años se ha detectado una mayor presión ambiental en los litorales, lo que ha traído nuevas formas de ocupación y aprovechamiento de recursos naturales. El desarrollo turístico inmobiliario en las costas (construcción de infraestructura básica, hoteles, condominios, campos de golf, marinas, obras complementarias, entre otros) ocasionan fuertes presiones ambientales a los ecosistemas costeros, los cuales son considerados frágiles (manglares, arrecifes, duna costera, marismas, etcétera), principalmente por la falta de una adecuada planeación y la inobservancia de la normatividad ambiental por parte de los inversionistas, ya que desarrollan sus proyectos turísticos sin contar con las autorizaciones federales ambientales (autorización de impacto ambiental y cambio de uso de suelo forestal) y patrimoniales (concesión, permiso o autorización) (http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/430/1/mx/impacto_de_desarrollos_turisticos.html; 01-sep-2010; 4:30 a.m.).

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.

Para iniciar con el tema general del presente trabajo, es necesario realizar un breve recorrido mediante el entendimiento de temas trascendentales a fin de tener una clara percepción de la evaluación del impacto ambiental desde el punto de vista de la planeación. Es por ello, que comenzaremos con lo siguiente:

1.1 El Desarrollo Sustentable.

Es necesario tener una planeación adecuada y acorde con el Plan Nacional de Desarrollo (2007), en apego a su cuarto eje transversal de las políticas públicas denominada la sustentabilidad ambiental, la cual, "se refiere a la administración eficiente y racional de los recursos naturales, de manera tal que sea posible mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras", sin embargo, uno de los principales retos que enfrenta el país, es la relación adecuada del binomio medio ambiente y desarrollo en sus tres variables, lo social, lo económico y la competitividad, sólo de esta forma se podrá alcanzar un desarrollo sustentable.

La Comisión Mundial de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo en el Informe Brundtland (1987), define al Desarrollo Sustentable como "*aquél que satisface las necesidades esenciales de la generación presente sin comprometer la capacidad de satisfacer las necesidades esenciales de las generaciones futuras*".

Es decir, el desarrollo sustentable se constituyó como un Modelo de Producción Racional, cuyo objetivo central es la preservación de los recursos naturales, con base en tres aspectos conceptuales: a) el bienestar humano, cuyos ejes de acción se fijaron en acciones de salud, educación, vivienda, seguridad y protección de los derechos de la niñez; b) el bienestar ecológico, mediante acciones en torno al cuidado y preservación del aire, agua y suelos; y c) las interacciones establecidas a través de políticas públicas en materia de población, equidad, distribución de la

riqueza, desarrollo económico, producción y consumo y ejercicio de gobierno (Mota, 2001; Alcocer, 2010).

La sustentabilidad ambiental será un criterio rector en el fomento de las actividades productivas, por lo que, en la toma de decisiones sobre inversión, producción y políticas públicas, se incorporarán consideraciones de impacto y riesgo ambientales, así como de uso eficiente y racional de los recursos naturales. Asimismo, se promoverá una mayor participación de todos los órdenes de gobierno y de la sociedad en su conjunto en este esfuerzo (PND 2007).

El Desarrollo Humano Sustentable promueve la modernización integral que permita -a través de una cultura ambiental- que las generaciones futuras puedan beneficiarse del medio ambiente gracias a las acciones responsables para emplear y preservar los recursos naturales de nuestro país y su gran biodiversidad.

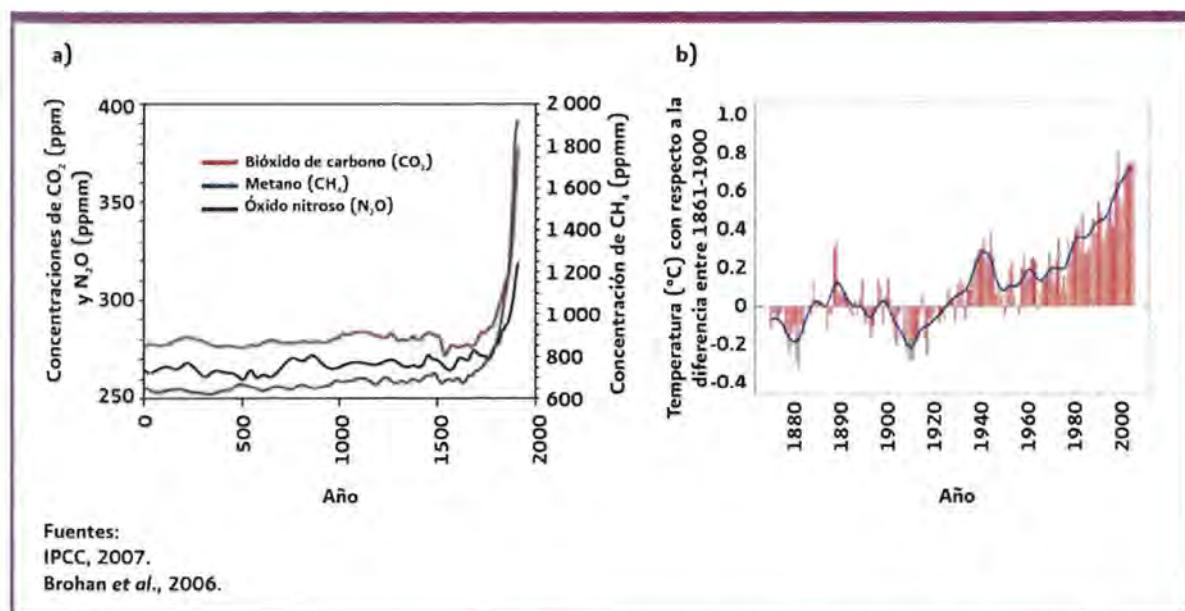
Es necesario que toda política pública que se diseñe e instrumente en nuestro país incluya de manera efectiva el elemento ecológico para que se propicie un medio ambiente sano en todo el territorio, así como el equilibrio de las reservas de la biosfera con que contamos. Sólo de esa manera lograremos que las políticas de hoy aseguren el sustento ecológico del mañana (PND 2007).

1.2 El Cambio Climático.

El cuarto informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático IPCC (2007) establece cuatro conclusiones científicas:

1. El calentamiento del sistema climático es inequívoco (Gráfica 1).
2. El aumento de los gases de efecto invernadero registra un incremento significativo desde 1850 asociado al proceso de industrialización ocasionando un aumento de la temperatura global el planeta y otros impactos climáticos (Gráfica 1).

3. El calentamiento global significará un aumento en la temperatura del planeta, con mayor probabilidad, de entre 1.1 a 4.5 grados centígrados, aunque existen incluso predicciones más pesimistas que llegan a 6 grados, y un incremento en el nivel del mar de 28 a 43 centímetros para este siglo, además se observarán cambios importantes en los patrones de precipitación y en los eventos climáticos extremos.
4. El cambio climático está teniendo una influencia discernible sobre muchos de los sistemas físicos y biológicos.



Gráfica 1. Cambio Climático y elevación de las temperaturas por el Incremento de los Gases de Efecto Invernadero.

Estas cuatro conclusiones tienen su traducción práctica en lo que los propios científicos del IPCC llaman los patrones asociados al cambio climático: derretimiento de las capas de hielo, lo que provocaría el aumento del nivel del mar y la inundación y destrucción de algunas costas; presencia de lluvia en tiempos y lugares antes no existentes; sequías más prolongadas e intensas en otras zonas; extinción de muchas especies animales y vegetales; aumento de enfermedades; incremento en la intensidad de los eventos extremos como ciclones tropicales.

El Gobierno de la República ha optado por sumarse a los esfuerzos internacionales suscribiendo importantes acuerdos, entre los que destacan el Convenio sobre Diversidad Biológica; la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kyoto; el Convenio de Estocolmo, sobre contaminantes orgánicos persistentes; el Protocolo de Montreal, relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono; la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación; la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres; y los Objetivos del Milenio de la Organización de las Naciones Unidas. Estos acuerdos tienen como propósito hacer de México un participante activo en el desarrollo sustentable (PND 2007).

Cabe mencionar que aún cuando el modelo global de desarrollo ha propiciado la preservación de ecosistemas, reducido los niveles de pobreza, equidad de género y la elevación de los índices de desarrollo en algunos países y regiones, el medio ambiente y los recursos naturales a nivel mundial, continúan deteriorándose a una velocidad alarmante (ONU-DHA 1979). Algunas de las consecuencias de las malas prácticas de autoconsumo y una deficiente educación ambiental, ha generado el cambio climático, la reducción de la capa de ozono, la lluvia ácida, el incremento de los residuos con su inherente contaminación del suelo y los mantos freáticos, la pérdida de recursos forestales e hídricos por sobreexplotación, la pérdida de especies y nichos ecológicos, entre otros.

La fundación Mario Molina (2007) establece que durante los próximos 15 años habrá notorios cambios en la actividad turística nacional debido a que el cambio climático provocará una pérdida de entre 25 y 80% de visitantes extranjeros a nuestras costas, en específico al Mar Caribe, si la temperatura se eleva de dos a cuatro grados. Al propiciarse veranos más cálidos, los visitantes provenientes de zonas frías no tendrán que venir en busca del calor de nuestras zonas tropicales, las cuales, además, sufrirán aumentos de temperatura, generando calor extremo

que desmotivará al turismo internacional, con repercusiones en el empleo e ingreso de la población del Caribe mexicano.

El clima global es un bien público y por tanto, el cambio climático, desde una óptica económica, representa la mayor externalidad negativa global (Stern, 2007) y dada su magnitud, determinará en gran medida las características y condiciones del desarrollo económico en este siglo. Los impactos y los procesos de adaptación esperados serán, sin duda, impresionantes y crecientes a lo largo del siglo en diversas actividades económicas tales como el sector agropecuario, el sector hídrico, el cambio de uso de suelo, la biodiversidad, el turismo, la infraestructura y la salud de la población (INE-SEMARNAP 2006).

El desarrollo de nuevas opciones tecnológicas que promuevan una baja intensidad en carbono y los costos económicos de los procesos de mitigación serán ciertamente significativos en áreas como la energía o el transporte o la conservación forestal lo que modificará los patrones de desarrollo económico actuales.

El cambio del clima incidirá en forma creciente en la evolución económica de los países y regiones específicas. En este contexto debe incluso reconocerse que existen en la actualidad impactos y comportamientos ya originados por el cambio climático que han conducido a diversos procesos de adaptación y de mitigación no siempre eficientes desde la perspectiva económica y menos aún para un desarrollo sustentable (Galindo 2009).

Para el Dr. Galindo (2009), el análisis económico del cambio climático es sin embargo un tema en extremo complejo y donde sus características condicionan y limitan el tipo de estudio a realizar y en donde destacan las siguientes:

1. El cambio climático es un fenómeno global pero que se manifiesta de manera muy heterogénea por regiones con efectos asimétricos importantes. Ello implica

diferencias significativas en la forma de abordar un estudio global y uno regional. Por ejemplo, la estrecha relación entre los procesos de mitigación y de adaptación que existe a nivel global no se sostiene por regiones. Más aún, en general, se observa que los países desarrollados que contribuyen con una mayor proporción en la generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI), simultáneamente, sufren los menores impactos económicos y disponen de la mayor capacidad de adaptación y mitigación. Por el contrario, los países menos desarrollados tienen una menor contribución en emisiones pero son más sensibles a los impactos climáticos y disponen de una menor capacidad de adaptación y mitigación. Estas condiciones hacen en extremo complejo construir un acuerdo internacional para enfrentar el cambio climático e indican la importancia de disponer de estudios regionales a profundidad que contribuyan a ponderar las formas de participación de cada país.

2. El cambio climático es un fenómeno continuo y de largo plazo, con un elevado nivel de incertidumbre, donde se requiere construir escenarios económicos de largo plazo.

En efecto, el fenómeno del cambio climático contiene un alto nivel de incertidumbre atendiendo al conjunto tan heterogéneo de las variables involucradas; climáticas, económicas, sociales, políticas, demográficas o incluso de política internacional, a los impactos específicos por regiones, a los tiempos y magnitudes de los impactos asociados a los procesos de mitigación y adaptación y atendiendo a los procesos de retroalimentación correspondientes. En este contexto, es indispensable realizar escenarios prospectivos sobre la evolución de la economía mexicana para los próximos años que permitan identificar una línea base sobre la que se pueda contrastar los impactos y los procesos de mitigación y adaptación del cambio climático en México.

3. El cambio climático contiene un nivel de riesgo elevado y, en este sentido, se convierte, desde el punto de vista del análisis económico, en un proceso donde

debe administrarse apropiadamente el riesgo. Esto implica reconocer que, más allá de los valores económicos puntuales que puedan asignarse a los impactos climáticos, es necesario preservar y evitar pérdidas irreversibles que repercutan en el continuo desarrollo de las personas y la existencia de las especies, recursos hídricos y recursos naturales; por ello, es necesario administrar apropiadamente el riesgo de un posible evento catastrófico con nula o escasa probabilidad de ocurrencia e incidencia. Identificar apropiadamente los niveles de riesgo y valorizarlos adecuadamente, requiere entonces combinar una estrategia de análisis económico sólido con una adecuada toma de decisiones con información real, pronta, detallada y bien informada, que incluya ponderar algunos principios de equidad de género, ética ambiental, igualdad ante la Ley y pertenencia.

1.3 Los cinco paradigmas de la gestión en la relación entre el hombre y la naturaleza.

Las diferentes etapas de esa progresión para comprender los problemas ambientales y sus causas, corresponden a diferentes maneras de describir la relación fundamental entre el Hombre y la naturaleza, y por tanto a cinco estadios en la evolución de la percepción de esa relación, que se traducirán en la gestión que es practicada. Colby (1990) identificó cinco elementos que más se destacan y los asoció a cinco paradigmas, cada uno de ellos con interrogantes y exigencias diferentes, percibiendo diferentes amenazas y riesgos que se presentan como problemas para el desarrollo. Como no podría ser de otra manera, propone diversas soluciones y estrategias de gestión. El análisis que sigue, tiene como referencia la formulación de Colby (1990).

A) Economía de frontera. Fue el paradigma dominante en los países industriales hasta los años sesenta, en el cual la naturaleza existe como un instrumento para beneficiar al Hombre, siendo explorada, manipulada y modificada por él, sin importar la manera, siempre para mejorar la calidad material de su vida.

La naturaleza corresponde al mismo tiempo a la oferta infinita de recursos físicos y como receptáculo de los subproductos del sistema de producción y de consumo. Así se establece un flujo de recursos de la naturaleza a la economía y otro flujo de residuos de vuelta para el medio ambiente.

Ese enfoque originó una forma de gestión de la relación entre la actividad humana y la naturaleza, de orientación unilateral, sin duda antropocéntrica, donde el daño, cuando era notado, podía ser fácilmente reparado, gracias al desarrollo tecnológico que, así como el progreso y el crecimiento económico, también era infinito.

La debilidad de ese abordaje surgió de la diferencia existente entre vulnerabilidad y daño ecológico entre los ecosistemas tropicales y templados y de las diferencias entre los tipos de problemas ambientales que ellos enfrentaban. Hasta hace poco, sólo el agotamiento y los daños ecológicos impuestos a los trópicos eran irreversibles, mientras que los problemas ambientales de los países industrializados eran muy diferentes, se relacionaban más con la contaminación industrial.

B) Ecología profunda. Es considerado el paradigma opuesto al anterior, correspondiendo más característicamente a un movimiento político, a un sistema ético, de valores fundamentalmente diferente, reaccionando contra las consecuencias del sistema dominante, que dejó atrás aspectos éticos, sociales y espirituales que intentan ser rescatados por la ecología profunda.

Al contrario de la jerarquía de la economía de frontera, el Hombre es colocado en una posición de subordinación a la naturaleza, lo que fundamenta el establecimiento de algunos de sus dogmas básicos: igualdad de las especies, reducción de la población humana, autonomía bioregional (reducción de la dependencia económica, tecnológica, cultural y de comercio apenas entre regiones integradas, con características ecológicas comunes), promoción de la

diversidad ecológica y cultural, economía orientada al no crecimiento, fin de la dominación de la tecnología, mayor uso de sistemas tecnológicos y de gestión de sociedades nativas. A pesar que su implementación exija profundas reformas en los sistemas legales, económicos y sociales, así como en las concepciones de desarrollo, algunos de sus principios podrán ser aprovechados en futuras concepciones de desarrollo.

Su fragilidad está vinculada a su propia inviabilidad, pues no es posible esperar que el mundo retorne a un estilo de vida tan diferente del actual, además de ser impracticable, para un gran número de personas sería indeseable.

C) Protección Ambiental. A fines de la década de los sesenta, los problemas ambientales de los países industrializados, como la contaminación, la destrucción de hábitats y de especies, exigieron mayor atención, lo que trajo como consecuencia el debilitamiento del paradigma dominante hasta entonces. La estrategia de ese paradigma fue la institucionalización del medio ambiente, de los estudios de impacto ambiental como forma legal de evaluar los costos y beneficios de la contaminación ambiental. Los gobiernos crean agencias de protección ambiental, responsables del establecimiento de límites y mecanismos de corrección cuando éstos fueran sobrepasados, complementados por instrumentos de comando y control.

Los límites aceptables de contaminación, eran determinados por la aceptación y viabilidad económica a corto plazo de las empresas, lo que los tornaba arbitrarios a la mayoría de ellos. Se justificaba porque los niveles ecológicamente correctos todavía no eran conocidos.

En la industria, la gestión ambiental tenía como principal objetivo controlar el daño, los límites se concentraban, predominantemente en medidas al final del proceso, en lugar de un tratamiento en toda la planta.

Los resultados de este enfoque con relación a las respuestas de las empresas, son todavía menos significativos, pues la gestión ambiental es vista como costo adicional, que no tiene facilidades de traducir beneficios ecológicos en términos monetarios. Los problemas ambientales todavía no son asimilados como límites reales, principalmente debido al carácter omnipotente de la tecnología, entonces, la interacción entre la actividad humana y la naturaleza se mantiene unilateral y antropocéntrica, produciendo crecientes saldos negativos para la naturaleza.

D) Gestión de Recursos. La principal razón de cambio del paradigma anterior a este, se asocia al crecimiento de los movimientos ecológicos en algunos países en desarrollo. Tema básico del Informe Brundtland, este tipo de abordaje tiene como eje central, la incorporación de todo tipo de recursos, biofísicos, humanos, financieros y de infraestructura, en los cálculos de las cuentas nacionales.

Se contrapone directamente con el paradigma anterior en el tratamiento de algunos temas: los vinculados con el agotamiento de recursos, ahora considerado tema de preocupación; la contaminación pasa a ser vista como un recurso negativo, que provoca la degradación del capital natural; el clima y los procesos de regulación son recursos fundamentales y vitales, que deben ser gerenciados por este enfoque; parques y reservas son considerados recursos genéticos y elementos fundamentales como reguladores climáticos.

Permanece, la concepción antropocéntrica, de acuerdo con la cual los recursos deben ser gerenciados para que puedan ser usados de forma continua. Ese tipo de idea era justificada pues predominaba una onda de optimismo, en función de modelos que respondían al Club de Roma, suplantando sus conclusiones acerca de la escasez. Al mismo tiempo, la crisis de la deuda de los países en desarrollo se tornaba más aguda, estimulando el aumento de las tasas de extracción y de destrucción de recursos naturales, para viabilizar el pago de la deuda y la atención de necesidades inmediatas, impuestas por el crecimiento muy rápido de las poblaciones de estos países.

Son factores que, considerados en su conjunto, fomentaron la continuación de los esfuerzos, fuera de los círculos políticos y económicos de decisión, conducidos, principalmente por organismos no gubernamentales, que llevaron al perfeccionamiento de técnicas y metodologías de monitoreo ambiental, disponibilidad de informaciones con relación al agotamiento de recursos, etc.

Las estrategias de gestión inherentes a este paradigma, también identificado como Eficiencia Global, deben incluir: eficiencia energética, conservación de recursos en general, restauración ecológica, monitoreo de la salud social y de los ecosistemas, adopción del principio del contaminador pagador, para internalizar los costos sociales de la contaminación y preferencialmente el uso de tecnologías limpias. En este sentido, el tema principal en la utilización de las fuerzas del mercado para una gestión ambiental eficiente.

E) Ecodesarrollo. Habiendo evolucionado a partir de las limitaciones de las anteriores, el ecodesarrollo se coloca como un paradigma más adecuado al futuro, pues es él que presupone mayores y más profundos cambios en el pensamiento y en la práctica.

La gestión ambiental es reorientada hacia la protección ambiental, no más en un sistema cerrado, el cual es sustituido por el modelo de economía biofísica, una economía abierta, termodinámicamente encajada dentro del ecosistema, parte del flujo de recursos biofísicos (energía, materiales y los ciclos de procesos ecológicos) sale del ecosistema para la economía, y la energía degradada (no utilizable) y otros subproductos (contaminación) fluyen de vuelta para el ecosistema.

Uno de los principales objetivos de este paradigma es sustituir el principio del contaminador pagador por el principio de pagar para prevenir la contaminación,

por medio de la reestructuración de la economía, de acuerdo con los principios ecológicos de reducción de la actividad económica.

El ecodesarrollo incorpora preocupaciones culturales y de equidad social presentes en varias escuelas de la ecología profunda, en un movimiento dirigido a sintetizar valores biocéntricos y antropocéntricos, convergiendo en el ecocentrismo, en una posición ni por encima ni por debajo de la naturaleza. El autor también traduce ese movimiento como una tentativa de ecologizar la economía, tarea que exige la incorporación de las incertidumbres ecológicas en un modelo económico y en mecanismos de planificación, determinando la incorporación de todas las partes en el establecimiento de metas, selección de medios, división de responsabilidades y beneficios.

La concepción de ecodesarrollo, su teoría de gestión ambiental, de desarrollo y medio ambiente se fundamentan en el reconocimiento de que el Hombre y la naturaleza no son desligados como suponían la filosofía occidental y los enfoques gubernamentales.

La propuesta de un modelo alternativo de desarrollo, coincide con un período de flujo intenso, en dirección a una síntesis de los cinco paradigmas, o a otro diferente, que traduzca una nueva etapa de la evolución y conocimiento del Hombre. Dado que los imperativos económicos y ambientales que se imponen aumentan a cada una de las etapas, aún hoy es la relación entre el medio ambiente y los estadios de desarrollo diferenciados que constituyen el desafío que necesita ser resuelto.

Es necesario que el próximo paradigma rompa con la resistencia a los cambios, provoque el fin de la inmovilidad política, cultural, y del comportamiento, estimulando las transformaciones institucionales y la cooperación efectiva entre países ricos y pobres, de la forma exigida para enfrentar los desafíos actuales.

El momento actual de la relación entre Hombre y naturaleza y de su percepción, las discusiones en torno a los medios de implementar el desarrollo sustentable se reflejan en las propuestas de política y en los conceptos e instrumentos de gestión ambiental y desarrollo, así como en el progreso del dominio de uso de estos instrumentos, tanto en nivel de gobierno, como en nivel de empresas.

1.4 La Gestión Ambiental.

La creciente evidencia del deterioro ambiental y de sus implicaciones negativas sobre la salud, la economía y la calidad de vida, así como el significado que las sociedades le asignan en función de sus valores y creencias, han determinado un conjunto de respuestas institucionales.

En este contexto, se han ido construyendo políticas públicas y una amplia gama de iniciativas por parte de la sociedad civil. La capacidad colectiva de la sociedad para incidir en la transformación del medio ambiente y de los recursos naturales está determinada por factores y procesos institucionales que se desarrollan bajo aspectos culturales, normativos, político-administrativos e internacionales (Negrão, 1995).

La incorporación del medio ambiente a la esfera de competencias del Estado y, por tanto, el establecimiento de una gestión pública, es un hecho relativamente reciente en el mundo. En los países de América Latina, incluido México, dicha incorporación es consecuencia de una tendencia hacia la progresiva ampliación de los objetivos sociales que asume el Estado, bajo la premisa de que solamente a partir de la participación de su aparato se podrán alcanzar dichos objetivos.

La inclusión de la temática ambiental en la esfera de la gestión pública ha representado un desafío que hasta la fecha ningún país puede considerar superado a plena satisfacción.

Los objetivos económicos han prevalecido sobre los ecológicos y sociales. Es por eso que la eficiencia de la gestión ambiental depende en gran medida de que el sistema administrativo facilite el manejo de los componentes del medio ambiente, de manera que se preserve el delicado equilibrio que se establece entre ellos y que hace posible la existencia y el desarrollo de los procesos vitales y productivos. Esta exigencia contrasta en alguna medida con las formas tradicionales de organización de la administración pública, basadas en el principio de la sectorización por actividades (Negrão, 1995).

En el caso de México, el principio de integralidad de la gestión ambiental busca cumplirse mediante la consolidación de un núcleo sectorial centrado en el manejo de los sistemas naturales y de los recursos renovables, así como en la progresiva incorporación de esta temática en los demás sectores de la economía y la sociedad. El núcleo sectorial ambiental constituye una plataforma inicial que articula la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales.

La gestión pública del medio ambiente y de los recursos naturales se inició en México en el año de 1917, cuando se adoptó una nueva Constitución promotora de cambios que conllevaron una profunda reforma política, con implicaciones administrativas. En México, la base jurídica que provee la Constitución vigente ha permitido, entre otras cosas, una gestión para la conservación de la biodiversidad entendida como un bien público que no se funda en la propiedad estatal del suelo en el que se localizan los recursos a conservar.

La situación dio un giro a favor de la integralidad de la gestión ambiental con la creación, a fines de 1994, de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), encargada de coordinar la administración y fomentar el aprovechamiento de los recursos naturales renovables y la protección al medio ambiente. En este sentido, una prioridad para nuestras autoridades ambientales de los tres niveles de Gobierno, es la aplicación de una estrategia de gestión ambiental efectiva, transparente, eficiente, y expedita que garantice el

cumplimiento de la legislación pertinente sin obstaculizar las actividades productivas.

El Programa Nacional de Desarrollo (2007) considera la gestión ambiental “*como el conjunto de acciones que realiza la sociedad para conservar y aprovechar los recursos naturales, generando con ello las condiciones que permitan el desarrollo de la vida en todas sus formas, es un elemento fundamental para armonizar las actividades productivas y el cuidado del medio ambiente*”.

En este contexto, la gestión ambiental estará orientada fundamentalmente a propiciar la prevención, control y reversión de los procesos que generan la contaminación, el agotamiento y degradación de los recursos naturales y promover su aprovechamiento sustentable, con el fin de contribuir a mejorar la calidad de vida de la población. Asimismo, se orientará a acercar la función pública al ciudadano, otorgar certeza jurídica a los agentes sociales y a lograr la integralidad y transversalidad de la acción pública (PND 2007).

1.5 Principales Instrumentos de Gestión Ambiental.

Los procesos descritos de la evolución de la conciencia ambiental, que se reflejan en políticas gubernamentales de protección ambiental y en respuestas producidas por los agentes económicos, llevaron al desarrollo de una serie de herramientas, aplicadas a los más variados tipos de iniciativas. Aplicadas en todas las fases, éstas pueden ser preventivas, correctivas, de remediación, y/o proactivas, dependiendo de la fase en que son implementadas. Los principales instrumentos serán apenas mencionados a continuación, siendo la Evaluación de Impacto Ambiental uno de los más importantes y antiguos, de uso más común y aceptado. Sin embargo, eso no significa que sea suficiente para la obtención de los mejores resultados en el ámbito de calidad ambiental, que sólo será alcanzada con la utilización de varios de esos instrumentos (Negrão, 1995).

A) Evaluación de Impacto Ambiental. El origen de la evaluación de impacto ambiental, como una actividad formalmente sistematizada e institucionalizada, se debe a la promulgación del National Environmental Policy Act (NEPA), en los Estados Unidos, en 1969, incorporado en otros países solamente después de la Conferencia de Estocolmo en 1972 (Magrini, 1990).

Desde entonces, la evaluación de impacto ambiental se tornó muy conocida, siendo el instrumento de gestión ambiental de uso más difundido, pues se tornó parte integrante de la política ambiental en varios países. Al incorporar el análisis de impactos físicos, biológicos y sociales, para Rattner (1992), su mayor importancia no se refiere a sus aspectos cuantitativos, pero sí de la identificación explícita de los daños y costos causados al medio ambiente y a la sociedad, por agentes o procesos destructivos. Dada su relevancia, este instrumento será tratado con detalle en un capítulo específico.

B) Programas de Monitoreo Ambiental. Considerado como un instrumento esencial para cualquier sistema de gestión ambiental, el monitoreo ambiental comprende el seguimiento sistemático de la variación temporal y espacial de varios parámetros ambientales, de los cuales forma parte la selección de datos y su interpretación. Su importancia se debe al hecho de que el programa posibilita una evaluación constante del programa de gestión ambiental, dirigido a los puntos equivocados que deben ser solucionados, además de poder detectar posibles desperdicios, u otros eventos en el proceso productivo, que estén elevando los costos. Su relevancia también se debe a su papel en el mantenimiento de un buen relacionamiento con órganos gubernamentales y comunidades, por permitir la verificación sistemática de la conformidad de las operaciones en cuanto a los patrones y normas establecidos.

Toda la eficiencia de ese instrumento dependerá de la selección de los indicadores ambientales, de la localización de los puntos de muestreo de las estaciones de control, período, frecuencia y registros de las muestras.

C) Auditoría Ambiental. Junto con las evaluaciones de impacto ambiental, la auditoría ambiental se torna una de las herramientas de gestión ambiental más utilizada por los sectores industriales, principalmente debido a presiones provenientes del poder judicial. Actualmente, su uso predominante en los Estados Unidos, Canadá y Europa es voluntario.

Según Amaral (1993), la concepción más difundida es la de la Comunidad Económica Europea, que la define como una herramienta de gestión que comprende una evaluación sistemática, documentada, periódica y objetiva del desempeño de una organización, de su sistema de gerencia y de los equipamientos destinados a la protección del medio ambiente.

Sus principales objetivos son: facilitar la gestión y el control de sus prácticas ambientales, y evaluar el cumplimiento de la legislación ambiental existente.

D) Análisis de Riesgos. Se trata de un instrumento de gestión ambiental que es desarrollado conjuntamente con la evaluación de impacto ambiental o puede ser realizado de forma independiente. Consiste en la identificación de elementos y situaciones de una actividad cualquiera o de un producto, que represente riesgos al medio ambiente físico y a la salud del hombre o de otros organismos. Son partes de un proceso de análisis de riesgo: a) identificación y clasificación de eventos peligrosos, a través de inspecciones, investigaciones, cuestionarios, etc.; b) determinación de la frecuencia de ocurrencia a través de cálculos de probabilidad; c) análisis de los efectos y daños asociados a los eventos a través de modelos matemáticos; d) determinación de técnicas de control y mitigación.

E) “Due diligence”. Se trata de un instrumento cuya utilización está asociada a fusiones, adquisiciones de compañías o terrenos, o aún a un tipo de uso más reciente, por ocasión de la realización de seguros ambientales, pues comprende actividades de investigación realizadas con el objetivo de identificar potenciales

obligaciones y/o costos ambientales, también denominados, pasivo ambiental, causados por el propietario anterior.

Forma parte de esta actividad, el estudio de la historia ambiental de la empresa o del sitio, de su pasivo ambiental, acompañado por inspecciones, muestras de los diferentes componentes del medio, ensayos de laboratorio, etc.

F) Programas de Recuperación Ambiental. Constituye un instrumento de planificación y gestión ambiental, en la medida en que debe estar previsto desde las fases iniciales de un proyecto, pudiendo, inclusive, interferir en las orientaciones técnicas del mismo y aplicarse a áreas consideradas degradadas, o sea, aquellas que resultan de procesos perjudiciales, por los cuales se pierden o se reducen algunas de las propiedades del medio ambiente, tales como, calidad o capacidad productiva de los recursos ambientales (atmósfera, aguas superficiales y subterráneas, estuarios, mar territorial, sol, subsuelo y elementos de la biosfera).

Un programa de recuperación debe formar parte de la planificación del proyecto, con el objetivo de presentar soluciones para que el área a ser degradada presente nuevamente condiciones de equilibrio dinámico con su entorno, con vistas de su futura utilización. El plan debe contener indicaciones que sean técnicas y económicamente viables, además de ser suficientemente flexibles como para permitir alteraciones y, principalmente, que el área tenga algunas posibilidades de uso. También debe contener un análisis de alternativas tecnológicas, pues la utilización futura del área está condicionada para la disponibilidad de tecnología de recuperación, que dependerá de la actividad a ser desarrollada en el local.

G) Programas de Medidas de Emergencia. Desarrollados de forma de complementar los análisis de riesgo, comprenden la formulación de una serie de acciones dirigidas, principalmente, a atender emergencias en el caso de la ocurrencia de cualquier tipo de accidente ambiental.

Un programa de medidas de emergencia integrado, deberá englobar el mayor número de áreas de trabajo de un emprendimiento, desde su formulación. Es indispensable que contenga, como mínimo, el programa de intervención, para garantizar la eficiencia y alto grado de control, en caso de ocurrencia de un accidente ambiental. Tendrá mayor alcance y por consiguiente, será más eficiente, si también incluye: estudios de medidas preventivas, con el objetivo de minimizar daños al medio ambiente y el riesgo a los trabajadores y población vecina; programa de capacitación en prevención de riesgos y medidas de emergencia, con el objetivo de alcanzar una mayor eficiencia en caso de accidentes; programas de comunicación, con el objetivo de mantener bien informados a los funcionarios, a las comunidades vecinas, a la prensa y a órganos del gobierno.

H) Programas de Comunicación. Sánchez (1994) caracteriza los programas de comunicación como los complementos más importantes de cualquier programa de gestión ambiental, los más aceptados por las empresas, pero los menos comprendidos, pues son frecuentemente confundidos con programas de relaciones públicas o publicidad para vender nuevos productos. Tales programas deben actuar buscando informar a la opinión pública sobre sus actividades y programas ambientales y al mismo tiempo, oír opiniones y percepciones de la población respecto de esa actuación. Debe buscar construir la imagen de la empresa, “*a través del diálogo y del respecto a los ciudadanos, incluyendo la comunidad en la que la empresa está instalada, la opinión pública de modo general y los agentes de los órganos gubernamentales*” (Sánchez, 1994, p.70).

1.6 El Ordenamiento Ecológico Territorial.

El ordenamiento ecológico del territorio representa uno de los retos fundamentales en materia de desarrollo sustentable, promueve la maximización del consenso social y la minimización de los conflictos ambientales (PND 2007).

En este contexto, la gestión ambiental, entendida, de manera amplia como el “*campo que busca equilibrar la demanda de recursos naturales de la Tierra con la capacidad del ambiente natural, debe responder a esas demandas en una base sustentable*” (Colby, 1990, p.1), surge como el elemento fundamental en la búsqueda de la sustentabilidad ambiental. Su principal objetivo es conciliar las actividades humanas y el medio ambiente, a través de instrumentos que estimulen y viabilicen esa tarea, la cual presupone la modificación del comportamiento del Hombre en relación con la naturaleza, debido a la actual situación de degradación de la naturaleza.

La planeación del territorio se inicia en la década de los años setenta con la publicación de la Ley General de Asentamientos Humanos (Lgah, 1976). Con base en esta ley se generan los primeros planes ambientales, llamados ecoplanes, documentos de planeación con una estructura y contenido muy similares a los actuales ordenamientos ecológicos, pero que tenían un sesgo eminentemente urbano. En la década de los ochenta, se introduce el ordenamiento ecológico del territorio a la agenda pública, de manera independiente a la planeación de los asentamientos humanos. Así, la Ley Federal de Protección al Ambiente (1982) incluyó por primera vez el concepto de ordenamiento ecológico, desde entonces considerado como instrumento básico para la planeación territorial.

En 1988, con la publicación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), se incorporó el ordenamiento ecológico como instrumento de la política ambiental, al cual se asignaba como función la de “*programar y evaluar el uso del suelo*”. Posteriormente, con la reforma a la LGEEPA de fines de 1996 se fortaleció el ordenamiento ecológico al delimitar las competencias de la ordenación del territorio entre los tres órdenes de gobierno (federal, estatal y municipal) y se le dotó de carácter normativo al definirlo como un instrumento para “*regular e inducir el uso del suelo*”, así como también se otorgó a los municipios la atribución de expedir los ordenamientos ecológicos locales.

Así, hoy en día el ordenamiento ecológico del territorio (OET) es un instrumento fundamental de la política ambiental mexicana. La esencia conceptual del OET consiste en concebir la política pública como un proceso de decisión organizado que tiene como fin lograr objetivos y metas específicas, y del cual se derivan orientaciones o directrices espaciales y territoriales que rigen la actuación de los diferentes sectores de la sociedad. De esta manera, está llamado a ser el medio para establecer las pautas sobre el patrón de usos del territorio a las que deben ajustarse los sectores sociales en una región.

En una sociedad democrática y diversa, los intereses, las preferencias y las actividades de un sector suelen oponerse a los de otros. Esta contraposición genera conflictos que una autoridad debe arbitrar mediante la aplicación de diferentes mecanismos, procedimientos y estrategias de gobierno. En este sentido, frecuentemente las cuestiones que son objeto del ordenamiento ecológico tienen que ver con la resolución de los conflictos ambientales que se manifiestan como pugnas entre sectores con posiciones opuestas con respecto al uso del territorio. Por ello, existen tres conceptos fundamentales para entender el OET: interés sectorial, actividades incompatibles y conflicto ambiental. Los conceptos de bienes y servicios ambientales y riesgos naturales son fundamentales para que el esquema del OET se base en políticas cuyo objetivo sea la protección del patrimonio natural y la calidad ambiental del país.

Consecuentemente, la planeación ecológica del territorio debe hacer converger el desarrollo regional bajo un esquema de sustentabilidad, en un espacio y tiempo determinados. El concepto de desarrollo sustentable lleva a que, en la planeación ambiental o en el ordenamiento ecológico del territorio, se deban considerar las necesidades de los diferentes actores sociales, tanto de los presentes como de los futuros. Bajo este contexto, la planeación ambiental debe considerar las metas de las distintas actividades productivas para establecer de manera justa los límites de las mismas.

Con el ordenamiento ecológico general del Territorio se pretende orientar las acciones, programas y proyectos de la Administración Pública Federal mediante la construcción de un esquema de planificación integral del territorio nacional que identifique, bajo criterios de sustentabilidad, las áreas prioritarias para la protección, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como las áreas con mayor aptitud para la realización de las acciones y programas de los diferentes sectores del desarrollo y la construcción concertada de los lineamientos y estrategias ecológicas coherentes con los planes y programas de la Administración Pública Federal.

1.7 La Evaluación de Impacto Ambiental.

El término “Evaluación de Impacto Ambiental” tiene hoy diferentes sentidos. Por este término, se designan diferentes metodologías, procedimientos o herramientas, que se emplean por agentes públicos y privados en el campo de la Planificación y la Gestión Ambiental. Se utiliza para describir los impactos ambientales resultantes de los proyectos de ingeniería, de obras o actividades humanas de cualquier tipo, tanto incluyendo los impactos causados por los procesos productivos, como los productos de esa actividad. También se emplea, para describir los impactos que pueden provenir de una determinada instalación a ser implantada, así como para designar el estudio de los impactos, que ocurrieron o están ocurriendo como consecuencia de una determinada emprendimiento o un conjunto de acciones humanas (Sánchez, 1995).

Para que se pueda tener una visión razonablemente completa de la Evaluación de Impacto ambiental (EIA), es preciso utilizar dos enfoques distintos, pero complementarios. El primer enfoque estudia el proceso de EIA, o sea, los procedimientos y las diferentes actividades que deberán ser ejecutadas para identificar, prever, y evaluar la importancia de las consecuencias futuras de las decisiones actuales. En el segundo enfoque, se centra en los métodos y las herramientas de identificación, previsión y evaluación de los impactos ambientales

y, en particular, la realización del estudio de impacto ambiental (EsIA) (Sánchez, 1995).

1.8 El Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental.

Con la finalidad de considerar los impactos ambientales como un criterio de decisión acerca de las obras o actividades que puedan acarrear una significativa degradación de la calidad ambiental, es necesario realizar una serie de actividades consecutivas, concatenadas de manera lógica. A ese conjunto de procedimientos, se le da el nombre de proceso de evaluación del impacto ambiental. En general, este proceso es objeto de reglamentación, que define en detalle los procedimientos a ser seguidos. La reglamentación puede establecer criterios y procedimientos sobre tipos de actividades sujetos a la elaboración previa de un estudio de impacto ambiental, el contenido mínimo de este estudio y las modalidades de consulta pública entre otros asuntos.

Si bien las diferentes jurisdicciones establecen tales procedimientos de acuerdo con sus particularidades y legislación vigente, cualquier sistema de evaluación de impacto ambiental debe, obligatoriamente tener un cierto número mínimo de componentes, que definen como serán ejecutadas ciertas tareas obligatorias. Esto hace, que los sistemas de EIA vigentes en las más diversas jurisdicciones guarden innumerables semejanzas entre sí.

Cada jurisdicción puede conceder mayor o menor importancia a algunas de estas actividades o hasta, incluso, omitir alguna de ellas pero, esencialmente, el proceso será siempre muy semejante. Se lo puede dividir en tres etapas, cada una de las cuales agrupa diferentes actividades: (i) la etapa inicial, (ii) la etapa de análisis detallado y (iii) etapa post-aprobación, en caso de que la decisión fuese favorable a la implantación de la obra. Las etapas iniciales tienen como función determinar si es necesario evaluar de manera detallada los impactos ambientales de una futura acción y, en caso afirmativo, definir el alcance y la profundidad de los estudios

necesarios. Es importante señalar que, en la hipótesis de no ser considerada necesario la presentación de un estudio de impacto ambiental, hay otros instrumentos que permiten un control gubernamental sobre esas actividades y sus impactos ambientales. Así, muchos países adoptan alguna forma de otorgar licencias ambientales que se fundamenta en diferentes normas técnicas o jurídicas, que regulan la actividad licenciada tales como, entre otras, normas y patrones de emisión de contaminantes, destino de los residuos sólidos, reglas que determinan el mantenimiento de un cierto porcentaje de cobertura vegetal y la zonificación (u ordenamiento), que establece condiciones y limitantes para el ejercicio de una serie de actividades en función de su localización (Sánchez, 1995).

La etapa de análisis detallada es aplicada en casos de actividades que tengan el potencial de causar impactos significativos. Está compuesta por una serie de actividades que van desde, la definición del contenido del estudio de impacto ambiental hasta su eventual aprobación, a través del proceso de toma de decisiones propia de cada jurisdicción.

Finalmente, en caso de que la obra sea implantada, la evaluación de impacto ambiental continúa, a través de la aplicación de medidas de gestión preconizadas en el estudio de impacto ambiental mediante el monitoreo de los impactos reales causados por la actividad, no más, en consecuencia, como ejercicio de previsión de las consecuencias futuras, sino a través de la comparación entre la situación posterior a la implantación de la obra y la situación anterior. Un buen estudio de impacto ambiental suministrará elementos e informaciones de gran valor para la gestión ambiental de la obra, principalmente si se adopta un sistema de gestión ambiental, según el modelo preconizado por la ISO 14000.

1.9 Niveles de Evaluación de Impacto Ambiental.

La evaluación del impacto ambiental es un instrumento de planificación y de política ambiental empleado para dar soporte a diversos tipos de decisiones que puedan dar lugar a consecuencias ambientales. La forma más conocida de aplicación de la EIA implica la elaboración de un estudio de impacto ambiental sometido a algún proceso de consulta política.

La mayor parte de las veces, los EIA son realizados para analizar los impactos que podrán resultar de la construcción, del funcionamiento y de la desactivación de obras o actividades que puedan causar significativa degradación ambiental, o sea, en la mayor parte de las veces, proyectos de ingeniería (Sánchez, 1995).

Mientras tanto, hay innumerables otras decisiones públicas o privadas que pueden traer serias consecuencias para la calidad ambiental.

Por otro lado, "pequeñas" decisiones, aparentemente sin grandes consecuencias ambientales pueden, si se suman, causar impactos significativos, como el corte de pequeñas manchas de vegetación remanente en una zona rural o la lenta expansión de las áreas urbanas.

La evaluación ambiental de políticas, planes o programas, sean de carácter público o privado, se conoce como evaluación ambiental estratégica. Las evaluaciones ambientales de pequeñas acciones en el ámbito de organizaciones públicas o privadas, cuando no hay exigencia legal de hacerlas, son conocidas como las evaluaciones ambientales internas. De esta forma, se puede hablar en diferentes niveles de evaluación del impacto ambiental (Sánchez, 1995).

CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN DE LA COSTA MAYA, QUINTANA ROO.

2.1 Clima.

El clima para la Península de Yucatán se puede clasificar como tropical cálido subhumedo con lluvias en verano, según el sistema climático de Köppen modificado por García (1988).

Dentro de los climas de la Península encontramos el tipo AW, el cual a su vez tiene varios subtipos, entre estos tenemos el subtipo AW₁, que se caracteriza por tener un mayor promedio de precipitación y abarca una franja bastante estrecha que comienza en el norte de Quintana Roo y se extiende hasta los límites con Yucatán, penetrando a Campeche y bordeando el poblado de Champotón hasta alcanzar Punta Canchec, un poco antes de Laguna de Términos. La otra franja de este mismo clima, se ubica al suroeste de Quintana Roo, abarcando desde Punta Allen, en la reserva de la biosfera de Sian Ka'an hacia el límite con Belice y toda la barra de Chetumal (Flores y Espejel, 1994).

Entre las variedades de este subtipo de clima tenemos el Aw(x')i, enclavado en la región Costa Maya, que corresponde a cálido subhúmedo con lluvias en verano y parte del invierno (García, 1988; INEGI, 1998 Carta de Climas Bahía de la Ascensión E16-2-5).

Los datos del clima que prevalecen en la zona costera del Sureste del estado de Quintana Roo y que se presentan en este apartado, están referidas a lo reportado por la desaparecida Estación Meteorológica 23-027, Xcalak, que es la que se encontraba más cercana a la zona del proyecto (CNA 1996).

Por otro lado, la isoterma es de 26°, con una oscilación entre 5 y 7 ° C y la isoyeta es de 1,500 mm de precipitación anual. Las temperaturas promedio mensual que se han registrado en la región, se puede notar que los meses más fríos del año son enero y febrero con 24.4 °C; mientras que los más cálidos corresponden a julio y

agosto con 28.3 °C. En lo que se refiere a la temperatura media anual, ésta alcanza los 26.5 °C. Por otra parte, la temperatura máxima registrada para la zona es durante el mes de julio con 36.1 °C; mientras que las mínimas se presentan en febrero con 13.8 °C (CNA 1996).

En la Figura 1 se muestra el climograma en donde se presenta el comportamiento mensual de la temperatura y la precipitación registrado en la Estación Meteorológica Xcalak. Además, se puede apreciar una importante precipitación en la temporada de invierno y un decrecimiento en la época de sequía durante los meses de primavera (CNA 1996).

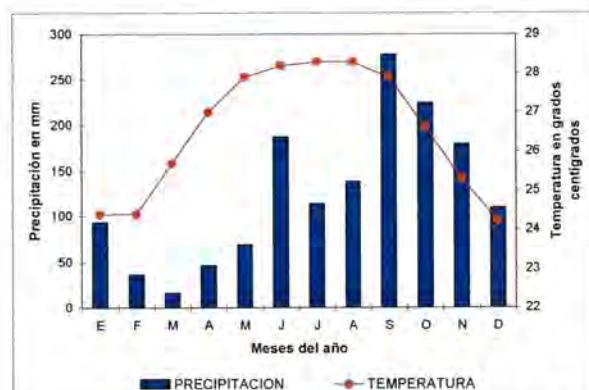


Figura 1. Correlación Temperatura/Precipitación.
Fuente: Elaboración Propia c/datos de CNA 2006.

a) Precipitación.

En la zona a desarrollar al igual que en el resto del Estado, llueve todos los meses del año, por lo cual esta incluida dentro de la isoyeta de los 1,500 mm. Además, las precipitaciones pluviales se distribuyen en forma más o menos uniforme. El período de sequía está relacionado con las condiciones de una zona de clima tropical, por lo que resulta evidente la presencia de una temporada especialmente seca y que da inicio desde el mes de febrero y se extiende hasta mayo.

El promedio de precipitación anual observados en la Estación Meteorológica de Xcalak indica que en la zona se tiene una media anual de 1,371.9 mm (CNA 1996).

b) Vientos dominantes (dirección y velocidad).

Los vientos afectan la región debido a la escasa oposición a ellos, por ser todo el territorio de la Península de Yucatán una planicie. Se considera que los nortes son

uno de los principales factores que contribuyen al proceso de erosión de las playas de Quintana Roo.

En la zona se presentan masas de aire dominantes provenientes del Este, con algunas alteraciones provenientes del Este-Sureste y del Norte.

En los meses de primavera y verano (marzo a septiembre), dominan los vientos de Este y Este-Sureste. A este tipo de vientos se les denomina Alisios, aunque en la zona se les conoce como suestes. Su velocidad oscila entre los 6.3 m/seg y 6.9 m/seg.

Existe otro sistema, el cual se origina por los vientos provenientes del Norte. Estas masas de aire originarias del sistema continental polar son de poca duración y se presentan únicamente durante los meses de invierno (noviembre a marzo), aunque ocasionalmente, se extienden hasta mayo; su presencia provoca frentes fríos con algunos chubascos ocasionales. La ocurrencia de vientos es de 14.19% con velocidad promedio de 5.01 m/seg.

En cuanto a la intensidad máxima que presentan los vientos, se tiene que los provenientes de Sureste llegan a alcanzar hasta 16.30 m/seg, mientras que para las direcciones Este, Norte y sus variantes como Este-Sureste y Noreste alcanzan una intensidad de hasta los 11 m/seg.

c) Humedad media mensual, máxima y mínima.

Para la zona no se cuenta con registros sobre la humedad relativa media mensual. Por ello se consideran los registros proporcionados por la Estación Meteorológica de Puerto Morelos, la cual también se ubica en una zona costera del mar Caribe, aunque en la parte Norte de la zona del proyecto. Esta estación señala que para la región costera se alcanza una humedad relativa media anual de 88.5 % (CNA 1996).

De igual manera, para la Estación señalada, se encuentra que durante prácticamente todos los meses del año se alcanza una humedad relativa del 100 % producto de la cercanía que se tiene con el mar Caribe; mientras que marzo es el mes menos húmedo en donde se alcanza tan solo un 70 % de humedad ambiental; así mismo, en la Figura 2 se puede apreciar la relación comprendida entre las variables reprecipitación, evaporación y humedad.

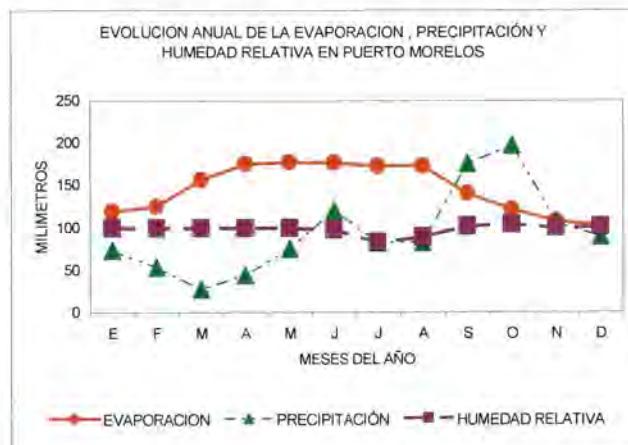


Figura 2. Relación entre humedad, evaporación, y precipitación en la Zona Costera de Quintana Roo.
Fuente: Elaboración Propia c/datos de CNA 2006.

En el verano, la región recibe la mayor cantidad de lluvias que abarcan también parte del otoño. En su primera fase, aunque abundantes, dichas lluvias de baja intensidad y de larga duración al ser gestadas por los vientos alisios y por el desplazamiento de la Zona Intertropical de Convergencia hacia el norte (Flores y Espejel, 1994).

2.2 Huracanes y Tormentas Tropicales.

Aunque el clima presenta pocas variaciones en cuanto a sus elementos y al tipo en general, las costas del Estado de Quintana Roo presentan una alta vulnerabilidad o riesgo a eventos de carácter catastróficos, como son los huracanes. Por ello, resulta de gran relevancia el estudio de estos fenómenos hidrometeorológicos, principalmente por el impacto que tienen sobre la infraestructura costera y el perfil de las playas.

Los huracanes son tormentas ciclónicas que se mueven circularmente alrededor de una zona de calma, caracterizados por fuertes vientos que sobrepasan los 120 km/h, (si presentan velocidades menores se denominan tormentas entre 63 y 119 Km /h o depresiones tropicales menor a 62 km/h), así como lluvias intensas que

pueden registrar hasta 1000 mm., sobre todo durante septiembre, mes en el que son más frecuentes (De la Lanza 1991).

Los huracanes en el Mar Caribe formados en la región occidental durante junio y julio se repiten a finales de septiembre, octubre y noviembre, generalmente viajan hacia el noroeste o hacia el noreste atravesando la Península de Yucatán hacia el Golfo de México y desapareciendo sobre las costas de Estados Unidos. Los ciclones tropicales originados durante octubre y noviembre generalmente siguen su curso al este de Centroamérica recurvando hacia el noreste pasando sobre Cuba (De la Lanza 1991).

Por su parte los huracanes originados en el Atlántico se desarrollan durante agosto y septiembre. Pueden tener gran intensidad al pasar sobre el Caribe y Golfo de México, suelen presentar un comportamiento similar a los originados en el Caribe. Es característico que presenten trayectorias caprichosas que describen curvas cerradas originadas a partir de un decaimiento y recuperación de su intensidad debida a la transformación del anticiclón de las Azores y a la intromisión de aguas marinas de menor temperatura (De la Lanza 1991).

Los huracanes que se generan en la zona ciclógena del Atlántico Norte y el Caribe oriental, a su paso por las costas del sureste mexicano han puesto al descubierto a la vulnerabilidad de este litoral, generando cuantiosos daños en las obras e instalaciones costeras, así como la población en general (Soriano 1999).

Los vientos generados por huracanes pueden alcanzar y sobrepasar los 250 km/h en el límite del radio de máximos vientos ciclostróficos, con rachas de más de 300 km/h. El poder destructivo del viento aumenta con respecto al cuadrado de la velocidad, esto significa que al duplicar la velocidad del viento el factor destructivo aumenta hasta cuatro veces. El viento, ya sea por su impacto directo o por objetos arrastrados por él, es el fenómeno que produce la máxima destrucción en infraestructura en zonas costeras (Díaz 2001).

Por otro lado, en Quintana Roo, entre Mayo y Octubre pueden presentarse tornados marinos o mangueras de enorme fuerza, pero de acción muy limitada y breve. Estos fenómenos son muy raros y no hay registros formales de ellos, aunque los pescadores mencionan que se pueden observar 2 o 3 de estos en los años más cálidos. Estos fenómenos se desvanecen al penetrar en tierra (Flores y Espejel, 1994).

a) Lluvias e inundaciones.

Las lluvias que acompañan a los huracanes pueden ser muy intensas y durar varios días o simplemente se pueden disipar en cuestión de horas. La topografía de la Península de Yucatán, la humedad y la velocidad del viento ciclónico son factores que las afectan directamente.

Por ello, es importante distinguir dos tipos de afectaciones causadas por el efecto de las lluvias intensas o extraordinarias: a) Daños internos en estructuras sólidas debido a la Infiltración de la lluvia y b) Daños en la infraestructura básica, como pueden ser las vías de comunicación terrestres, líneas telefónicas, instalaciones eléctricas, drenajes, etc., debido a las Inundaciones.

Lo anterior, quedo demostrado en agosto de 2007, con el paso del Huracán Dean por la Región de la Costa Maya, dejando destrucción tanto en la infraestructura básica, como en las viviendas y hoteles de la comunidad de Mahahual y zonas costeras aledañas (ver Fotos 1-8).



Foto 1. Líneas de conducción de aguas residuales, completamente expuestas.



Foto 3. Restaurantes destruidos.



Foto 5. Inundaciones provocadas por la marea de tormenta.



Foto 2. Camino Costero totalmente destruido e inaccesible para vehículos.



Foto 4. Zona de playa completamente "lavada".



Foto 6. Acceso por el camino Costero a la comunidad de Mahahual, completamente destruido.



Foto 7. Camino costero parcialmente destruido y zona de playa "lavada", se puede apreciar las líneas de conducción de aguas residuales completamente expuestas, un "escalón" a lo largo del camino y la inexistencia de arena.



Foto 8. Mi persona sentado en el costado de un Baño a base de block y concreto completamente levantado desde sus cimientos, el cual formaba parte de un restaurante ubicado a unos 30 m aprox. de la línea de costa.

Fotos 1-8:Ing. Francisco Javier Pérez Navarrete, 2007.

b) Marea de Tormenta.

La marea de tormenta se define como una sobre elevación temporal del nivel del mar. Esta se debe principalmente a la conjunción de varios factores como: La fuerza de arrastre que el viento genera en el cuerpo de agua al aproximarse a la costa; el equilibrio hidrostático que el agua experimenta para equilibrar la depresión atmosférica, la superposición del oleaje, y la disminución del fondo marino. Se estima que por cada 100mb que disminuye la presión atmosférica en el huracán, el nivel del mar aumenta aproximadamente 1m en la zona cercana al centro del huracán (Díaz 2001).

La magnitud de la marea de tormenta en un sitio determinado está en función directa a los vientos ciclónicos máximos y a su configuración geométrica con respecto al radio ciclostrófico que se presente. Se debe considerar también la configuración del fondo marino en las zonas de aguas poco profundas o someras.

Quintana Roo es el estado que posee menos plataforma continental ($8,969 \text{ km}^2$), que en determinados puntos llega a tener profundidades de 100 m. a los 15 a 20

km. de la costa, por lo que en esta entidad se pueden esperar las máximas alturas de ola generadas por el paso de los huracanes (Díaz 2001).

La marea de tormenta ocasiona los daños más grandes y directos en las comunidades costeras, 90% de las muestres ocurridas en los grandes desastres históricos en los últimos veinte años sobre las costas mexicanas se deben a la presencia y acción de la marea de tormenta. Las inundaciones de una marea de tormenta afectan directamente a las zonas más bajas, extendiéndose hasta varios kilómetros tierra adentro (Díaz 2001).

2.3 Geología.

La región Costa Maya, de acuerdo a su ubicación en la zona centro-oriente de Quintana Roo, pertenece a la provincia fisiográfica denominada Península de Yucatán, por lo cual todos los eventos geológicos que aplican a alguna área en particular están referidos a toda la región peninsular en su conjunto. Por otra parte, esta provincia fisiográfica de Yucatán se divide en tres subprovincias: Llanuras con dolinas, Plataforma de Yucatán y Costa baja (Chnaid-Gamboa 1998; POET Costa Maya 1998).

De acuerdo a la clasificación, la zona costera, se ubica dentro de la subprovincia Costa Baja, misma que se extiende a lo largo del borde oriental del Estado y se caracteriza por su relieve escalonado, descendente de poniente a oriente, con elevaciones reducidas sobre el nivel del mar. A lo largo de su borde sur y suroriental transita el Río Hondo, única corriente superficial permanente de la Entidad (Miranda 1959; POET Costa Maya 2000).

Por otra parte y de acuerdo con Miranda (1959), los únicos proyectos que se han desarrollado en la Región Costa Maya, se encuentran ubicados dentro de la franja costera centro-oriental de Quintana Roo, la cual forma parte íntegra de la Provincia Fisiográfica denominada Península de Yucatán, la base Sudoeste de esta Provincia se halla definida desde el punto de vista geográfico estricto, por una línea recta que

se extiende desde el fondo del Golfo de Honduras hasta el límite Oeste de la Laguna de Términos, en el Estado de Campeche, México. Adicionalmente, dentro de esta Provincia, el predio se localiza en la subregión denominada Planicies del Caribe y Nordeste, que incluye prácticamente todo el estado de Quintana Roo y el Norte del país de Belice.

De acuerdo a las características litológicas del área de estudio, el sustrato es correspondiente con un solo tipo de vegetación y está constituido por rocas sedimentarias de tipo calcáreo, que conforman los llamados suelos de tipo litoral, los cuales en su formación integran arenas finas y gruesas en su mayoría de origen biogénico al que se adicionan pedacería de coral y restos de conchas de moluscos (Duch 1988; Miranda 1959; POET Costa Maya 2000) (Figura 3).

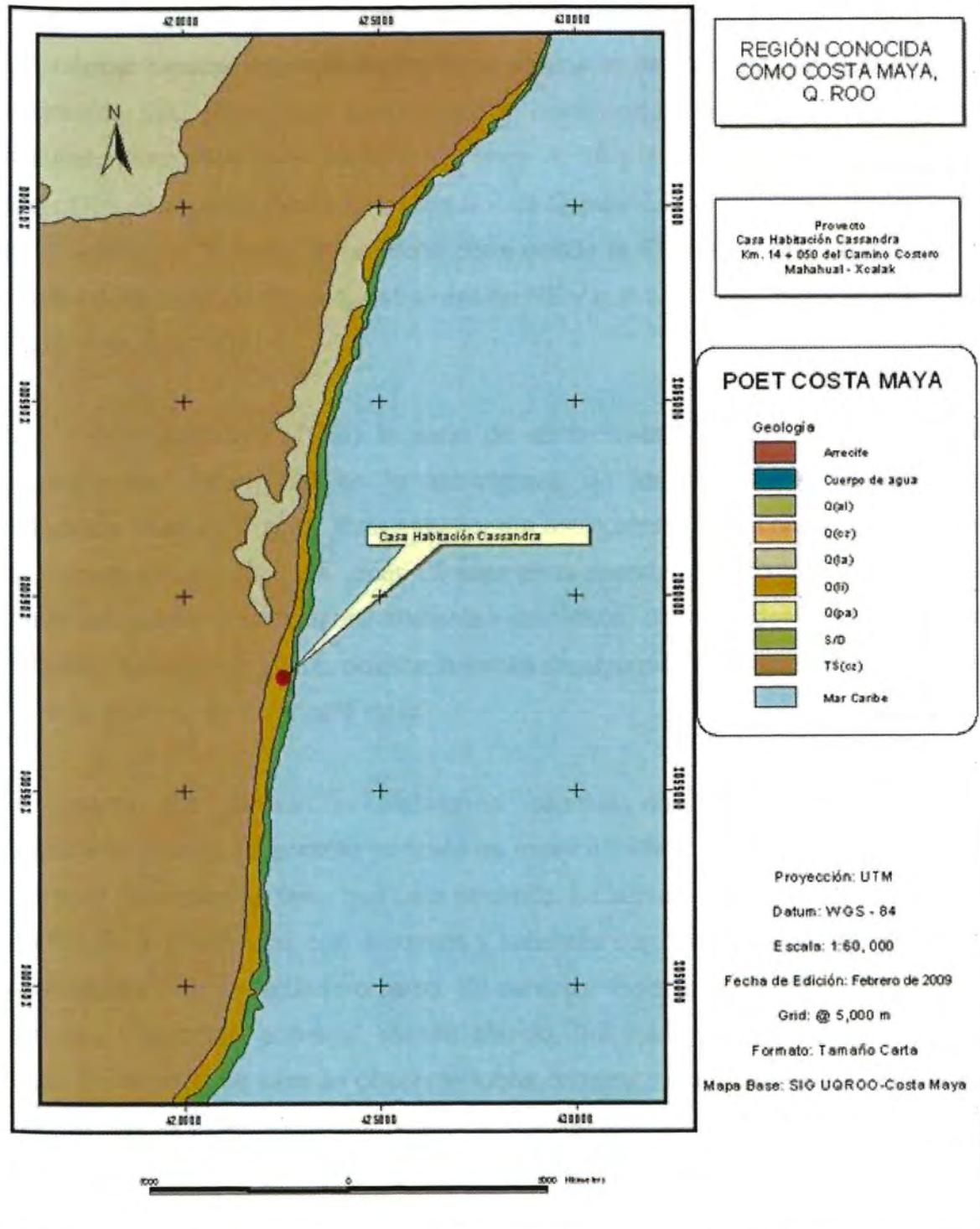


Figura 3. Plano geológico de la zona donde se ubica el proyecto.

Fuente: Elaboración Propia c/datos de SIG UQRoo-Costa Maya 2009.

a) Características Geomorfológicas.

La principal característica geológica de la península de Yucatán, es la de ser una plataforma casi plana, con elevaciones y hondonadas que le dan un carácter ondulado, fluctuando tales elevaciones entre 4, 15 y 20 m aproximadamente, con excepción de algunas formaciones del Sur de Quintana Roo y en la sierrita de Ticul en el estado de Yucatán, esta última corre desde el SO de Campeche muy cerca del litoral del Golfo de México, con dirección NE y que se eleva hasta los 275 msnm (Robles-Ramos 1958).

Según Robles-Ramos (1958) la serie de elevaciones y hondonadas presentan generalmente uniformidad en la estratigrafía de los materiales litológicos de naturaleza calcárea (Fig. 4). Esta estratigrafía está constituida de capas horizontales de margas calizas, algunas veces de solo unos cuantos centímetros. Estas capas presentan grietas y orificios de diferentes diámetros, observándose laminillas muy delgadas de óxido de hierro, siderita, además de algunos depósitos e inclusiones de material arcilloso de color café claro.

Las capas que forman la plataforma cárstica de la Península son tres fundamentalmente. La primera consiste de rocas de diferente espesor, muy duras y que para romperlas se tiene que usar dinamita. La superficie de las rocas tiene una morfología muy especial, con entrantes y salientes como moldeados con los dedos y corresponden a un verdadero carso. Su dureza y aspecto están condicionados por acciones meteóricas sobre el sascab blando, del cual han sido formadas estas rocas. En muchas de ellas se observan tubos comunicantes de diferentes diámetros, muchas veces rellenados por suelo o por humus y a veces crecen árboles pequeños en estas cavidades (Duch 1988).

Le sigue a esta capa de material rocoso una segunda de material calcáreo en forma laminar, a manera de escamas. Es la piedra laja, y al igual que las rocas superficiales, bastante dura (Duch 1988).

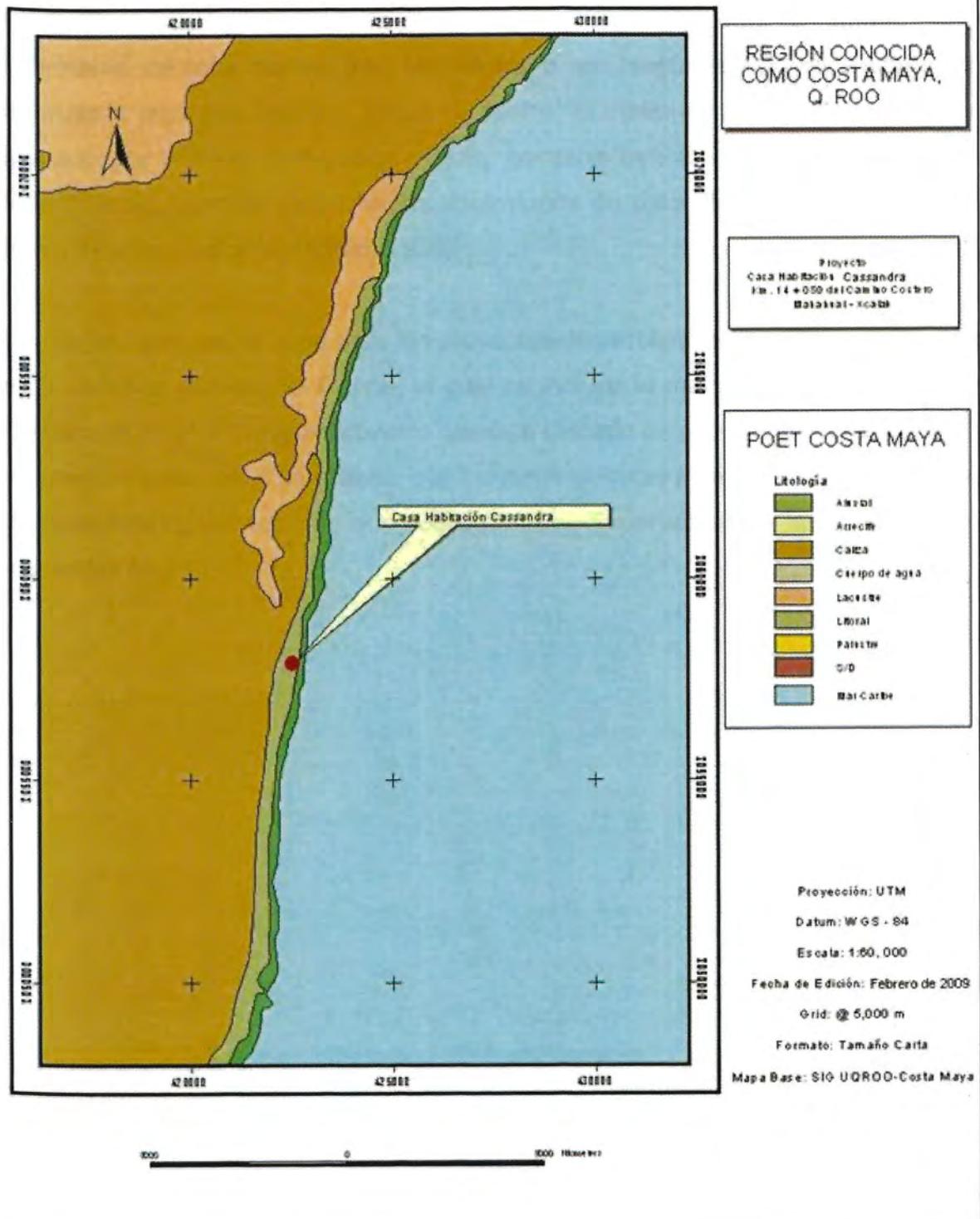


Figura 4. Plano litológico de la zona donde se ubica el proyecto.

Fuente: Elaboración Propia c/datos de SIG UQROO-Costa Maya 2009.

La tercera capa está formada por material megascópicamente amorfo, muy deleznable, de color blanco, gris, amarillento o rojo, según tenga mayor contenido de materia orgánica, arcilla u óxidos de hierro. El material calcáreo de esta capa, formado por margas calíferas y calizas, contiene también algunas especies de foraminíferos, conchas de moluscos, inclusiones de dolomitas, arcilla y óxidos de hierro de origen volcánico (Duch 1988).

De manera precisa, la zona para los proyectos desarrollados se encuentra inmersa en la llamada planicie del Caribe, la cual se incluye la mayor parte del estado de Quintana Roo. Por lo que el proyecto quedará ubicado de acuerdo con Duch (1988), en una formación del Cuaternario, que contiene eolinitas pleistocénicas y depósitos no consolidados del reciente que sobreyacen discordantes sobre las rocas calizas expuestas (Fig. 5).

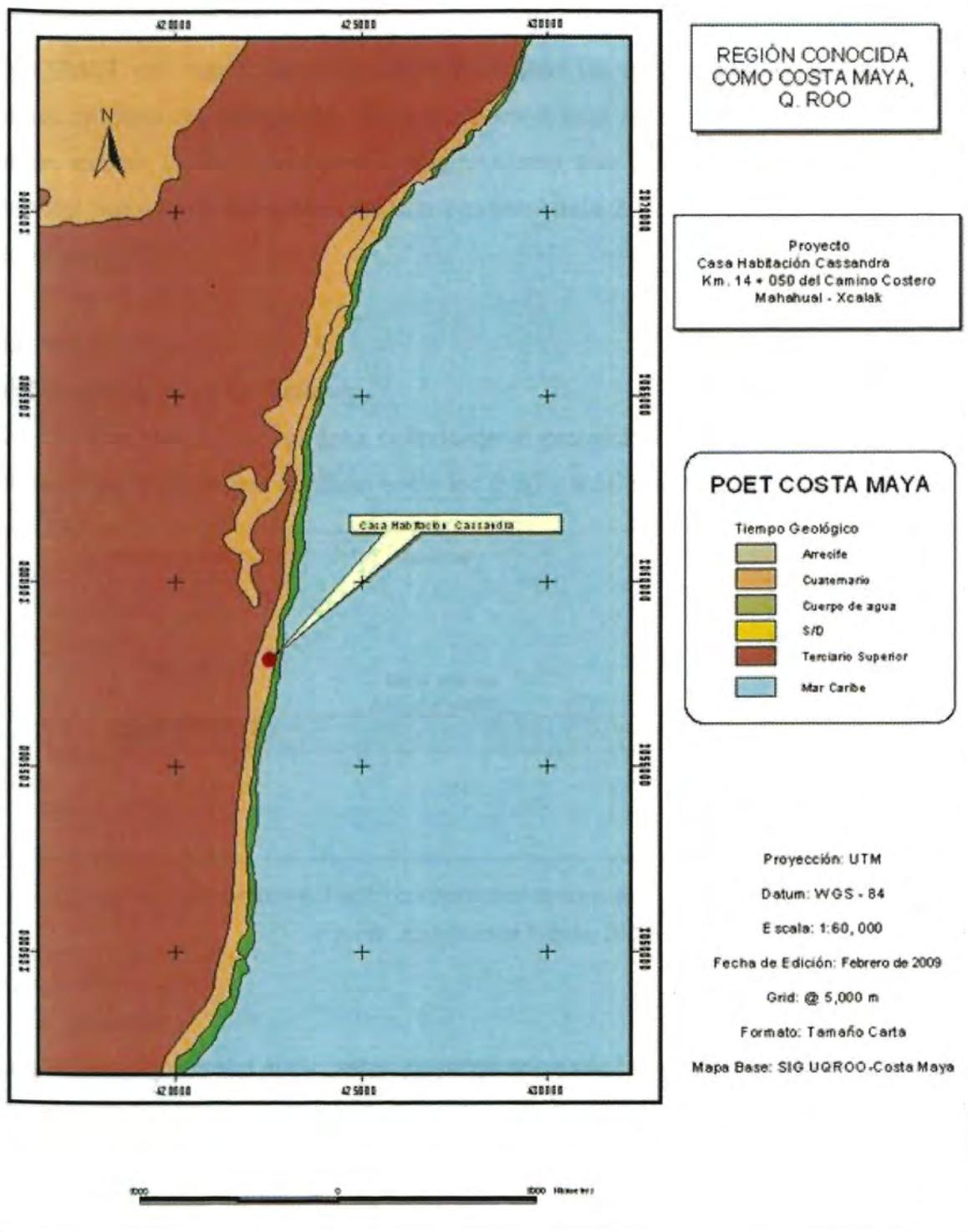


Figura 5. Plano de tiempos geológicos de la zona donde se ubica el proyecto.

Fuente: Elaboración Propia c/datos de SIG UQROO-Costa Maya 2009.

b) Inundaciones.

El proyecto se ubica en el predio propiedad del promovente colindante a la ZOFEMAT del mar Caribe, por lo que existen las probabilidades de que ocurra algún proceso de inundación. Esta posibilidad está referida a la manifestación de algún evento de tipo hidrometeorológico como son los huracanes y que pueden generar mareas de tormenta que sobrepasen hasta 2 metros de altura e inunden la zona en mención.

2.4 Geomorfología.

a) Características del relieve.

De manera precisa, en el área colindante al proyecto el relieve es prácticamente plano y con alturas que fluctúan entre los 0.30 y 0.50 msnm (Figura 6).

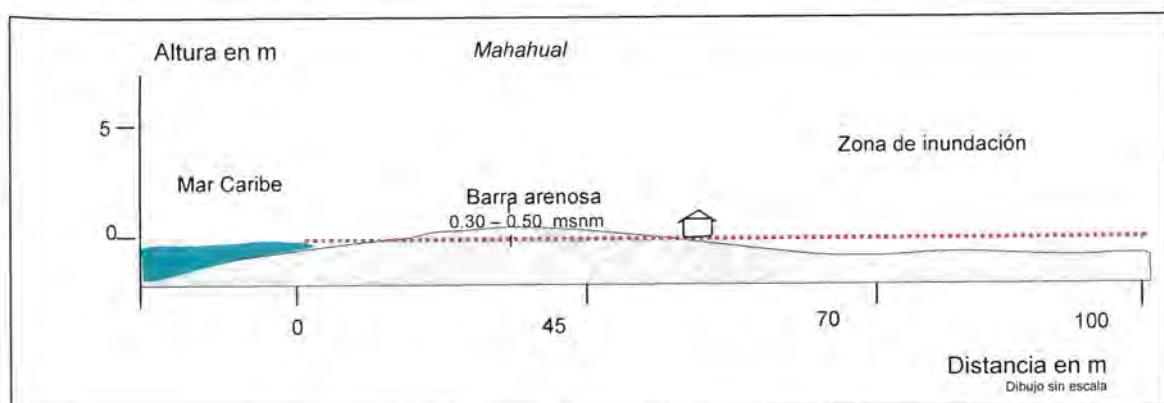


Figura 6. Perfil Topográfico en la zona del proyecto¹.

Fuente: Elaboración Propia, 2009.

b) Suelos.

Las características del suelo están determinadas por la interacción de los principales factores de formación como son: tipo de roca madre, clima, organismos presentes, topografía y tiempo, los cuales en mayor o menor intensidad han influido en los procesos de su formación. De esta manera, el suelo que se encuentra en el predio a desarrollar según la clasificación FAO-UNESCO corresponde al tipo Regosol calcárico, mismo que se distribuyen en la parte cercana litoral y cubierta con

¹ El dibujo no se encuentra a escala, únicamente es un bosquejo del área del proyecto.

vegetación de duna costera (Figura 7). Este tipo de sustrato se caracteriza por estar constituido básicamente por roca caliza (carbonato de calcio) y restos de corales y foraminíferos, estos últimos producto de la sedimentación costera y arrastre marino sobre el estrato calizo. La textura es arenosa con tamaño de grano grueso. La arena presenta una consistencia suelta, no es adhesiva ni plástica y la estructura es de tipo angular. Este tipo de suelo presenta muy buen drenaje, escasa materia orgánica y alto contenido de sales, de ahí que prosperen bien especies vegetales de hábitos halófilos. No presenta anaerobiosis y la profundidad del manto freático es de aproximadamente 0.40 a 2 m (Duch 1988; Miranda 1959; POET Costa Maya 2000).

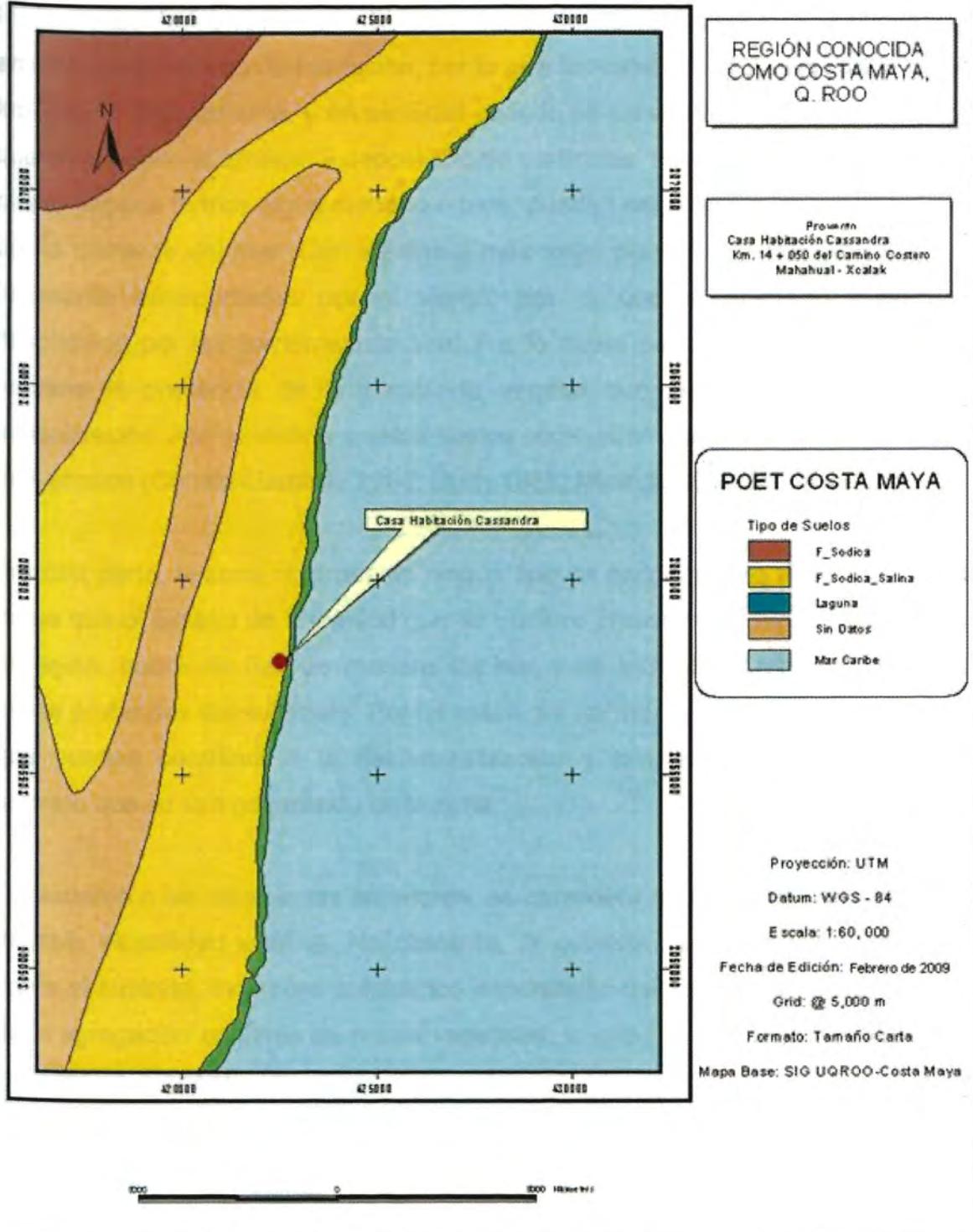


Figura 7. Tipos de Unidades Edafológicas en la zona del proyecto (Suelos).

Fuente: Elaboración Propia c/datos de SIG UQROO-Costa Maya 2009.

c) Estabilidad edafológica.

Para el caso de los suelos tipo Regosol calcárico, se considera que se encuentran en constante proceso de formación, por lo que los cambios en el nivel de la marea los afectan directamente, y en especial cuando se presentan mareas de tormenta que contribuyen al arrastre y deposición de partículas. Por ello, en corto tiempo se puede llegar a formar algún médano o bien, pueden ser arrastrados y erosionados por la corriente del mar. Con efectos a más largo plazo los suelos Regosol, son fácilmente transportados por el viento, por lo que un médano puede ser desplazado por las corrientes de aire. Por lo tanto, para este tipo de suelos se requiere la presencia de una cubierta vegetal que los proteja y permita su consolidación. Así, se define a estos suelos como altamente colapsables y de muy fácil erosión (Chnaid-Gamboa 1998; Duch 1988; Miranda 1959).

Por otra parte, la zona no presenta ningún tipo de escurrimiento superficial, de tal forma que el exceso de humedad que se pudiera presentar en algún momento en la región, habrá de fluir de manera laminar y se infiltrará libremente hasta las capas profundas del subsuelo. Por tal razón, se considera que no existen factores que puedan contribuir a la desnaturaleza y acarreo de las partículas de sustrato que se van generando en la zona.

De acuerdo a las situaciones anteriores, se considera que en la región existe una variable estabilidad edáfica. No obstante, la cubierta vegetal que se desarrolla sobre el sustrato, incorpora cantidades importantes de materia orgánica producto de la agregación continua de restos vegetales; lo que permite el sostenimiento de importantes procesos naturales.

d) Extensión (área de inundación en hectáreas).

De acuerdo con la Carta de Aguas Superficiales Bahía de la Ascensión E16-2-5 del INEGI (1998). El cuerpo de agua antes señalado puede alcanzar una superficie de inundación de hasta 25 hectáreas.

2.5 Zona marina.

El tipo de costa de la Región Costa Maya, por su dinámica y génesis, se clasifica dentro de: costas acumulativas (potamogénicas y marismas), donde los sedimentos parten de la fuente interior de los ríos y humedales. El consecuente depósito se hace a través de estuarios y deltas y muy posiblemente por flujo hidrológico subterráneo. También es posible identificar otro ámbito del paisaje que se desarrolla en las tierras bajas sujetas a inundación o en condiciones de mayor humedad como son las llanuras de intermareas, de inundación temporal, de pantano o manglar que se caracterizan por el predominio de la baja energía física del medio subacuático. Con base en la geodinámica costera, el área de Costa Maya se clasifica dentro del subtipo de costas que se caracterizan por un retroceso de la línea de costa hacia el continente ya sea por sumersión o por inactividad y/o elevación del nivel del mar (POET Costa Maya 2000).

a) Oleaje y Mareas.

El oleaje, asociado a los vientos, proviene principalmente del Este, por lo que el margen oriental del arrecife coralino es el de mayor grado de exposición a su influencia; actuando como una barrera que disminuye la fuerza de las olas dentro de la laguna e incluso hacia la costa (SEMARNAP-INE 2000b).

Estudios realizados por Jiménez (1990), sobre los tiempos de acción de oleaje ordinario, arrojaron datos interesantes, los cuales han sido utilizados para trabajos sobre regeneración de playas, principalmente en la zona Norte del Estado, a continuación se presentan los siguientes:

En primavera las alturas mayores alcanzadas por el oleaje fueron de 3.95 m, en dirección NE.; en dirección E hasta 6.58 m. Dirección SE y S las olas alcanzaron 7.81 m y 2.07 m, respectivamente.

En verano las olas variaron de 2.96 m dirección NE, hasta 10.0 m en dirección E, pasando por 4.43 m al SE y 2.78 m dirección sur. En otoño se presentaron alturas

de 4.63 m al NE; 8.17 al sur, 2.37 m al SE y al S, 0.86 m. En invierno se presentaron alturas máximas alcanzadas por las olas de 3.9 m al NE, 6 m al E, 2.50 m al SE y 1.2 m al S.

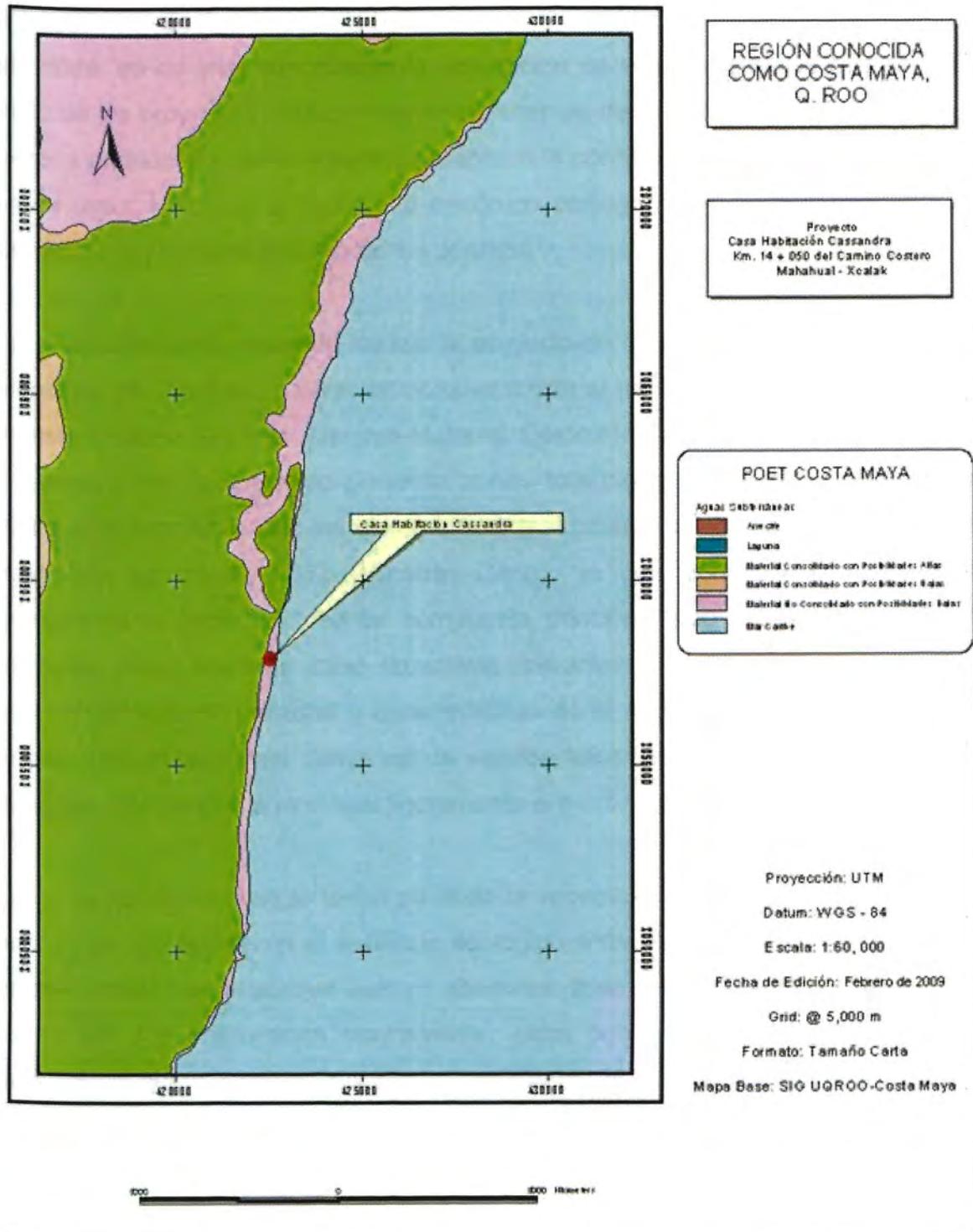
Por otra parte, en condiciones extraordinarias como huracanes se llegaron a encontrar olas de 12.46 m en dirección NE durante el huracán Gilberto (Verano de 1988) y olas de 8.87 m dirección NE ocasionadas por el ciclón tropical Allen (agosto de 1980) (Jiménez 1990).

En condiciones de oleaje ordinarias, en la estación de verano, la altura de ola varía en un cierto rango que en general, moldea playas con pendientes más o menos continuas o con cambios graduales y ocurre sedimentación. En cambio, en la estación invernal la altura de ola se incrementa, lo que provoca una erosión en las playas, depositando por lo general esa arena removida en la zona donde rompen las olas (zona de rompiente), formando una barra longitudinal y paralela a la línea de costa. (Jiménez 1990).

El régimen de mareas en la zona del proyecto corresponde al tipo mixto semidiurno, con dos pleamares y dos bajamares de diferente amplitud, aproximadamente a 15 a 35 cm en 24 horas (SEMARNAP-INE 2000b).

2.6 Hidrología subterránea.

En la zona del proyecto se carece de recursos hídricos que puedan ser aptos para el consumo humano, ya que por encontrarse dentro de la ZOFEMAT del mar Caribe se obtienen aguas salobres no aprovechables. Por otro lado, la zona no presenta ningún tipo de escurrimiento superficial, de tal forma que el exceso de humedad que se pudiera presentar en algún momento en la región, habrá de fluir de manera laminar y se infiltrará libremente hasta las capas profundas del subsuelo (Fig. 8).



2.7 Aspectos Bióticos.

Sin duda, es de vital importancia la realización de estudios previos a la fase de inicio de los proyectos para permitir establecer las decisiones a las autoridades en materia ambiental y así asegurar y garantizar la conservación de la flora y fauna o en su caso; contribuir al desarrollo armónico conjugando el aprovechamiento de los recursos y la conservación de los mismos.

En el sitio donde se pretende realizar el proyecto de casa habitación es evidente la presencia de una duna costera arenosa asociada al matorral costero y a un estrato arbustivo (Duna Costera Arenosa-Matorral Costero). Por otro lado la vegetación presente en el sitio referido presenta zonas totalmente recuperadas y zonas en franca recuperación a raíz del hidrometeoro que azotara la zona denominada costa maya, en agosto de 2007 (Huracán Dean), ya que durante su paso afectó gravemente la cobertura vegetal compuesta principalmente por mangle, palmas, especies tanto arbóreas como arbustivas tolerantes a la exposición solar y altas concentraciones de salinidad y características de la región, esto por efecto de los vientos huracanados así como por la erosión causada por el fuerte oleaje, que generalmente tienden a modificar ligeramente el perfil costero.

Como es sabido el mangle forma parte de la vegetación con mayor valor ecológico por lo que representa en el equilibrio ecológico entre las especies que conforman estos ecosistemas y aunque existen diferentes tipos y especies; en la región son cuatro los que predominan mayormente, estos son el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), el mangle negro (*Avicennia germinans*), el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y el botonillo (*Conocarpus erectus*).

La interacción o relación ecológica que presentan estas especies son muy notables ya que suelen ser especies que dependan una de la otra para estar presentes en determinados sitios. En tanto que *Rhizophora mangle* entre una de sus características que presenta son las peculiares raíces que desarrolla y que

generalmente se encuentra en zonas inundables muy cercanas al mar tolerando altas concentraciones de salinidad, especies como *Avicennia germinans* se encuentra generalmente en un segundo plano ya que la tolerancia a las altas concentraciones va disminuyendo siendo una especie muy característica por los troncos de color negro que desarrolla, cabe mencionar que especies como *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*, son especies que toleran concentraciones muy bajas de salinidad con características un tanto similares, la primera con glándulas en el envés de la hoja y esta última con glándulas a los lados del ápice con la característica que se pueden desarrollar en el tercer plano mas alejados de la costa a diferencia de *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*, es decir el mangle en la regiones de distribuye en tres regiones de la costa hacia la parte mas continental, en una primera región suele encontrarse a *Rhizophora mangle*, en una segunda región a *Avicennia germinans* y en una tercera región a *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*.

El predio en su parte Este en colindancia con la ZOFEMAT presenta una duna costera bien definida con especies rastreras y vegetación arbustiva con matorral costero, donde se encuentran especies tales como *Cenchrus echinatus*, *Portulaca oleracea*, *Coccoloba uvifera* entre otras.

Por otro lado, con respecto a la zona Oeste del predio después del camino costero, este no ha sufrido mucho deterioro, esto ocasionado por la barrera protectora que forman las dunas costeras arenosas y la vegetación del matorral costero, así mismo también se determinó la presencia de *Thrinax radiata*, *Cocos nucifera*, *Conocarpus erectus*, *Avicennia germinans* y *Coccoloba Uvifera* principalmente (Ver Fotos 9-11).



Foto. 9. Duna costera arenosa-matorral costero del sitio.



Foto 10. Vegetación regenerada adjunta al camino costero Mahahual-Xcalak



Foto 11. Presencia de árboles derribados y secos a causa de los efectos de fenómenos hidrometeorológicos.

Fotos 9-11: Francisco Javier Pérez Navarrete, 2009.

a) Descripción de la Vegetación.

En el sitio de interés se encontraron un total de 12 especies distribuidas en 12 familias, de las cuales una se encuentra bajo el estatus de especie amenazada siendo esta *Trhinax radiata* y dos especies con el estatus de sujetas a protección especial estas son: *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus* (Tabla 1).

Tabla 1. Listado de especies presentes en el sitio de interés.

Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Coco	Árbol
Palmae	<i>Trhinax radiata</i>	Chit	Árbol
Polygonaceae.	<i>Coccoloba uvifera L.</i>	Uva de mar	Árbol
Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco	Arbustiva
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	Árbol
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i>	Espino de playa	Arbustiva
Poaceae	<i>Eustachys petraea</i>	Box ya'ax su'uk	Arbustiva

<i>Portulacaceae</i>	<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga de mar	Rastrera
<i>Goodeniaceae</i>	<i>Scaevola plumieri</i>		Arbustiva
<i>Compositae</i>	<i>Porophyllum Punctatum</i>	Pechukil	Arbustiva
<i>Acanthaceae</i>	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	Árbol o Arbustiva
<i>Combretaceae</i>	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle botonillo	Árbol o Arbustiva

Fuente: Biol. Aurelio Crisanto Jiménez, 2009.

b) Especies incluidas en la NOM-059-ECOL-2001.

De acuerdo a los trabajos de campo y su vinculación con la NOM-059-SEMARNAT-2001 que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extensión, amenazadas, raras, y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección, de las 12 especies presentes en el predio se encuentra *Trhinax radiata* como especie amenazada, *Conocarpus erectus* y *Avicennia germinans* se encuentran bajo el status de protección especial.

c) Fauna.

En el Estado de Quintana Roo se han realizado numerosos estudios referentes a la diversidad, distribución y abundancia de especies de fauna existentes, uno de los primeros estudios en la Península de Yucatán que sentó las bases de la moderna mastozoología es el de Gaumer (1917), sin embargo el conocimiento de los mamíferos posterior a dicho estudio ha sido fragmentario, a pesar de esto se tienen registros de en el Estado de Quintana Roo de 104 mamíferos terrestres, divididos en 29 familias.

Las únicas especies de reptiles que se observaron en el sitio de interés fueron *Basiliscus vitatus* conocido comúnmente como Toloc, *Mabuya unimarginata* conocida como Lagartija, *Bufo valliceps* comúnmente conocido como sapo común y la iguana cuya especie *Ctenosaura similis* (Tabla 2).

Tabla 2. Especies de reptiles encontrados en el sitio de interés

Especie	Familia	Nombre común
<i>Basiliscus vitatus</i>	<i>Corytophanidae</i>	Toloc
<i>Bufo valliceps</i>	<i>Bufonidae</i>	Sapo
<i>Mabuya unimarginata</i>	<i>Scincidae</i>	Lagartija
<i>Ctenosaura similis.</i>	<i>Iguanidae</i>	Iguana

Fuente: Biol. Aurelio Crisanto Jiménez, 2009.

Cabe mencionar que durante los recorridos en campo únicamente se observó la presencia del Zanate mexicano *Quiscalus mexicanus* dada las capacidad de movimiento de este grupo, muchas veces descansan sobre la vegetación en su busca de alimento, sin embargo es importante destacar que durante los recorridos no se encontraron nidos de aves. Por otro lado la fauna que se ha registrado en la zona y que no se encontró al momento de realizar los recorridos en campo, debido a los desplazamientos que presentan (Tabla 3).

Tabla 3. Especies de aves que se han registrado en el sitio de interés pero que no fueron avistadas durante los recorridos en campo.

Especie	Familia	Nombre Común
<i>albus</i>	<i>Ardeiae</i>	garza blanca
<i>Fregata magnificens</i>	<i>Fregatidae</i>	fragata magnífica
<i>Pelecanus occidentalis</i>	<i>Pelecanidae</i>	pelícano café
<i>Pandion haliaetus</i>	<i>Accipitridae</i>	águila pescadora
<i>Sterna sandvicensis</i>	<i>Laridae</i>	golondrina marina pico negro Stern
<i>Antillarum</i>	<i>Laridae</i>	golondrina marina menor
<i>Amazilia rutila</i>	<i>Trochilidae</i>	chupa flor canela
<i>Cetyle alcyon</i>	<i>Alcedinidae</i>	martín pescador
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	<i>Picidae</i>	carpintero yucateco
<i>Sporophila torqueola</i>	<i>Parulinae</i>	Dominico
<i>Coragyps atratus</i>	<i>Pomacanthidae</i>	zopilote negro
<i>Quiscalus mexicanus</i>	<i>Icterinae</i>	Zanate mexicano

Fuente: Biol. Aurelio Crisanto Jiménez, 2009.

Asimismo se debe realizar un rescate de la fauna presente en el sitio para la que presente desplazamiento lento aunque durante el recorrido en campo no se

observó fauna de estas características. Las especies que no hayan sido identificadas o registradas se rescatarán y trasladarán a sitios seguros.

En lo que respecta a los mamíferos no se encontraron especímenes durante los recorridos de campo, en virtud de que el sitio de interés tiene un área muy pequeña y se encuentra dividido por el camino costero Mahahual-Xcalak, mismo que es muy transitado, y que por el ruido de los autos propician que los mamíferos se alejen de la costa, por su parte en la siguiente tabla describen algunas especies que se han registrado como características de la zona (Tabla 4).

Tabla 4. Clasificación de Mamíferos, que se han registrado en la región aledaña al sitio de interés.

Familia	Especie	Nombre común
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra común
Cricetidae	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón
Didelphidae	<i>Didelphys virginina</i>	Tlacuache
Molossidae	<i>Eumops auripendulus</i>	Murcielago
Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla gris
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Tejón

Fuente: Biol. Aurelio Crisanto Jiménez, 2009.

2.8 Paisaje.

Mahahual se encuentra ubicado en la parte central de Costa Maya, la región de Costa Maya se encuentra localizada en la costa sur del Estado de Quintana Roo, el corredor Costa Maya Punta Herrero-Xcalak, tiene en cada vértice una península. De este modo existe una forma de yunque en la formación terrestre.

En el vértice norte, la Península de Punta Herrero está rodeada por la Bahía de la Ascensión en su parte oeste y norte, mientras que en su parte este se encuentra el Mar Caribe. En el vértice sur, la Península de Xcalak está cubierta en su parte oeste por la Bahía de Chetumal, en la parte sur la Bahía de Chetumal se conecta al Mar Caribe a través del canal Bacalar Chico que marca el límite entre México y Belice, en la parte este se encuentra el Mar Caribe.

La particular forma de yunque arriba descrita, otorga a la región características peculiares, especialmente por la interconectividad de ecosistemas terrestres como la selva baja anegadiza con los manglares y estos a su vez con los cuerpos de agua, incluyendo lagunas, bahías y el mar.

Por otra parte, la distribución de la vegetación permite intuir que el equilibrio de agua dulce y agua de mar es dinámico y a la vez frágil. En otras palabras, las posibilidades de inclusiones de agua de mar en mantos freáticos son, aparentemente, muy altas. Las características antes descritas del área hacen pensar en que los ecosistemas guardan un frágil equilibrio entre ellos (Merino 1986).

Esto es particularmente importante para Quintana Roo, que tiene una línea de costa de 860 Km. (Gob. del Edo.-UQROO 1998), con una variedad de paisajes notable, donde se encuentran caletas, bahías, ensenadas, ojos de agua, lagunas arrecifales, lagunas costeras, manglares, dunas costeras, playas rocosas y playas arenosas.

2.9 Medio socioeconómico.

a) Demografía.

El desarrollo turístico sustentable de Mahahual está altamente vinculado a su comportamiento demográfico y evolución socioeconómica. Las condiciones demográficas futuras permiten definir con antelación los requerimientos en infraestructura, equipamiento y servicios básicos, y de este modo, visualizar las acciones necesarias que concilien favorablemente la actividad turística con el desarrollo demográfico (PDU Mahahual 2005).

De igual manera, el análisis de las condiciones socioeconómicas de la población permite precisar el grado de bienestar que tienen y pueden tener las familias que residirán en Mahahual así como las carencias más importantes; el desarrollo de la

actividad turística puede contemplar acciones que favorezca el desarrollo social (PDU Mahahual 2005).

b) Aspectos demográficos.

En las últimas tres décadas, el Estado de Quintana Roo ha presentado un crecimiento poblacional acelerado como producto de desarrollo turístico en regiones bien focalizadas. Esta dinámica de crecimiento se ha presentado con mayor intensidad en el municipio de Benito Juárez. El municipio de Othón P. Blanco también concentra una parte importante de la población de la entidad, no obstante, la dispersión de su población es más evidente (PDU Mahahual 2005).

Hasta hace algunos años, Mahahual era una pequeña concentración urbana del Municipio Othón P. Blanco con menos de 200 habitantes, dedicada primordialmente a la pesca y agricultura, con pocas probabilidades de experimentar un crecimiento demográfico acelerado. Incluso, hasta el año 2000, los indicadores (natalidad, fecundidad, mortalidad y migración) señalaban que su población podría disminuir en el periodo 2001-2025² (PDU Mahahual 2005).

El 2001 representó el punto de inflexión para Mahahual; en ese año, la instalación de una terminal de cruceros permitió a los visitantes apreciar las bellezas naturales de la zona y acrecentar el interés por desarrollarlo. Desde entonces, Mahahual se ha sumado a la ruta de cruceros del caribe mexicano, recibiendo al año 2002 más de 290 mil visitantes³ (PDU Mahahual 2005).

Por sus atractivos turísticos y características, Mahahual es pieza clave; es posible que esta localidad se convierta en el principal centro urbano del PTI Costa Maya, lo que sin duda incrementará su dinámica demográfica observada en años anteriores y elevará sus necesidades de infraestructura y servicios. El turismo se

² Ver estimaciones de CONAPO efectuadas en el 2000.

³ Visitante es aquel que no pernocta en un medio de alojamiento colectivo o privado del país/entidad/comunidad visitada.

posicionará como la principal actividad económica de la comunidad, brindando mayor valor agregado a la vocación productiva actual (PDU Mahahual 2005).

c) Dinámica de crecimiento de la población.

De acuerdo al Censo de Población, en el año 2000 el Estado de Quintana Roo contaba con 874,963 habitantes: el municipio de Benito Juárez es el más poblado con 420 mil habitantes, seguido por Othón P. Blanco con 210 mil (PDU Mahahual 2005).

El municipio de Othón P. Blanco está compuesto por 759 localidades; no obstante, su composición es heterogénea. Por ejemplo, 652 de ellas tienen hasta 50 habitantes mientras que una sola tiene hasta 500 mil habitantes. Esto nos habla de una dispersión de la población entre una gran cantidad de asentamientos, que se tienen como resultado de políticas destinadas inicialmente a poblar el territorio de Othón P. Blanco. Otra consecuencia de este indicador es que una parte significativa de la población tiene su origen en otras partes del país (52.54% de la población nació en otra entidad), por lo que se puede hablar de un municipio joven, en el cual se está forjando una identidad (PDU Mahahual 2005).

d) Factores socioculturales.

Quintana Roo es un estado que en los últimos treinta años ha modificado su estructura económica, siendo el comercio, restaurante y hoteles las actividades que más predominan en la actualidad. En el caso de Mahahual, sus actividades económicas se centran en la pesca combinado con un incipiente desarrollo turístico.

Los cambios que se presentaron en los principales centros turísticos en Quintana Roo son un reflejo de las transformaciones en la estructura económica que se darán en Mahahual en los próximos años. Esto se verá reflejado en su composición económica, así como en la distribución de la mano de obra.

e) Organización socioeconómica.

Actualmente, las principales actividades económicas en Quintana Roo son el comercio, restaurantes y hoteles; sin embargo no siempre fue así, en 1970 el sector primario (agropecuario, silvicultura y pesca) era la actividad productiva más importante, conforme la actividad turística ha ido creciendo, dicha composición cambió drásticamente.

Considerando que las condiciones económicas actuales de Mahahual son un reflejo de la entidad hace 30 años, la composición de la economía en la localidad en el futuro irá Evolucionando en un patrón similar al que actualmente presenta la entidad, es decir, en los próximos 30 años la actividad comercial-turística será la más importante para la economía local y la actividad primaria (principalmente la pesca) disminuirá su participación gradualmente. Esta situación también brinda un panorama del perfil de la mano de obra que se requerirá en los próximos años, donde la fuerza laboral orientada hacia los servicios y la construcción será imprescindible (PDU Mahahual 2005).

f) Perfil de la actividad turística.

En la actualidad, el 80 por ciento de la población ocupada en Quintana Roo está relacionada con actividades en el sector terciario; hoteles y restaurantes concentró el 48 por ciento de la población ocupada. El municipio de Othón P. Blanco la actividad comercial es la de mayor importancia dentro del sector servicios con una participación media en el PIB de 36.8 por ciento de 1990 al 2000. Las actividades turísticas aún no son relevantes. En Mahahual, el turismo comienza a tomar impulso; sin embargo, aún falta varios años antes de que esta actividad madure.

g) Impactos y/o beneficios del desarrollo turístico.

El Proyecto Costa Maya abre buenas perspectivas de crecimiento económico para esta pequeña comunidad pesquera, en particular en dos aspectos relevantes para la población residente: la generación de empleo y el mejoramiento de las

condiciones, infraestructura y servicios públicos urbanos en la localidad (PDU Mahahual 2005).

En relación al primero de ellos, dentro de la vertiente de desarrollo regional de Costa Maya y los estímulos y promoción que recibirá el turismo en la Región Sur del Estado, se ubican la construcción de una serie de desarrollos ecoturísticos en este litoral. Consecuentemente, tanto en las fases de construcción como en las de operación y mantenimiento estos sitios significarán nuevas fuentes de empleo hacia las cuales podrá dirigirse la mano de obra de Mahahual que actualmente se encuentra desempleada o subempleada, además de los grandes flujos de migrantes que se esperaría lleguen a Mahahual (PDU Mahahual 2005).

En resumen, el desarrollo ecoturístico se puede traducir en una diversificación y multiplicación de las fuentes de empleo directas e indirectas en la localidad y la región. La aparición de distintos sectores y oportunidades de empleo además implicará la aparición de nuevos segmentos de trabajadores especializados que aún no existen en la región: los profesionistas, técnicos y los obreros calificados. Sumados a la población residente formarán un nuevo conglomerado social que experimentará nuevos procesos y dinámicas en su interior.

El mejoramiento de las condiciones de infraestructura y servicios públicos urbanos en la localidad significará por sí mismo un amplio impulso y dignificación a la calidad de vida en Mahahual.

Agua potable, electricidad, vías terrestres, drenaje y líneas de comunicación son los elementos principales del proyecto. La primera fase de su introducción que corresponde con las obras de cabecera representa por este mismo hecho las inversiones más voluminosas, pero una vez concretadas las siguientes etapas son más rápidas. Al igual que en el caso anterior, sus efectos son también multiplicadores, ya que una vez que se cuente con ellos, servirán como palanca para impulsar la instalación de nuevos servicios urbanos tanto públicos como

privados que complementen el desarrollo urbano y que reafirmen al mismo tiempo el potencial de aprovechamiento turístico de Mahahual (PDU Mahahual 2005).

Por el lado de la inversión, Mahahual tiene la ventaja de contar con el respaldo del "Mundo Maya", que es un generador de divisas vía inversión extranjera y de flujos de capitales nacionales. La gran mayoría de los proyectos turísticos en Quintana Roo y las costas del Caribe han sido experiencias benéficas para la inversión y el desarrollo de infraestructura, puesto que además de generar empleos y mejorar el nivel de vida de la población local, sus efectos positivos se extienden a otras entidades.

El flujo de inversión que recibe el Mundo Maya y su constante crecimiento son dos factores contundentes que indican que un desarrollo bien planeado y sustentado en la zona turística de Mahahual puede ser un detonador de crecimiento en el corto plazo, generando empleos y mejorando el nivel de vida de los habitantes de la región.

h) Niveles de bienestar social.

En términos generales, el nivel de bienestar en Quintana Roo es alto. Esto se observa particularmente en municipios relacionados con la actividad turística. En el caso de Othón P. Blanco, el nivel de bienestar social va acompañado con una tasa de crecimiento de su población creciente (PDU Mahahual 2005). Las perspectivas de crecimiento en Mahahual implicará realizar importantes inversiones en materia de servicios públicos, infraestructura vial, vivienda, etc.; esta política se reflejará en el mejoramiento en la calidad de vida de sus habitantes; por otra parte, estos resultados se verán reflejados en la generación de empleos así como la recaudación de impuestos para la localidad, el municipio y el estados en conjunto.

i) Servicio de Salud.

En la comunidad de Mahahual sólo existe un centro de salud de primer contacto, el cual se encarga de dar asistencia médica a toda la comunidad (PDU Mahahual 2005).

En los próximos años, el crecimiento de la población implicará ampliar sustancialmente los servicios de salud, lo que necesariamente llevará a desarrollar la infraestructura suficiente para este fin. Esto implicará no sólo la creación de centros médicos de atención de primer contacto, sino también de clínicas especializadas que atiendan los requerimientos de asistencia médica para un número cada vez mayor de habitantes.

De ahí que la segmentación y diversificación de los servicios de salud no sólo estarán a cargo de las instituciones de asistencia pública, sino que se requerirá de la participación de instituciones privadas que atiendan, particularmente a los segmentos de población de alto poder adquisitivo o que se encuentre fuera de los sistemas de salud pública.

j) Servicio de Educación.

En materia de educación, actualmente Mahahual cuenta con sólo dos escuelas, de las cuales una se encarga de atender a niños en edad preescolar y otra funciona como escuela primaria.

De acuerdo con el Sistema Educativo de Quintana Roo, el total de alumnos que asistían a estas instituciones representaba alrededor del 45 por ciento de la población de Mahahual, lo que implica que ambas instituciones no sólo atendían a niños de la comunidad, sino que también ofrecían sus servicios educativos a niños de comunidades cercanas a Mahahual (PDU Mahahual 2005).

En un horizonte a 30 años, los requerimiento de servicios educativos no sólo se tendrán que ampliar en cuanto a número de unidades, sino también en cuanto a

los niveles educativos que hoy no se ofrecen (por ejemplo: preparatorias y carreras técnicas), así como escuelas destinadas para atender a niños en edad preescolar, primarias, secundarias; infraestructura educativa para proporcionar estudios en escuelas de nivel medio superior, así como instituciones encargadas de impartir estudios a nivel superior o carreras técnicas, todo esto se tendrá que reflejar en la ampliación de infraestructura educativa para la zona.

El crecimiento en la oferta educativa tendrá que ir de la mano con el desarrollo de opciones en materia de cultura para la población. Teatros, auditorios, espacios para espectáculos al aire libre serán parte de los requerimiento de infraestructura que las autoridades y desarrolladores de inmobiliario tendrán en un futuro que llevar a cabo.

k) Composición de la Vivienda.

En materia de vivienda, la comunidad de Mahahual está constituida por menos de 100 casas. El grueso de ellas son de un solo nivel y su aspecto es el de casas rústicas mezcladas con parches de palmas cocoteras (enramadas). Por sus características físicas y su paisaje urbano, la localidad de Mahahual es un lugar idóneo para desarrollar actividades turísticas de baja intensidad (ecoturismo, turismo de buceo, sol y playa de baja intensidad). Como resultado de esto, el desarrollo de vivienda no podrá ser tan explosiva como en otros centros turístico (por ejemplo: Cancún) y tendrá que ajustarse al entorno de la región (PDU Mahahual 2005).

En los próximos años, la dinámica de crecimiento de la población implicará el desarrollo de un amplio número de viviendas, no solo para satisfacer la demanda de los lugareños, sino para aquella parte de la población que no es residente permanente y que decidirá tener una propiedad en esta localidad. Eventos detonadores que aceleren el crecimiento de la población en Mahahual se reflejará en el incremento de las necesidades de vivienda. Actualmente la composición por estratos económico es relativamente homogénea. Conforme la localidad de

Mahahual se vaya desarrollando, las características y la composición de la población se modificará y con ello, las necesidades de vivienda.

En este sentido, gobierno e iniciativa privada tendrán que trabajar en conjunto para establecer programas tendientes a satisfacer el futuro requerimiento de viviendas. El gobierno deberá diseñar programas para la población de bajos ingresos y con bajas posibilidades de adquirirla en el mercado de vivienda. Las inmobiliarias tendrán que ajustar sus programas de desarrollo de acuerdo a la composición económica de la población restante.

I) Indicadores de desarrollo social.

Los indicadores de bienestar social para el estado de Quintana Roo señalan que su población se encuentra dentro del promedio nacional. En Mahahual, por ser una localidad relativamente nueva, la calidad de los servicios públicos, la dotación de infraestructura como escuelas, clínicas de salud, vivienda, etc., así como el desarrollo de actividades económicas resulta incipiente; en este sentido, los niveles de bienestar no se pueden catalogar como altos. No obstante, por localizarse dentro de un municipio con un nivel de alfabetización aceptable, asistencia escolar por arriba del promedio estatal, entre otros indicadores, es posible vislumbrar a futuro que los niveles de bienestar en esta localidad tenderán a ser altos.

CAPÍTULO 3. MARCO JURÍDICO EN LA ELABORACIÓN DE EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL.

Dada la naturaleza del presente trabajo, se hace necesaria una estrategia y esfuerzo de los distintos niveles de gobierno, dentro de un marco de procuración de bienes y servicios para salvaguardar el nivel y calidad de vida de la población.

Por una parte está en cumplir con los ordenamientos legales que faculta desde el punto de vista administrativo y de política nacional su ejecución, y por otra, la participación activa de los ciudadanos, individualmente o a través de distintas agrupaciones o asociaciones civiles.

La vinculación con los distintos instrumentos legales, es un factor primordial para establecer la viabilidad del proyecto en el ámbito ambiental y su concordancia con los preceptos de orden jurídico, económico y social establecidos por los tres niveles de gobierno.

A continuación, se hace una revisión de los instrumentos más representativos de cada ordenamiento, incluyendo breves comentarios respecto a la forma de vinculación con el presente proyecto y/o de quienes intervienen en él o en la toma de decisiones para su implementación. Corresponde la observancia de los siguientes instrumentos normativos y reglamentarios en los diferentes niveles de Gobierno.

3.1 Ámbito Federal.

En el Artículo 5º, Fracción X del Capítulo II de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA 2001), menciona que es facultad de la Federación la evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes.

Por otro lado, en el Artículo 28, de la sección V, menciona que la Evaluación del Impacto Ambiental, es el procedimiento a través del cual la SEMARNAT establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente, así como las obras o actividades, que requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT.

Por lo cual, el presente proyecto, se encuentra dentro de la Fracción X referente a Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.

Cabe señalar que para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, se menciona en el Artículo 30 que los interesados deberán presentar a la SEMARNAT una manifestación de impacto ambiental, por lo cual, el presente documento tiene la finalidad de dar cumplimiento a este precepto.

En el Artículo 5 Fracción Q del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, manifiesta que "Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras o actividades como desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros (construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, requerirán previamente la autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental, por lo cual, se presenta la manifestación de impacto ambiental, antes de iniciar cualquier obra.

3.2 Normas Oficiales Mexicanas (NOM).

Las Normas Oficiales Mexicanas que por materia regulan en la ejecución del proyecto Casa Habitación, Municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo, son (Tabla 5):

Tabla 5. Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto. Fuente: Elaboración propia, 2009.
Fuente: Elaboración Propia, 2009.

CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL		
NOM	Regulación	Vinculación del proyecto
NOM-001-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Se considerarán los parámetros establecidos por la NOM, como referencia para garantizar la calidad del agua marina antes y después de los trabajos de construcción del muelle.
EMISIONES A LA ATMÓSFERA POR FUENTES MÓVILES		
NOM-041-SEMARNAT-1999	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Como compromiso del promovente, se tendrá que garantizar el cumplimiento de un programa de mantenimiento vehicular, aún sabiendo que en el Estado no existe un programa de control y verificación de contaminantes.
RESIDUOS PELIGROSOS		
NOM-052-SEMARNAT-1993	Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Debido a que no aplica esta NOM para los generadores de las casas habitación, no será necesaria su observancia. Sin embargo se tendrán todas las medidas necesarias para no incurrir en situaciones de incumplimiento a la normatividad ambiental así como provocar una posible contaminación.
EMISIONES A LA ATMÓSFERA – RUIDO		
NOM-081-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	La maquinaria, equipo y parque vehicular que se utilice durante la ejecución de las actividades previstas tendrán que sujetarse a los parámetros establecidos por la norma. Se definirá una estricta jornada horaria, para disminuir posibles impactos sobre la fauna y la gente ubicada en las zonas aledañas al proyecto.
PROTECCIÓN DE ESPECIES		
NOM-059-SEMARNAT-2001	Protección ambiental - especies nativas de México de flora y fauna silvestres - categorías de riesgo y	Se establecen los criterios de identificación de las especies con estatus, además de las estrategias para su manejo y

	especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo.	conservación.
RECURSOS NATURALES FORESTAL		
NOM-022-SEMARNAT-2003	Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.	Cabe señalar, que esta NOM es restrictiva de observancia obligatoria, por ello, se describe en el apartado respectivo, la aplicación de la misma con el presebte proyecto. Sin embargo, de antemano se puede mencionar que en el lado Oeste del camino costero, se dejará el área para conservación y sólo se pretende llevar a cabo actividades de prevención, control y protección ambiental.

3.3 Ley General de Vida Silvestre.

De acuerdo a la información proporcionada en apartado pertinente, se menciona que durante el recorrido de campo se observaron dos tipos de ecosistemas los cuales son la duna costera arenosa transformado en matorral costero donde se desarrollará en su totalidad la obra. Por otro lado, existe la presencia de manglar, sin embargo es importante aclarar que este ecosistema se encuentra en el lado oeste del predio colindante con el camino costero, lo cual como se menciona en dicho apartado, formará parte de la zona destinada a conservación donde NO se realizará la construcción de obra alguna, lo cual NO se contrapone con el Artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre (2000) que menciona.- Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, poda, o cualquier obra o actividad que 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 para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos del manglar.

El artículo 60 TER, también menciona que se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger,

restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar, en este sentido, como se mencionó con anterioridad las áreas con manglar se contemplan como zonas de protección y conservación para evitar su deterioro, así mismo se tiene contemplado que las especies que se pudieran encontrar dentro del área de construcción de la obra civil, serán reubicadas de acuerdo a un programa de rescate y serán dispuestos en la parte Oeste del predio la cual se mantendrá para tal fin con el objetivo de cumplir con este criterio, el programa de rescate se realizará en concordancia de las especificaciones 4.39 y 4.40 de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

Respecto al artículo 99 de la Ley General de Vida Silvestre, en el párrafo adicionado publicado en el DOF 01-02-2007, el cual menciona que Las obras y actividades de aprovechamiento no extractivo que se lleven a cabo en manglares, deberán sujetarse a las disposiciones previstas por el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente que menciona que la Evaluación del Impacto Ambiental, es el procedimiento a través del cual la SEMARNAT establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente, así como las obras o actividades, que requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT.

Por lo cual, el presente proyecto, se encuentra dentro de la Fracción X referente a Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.

Cabe señalar que para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, se menciona en el Artículo 30 que los interesados deberán presentar a la SEMARNAT una manifestación de impacto ambiental, por lo cual, el presente

estudio tiene la finalidad de dar cumplimiento a este precepto como medida de prevención a los impactos generados en la construcción de la obra.

3.4 Ámbito Estatal y Municipal.

Por ser una obra que se desarrollará en la Zona Federal, No aplica las disposiciones reglamentarias y normativas establecidas en los ordenamientos jurídicos-ambientales tanto del ámbito Estatal como Municipal. Sin embargo, existe recientemente un Reglamento en materia de imagen urbana para el poblado de Mahahual, pero debido a que el proyecto de mérito se encuentra fuera del área de aplicación, se omite la discusión del mismo.

Cabe mencionar, que las únicas disposiciones que aplicarían para el presente proyecto, son los reglamentos, leyes y decretos en materia urbana, debido a que el presente estudio es en materia de impacto ambiental, también se omite la discusión de los mismos.

3.5 Programas de Desarrollo Urbano.

De la revisión del Programa de Desarrollo Urbano de Mahahual, Municipio de Othón P. Blanco (2005), se observa que las actividades que integran el proyecto de Casa Habitación, no se encuentran reguladas por lo establecido en la Zonificación y Ocupación del Suelo, en su cuadro de compatibilidad de los usos, destinos y reservas del suelo.

Por otro lado el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Othón P. Blanco, Estado de Quintana Roo (2002), define políticas para la promoción del Estado como un multidestino, la integración regional, y la provisión de infraestructura, todo ello con la finalidad de generar el desarrollo turístico del Municipio.

En lo referente a la estrategia de ordenamiento de territorio de éste programa, el proyecto, se encuentra dentro de la Región Maya, Sistema urbano: Xcalak-

Mahahual-Pulticub con una vocación de pesca y rol predominante de turismo de baja densidad.

En el Plan Estatal de Desarrollo 2005-2011 (PED 2008), se menciona que “*la política en materia de vivienda está orientada a proveer viviendas de calidad con servicios básicos y condiciones adecuadas para las familias de ingresos bajos y medios, abatiendo el déficit actual y mejorando las condiciones de calidad de vida y favoreciendo el arraigo de los habitantes de las ciudades del Estado. Esta política es de aplicación general para todos los centros urbanos del Estado*”.

El Plan de Desarrollo Urbano del Municipio de Othón P. Blanco una regionalización, misma que subdivide su territorio en cuatro regiones, que son: Costa Maya, Los Ríos, Río Hondo y Maya, esta última compartida con el Municipio de Felipe Carrillo Puerto.

Dichas regiones tienen para su constitución un doble valor, el medio natural y de alguna forma la organización de los asentamientos humanos. De esta forma, cada región tendría un centro de concurrencia para promover su ordenamiento. En este sentido, la región que nos interesa para este proyecto es la región Costa Maya, que a su vez debe de subdividirse, el área afectada por el POET Costa Maya, misma que tiene potencialidad para el desarrollo turístico y de asentamientos humanos, componiendo un corredor ecológicamente protegido y con centros de aprovechamiento por la definición de UGAS susceptibles para la creación e impulso a centros de población. Esta subregión toma como cabecera a Mahahual, tanto por su localización geográfica como por las características de sus enlaces y por el proyecto de desarrollo urbano específico de este centro de población.

Por otro lado el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Othón P. Blanco, Estado de Quintana Roo (2005), define políticas para la promoción del Estado como un multidestino, la integración regional, y la provisión de infraestructura, todo

ello con la finalidad de generar el desarrollo turístico del Municipio, así como de procurar una mejor calidad de vida para sus pobladores.

Como podemos observar, dentro del Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Othón P. blanco, es prioritario el impulso a la Región Costa Maya, puesto que es un catalizador que reactivará la actividad económica en la región Sur-Sureste. Por lo cual, el proyecto que se presenta, será parte esencial para la detonación de la zona.

Cabe mencionar, que el proyecto, se realizará respetando todos y cada uno de los criterios señalados para el desarrollo de actividades de tipo habitacional establecidos en este Programa de Desarrollo Urbano, así como de las políticas establecidas en los programas internos, considerando los objetivos definidos para alcanzar las metas establecidas.

3.6 Ubicación del Proyecto dentro de Áreas Naturales Protegidas (ANP's).

Como se puede observar en la Figura 9, el proyecto se encuentra ubicado fuera de Áreas Naturales Protegidas, pero debido a su localización cercana a ellas, es de mucha relevancia tener en cuenta que la Región Costa Maya y áreas circundantes, tienen una fragilidad ecológica de vital importancia, debido a los diferentes ecosistemas que se presentan, por ello, el todos los proyectos de cada habitación, deben respetar y considerar todas y cada una de las especificaciones señaladas en las ANP's, cuando se encuentre en operación.

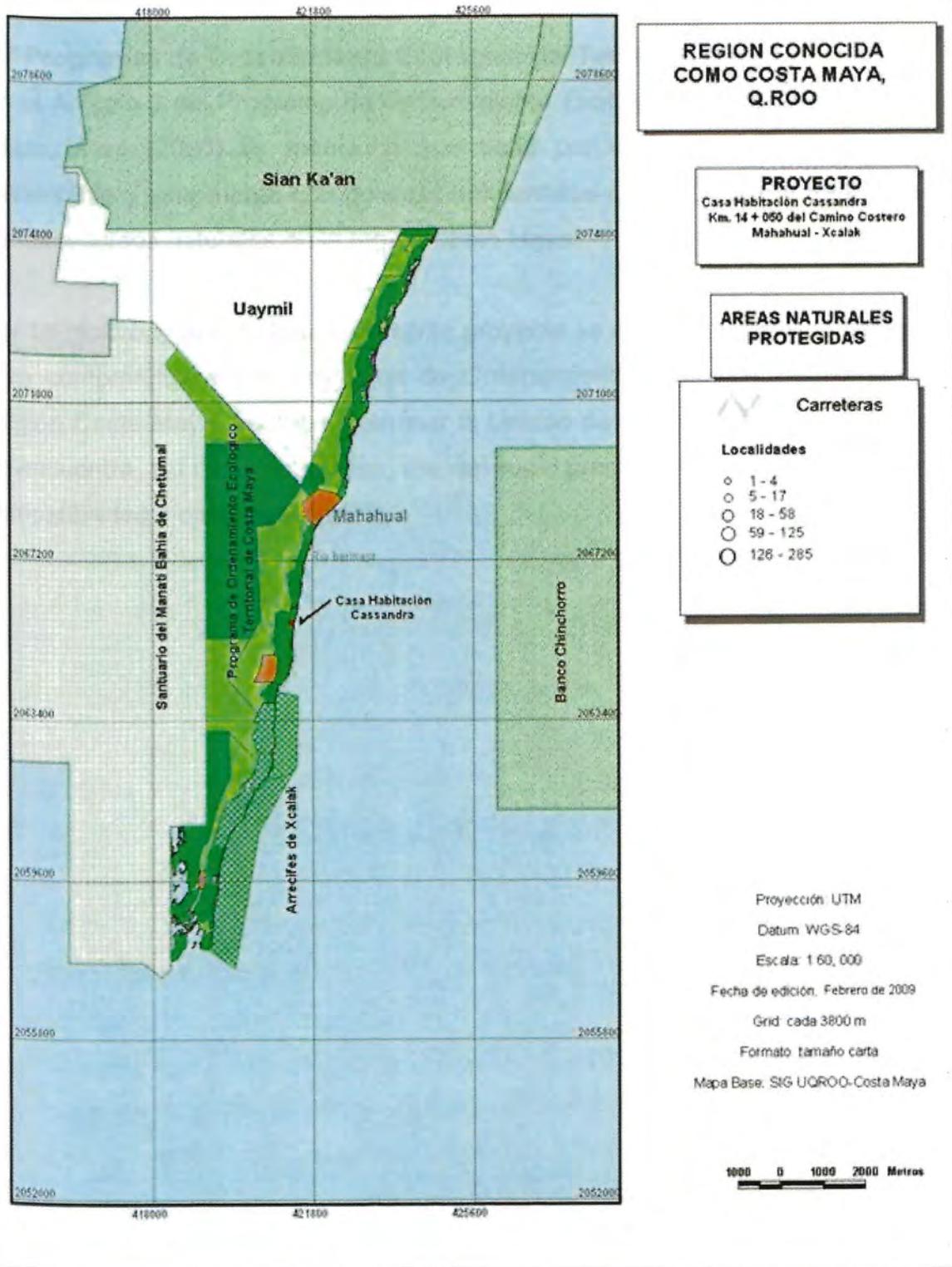


Figura 9. Ubicación del proyecto Respecto a las ANP's en la Región Costa Maya.

Fuente: Elaboración Propia c/datos de SIG UQROO- Costa Maya, 2009.

3.7 Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET).

En el Artículo 3 del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Costa Maya (2006) se menciona que tiene por objeto alentar un desarrollo sustentable y congruente con políticas ambientales que permitan la permanencia de los recursos naturales en la región Costa Maya.

Por tal motivo, y debido que el presente proyecto se encuentra inmerso dentro del área comprendida en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Costa Maya, se debe examinar la Unidad de Gestión Ambiental en la que se encuentra, así como su política, uso del suelo predominante, densidad Máxima, compatibilidad y condicionamiento.

CAPÍTULO 4. ESTUDIO DE CASO: CONSTRUCCIÓN DE UNA CASA HABITACIÓN EN LA COSTA MAYA.

El proyecto de desarrollo inmobiliario costero denominado, además de que, debido al sitio donde se pretende establecer, afectará en lo mínimo los ecosistemas costeros existentes y recuperara toda la zona costera adyacente al predio propiedad del promovente. No obstante, se deberán contemplar los mecanismos que permitan mantener el balance entre el uso escénico de la región y las políticas de conservación de los recursos naturales.

Por otro lado, el proyecto consistirá en un desarrollo integral, el cual será edificado con materiales como es el polvo, la grava y el block hecho a base de materiales pétreos de la región y estará destinado al desarrollo de actividades propias de una casa habitación.

4.1 Selección del sitio.

El tipo de desarrollo que se ha planeado para la Costa Maya se define como de bajo impacto, procurando de esta forma que cualquier desarrollo dentro de la zona sea de tipo armónico entre la actividad que se propone y la naturaleza. Por tal motivo, es necesario que los proyectos establecidos en la región prevean y prevengan los efectos negativos en los procesos ecológicos para evitar que se pongan en riesgo a los ecosistemas.

Bajo este tenor, es imprescindible enfatizar los principios básicos del desarrollo sostenible, ya que la Región Costa Maya, cuenta con innumerables recursos naturales y paisajísticos susceptibles de ser aprovechados para el desarrollo de las actividades turísticas, recreativas y domésticas, pero considerando la interrelación existente entre los factores socioeconómico, ambiental y físico.

Por ello, tomando en cuenta lo anterior, el área destinada al proyecto fue seleccionada por sus características paisajísticas y calidad escénica, lo cual

representa un beneficio para los promoventes debido a la lejanía de las actividades y características propias de los asentamientos humanos en las zonas urbanas, además de que una de sus principales particularidades es que el área propuesta es propiedad del promovente.

Cabe mencionar que el proyecto ha sido diseñado de acuerdo a las condiciones naturales y topográficas que prevalecen en el sitio, ya que de acuerdo a sus intereses y visión de la zona, es el único lugar que le ofrece las mejores opciones para contar con una calidad de vida digna y adecuada, de acuerdo a las expectativas propias del promovente, por otro lado, de acuerdo a los criterios ecológicos establecidos para el desarrollo del proyecto, esta permitido la construcción de este tipo de instalaciones.

Cabe señalar, que la implementación del desarrollo propuesto, beneficiará socialmente y económicamente a la población local, ya que contribuirá en la generación de empleos temporales y otros a largo plazo, lo cual permitirá mejorar los niveles de calidad de vida de los empleados. Así también, el sector productivo se verá favorecido por el incremento de sus ingresos, ya que para el buen funcionamiento de las instalaciones, serán requeridos insumos de diversa índole, así como alimentos y mercancías en general.

Para la selección del sitio y la naturaleza del proyecto se tomo en cuenta que:

El predio se encuentra inmerso en la Región de Costa Maya a escasos km del Poblado de Mahahual, Municipio de Othón P. Blanco, Q. Roo sobre el Camino Costero Mahahual-Xcalak.

El acceso al predio se da a través del camino costero que comunica a la población de Mahahual-Xcalak.

El predio se encuentra regulado por las políticas del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región conocida como Costa Maya, cuyas Unidades de Gestión Ambiental que inciden en el predio, permiten el desarrollo de Infraestructura Habitacional.

Que las dimensiones del proyecto permiten en términos de superficie aprovechable la construcción del mismo.

Que en la UGA que le corresponde al predio, no existen criterios ecológicos que se opongan a la naturaleza del proyecto, en todo caso las hay que favorecen el desarrollo del mismo.

El proyecto consiste básicamente en la construcción de una Casa habitación principal de dos niveles y una bodega como área de servicios.

4.2 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.

Actualmente, la gran mayoría de los predios que se encuentran cercanos al proyecto, cuentan con uso de Suelo de tipo Habitacional-Turístico, por lo cual para el caso que nos compete, se solicitará la autorización al H. Ayuntamiento de Othón P. Blanco a través de la Dirección de Desarrollo Urbano para obtener el permiso de uso de suelo de tipo habitacional para la construcción del mismo.

4.3 Preparación del sitio.

Sólo se prevén trabajos preliminares como la limpieza del terreno, el trazo y demarcación del área que se utilizará para la construcción de la casa habitación, en este sentido, se realizará un rescate de especies florísticas, con la finalidad de que sean nuevamente sembradas en el predio pero en lugares destinados para áreas verdes, evitando así la perdidas de habitats y microclimas. Cabe mencionar que la superficie que se encuentra en el lado Oeste del predio, se utilizará como

un área de conservación, en donde se sembrarán las plantas que sean susceptibles de ser rescatadas.

4.4 Etapa de construcción.

De acuerdo al programa de trabajo, se describen a continuación las etapas más relevantes a realizarse durante este período y posteriormente, se hace una breve descripción del procedimiento constructivo de la casa habitación:

Cimentación. Como es bien sabido, es la base que se emplea para sostener el edificio. Cabe señalar que durante esta etapa, existen actividades como la excavación de cepas, construcción de elementos estructurales como trabes, cadenas, castillos para reforzar los muros, la impermeabilización y el posterior relleno de las zanjas y cepas.

Techos y Estructuras. Prácticamente, esta etapa consiste en la construcción de la loza que servirá para separar las plantas baja y alta de la casa habitación, así como la loza superior de la planta alta. Por otro lado, también se construyen las trabes y columnas que las sostendrán.

Instalaciones. Para esta etapa se dividirán las instalaciones en eléctrica, hidrosanitaria y gas. Para el caso de la instalación eléctrica, esta se suministrará a través de paneles solares usados para captar la energía producida por la radiación solar, puesto que en la zona del proyecto no existe la energía proporcionada por la Comisión Federal Electricidad (CFE).

Para el caso de la instalación hidrosanitaria, esta se dividirá en el suministro de agua potable para actividades propias de la casa habitación, la cual será proporcionada por tanques cisternas, aunado a que la casa habitación contará con un sistema para la captación del agua lluvia. Por otro lado, para la disposición y tratamiento de las aguas residuales, se utilizará una planta de tratamiento de aguas residuales, la cual cumple con la Normatividad Ambiental, debido a que en

la zona no existe el sistema de drenaje sanitario por ser una zona fuera de la mancha urbana.

Para el caso de la Instalación de gas, se utilizará un tanque estacionario de 500 lt de capacidad para el almacenamiento de gas LP, para lo cual se contratarán los servicios de una empresa autorizada para su venta y distribución.

4.5 Etapa de operación y mantenimiento.

Esta se realizará a través de los promoventes. No obstante, se reconoce que para el desarrollo de las actividades propias de una casa habitación que se desarrollen en las instalaciones del proyecto, se requerirá dar cumplimiento a los criterios ecológicos establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico de Costa Maya.

Por otro lado, las instalaciones al ser usadas por el promovente, tendrán un desgaste natural de los elementos con que cuenta, por lo que es muy importante el mantenimiento de las instalaciones.

Sin embargo, cabe señalar que para la limpieza y mantenimiento de las instalaciones, será necesaria la creación de empleos permanente y temporal, ya que en el caso de cualquier tipo de reparación, ésta será atendida de acuerdo al tipo de desperfecto que pueda suceder. De igual forma, se establecerá un programa de mantenimiento preventivo para que las instalaciones del proyecto se encuentren en óptimas condiciones.

El personal que realice las funciones de mantenimiento deberá estar capacitado con el fin de no causar ningún deterioro en las instalaciones ni derramar algún desperdicio o sustancia al suelo. El mantenimiento correctivo que se realice la casa habitación y que requiera de un cambio de pieza, se hará cuidando de no ocasionar ningún impacto al ambiente. El material sobrante se llevará fuera del predio a lugares autorizados para tal fin.

4.6 Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales.

Debido a que la evaluación del impacto ambiental (EIA), se concibe como un instrumento de la política ambiental, analítico y de alcance preventivo y que permite integrar al ambiente un proyecto o una actividad determinada; en esta concepción el procedimiento ofrece un conjunto de ventajas al ambiente y al proyecto, invariablemente, esas ventajas sólo son apreciables después de largos períodos de tiempo y se concretan en economías en las inversiones y en los costos de las obras, en diseños más perfeccionados e integrados al ambiente y en una mayor aceptación social de las iniciativas de inversión. Por ello, las acciones puntuales del proyecto, la naturaleza de las obras que en si mismas constituyen, inducen la necesidad de fragmentar el análisis en etapas que corresponden al desarrollo del proyecto (obras preliminares, construcción, operación y mantenimiento).

a) Metodología para evaluar impactos ambientales.

Los indicadores de impacto ó índices ambientales se definen como "la expresión medible de un impacto ambiental" con y sin proyecto, por lo que son variables simples y/o complejas que representan una alteración sobre un factor ambiental, así un indicador es capaz de caracterizar numéricamente el estado del factor que se pretende valorar. Los indicadores de impacto regularmente están representados en unidades heterogéneas, incommensurables, por lo que se requiere transformarlos a unidades homogéneas y adimensionales para hacerlos comparables, a fin de jerarquizar los impactos y totalizar la alteración que generará el proyecto, lo que en este caso se logró con el método de la Matriz de Importancia, ya que el índice de importancia uniformiza los criterios. Donde indicadores cualitativos, tienen un valor cuantitativo, y los que se utilizaron cumplen con los siguientes requisitos:

Representatividad.- Se refiere a que es un indicador que evidencia los cambios al elemento afectado.

Relevancia.- La información que aporta es indicativa en términos de tiempo y espacio.

Excluyente.- Que no es repetitiva con otros indicadores, lo que podría llevar a una sobre-evaluación de algunos efectos.

Cuantificable.- Que es medible en términos cuantitativos de requerirse.

Fácil identificación.- que es claro y conciso.

b) Lista de indicadores de impacto ambiental.

Con el fin de elegir los indicadores ambientales que sean representativos y de relevancia en el área de estudio se eligieron los elementos que en base a la caracterización del medio abiótico, biótico y socioeconómico son cuantificables y de fácil identificación. A partir de la información de los capítulos anteriores, donde se describieron las acciones que se requieren para realizar el proyecto, así como los elementos relevantes del ambiente, se eligieron los indicadores para este sitio en particular. A continuación (Tabla 6), se describe el término en que se evaluó cada uno de los indicadores:

Tabla 6. Indicadores ambientales elegidos para la evaluación de impacto ambiental.

Fuente: Elaboración Propia, 2009.

Factor Ambiental	Medio	Tipo	Indicadores de Impacto
Atmósfera	Medio Físico	Calidad del aire	Calidad del aire expresada en términos de ausencia o presencia de contaminantes, los cuales se infieren por el tipo de actividades e insumos a utilizar, así como la concentración de polvo y partículas en suspensión, según la superficie de las zonas homogéneas y la población afectada en cada zona.
		Nivel de ruido	Es el grado de bienestar en función del nivel del ruido durante el día y la noche. Es el nivel sonoro en un punto crítico y/o representativo del impacto ambiental y se determina, por los datos conocidos de la medida ponderada del nivel equivalente (Leq.dB(A)) de los equipos y maquinaria a utilizar.
		Microclima	Se refiere a los elementos que conforman el clima en micro escala, como el efecto albedo, humedad, insolación o sombra, entre otros, en este caso el microclima es parte del nicho de especies vegetales y animales, así como un factor de confort social. Su monitoreo es sencillo a través de la temperatura ambiente determinada en sitios específicos.

Agua	Medio Físico	Calidad del agua y flujo subterráneo.	Bajo este rubro se considera la contaminación a la lente de agua dulce que se ubica sobre el manto salino. Esta afectación resulta particularmente sensible en la zona debido a dos condiciones exclusivas de la Península de Yucatán que corresponden a la existencia de un sustrato calcáreo de alta permeabilidad y que el principal reservorio de agua dulce corresponde al manto freático y como ríos subterráneos desembocan al mar, por lo que su alteración repercutiría en las condiciones de éste. Además de las comunicaciones de las corrientes subterráneas que llegan o desembocan en cuerpos de agua como los cenotes, donde la contaminación subterránea de estas corrientes determina la calidad del agua.
		Escorrentía superficial.	En esta zona la recarga de los acuíferos puede verse modificada si cambia la topografía, ya sea por la creación de barreras físicas que impidan que corra el agua sobre la superficie de forma horizontal y vertical. Este indicador se cuantifica considerando las condiciones actuales de la topografía de los terrenos colindantes al predio en estudio, que tengan influencia en éste y el área que será modificada, en extensión parcial y no puntual.
Suelo	Medio Físico	Contaminación del suelo y el subsuelo	Son los niveles de elementos extraños o no procesables en el suelo y el subsuelo que modifican su composición y con ello los procesos físicos, químicos y biológicos, naturales.
		Perdida de suelo	Es la superficie donde se pierde o sustituye el suelo original por otro material. Este rubro se refiere al desplazamiento de la capa fértil o rica en nutrientes del suelo debido a diversos factores como la lluvia o el viento principalmente y de la formación del suelo por la acumulación de sustrato. Este indicador se determina por la inferencia de las áreas que perderán vegetación y por la modificación de la topografía del predio que modifica directamente el proceso.
Vegetación	Medio Biológico	Duna Costera Arenosa-Matorral Costero	En este elemento se va a evaluar su composición en número de especies, de ejemplares por especie y distribución, lo que se define como diversidad.
Fauna	Medio Biológico	Reptiles y anfibios	Hay que considerar la presencia de ejemplares que incluyen especies de lento desplazamiento y se adaptan a los lugares alterados. El indicador será el número de especies catalogadas como especies raras, endémicas o amenazadas que podrían ser afectadas.
		Aves	Las aves son organismos que requieren de sitios específicos de reproducción y alimentación por lo que son sensibles a las alteraciones en la vegetación así como a la presencia de actividades, son un buen indicador ya que desciende el número de especies sensibles y aumenta el de especies más adaptables y oportunistas. El indicador será el número de especies catalogadas como especies raras, endémicas o

			amenazadas que podrían ser afectadas.	
		Mamíferos	Los mamíferos son un indicador sensible como el resto de la fauna ya que se evidencia el cambio en la composición poblacional, disminuyendo considerablemente el número de especies de mamíferos mayores y medianos a las modificaciones en el ambiente. Los mamíferos menores y voladores aunque más adaptables son indicadores en otra escala territorial de alteraciones en el medio y se pueden desplazar de forma rápida. El indicador será el número de especies catalogadas como especies raras, endémicas o amenazadas que podrían ser afectadas.	
Paisaje	Medio Biológico	Naturalidad	Son los espacios sin modificación del paisaje en donde no se han producido actuaciones humanas y estas pueden ser: espaciales, puntuales lineales y superficiales.	
		Fragilidad	Es un indicador de la susceptibilidad a modificaciones antropogénicas en los ecosistemas que dependen de su estructura y naturalidad.	
		Calidad paisajística	Esta conformada por tres elementos de percepción: por las características intrínsecas del sitio, por la calidad visual y la calidad de fondo escénico.	
Territorio	Medio Socioeconómico.	Cambio de uso de suelo	Son las actividades que se desarrollan en el predio que sin proyecto el uso de suelo se clasifica como natural, lo que se acerca a la mayor calidad ambiental y la capacidad de recepción del proyecto, evaluando la congruencia con el desarrollo económico y social en la zona.	
Infraestructura		Redes de abastecimiento básico	Es el impacto que tendrá el proyecto en la red de abastecimiento en el área, como es el abastecimiento y tratamiento del agua, electricidad y comunicaciones en cuanto a la demanda que tendrá de ellos el proyecto, y se mide en función del incremento de esta necesidad a nivel local.	
		Vialidades	Este rubro corresponde a la disponibilidad de redes viales que existen en la zona, así como la facilidad y calidad de las mismas para llegar al área de estudio para casos de emergencia.	
Economía		Nivel de empleo	Este corresponde a uno de los rubros socioeconómicos más importantes, en el desarrollo de proyectos de construcción, en los cuales se requiere de trabajadores en todas sus etapas. Si bien esta característica constituye un beneficio económico para los involucrados, suele también producir afectaciones de tipo social como: migración, marginación, demanda de servicios, entre otros. La industria de la construcción representa uno de los sectores económicos más significativos de la economía de una región, por ello el fortalecimiento de esta industria corresponde a una reactivación de la economía y por ende se traduce en una fuente de empleos considerable.	

		Cambio de valor de suelo	El valor del suelo se incrementará de forma espectacular elevándose el valor del m ² más de 10 veces, debido a que los terrenos con vegetación propia de las zonas costeras, no son valorados por sus componentes naturales. El valor se lo dan las personas por el tipo de servicios existentes en un determinado lugar.
		Derrama económica	En este rubro se contempla la afectación a la economía local y regional, que puede ser directa o indirectamente, por la necesidad de insumos para el funcionamiento del proyecto.

c) Criterios y metodologías de evaluación.

El método de evaluación de impactos ambientales debe permitir la medición del grado de intensidad e incidencia del efecto impactante y de la acción que impacta, definiendo en primer lugar si el efecto es positivo o negativo, a si como su efecto temporal y espacial, tomando en cuenta la capacidad del elemento impactado de absorber o recuperarse de dicho impacto. Para la metodología elegida se utilizaron los siguientes criterios: los criterios para la evaluación en la Matriz de Importancia son los siguientes:

Signo.- (+) benéfico (-) perjudicial.

I= Intensidad.- Grado de incidencia sobre el factor, 1 a 12, este ultimo representa la total

Ex= Extensión.- Área de influencia teórica del impacto, donde los valores asignados son 1 puntual, 2 parcial, 4 extenso y 8 total.

MO= Momento.- El tiempo que transcurre entre la acción y la aparición del efecto; inmediato y corto plazo (4), 1-5 años plazo medio (2), largo plazo más de 5 años (1).

PE= Persistencia.- Tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y hasta que el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales naturalmente o

mediante introducción de medidas correctoras. Fugaz menos de un año (1), temporal menos de 10 años (2), permanente más de 10 años(4).

RV= Reversibilidad.- La posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medios naturales, a corto plazo (1), a medio plazo (2), si el efecto es irreversible se le asigna el máximo de 4.

SI= Sinergia.- Este atributo contempla el reforzamiento de dos o mas efectos simples, que es superior a la suma, el criterio toma valores de 1 a 4.

AC= Acumulación.- Este criterio da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto identificado, los valores van de 1 si no es acumulativo, y 4 si es acumulativo.

EF= Efecto.- Se refiere a la relación causa - efecto, es decir la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, el efecto es directo o primario (4), o secundario, indirecto (1).

PR= Periodicidad.- Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, sea cíclica o recurrente (efecto periódico), o impredecible en el tiempo (irregular), o constante en el tiempo (continuo). Los valores van de 1 en los discontinuos, 4 continuos y 2 en periódicos.

MC= Recuperabilidad.- La posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medio de medidas correctoras. Se asignan valores de 1 a 8 este ultimo se asigna si el impacto es irrecuperable.

Todos los criterios van a dar el valor de Importancia del Impacto, es decir la importancia de la acción sobre el factor ambiental, independiente de la importancia del factor ambiental.

d) Justificación de la metodología seleccionada.

Existen numerosas metodologías para la evaluación de impactos sobre el medio ambiente, que toman en cuenta los componentes natural, social y económico, algunos se declaran de utilidad universal, pero la mayoría fueron creados para situaciones y proyectos muy específicos. No existe una metodología universal ya que la situación, cambia con el proyecto, el lugar a desarrollar las tecnologías utilizadas, entre otras variables, como las posibilidades de proyecto así como los medios receptores son prácticamente infinitos, las metodologías a usar son también ilimitadas.

Las metodologías van desde las más simples a las más complejas que requieren de datos cuantitativos y programas sofisticados; la decisión sobre cual metodología utilizar se tomo basándose en los siguientes aspectos:

Una metodología que permita identificar y evaluar los impactos ambientales,

Que sea en lo posible independiente de la percepción personal del evaluador y sus sesgos,

Que sea de fácil interpretación para todos los involucrados.

En el presente estudio se eligió realizar la identificación y la evaluación por medio de la matriz de doble entrada, basada en la Batelle-Colombus adaptada por Conesa Fdez. (1995), la cual permite una fácil interpretación de los resultados y eficiente predicción de los impactos (Tabla 7).

Tabla 7. Utilidad relativa de la metodología utilizada. (Canter, L. 1999).

Metodología	Identificación de impactos	Predictión	Interpretación	Comunicación	Inspección
Battelle Colombus	-	Alta	Alta	Alta	Baja - Media Baja Media

4.7 Metodología de Evaluación.

En este caso el valor será medido a través de la importancia del impacto método descrito por Vitora Fdz. (1995), basado en el Método del Instituto Batelle-Colombus, llamado matriz de importancia, la cual consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figurarán las acciones impactantes y dispuestas en filas los factores ambientales susceptibles a recibir impactos.

Para definir las acciones impactantes y los factores impactados se utiliza una matriz de identificación de efectos, para fines de este estudio se tomara como matriz de identificación la realizada para el diagnóstico ambiental, y todas las que fueron marcadas con afectación se utilizarán en la matriz de importancia.

Una vez identificada las posibles alteraciones, se hace una previsión y valoración de las mismas. La evaluación es una herramienta fundamentalmente analítica, de investigación prospectiva de lo que puede ocurrir, por lo que la clarificación de todos los aspectos que definen los impactos (interrelación Acción del proyecto-factor medio), es absolutamente necesaria.

La valorización cualitativa se efectuará a través de la matriz de impactos. Cada casilla de cruce en la matriz o tipo de elemento, nos dará la idea del efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental impactado.

Los elementos de la matriz de importancia identifican el impacto ambiental (I_{ij}) generado por una acción simple de una actividad (A_i) sobre un factor ambiental considerado (F_j). En este estadio de valoración, mediremos el impacto, en base al grado de manifestación cuantitativa del efecto que quedará reflejado en lo que definimos como importancia del impacto. Los elementos tipo, o casillas de cruce de la matriz, estarán ocupados por la valoración correspondiente a once símbolos siguiendo el orden espacial, más una casilla que sintetiza en una cifra la importancia del impacto en función de la formula. La importancia de los impactos ($I = \text{Importancia}$), se calculo por medio de la siguiente formula:

$$I = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Donde la I = importancia es resultado de los valores asignados a cada atributo de acuerdo a la siguiente tabla (8):

Tabla 8. Utilidad relativa de la metodología utilizada.
Fuente: Elaboración Propia, 2009.

Atributos	Valor
Naturaleza	+ -
Extensión (EX) (Área de influencia)	1 a 8
Sinergia (SI) (Regularidad de la manifestación)	1 a 4
Efecto (EF) (Relación causa – efecto)	1 a 4
Persistencia (PE) (Permanencia del efecto)	1 a 4
Periodicidad (PR) (Regularidad de la manifestación)	1 a 4
Recuperabilidad (MC) (por medios humanos)	1 a 8
Intensidad (I) (Grado de destrucción)	1 a 12
Momento (MO) (Plazo de manifestación)	1 a 4
Reversibilidad (RV)	1 a 4
Acumulación (AC) (Incremento progresivo)	

El valor de importancia toma valores entre 13 y 100; Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes, es decir que el ambiente puede aceptarlos, sin repercusiones severas, los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50. Serán severos cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75 y críticos cuando el valor sea superior a 75. Una vez que se obtiene el valor de importancia de cada casilla de cruce se realiza una valoración cualitativa de cada una de las acciones impactantes y de cada factor ambiental que ha sido objeto de impacto. La suma algebraica del valor de importancia de cada columna nos indicara la acción más agresiva, altos valores negativos, las poco agresivas bajos valores negativos y las beneficiosas con valores positivos.

De la misma forma la suma algebraica por filas, nos indicara los factores ambientales que sufren en mayor o menor medida las consecuencias de la realización del proyecto. El impacto final cualitativo se obtiene de la suma de los impactos que se presenten en todas y cada una de las etapas del proyecto. Los resultados de las sumas, pierden la calidad cuantitativa, ya que no son resultado

de la valoración de los criterios, son cualitativas, ya que el algoritmo creado para su cálculo, es función del grado de manifestación cualitativa de los criterios que en el intervienen, por lo que tampoco aplican los valores de los rangos antes descritos.

Análogamente se puede decir que la importancia en la fila $j=2$, es mayor que la fila $k=1$, y deducir que j está siendo agredido en mayor medida que el factor k , pero sin proporción numérica alguna, no significa que j es dos veces más impactada que k . Es importante tener presente lo anterior al interpretar la matriz resultante.

a) Evaluación de los impactos ambientales.

Las acciones que se evaluarán también pasan un filtro, de tal forma que no sean redundantes y evitando que se sobrevalúe una acción. Para el presente proyecto, únicamente se realizarán dos etapas representadas por las acciones siguientes:

b) Valor de importancia de los impactos ambientales identificados.

La matriz donde se cruzan las acciones con los factores ambientales muestra los valores de importancia del impacto de forma particular para cada elemento ambiental evaluado. Posteriormente se presenta una ficha por factor donde se analizan y se presentan los valores máximos asignados a cada factor ambiental, detallando los valores que se asignaron a cada uno de los 11 atributos evaluados en cada etapa. A continuación, se presenta un ejemplo de la tabla (9) de evaluación propuesta.

Tabla 9. Matriz de interacción entre acciones y Factores Ambientales.
Fuente: *Elaboración Propia, 2009.*

Factor evaluado Etapa del proyecto	Calidad del Aire		
	Preparación del Sitio	Construcción	Operación
Acciones Impactantes	Rescate ecológico de Flora y Fauna Construcción del vivero rústico temporal Chapeo y Desmonte Trazo y delimitación	Presencia de trabajadores e implementación de campamento Residuos sólidos Residuos líquidos Construcción de la	Utilización de productos de limpieza, pesticidas, y agroquímicos Jardinería en zonas de vegetación nativa y jardines

	del terreno Presencia de trabajadores Operación de vehículos y equipo	casa habitación Reforestación de áreas verdes	Vehículos de los propietarios y visitantes Mantenimiento de la infraestructura de la casa habitación Manejo de residuos sólidos Manejo de aguas residuales
Atributos evaluados	Valor asignado al impacto		
Naturaleza			
Extensión			
Sinergia			
Efecto			
Persistencia			
Periodicidad			
Recuperabilidad			
Intensidad			
Momento			
Reversibilidad			
Acumulación			
Valor de Importancia			
Etapa del proyecto	Descripción y análisis de los impactos		
Preparación del Sitio			
Construcción			
Operación			

c) Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales.

El proyecto, ocasionará algunos impactos ambientales tanto adversos como benéficos. Atendiendo a esta situación, en el presente capítulo, se detallan las medidas de mitigación que deberán considerarse para minimizar y/o atenuar dichos impactos, y en consecuencia, que el proyecto sea viable y compatible con el medio natural y socioeconómico en el que se inserta.

A continuación, se presenta un ejemplo de una tabla (10) en donde se describen las medidas de prevención, mitigación y correctivas que se requieren en cada factor que pudiera ser impactado por la realización del proyecto.

Tabla 10. Matriz de interacción con las medidas preventivas, de mitigación y correctivas según los Factores Ambientales.

Fuente: Elaboración Propia, 2009.

Factor evaluado	Calidad del Aire		
Etapa del proyecto	Preparación del Sitio	Construcción	Operación
Acciones Impactantes	Rescate ecológico de Flora y Fauna Construcción del vivero rústico temporal Chapeo y Desmonte Trazo y delimitación del terreno Presencia de trabajadores Operación de vehículos y equipo	Presencia de trabajadores e implementación de campamento Residuos sólidos Residuos líquidos Construcción de la casa habitación Reforestación de áreas verdes	Utilización de productos de limpieza, pesticidas, y agroquímicos Jardinería en zonas de vegetación nativa y jardines Vehículos de los propietarios y visitantes Mantenimiento de la infraestructura de la casa habitación Manejo de residuos sólidos Manejo de aguas residuales
Etapa del proyecto	Descripción y análisis de los impactos		
Preparación del Sitio			
Construcción			
Operación			
Medidas Preventivas			
Medidas de Mitigación			
Medidas de Compensación			

d) Impactos Residuales.

Considerando los impactos identificados y las medidas de prevención y mitigación propuestas en la siguiente tabla (11), se describen los impactos residuales:

Tabla 11. Matriz de Impactos Residuales.

Fuente: Elaboración Propia, 2009.

Factor evaluado	Impactos Identificado	Medidas Preventivas, de Mitigación o Compensación	Impacto Residual
Calidad del Aire	La calidad del aire se modifica por el polvo que se levanta durante la preparación del terreno, que al igual que los gases producto de la	Los equipos se operarán en buenas condiciones de combustión. Los materiales terrígenos se mantendrán húmedos.	El impacto hacia la calidad del aire irrelevante, con una capacidad de recuperación inmediata.

Factor evaluado	Impactos Identificado	Medidas Preventivas, de Mitigación o Compensación	Impacto Residual
	combustión de los motores de vehículos y equipo se dispersa de forma inmediata.	No habrá quemas de vegetación ni de basura.	
Nivel del Ruido	Generación de ruido por el paso y uso de vehículos y equipo, así como por las labores de construcción y operación.	Se utilizará equipo en buen estado, donde las jornadas de trabajo serán diurnas y no rebasarán las 10 hrs, con el fin de no generar ruido que afecte al entorno mismo.	El ruido es inherente a las labores de preparación, construcción y operación, y se genera un impacto bajo.
Microclima	Se afecta en las zonas de aprovechamiento, al retirar la vegetación.	Conservar la vegetación arbórea a los lados del camino. Que en la reforestación se contemplen especies arbóreas, lo que permitirá crear sombra y mantener la humedad del sitio.	El impacto es mínimo ya que es muy puntual, no se afecta más allá del sitio, y la cobertura vegetal alrededor del predio amortigua los cambios en el microclima.
Calidad del Agua y Flujo Subterráneo	Las acciones que representan un riesgo para la calidad del agua subterránea, son las de contaminación por residuos sólidos o líquidos.	Que en el sitio del proyecto serán manejados desde su generación para que no se conviertan en contaminantes. Ejecutar un programa de manejo adecuado de residuos sólidos. Fomentar actividades de separación de residuos, y reciclaje de estos. En tanto que para las aguas residuales, como medida preventiva habrá un tratamiento eficiente de ellas, que cumpla la normatividad vigente.	No existe contaminación por acciones realizadas en el proyecto, se mantendrá vigilancia de que no se arroje ningún tipo de desecho en el sitio.
Contaminación del Suelo y Subsuelo	En todas las etapas se generan residuos sólidos de tipo municipal y restos de vegetación.	Contar con contenedores en número suficiente, para que los trabajadores tiren su basura. Designar sitios específicos para los restos de material, para que los trasladen al sitio indicado por la autoridad, por lo menos una vez a la semana. No arrojar los residuos a la zona de vegetación.	La generación de residuos no se puede evitar pero de su tratamiento depende que sea impactante o no, por lo que con un adecuado manejo desde el sitio de su generación no se considera que habrá problemas en este tema. Por ello el programa de manejo contempla

Factor evaluado	Impactos Identificado	Medidas Preventivas, de Mitigación o Compensación	Impacto Residual
		Los restos vegetales se triturarán para formar suelo orgánico en las áreas que se vayan a reforestar.	la separación de todos los residuos reciclables, para trasladarlos a los centros de acopio. Los residuos vegetales y orgánicos se manejaran en composta para utilizarlos como sustrato orgánico en las áreas que se vayan a reforestar. El resto se trasladara al sitio indicado por la autoridad previo pago al ayuntamiento.
Vegetación-Selva Mediana Subperennifolia	Se removerá vegetación de la duna costera arenosa-matorral costero únicamente del área destinada para el desplante del proyecto.	Se realizara un rescate selectivo de las especies de importancia ecológica. Con las especies que se rescataran se dispondrá de un vivero provisional para mantener los ejemplares rescatadas así como para propagar por medios sexuales y asexuales a las especies de importancia ecológica. Se reforestará el predio para promover la renovación de la vegetación.	Se ocupará solo una parte del predio, y otra de mayor dimensión se utilizará como zona de conservación, aunado a ello se reforestará el área de aprovechamiento con especies nativas y que correspondan al tipo de vegetación original.
Fauna- Aves, Reptiles y Anfibios, Mamíferos	La remoción de la vegetación y el paso de los transeúntes y el ruido de equipo, genera impactos indirectos a la fauna, aunque las especies registradas son tolerantes a la presencia humana, de no ser así ya no estarían en el predio. Las especies que se localizaron en el predio se adaptan a la presencia humana.	Se tendrá vigilancia y avisos a los trabajadores de la prohibición de caza y captura de cualquier especie de fauna silvestre.	El impacto negativo resulta de significancia muy baja, ya que las especies presentes están adaptadas y se ven favorecidas por las actividades humanas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Uno de los requisitos indispensables para la viabilidad del proyecto, es cumplir con todos y cada uno de los criterios ecológicos denotados en el POET Costa Maya y los ordenamientos Jurídico-ambientales aplicables, ya que con ello, se está dando cumplimiento a lo estipulado por la normatividad en materia ecológica y ambiental así como procurando la minimización de impactos que se generen por las actividades dentro de las etapas del proyecto.

Cabe mencionar que para una Casa Habitación, se tiene que construir utilizando y aplicando técnicas que mitiguen los impactos sobre los ecosistemas costeros del área del proyecto. Asimismo, se estará dando cumplimiento a lo mencionado en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Costa Maya (2006), en donde se menciona que *"es prioritario tener un desarrollo armónico con la naturaleza y que genere inversión en la región, así como para optar por nuevos destinos para el desarrollo de actividades comerciales, turísticas y de esparcimiento en la zona Sur del Estado"*.

Por ello, es importante recalcar, que el ambiente costero de la Región Costa Maya se encuentra con impactos ambientales poco significativos o nulos, ya que la población en la Localidad más cercana al proyecto es Mahahual la cual cuenta con un número menor a 2000 habitantes. Por otra parte, en la Región Costa Maya en General, no existen desarrollos industriales, agrícolas, humanos o turísticos de gran concentración turística que pudieran afectar el medio ambiente, a no ser por las instalaciones del Muelle de cruceros, donde la gente que arriva, está de forma cautiva, ya que solo utiliza las instalaciones del muelle o visitan las zonas arqueológicas cercanas a la región, por lo cual no representa la generación de impactos que se puedan considerar de gran afectación a los ambientes costeros.

Bajo este tenor y a fin de evitar modificaciones irreversibles de los ecosistemas de la zona, el proyecto se habrá de adecuar al medio natural tanto como modelo

paisajístico como arquitectónico, pero sobre todo, considerando la infraestructura propia del Caribe. Por ello, se tiene que considerar el uso de material propio de la región buscando la armonía con el ambiente y el paisaje.

Por otro lado, de acuerdo al análisis integral de los subsistemas biótico, abiótico, socioeconómico y jurídico-administrativo con relación a las etapas del proyecto, se puede determinar, identificar y evaluar los impactos ambientales que se pueden generar con la realización del proyecto en esta zona.

A continuación, se detallará el posible pronóstico ambiental para la zona ante el establecimiento de una casa habitación, de tal manera que se manifieste su compatibilidad con el medio natural; esto es, con los factores ambientales tales como: aire, agua, suelo, flora acuática y terrestre, fauna acuática y terrestre.

a) Factor Aire.

En toda la Región Costa Maya, el factor aire no ha sufrido alteraciones por la presencia de emisiones de gases, partículas o humos contaminantes. De tal forma que las únicas actividades generadoras de estos contaminantes son las fuentes móviles que circulan por el camino costero que une las poblaciones de Mahahual y Xcalak, cabe mencionar que estos contaminantes no son de gran importancia debido a la poca circulación de los vehículos por esta vía. Otras actividades que también son fuentes generadoras de emisiones a la atmósfera, son las embarcaciones náuticas que operan en la localidad, sin embargo, tampoco se puede considerar como una fuente preocupante de contaminación atmosférica.

Por otro lado, es factible la construcción de un proyecto de esta magnitud, sólo que considerando y aplicando las medidas de control resultantes del análisis de los impactos, los cuales vienen descritos en el Estudio de Impacto Ambiental, de esta forma, no se incrementará de manera sustancial la emisión de contaminantes a la atmósfera en cualquiera de las etapas del proyecto.

b) Factor Agua.

Como se ha mencionado, es importante no hacer uso del acuífero, ya que no debe considerarse la construcción de infraestructura que la requiera y tampoco se debe utilizar para el consumo humano debido a que no es apta para ello.

Es por ello, que se debe tener un especial énfasis en la prevención y el posible control de la contaminación que se genere durante todas y cada una de las etapas del proyecto. En este sentido, se debe considerar que en el diseño de las casas habitación, se utilicen los techos de las casas como colectores del agua lluvia y conducirlos a cisternas, con la finalidad de utilizarla en los baños (duchas, lavabos y w.c.). por otro lado, es indispensable que las aguas residuales, sean conducidas a plantas de tratamiento tipo paquete con un biofiltro en el efluente, ya que son económicas y no requieren mucho mantenimiento, y el agua resultante se puede utilizar para el riego de los jardines o del camino costero.

c) Factor Suelo.

Debido a que la franja costera de la Costa Maya tiene el tipo de suelo Regosol calcárico, se tiene que poner especial énfasis durante la etapa de construcción, cabe hacer mención, que ello no debe representar una considerable afectación en las características físicas o químicas del suelo. No obstante, se sigue pronosticando que las actividades que se realicen no deben afectar de manera crítica las características de los suelos en el área del proyecto y los predios aledaños a la propiedad del promovente o la ZOFEMATAC. es recomendable, aplicar todas y cada una de las actividades propuestas para prevenir, compensar o mitigar algún posible impacto.

d) Factor Flora Acuática y Terrestre.

El área donde se encuentra el proyecto, existe vegetación de duna costera y diferentes especies propias de la región, así como vegetación oportunista, de acuerdo a lo anterior, se tiene que considerar no modificar las áreas donde se encuentran las especies vegetales, de tamaño considerable, y adecuar el proyecto

de acuerdo a la ubicación de las plantas, con el fin de promover acciones que permitan la conservación de la vegetación natural de la zona costera.

En lo que se refiere a posibles afectaciones a la flora acuática, ésta no tiene ninguna relevancia, ya que únicamente se considera la construcción de una casa habitación, por lo que el proyecto no colinda de manera directa con ninguna zona en donde se distribuya este tipo de ecosistemas, la más cercana se encontraría a unos 150 metros aproximadamente de la línea de costa.

e) Factor Fauna Acuática y Terrestre.

A lo largo de la Costa Maya, existe vegetación de duna costera, la cual tiene la finalidad de provocar la acumulación de arena y evitar la erosión de la zona costera, es por ello, que no se debe considerar que en el área del proyecto se distribuyan organismos de importancia crítica y mucho menos se crearán nuevas barreras que impidan el desplazamiento y libre paso de los organismos terrestres por la zona.

Con respecto a la fauna acuática, no existe ninguna afectación directa para los organismos móviles, puesto que cuando se estén realizando actividades recreativas en la zona de playas, estos tienen la ventaja de alejarse de la zona del proyecto, pudiendo de esta forma no representar algún riesgo para ellos. Por lo descrito anteriormente, tanto para la fauna terrestre como para la acuática con características de locomoción, se pronostica que se mantendrán las mismas condiciones que prevalecen actualmente dentro del área de estudio, en el caso de los organismos benthicos, existe la posibilidad de pérdida y/o cambio de habitats, lo cual no es de gran relevancia puesto que esto de ninguna forma afectaría la cadena trófica en el área de estudio.

f) Evaluación de Alternativas.

Una vez que ya han sido analizados y descritos los escenarios posibles en los factores ambientales que se pudieran suscitar por la construcción del proyecto, se

puede concluir que el escenario ambiental que existe en este momento en el área de interés se habrá de mantener sin cambios significativos. Por lo tanto, no se considera la necesidad de buscar alternativas al proyecto.

Por otra parte, se debe mencionar que ésta zona representa a su vez un factor de desarrollo socioeconómico tanto para los promovente como para la comunidad de Mahahual, y un área de aprovechamiento, esparcimiento y relajación para los propietarios de la casa habitación.

En el Programa Ordenamiento Ecológico Territorial donde se encuentra inmerso el proyecto, se tiene contemplado el uso de suelo habitacional propio para este tipo de proyectos. Cabe señalar que del total del área del proyecto únicamente se debe desmontar el área que se utilizará para el desplante de la vivienda, ya que el restante se debe utilizar como áreas de jardines y áreas reforestadas con la vegetación de la zona.

Estos proyectos, deben diseñarse en apego con los criterios ambientales señalados en el POET, ya que estas importantes herramientas de regulación se basan en estudios que como resultado imponen lineamientos de uso de suelo y ambientales, a fin de no rebasar la capacidad de carga de la región. En este sentido, el presente proyecto, considerando todos y cada uno de los lineamientos urbanos y ambientales, propone un proyecto integral bajo los preceptos del desarrollo sustentable a fin de proveer a los usuarios de la vivienda, una mejor calidad de vida dando énfasis al precepto de la LGEEPA (2001), donde se manifiesta que "*todo individuo tiene derecho a gozar de una mejor calidad de vida y un medio ambiente adecuado*".

Por ello, en el estudio se debe describir las características ambientales del predio, y el marco regional y de la unidad ambiental, para finalmente evaluar las afectaciones del proyecto en relación al ambiente en el que se encuentra inmerso.

El proyecto al respetar los lineamientos de planeación conservara la integridad funcional del predio, ya que no se afectaran las redes tróficas, y la dinámica sucesional, los servicios ambientales se conservan como existen actualmente y con el programa de rescate y reforestación, estos servicios aumentarán, así como la plusvalía del sitio y las áreas aledañas.

Adicionalmente al hecho de que se respetan los instrumentos de regulación, que se basan en estudios de capacidad de carga, se debe realizar la restauración de las áreas de conservación, por lo que su cuidado representara una pequeña isla donde la fauna asociada principalmente las aves, encontraran sitios de reproducción, refugio y alimento. Por todo lo anterior se concluye que la realización del proyecto tiene un equilibrio entre los impactos negativos y los positivos, en apego a la legislación ambiental vigente, y a los instrumentos de planeación municipal, estatal y nacional.

Sin embargo, es claro que para poder construir una casa habitación en la Costa Maya, es necesario contar con predios que tengan un frente de playa mayor a los 20 m, lo cual se encuentra estipulado en el POET Costa Maya (2006). Cabe mencionar que uno de los principales retos para los propietarios de las casas habitación, así como de los constructores de la región, es dar cumplimiento a todas las regulaciones normativas en materia ambiental que aplican para la región.

Por otro lado, se debe realizar un diagnóstico por subsistema, con la finalidad de comprender el nivel de importancia y grado de afectación que puede ocasionar un proyecto de esta magnitud, en relación con la instrumentación legal que aplica para la región Costa Maya.

Las principales alteraciones a la cobertura vegetal existente en la Región se encuentran en las inmediaciones del camino costero original, en donde se han construido caminos radiales para desviar el trazo original con el único fin de incrementar la superficie aprovechable del terreno.

Los ecosistemas mas afectados han sido los matorrales costeros, las selvas bajas con palmares principalmente la palma chit, y en gran medida el ecosistema de manglar.

En la Región se presentan tres tipos principales de vegetación, distribuidos a manera de bandas con dirección norte-sur: Duna Costera (en la orilla del litoral); Vegetación acuática facultativa (en áreas inundables con algunos escurrimientos temporales o permanentes); y, la Selva (en la porción más alta de terreno). En el impulso a las actividades económicas de la Costa Maya presiona únicamente en los ecosistemas localizados en las inmediaciones de la costa son los que reciben mayor presión.

Es necesario considerar, que el paso del huracán Dean por la zona, dejó una serie de conocimientos y aprendizajes, en donde se pudo observar que la vegetación, forma una parte integral en la construcción de las casas habitación, ya que sirven como barreras naturales que evitan hasta cierto punto, los embates de los vientos y la marea de tormenta, por ello, es necesario concientizar a los propietarios de las zonas costeras, para que mantengan reforestadas sus áreas colindantes a la Zona Federal Marítimo Terrestre con vegetación nativa del lugar.

El trazo de la nuevas construcciones deben ser distribuidas estratégicamente con el fin de evitar el derribo de especies vegetales, por lo que las poblaciones de plantas establecidas aumentaran en numero o cuando menos se mantendrán. El impacto sobre la topoforma de las dunas será mínimo, pues es un área en donde la conformación de dunas en el estricto concepto, es mínima encontrándose por lo regular planicies en lugar de montículos.

El paisaje costero del predio se debe mantener en condiciones favorables, principalmente adornados por las palmas de coco, chit, areca, despeinada,

montículos de arena en donde prosperan especies de hábitos herbáceos, encontrándose este ecosistema en estado de recuperación ecológica.

Los procesos naturales ecológicos en Costa Maya están prácticamente sin alteración antropogénica. Sin embargo, los procesos socioeconómicos muestran una dinámica que, después de un período de alta emigración, empieza a incrementarse la inmigración. La región depende en gran medida de productos traídos desde fuera de la región, incluyendo productos agropecuarios, vestido, materiales de construcción, etc. El incremento de estos productos ha sido notable en los últimos 2 años cuando comenzaron los proyectos de desarrollo en la costa (Gob. del Edo. de Q. Roo-UQROO 1998).

Por otro lado, Costa Maya tiene innumerables ecosistemas de gran relevancia para la sociedad en su conjunto, que bajo la directriz de normas y enfoques de gran visión y a diversos plazos, producirá beneficios directos en los actores involucrados, los cuales repercutirán incrementando su calidad de vida.

En este sentido, se debe realizar trabajo de campo, con la finalidad de determinar todos y cada uno de los elementos naturales descritos líneas abajo, ya que ello, nos facilitaría realizar un diagnóstico integral del ecosistema inmerso en el área de estudio. En el análisis se reconocen los factores críticos en el sistema, por su fragilidad, estado de conservación, y por su participación como elemento básico del sistema, como son el suelo, que se puede reflejar o ser resultado de las condiciones de la vegetación.

El diagnóstico ambiental se presenta en forma de cuadro gráfico, donde se le asigna un valor de acuerdo a caracteres universales y que no requieren de metodologías especiales para su apreciación se califican el estado de conservación, fragilidad y capacidad de carga de acuerdo a los fundamentos descritos en las siguientes tablas (14 y 15):

Tabla 14. Calificaciones del Diagnóstico Ambiental.

Fuente: elaboración propia, 2009.

Características/Grado	Alto	Medio	Bajo
Estado de conservación	Cuando las condiciones no han sido modificadas, o han sido modificadas de forma poco significativa.	Cuando se ha modificado el estado original, pero existe un grado aceptable de conservación.	La afectación del factor es relevante y su naturaleza ha sido modificada significativamente.
Fragilidad	Un elemento frágil se degrada con facilidad y se recupera con dificultad, es vulnerable.	Se encuentra en un término medio de susceptibilidad y capacidad de recuperación.	Cuando el componente tiene una alta capacidad de regeneración y no se ve afectado con facilidad.
Capacidad de regeneración	Cuando un elemento se recupera en un intervalo de tiempo corto de un efecto impactante.	Cuando un elemento se recupera de forma paulatina de un impacto.	Cuando no se recupera o es un proceso a muy largo tiempo.

Tabla 15. Diagnóstico ambiental del predio.

ES= Estado de conservación, F= Fragilidad, CR= capacidad de regeneración.

A=Alto, M=Medio, B=Bajo.

Fuente: elaboración propia, 2009.

Factor Ambiental	Elemento Indicador	Descripción de la Situación Actual.	ES	F	CR
Atmosfera	Calidad del aire	En la zona no existen emisiones por industria, se limita a los gases de combustión que emiten los vehículos en las zonas aledañas del proyecto así como producto de la quema de residuos a cielo abierto, otras veces por la emisión de partículas y polvos por el paso de los vehículos o la acción del viento. Por ser una zona donde corre el viento continuamente, los gases, humos, polvos y partículas se dispersan de forma inmediata.	A	M	A
	Nivel de ruido	El ruido proviene del movimiento de la vegetación generado por el viento, por la fauna y por el paso de los vehículos en el camino costero.	M	A	A
	Microclima	El clima y microclima es cálido-húmedo, que por la cobertura vegetal, en el interior del predio el microclima se ha modificado por las áreas desmontadas, lo que provoca mayor exposición y acumulación de calor en el suelo, esto modifica la temperatura y humedad, en un rango mínimo por lo que no se modifican las características físicas y biológicas en el predio.	M	A	M
Hidrología	Subterránea	La calidad del agua de acuerdo a los reportes que tiene la CONAGUA, gozan de buena calidad, aún debido a que existe un marcado	M	A	A

		establecimiento de asentamientos humanos en la parte Norte y Sur del Predio a lo largo de la zona costera.			
	Escorrentía superficial	La hidrología superficial del predio es casi nula, debido a que son suelos altamente permeables, lo que imposibilita la formación de escorrentías, por lo que las aguas se infiltran de manera inmediata al subsuelo.	B	A	B
Suelo	Calidad del Suelo	Predominan las asociaciones de suelos regosol calcárico, constituido básicamente por roca caliza (carbonato de calcio) y restos de corales y foraminíferos, estos últimos producto de la sedimentación costera y arrastre marino sobre el estrato calizo.	M	M	B
	Erosión	En las zonas sin vegetación o donde ésta es escasa, la erosión eólica e hídrica es mayor, sobre todo en los bordes del camino costero con el predio.	M	A	B
	Relieve	El predio presenta las características clásicas de la Península de Yucatán, es una planicie con ondulaciones. Durante los trabajos de caracterización se identificaron pocas variaciones a nivel microtopográfico no mayor de 0.15 metros, la topografía se ha modificado por los interperismos que se presentan en la zona, como es el caso de las mareas de tormenta y los huracanes.	M	M	B
Vegetación	Duna Costera Arenosa-Matorral Costero	La mayor proporción del predio esta ocupada por diferentes estadios de duna costera arenosa- matorral costero, que representa el 100 % del terreno, la vegetación no se encuentra en un buen estado de recuperación.	B	A	M
	Especies Protegidas	Se encontró palma chit, mangle negro, icaco, mangle botoncillo en el predio, la cual es una especie protegida por la NOM-059-ECOL-2001.	M	A	M
Fauna	Anfibios, reptiles, aves, mamíferos	Se encontraron especies de vertebrados, pertenecientes a los siguientes grupos: mamíferos medianos, aves y reptiles. No Se encontraron especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT- 2001. Las especies que se registraron se adaptan a condiciones medias de perturbación, la diversidad faunística se califica en estado bajo de conservación.	B	A	B
Paisaje	Naturalidad, Fragilidad Calidad Paisajística.	Los elementos que se han descrito antes generan un paisaje con una naturalidad muy afectada, esto se debe a que la vegetación se encuentra perturbada y modificada por interperismos severos como las mareas de tormenta y los huracanes, esta baja calidad paisajística se aprecia también en los predios colindantes al oeste, donde existen rastros de la acumulación de la basura en la vegetación.	B	A	B
Social y Económico	Social	Costa Maya, es una región con alto índice de crecimiento, así como lugar favorito dentro del estado como punto nodal para la realización de	B	A	M

		<p>actividades turísticas de sol, playa y arena, así como alternativo o ecoturismo, esto trae consigo que la tasa de crecimiento de población vaya en incremento, debido a la migración proveniente de diversos Estados del país y en menor cantidad del extranjero, tiene una problemática de escasez de servicios, debido a que el crecimiento de la mancha urbana y de los requerimientos de la población rebasa la capacidad económica de las autoridades Federales, Estatales y Municipales para instalar la infraestructura necesaria y proporcionar los servicios públicos necesarios en la zona.</p> <p>Cabe mencionar, que a lo largo de la zona costera, no existe la dotación de los servicios básicos por parte de las autoridades, por lo que los propietarios de los diferentes proyectos, tienen que satisfacer esas necesidades aún teniendo en cuenta la aplicación de los criterios ecológicos y el cumplimiento de la normatividad aplicable, es por ello, que los servicios básicos como el drenaje, tratamiento de aguas residuales, urbanización, recolecta, tratamiento y disposición final de residuos sólidos, y vialidades entre otros, genera un gasto enorme para los inversionistas y propietarios de los predios, lo que trae consigo, muchas veces, el saqueo y el uso clandestino de los recursos naturales cercanos a los asentamientos humanos irregulares y la creación de basureros a cielo abierto.</p>		
Económico		<p>Las condiciones naturales de la zona, al tener un paisaje excepcional que incluye las playas, el mar y la vegetación natural son la base de este polo turístico y de la economía, no solo del Municipio, sino de la Región Sur, la península de Yucatán y el País.</p> <p>Los planes nacionales proyectan que la zona seguirá creciendo en el ámbito turístico y buscarán diversificar la oferta de la zona, uno de estos nuevos usos es el residencial.</p>	A	A A

Cabe señalar, que una Evaluación de Impacto Ambiental realizada para un proyecto de una casa habitación, es letra muerta sino se aplican todas y cada una de las medidas de prevención, control, mitigación y disminución de impactos que se pudiesen presentar en cada una de las etapas de un proyecto. Aunado a ello, es indispensable ejecutar los programas incluidos en el manifiesto, ya que es una parte fundamental para evitar el deterioro de la zona costera de la Costa Maya.

Por otro lado, las autoridades ambientales que se encargan de darle el seguimiento a las condicionantes establecidas en una autorización de impacto ambiental, deben cumplir con la función cabal de inspección y vigilancia a fin de detectar alguna posible situación que pueda causar un desequilibrio ecológico.

Muchas veces, los promoventes o propietarios de predios en la Costa Maya que quieren construir sus casas, en la mayoría de los casos, son extranjeros que desconocen las leyes aplicables a las zonas costeras, por otro lado, los constructores, aún sabiendo que es necesario contar con las autorizaciones en materia de impacto ambiental, se aventuran a construir al margen de la Ley, lo cual provoca la aplicación de sanciones y muchas veces clausura de los proyectos por parte de la autoridad ambiental, dejando a los propietarios con problemas de índole legal. Específicamente en la construcción de una casa habitación, es indispensable trabajar de manera estrecha con un constructor que tenga basta experiencia en proyectos establecidos en la región, el cual, a su vez, deberá ser asesorado por un consultor ambiental con la experiencia indispensable para el desarrollo de estos proyectos en la región sur del Estado.

En la parte de la construcción, es necesario considerar edificar las casas después del segundo cordón de la duna costera (cuando esta se presente como tal) o aproximadamente a unos 50 m. de la línea de costa (Ver Fotos 12-13).



Foto. 12. Duna costera en franca recuperación con vegetación propia del sitio.



Foto 13. Construcción de la Casa Habitación aprox. a 50 m. de la línea de costa.

Fotos 12-13: Francisco Javier Pérez Navarrete, 2006.

Se tiene que construir una vivienda que sea resistente a los interperismos que se presentan en la zona (huracanes y mareas de tormenta), con cimentaciones de tipo zapata corrida a base de concreto armado a una profundidad mayor a 1.5 m con su muro de enrase para llegar al nivel de proyecto⁴, esto sería lo ideal, debido a que se evitaría el deslave de la duna costera y el hundimiento de la casa habitación, lo cual traería repercusiones no sólo de índole económica, sino ambientales y de tipo ecosistémicas (Ver Fotos 14-15).



Foto. 14. Profundidad de la Zapata Corrida en la construcción de una casa habitación en la Costa Maya.



Foto 15. Cimentación de una casa habitación con su muro de enrase por arriba de la altura de la duna costera.

Fotos 14-15: Francisco Javier Pérez Navarrete, 2009.

Si no se realiza la construcción de las casas habitación a las distancias señaladas o de cualquier tipo de infraestructura, se corre el riesgo de que con el paso de un huracán y con la marea de tormenta, ocurran deslaves y hasta la perdida de las construcciones en la Costa Maya (ver Fotos 16-17).

⁴ Según Pas. Ing. Oscar Daniel Sosa Flores. Opinión basada en experiencia profesional.



Foto. 16. Derrumbe de un restaurante que estaba a escasos 30 m de la línea de costa en la comunidad de Mahahual por el paso del huracán Dean.



Foto 17. Corte del camino costero en el tramo Mahahual-el Uvero. El camino se encuentra a escasos 12 m de la línea de costa.

Fotos 16-17: Francisco Javier Pérez Navarrete, 2007.

La parte Frontal hacia el Mar Caribe, en la zona que se encuentra entre la casa habitación y la ZOFEMAT, es indispensable tener un cerco de vegetación herbácea y arbustiva nativa de la duna costera, para que sirva de protección a las viviendas, Por otro lado, los accesos a la zona de playas, no deben ser mayor a un metro de ancho y de ser posible, se recomendaría que fueran mediante caminos piloteados a base de madera (Ver Fotos 18-19).



Foto. 18. Duna artificial, la cual se reforesta con vegetación propia de la zona costera.



Foto 19. Acceso a la zona de playas, obsérvese la vegetación a los lados del camino.

Fotos 18-19: Francisco Javier Pérez Navarrete, 2006.

Cabe mencionar, que cuando no se respeta este tipo de recomendaciones, existe la posibilidad de pérdida de la vegetación y el deslave de la duna costera, lo cual repercute en el paisaje y escenario natural, entre otros (ver Fotos 20-21).



Foto. 20. Zona de Playa en una sección de la Costa Maya antes del paso del Huracán Dean.
Foto: Juan Carlos Ávila Reveles, 2007.



Foto 21. Misma Zona de Playa en una sección de la Costa Maya después del paso del Huracán Dean.
Foto: Francisco Javier Pérez Navarrete, 2007.

El personal que trabaja en la construcción de casas habitación en la Costa Maya y los propietarios de las mismas, tienen que tener el conocimiento pleno de lo que implica no cumplir con la normatividad ambiental, puesto que de las malas prácticas de las actividades cotidianas que se realizan, derivan muchas de las posibles afectaciones que se pudiesen ocasionar a los ecosistemas en la zona costera y la contaminación al agua, aire, suelo y subsuelo (Ver Fotos 22-24).



Foto. 22. Propietarios de una casa habitación en la Costa Maya junto con el personal de construcción y el residente de obra, escuchando una plática sobre buenas prácticas medioambientales impartido por mi persona.
Foto: Biol. Aurelio Crisanto Jiménez, 2009.



Foto 23. Personal de construcción con un tríptico en donde se resumen las actividades que están permitidas realizar



Foto 24. A cada persona que labora en el proyecto, se le debe entregar información mediante trípticos que sean de fácil lectura y comprensión.

Fotos 23-24: Francisco Javier Pérez Navarrete, 2009.

Como puede observarse, si se cumplen con todas y cada una de las medidas interpuestas en el Estudio de Impacto Ambiental, considerando las recomendaciones antes mencionadas, y se respetan los criterios ecológicos del POET Costa Maya, así como la normatividad aplicable en la materia, es factible y viable la edificación de este tipo de construcciones en estas zonas que presentan un alto grado de vulnerabilidad y riesgo, tanto ambiental, como económico, sociocultural y muchas veces, hasta de tipo político.

LITERATURA CITADA.

- Alcocer Barrera, Filiberto. 2010. Desarrollo Sustentable. Revista del Instituto de Investigaciones Legislativas del Senado de la República "Belisario Domínguez".
- Amral, S. P. Auditoria Ambiental: Uma Ferramenta de Gestão Ambiental nas Empresas. Saneamento Ambiental. n.25, p.40-50, 1993.
- Chnaid-Gamboa, D. 1998. Cavernas y Cenotes de la Reserva Ecológica Cuxtal. Ayuntamiento de Mérida, Yucatán. Dirección de Desarrollo Urbano.
- Brohan P., J. J. Kennedy, I. Harris, S. F. B. Tett & P. D. Jones (2006) "Uncertainty estimates in regional and global observed temperature changes: A new data set from (1850)". *J. Geophys. Res.*, pp. 111.
- Colby, M. E. Environmental Management in Development: The Evolution of Paradigms. World Bank Discussions Papers. n.80, 1990.
- Comisión Mundial de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo- Comisión Brutland. 1987. Nuestro Futuro Común.
- CNA. 1996. Parámetros climáticos de Temperatura y Precipitación. Archivo de uso interno. Comisión Nacional del Agua, Gerencia Estatal en Quintana Roo.
- Conesa Fernández, Vitoria Vicente. 1995. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Madrid : Ediciones Mundi-Prensa.
- De la Lanza Espino, Guadalupe. Comp. 1991. Oceanografía de mares mexicanos. México AGT Editor, S. A.569 pp.
- Díaz Hernández Gabriel, 2001. Tesis Maestría Ing. Hidráulica. Análisis de vulnerabilidad por presencia de huracanes en las costas de la Península de Yucatán. México. Facultad de Ingeniería UNAM.
- Duch G. J. 1988. La Conformación Territorial del estado de Yucatán. Los componentes del medio físico. Universidad Autónoma de Chapingo, Centro Regional de la Península de Yucatán.
- Flores S. y Espejel Carvajal, I. 1994. Tipos de vegetación de la península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense. Fascículo 3. Universidad Autónoma de Yucatán. México.
- Galindo Paliza, Luis Miguel. 2009. La Economía del Cambio Climático en México. Secretaría de Hacienda y Crédito Público-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SHCP-SEMARNAT), en Colaboración con el Centro Mario Molina, el Instituto Nacional de Ecología y el Centro de Estudios de la Atmósfera

de la Universidad Nacional Autónoma de México. Auspiciado por la SEMARNAT, la Agencia de Cooperación Internacional del Reino Unido y del Banco Interamericano de Desarrollo. Apoyo Técnico del Banco Mundial y de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe de la Organización de las Naciones Unidas. Coordinador de Síntesis.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (adaptación a las condiciones climáticas de la República Mexicana", Instituto de Geografía. UNAM.

Gaumer, George F. 1917. Monografía de los Mamíferos de Yucatán. Secretaría de Fomento, México.

Gobierno del Estado de Quintana Roo y Universidad de Quintana Roo, 1998. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Costa Maya. Propuesta para Concertación. Chetumal, Quintana Roo.

http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/430/1/mx/impacto_de_desarrollos_turisticos.html; 01-sep-2010; 4:30 a.m.

Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (INE-SEMARNAP). 2006. Tercera Comunicación Nacional de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. México.

INEGI. 1998. Carta Aguas Superficiales Bahía de la Ascensión E16-2-5. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

INEGI. 1998. Carta de Climas Bahía de la Ascensión E16-2-5. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

IPCC. 2007. "Climate Change 2007: The Physical Science Basis". Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B.

Jain, R. K., L. V. Urban, C. G. Stacey y H. E. Balbach, 1993. Environmental assessment, EUA, McGraw-Hill, Inc.

Jiménez Espinoza, Martín. 1990. Tesis Ing. Civil. Estudio de la remoción de arena en playas, por oleaje. México. Facultad de Ingeniería UNAM.

Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEPA) 2001. Diario Oficial de la Federación.

Ley General de Vida Silvestre. 2000. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000. Última reforma publicada DOF 02-09-2010.

LGAH. 1976. Ley General de Asentamientos Humanos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de mayo de 1976.

Magrini, A. A. Avaliação de Impactos Ambientais. *In:* MARGULIS, S. Meio Ambiente: Aspectos Técnicos e Econômicos. Rio de Janeiro, IPEA/ Brasília, IPEA/PNUD, 1990.

Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (MOPU). 1982. Unidades Temáticas Ambientales: Las evaluaciones de impacto ambiental, Dirección General del Medio Ambiente.

Miranda, F. 1959. La vegetación de la Península Yucateca. *En:* Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento. Tomo II. IMERNAR, México, D.F. 215-271.

Molina Mario. 2007. Incorporar a países en desarrollo al Tratado Post Kioto. PNUD. Boletín de Prensa. Junio, 2007.

Mota Villanueva, José Luis. 2001 Información y Análisis para el Manejo Forestal Sostenible. Colección, Análisis y Presentación de Información Socioeconómica. México.

Negrão Cavalcanti, Rachel. 1995. Gestión Ambiental. II Curso Internacional de Aspectos Geológicos de Protección Ambiental. Departamento de Administración y Política de Recursos Minerales del Instituto de Geociencias de la UNICAMP.

NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

NOM-022-SEMARNAT-2003. Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.

NOM-041-SEMARNAT-1999. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

NOM-052-SEMARNAT-1993. Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

NOM-059-SEMARNAT-200.1 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.

NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Organización de las Naciones Unidas-Departamento de Asuntos Humanitarios (ONU-DHA). 1979. Prevención y mitigación de desastres.. N. York, UNDRO, Volumen 10. 145 pp.

PED 2008. Plan Estatal de Desarrollo 2005-2011. Gobierno del Estado de Quintana Roo. Actualizado y Publicado en el P.O. el dia 10 de Junio de 2008.

PND. 2007. Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. Gobierno de la República de los Estados Unidos Mexicanos.

Programa de Desarrollo Urbano de Mahahual, Municipio de Othón P. Blanco. 2005. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. Fecha de publicación. 17 de Marzo de 2005.

Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Othón P. Blanco. 2002. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. Fecha de publicación: 29 de Noviembre de 2002.

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Costa Maya (POET Costa Maya). 2000. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. Fecha de publicación. 6 de Octubre de 2000.

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Costa Maya (POET Costa Maya). 2006. Actualización publicada en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el día 31 de Octubre de 2006.

Rattner, H. Tecnologia e Desenvolvimento Sustentável: uma avaliação crítica. NOZOE, N. coord. Contabilização Econômica do Meio Ambiente: Elementos Metodológicos e Ensaio de Aplicação no Estado de São Paulo. São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, 1992, p. 63-76. (Série Seminários e Debates)

Robles-Ramos, R. 1958. Geología y Geohidrología. *En:* Los Recursos naturales del sureste y su aprovechamiento. Parte II, Tomo 2. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables A.C. pp. 55-92.

Sánchez, L. E. 1994. Gerenciamento Ambiental e a Indústria de Mineração. Revista de Administração. v.29, n.1, p.67-75.

Sánchez, L. E. 1995. O processo de avaliação de impacto ambiental, seus papéis e funções. *In:* A.L.B.R. Lima; H.R. Teixeira; E L.E. Sánchez (org.), A efetividade da avaliação de impacto ambiental no Estado de São Paulo: uma análise a partir de estudos de caso. Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, pp. 13-19.

Santiago, G. A., M. Aguiló y A. Ramos. 1987. Directrices y técnicas para la estimación de impactos. Implicaciones ecológicas y paisajísticas de las implantaciones industriales. Criterios para el establecimiento de una normativa. Trabajos de la cátedra de planificación, ETSIM, Madrid, Universidad Politécnica.

Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE). 1988. Lineamientos y criterios para la selección y desarrollo de índices e indicadores ambientales. México, Serie Ordenamiento Ambiental núm. 2.

Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE). 1988a. Manual del ordenamiento ecológico del territorio, México, Dirección General de Normatividad y Regulación Ecológica.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca – Instituto Nacional de Ecología (SEMARNAP-INE). 1995. Principios, orientaciones y agenda de trabajo del Instituto Nacional de Ecología. México Primera edición.

SEMARNAP-INE. 2000a. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca-Instituto Nacional de Ecología. La Evaluación del Impacto Ambiental. Logros y Retos para el Desarrollo Sustentable 1995-2000. Primera edición: noviembre de 2000.

SEMARNAP-INE. 2000b. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca-Instituto Nacional de Ecología. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro. México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Pesca – Instituto Nacional de Ecología.

Soriano Martínez, José Alberto (1999). Tesis Ing. Civil. Estudio de los efectos de huracanes Intensos en la zona costera del Sureste de México. México. ENEP Aragón. UNAM. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Programa de Manejo del Parque Marino Nacional denominado "Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc", 1998.

Stern N. 2007. "Stern Review: The economics of climate change". Cambridge University.

Westman, W. A. 1985. *Ecology, impact assessment and environmental planning*, EUA, John Wiley & Sons, Inc.

Wunderle, M. J. Jr., 1994. Métodos para contar aves terrestres del Caribe. Gen. Tech. Rep. SO-100. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 28 pp.



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERIA

Opciones para satisfacer el abasto de energía
eléctrica de la comunidad Javier Rojo Gómez
(Punta Allen)

TRABAJO MONOGRAFICO

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

INGENIERO EN SISTEMAS DE ENERGÍA

PRESENTA

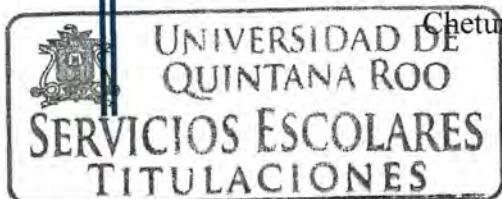
PEDRO ALBERTO GONZÁLEZ QUINTERO

Supervisores

Dr. José Hernández Rodríguez

Dr. Gliserio Romeli Barbosa Pool

M.E.S. Roberto Acosta Olea



Chetumal, Quintana Roo, Octubre 2012

Φ 65047