



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES
ARAGÓN**

**“CONSECUENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y
SUS AFECTACIONES AL TURISMO. ESTUDIO DE
CASO: REESTRUCTURACIÓN DE ARRECIFES
ARTIFICIALES BASADOS O COMPLEMENTADOS
CON EL MUSEO SUBACUÁTICO DE CANCÚN
(2010-2015)”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN RELACIONES INTERNACIONALES

PRESENTA:

ROBERTO DAVID TELOXA GALICIA

ASESOR:

DR. CARLOS EDUARDO LEVY VÁZQUEZ





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

*A Rosita, Pedro y Nalle,
que me han apoyado incondicionalmente
a pesar de las adversidades de esta vida,
y la han tornado en unas vacaciones permanentes
donde el atardecer nunca se acaba.*

*A mis familiares, que siempre han buscado
la forma de apoyarme y no dejarme solo.*

A mis amigos, que ahora se han convertido en mi familia.

A mis profesores, que me han enseñado un mundo nuevo de posibilidades infinitas.

A Dios, que me ha brindado la oportunidad de llegar aquí, acompañado por ustedes.

Sinceramente, mil gracias a todos...

David

Índice

	Pág.
Introducción	1
1. El mundo y el cambio climático	6
1.1. Principales países contaminantes y repercusiones al medio ambiente	8
1.2. Problemas más graves a nivel mundial a causa del cambio climático	16
1.2.1. La atmósfera y el ozono	19
1.2.2. Calentamiento global	26
1.2.3. Huracanes y corrientes marinas	34
1.2.4. Retroceso y desaparición de los glaciares	47
2. Cambio climático y afectaciones en México	51
2.1. El turismo en México	52
2.1.1. Principales destinos turísticos	56
2.1.2. Legislación y acciones	58
2.1.3. Inversión extranjera	60
2.2. El clima en México	61
2.3. Principales huracanes y repercusiones en los últimos años	66
2.3.1. Deterioro de playas	74
2.3.2. Problemas en las playas de Quintana Roo	76
3. Riqueza subacuática en las inmediaciones de Cancún	79
3.1. La situación en Cancún	80
3.2. Importancia de la biodiversidad marina	84
3.3. Arrecifes de coral	86
3.4. Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc	89
3.5. Arrecifes artificiales	92
3.6. Museo Subacuático de Arte (MUSA)	96

3.7. Complementación y reestructuración de los arrecifes artificiales como una alternativa a futuras amenazas naturales	99
3.8. La globalización como teoría clave en la visión preventiva ante la pérdida playera-coralina	104
4. Planes a futuro	110
4.1. De los arrecifes artificiales	111
4.2. Turismo y prospección	114
4.3. Costos y beneficios	117
Conclusiones	120
Bibliografía	127
Mesografía	129
Hemerografía	135

Introducción

Dentro de la actual temática que genera la globalización surge a escena el posicionamiento que el sector turismo cobra a través de ella; este fenómeno de intercomunicación e interdependencia entre varios sectores como: lo económico, social, político, cultural, etcétera, viene a modificar el panorama internacional, debido a ello los flujos de capitales, productos o personas experimentan un detonante sin igual en la historia. Al respecto también se ve modificado el sector turismo puesto que dicho fenómeno conlleva una mayor oferta turística que ha venido a ser más competitiva en todo el mundo.

Por otro lado, el cambio climático en los últimos años ha sido objeto de estudio entre la comunidad internacional, sin embargo, no se le ha podido hacer frente con un verdadero plan viable para ello. Lamentablemente dicho cambio es a nivel global; el clima ha comenzado a cambiar mostrando repercusiones que, de continuar así, perjudicarán la mayor parte de las actividades de la vida diaria (incluyendo al turismo) sin importar la nacionalidad.

La importancia de las repercusiones del cambio climático recae en que el turismo es dependiente del clima, pues a través de éste se define la duración y la calidad de las temporadas turísticas, además de ello, el cambio climático afecta las operaciones vinculadas al turismo e influye en las condiciones medioambientales que atraen o alejan a los visitantes y por ende, amenaza la derrama económica local, nacional e internacional.

Asimismo, la zona de Cancún se encuentra situada en la costa oriental del continente, teniendo influencia de corrientes marinas cálidas (principalmente de la del Golfo de México) y cuenta con un clima cálido y lluvioso; con ello representa uno de los mayores polos turísticos, al atraer un gran flujo de capitales e inversión. A su vez, cuenta con una amplia infraestructura, una diversidad de servicios y actividades humanas (el segundo arrecife de coral más grande del mundo, su cercanía a centros arqueológicos importantes, deportes acuáticos, deportes extremos, campos profesionales de golf y el segundo aeropuerto más importante del país); lo cual la convierte en una moderna ciudad planificada que constituye el centro turístico mexicano más

reconocido a nivel mundial al ser visitado por más de 3 millones de turistas nacionales e internacionales al año.¹

Respecto a los efectos que se espera genere el fenómeno de cambio climático, se encuentra el aumento de temperaturas en las décadas siguientes, con ello se acrecentarían las olas de calor y las intensas tormentas, por lo que ascenderían las temperaturas mínimas y disminuirían los días fríos. Así como una mayor probabilidad de un aumento en la intensidad del viento máximo y la aparición de ciclones tropicales intensos².

Lo anterior es una de las mayores vulnerabilidades del sector turismo en Cancún, pues la mayor parte de infraestructura turística y de vías de comunicación se encuentran en las zonas de mayor riesgo, con lo cual están expuestas a graves impactos de fenómenos hidrometeorológicos. Además de que los arrecifes de coral presentan una gran vulnerabilidad, al mismo tiempo que su regeneración es muy lenta.

Debido a la afinidad personal por el turismo, mismo que representa la nobleza inherente al ser humano de viajar, conocer y disfrutar de lugares desconocidos, es pertinente la elección de este tema, bajo la premisa fundamental de la implementación de arrecifes artificiales en las cercanías de Cancún. No obstante, esto no es algo nuevo debido, principalmente, al surgimiento del Museo Subacuático de Arte (MUSA) en años recientes. Por ello surge la necesidad de tomar como referencia la implementación de dicho museo además de otro tipo de arrecifes artificiales, no sólo nacional sino internacionalmente.

Por lo que la hipótesis de este trabajo es: la implementación de arrecifes artificiales protegerá, en buena medida, los daños de los fenómenos hidrometeorológicos asociados con el ecosistema playero circundante a la zona de Cancún, además de favorecer al sector turismo mediante una oferta subacuática resultante de la inversión pública-privada atractiva desde el punto de vista económico.

¹ Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR). Cancún, en: www.fonatur.gob.mx/es/proyectos_desarrollos/cancun/index.asp?modsec=01-ACC&sec=4. (Pág. consultada el 16/05/2012).

² Secretaría de Turismo (SECTUR). Cambio climático y turismo, en: www.sectur.gob.mx/es/sectur/Cambio_Climatico_y_Turismo. (Pág. consultada el 10/01/2012).

Si bien no es posible controlar las amenazas provenientes del cambio climático, sí es factible prever las consecuencias que se pueden producir y elaborar respuestas viables a través de una adecuada planeación. Para poder comprender mejor el desarrollo de una alternativa en nuestros tiempos es necesario hacer uso de la *Teoría de la Globalización*.

Una de las características fundamentales de esta teoría es que resulta de la innovación humana y el progreso tecnológico, además de crear mercados que se extienden a través de las fronteras de cada país, resultando un proceso de integración de economías en varios países del mundo por medio del comercio y los flujos financieros.³

Esta teoría sirve para analizar la tensión entre un mundo tecnológico y científico en constante transformación, al cual se opone un sistema político que ya no responde a las necesidades sociales de la actualidad. Asimismo, el mercado global resulta como el lugar en donde se enfrentan distintas formas de poder y protección por parte de los Estados y las empresas transnacionales (en los sectores: económico, social, cultural, tecnológico, comercial, etcétera).

Este trabajo no tiene la intención de desprestigiar a las autoridades mexicanas ni de poner en evidencia la ganancia real del sector privado en lo que respecta al turismo en Cancún; se trata de dar alternativas a esta situación internacional que académicamente debe ser analizada, pues la industria privada y pública de nuestro país aunadas a la comunidad internacional son capaces de incentivar el turismo en dicho lugar.

Por ello, el objetivo principal de esta investigación es desarrollar un plan de acción viable en cuanto se refiere a la relación simbiótica entre turistas, inversionistas y autoridades competentes para proteger, mantener, mejorar y restaurar (si así lo requiere) el sector turismo en Cancún a través de la protección de sus recursos naturales.

Debido al análisis de la realidad actual en un sistema internacional que interacciona entre sí, surgen los siguientes objetivos específicos:

³ Leiva Reyes Aurora. *Teoría del caos, globalización y las Relaciones Internacionales*, en: www.mexicodiplomatico.org/lecturas/teoria_caos_globalizacion_ri.pdf. p.8. (Página consultada el 11/01/2012).

- Estudiar el fenómeno del cambio climático, bajo una perspectiva global, con el propósito de comprender mejor las opciones existentes en cuanto al problema de la afectación climatológica mundial (para posteriormente enfocarnos a las playas de Cancún).
- Conocer los factores que determinan el turismo en México, así como la oferta turística nacional y las afectaciones generadas por fenómenos hidrometeorológicos, para poder identificar la vulnerabilidad y fortalezas de dicho sector.
- Identificar los factores que hacen viable al turismo en Cancún, además de investigar la riqueza subacuática enfocándonos en el tema coralino, para tener las variables suficientes que nos orienten a diseñar un plan de acción viable con el fin de proteger e incentivar los recursos naturales en dicho lugar.
- Describir la resultante del plan de acción elaborado, basándonos en los aspectos turístico-económicos para demostrar la viabilidad del mismo.

Aunado a ello, las ganancias resultantes bien podrían ayudar a las zonas más pobres de la región.

Debido a que este trabajo va de lo general a lo particular, se encuentra dividido en 4 capítulos, puesto que se observa que el cambio climático es a nivel global y repercute de diferente forma a cada región, así tenemos como resultado que en el primer capítulo hablaremos del cambio climático y sus repercusiones a nivel global y cómo se ha manejado este tema entre las naciones, mismas que propician un cambio climático en mayor o menor medida.

Además de ello veremos este cambio climático en el entorno nacional; las afectaciones provocadas, básicamente, por huracanes. De esta manera, podremos visualizar la impresionante fuerza devastadora de estos fenómenos hidrometeorológicos así como la destrucción y costos que han dejado en México. Por otro lado, descubriremos cuáles son los principales destinos turísticos y la situación climatológica que favorece a dichos lugares, por lo que todo esto se encuentra en el siguiente capítulo.

Posteriormente nos enfocaremos a la zona de Cancún; desde su creación como destino turístico hasta su actual riqueza natural. Para ello le dedicaremos el tercer capítulo de esta investigación apoyándonos de la teoría mencionada anteriormente. También estudiaremos la situación de los arrecifes de coral y su afectación por parte del cambio climático, así como las medidas tomadas en cuanto a la implementación de arrecifes artificiales, tanto nacional como internacionalmente, a fin de proponer una alternativa que no defraude las expectativas naturales, sociales y económicas. Dicho sea de paso mediante una cooperación internacional en el mejor de los casos.

Aunado a ello describiremos lo que sucedería de llevarse a cabo dicha alternativa, propuesta y dirigida por un internacionalista, mediante una evaluación costo-beneficio y una prospección de las zonas vulnerables por los huracanes, para lo cuál será necesario explicarlo en el último capítulo mediante una visión a futuro.

Al final esperamos contar con una aportación de conocimiento que haga mención del estudio de las Relaciones Internacionales, buscando siempre una opción que elimine las adversidades entre naciones y promueva la paz internacional.

1. El mundo y el cambio climático

Después de la Primera y Segunda Guerra Mundial y posteriormente de la Guerra Fría, incluso después de la aparición de la Tercera Revolución Industrial⁴ y de la Globalización, la humanidad resultante parece aprender a sobrevivir en un mundo dibujado por los ganadores; la competencia actual no da tregua y no reconoce fronteras, el consumismo experimenta una fase sin precedentes, la población mundial crece y crece a tal grado que parece no tener fin, sin embargo, el cambio climático en nuestros días es tangible; es una amenaza que no podemos ignorar.

La vida diaria nos hace no mirar lo que en realidad está pasando: el mundo se está calentando; la contaminación aumenta; los polos se derriten; los ecosistemas cambian: los ciclones tropicales y las lluvias fuera de temporada se hacen presentes; la capa de ozono se debilita; en resumen es evidente que la tierra pasa por un cambio climático. La ONU, a través de la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático, define este término de la siguiente forma: “...un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables.”⁵

El fenómeno de la globalización ha abierto nuevas posibilidades comerciales creando nuevas “necesidades” entre la población mundial, las cuales para ser

⁴ La Revolución Industrial comprende el periodo que va desde 1760 hasta 1840, en el que Arnold Toynbee (historiador inglés) hace alusión al desarrollo económico por el que pasó Inglaterra; surge la máquina de vapor y su implementación en ferrocarriles y barcos, asimismo se desarrolla la industria textil y siderúrgica con lo que aparece la producción masiva. La Segunda Revolución Industrial surgió a mitad del siglo XIX y culmina con la aparición de la Primera Guerra Mundial, se emplean combustibles fósiles y es creado el motor de combustión interna, lo que lleva a la producción en serie de automóviles, además en este periodo aparece la industria química y eléctrica, participando en mayor medida: Estados Unidos, Japón y Europa Occidental. Finalmente cuando hacemos alusión a la Tercera Revolución Industrial nos referimos al periodo que comprende desde el término de la Segunda Guerra Mundial hasta nuestros días; También es llamada Revolución Científica y Tecnológica debido al avance de ambas áreas y su utilización a nivel mundial: la nanotecnología, fibra óptica, internet, etcétera, por ello surge un proceso de producción masiva de herramientas de comunicación (entre muchas otras) como nunca en la historia.

⁵ Organización de las Naciones Unidas (ONU). Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático, en: www.unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf. pág. 4. (Pág. consultada el 12/01/2012).

abastecidas necesitan una producción enorme, misma que necesita mayor cantidad de energía y que por ende genera mayor contaminación.

Para satisfacer las necesidades energéticas a través de la historia se han creado plantas generadoras de energía a base de la combustión de productos fósiles, desgraciadamente, parece que las demandas energéticas crecen demasiado rápido y la implementación de energías limpias resulta más costoso que las usuales.

En este capítulo se aborda el tema del cambio climático, primero como un problema reconocido a nivel mundial y después se centra en los principales actores que contribuyen a la contaminación desde una perspectiva energética, pues entre mayor demanda de producción o mayor cantidad de población mayor es la emisión de gases a la atmósfera.

El cambio climático es un problema real, tan es así que desde 1995 a la fecha la ONU ha convocado a los países del mundo para llevar a cabo acuerdos que permitan dar una posible solución en conjunto. De esta manera la aseveración de que existe un problema, por ende, trae consigo una serie de consecuencias que abordaremos desde un panorama mundial.

Mismas consecuencias que en los últimos años han sido objeto de estudio como: el calentamiento global, el mar y sus reacciones (principalmente huracanes), y los glaciares desapareciendo. Para ello se han llevado a cabo análisis sobre cambio climático; en 1988 la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) crearon el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), mismo que ha revelado que de seguir con las tendencias actuales de contaminación atmosférica y calentamiento global, para el año 2100 el mundo cambiaría mucho debido al aumento del nivel del mar y revela proyecciones que no son nada alentadoras mundialmente. Dicho grupo es muy citado en torno al tema del cambio climático debido a que este panel pertenece a la ONU y además porque en 2007 (junto con el ex vicepresidente de los Estados Unidos, Al Gore) compartió el Premio Nobel de la Paz: *“por sus esfuerzos por aumentar y propagar un mayor conocimiento sobre el cambio climático causado por el hombre y poner*

los cimientos para las medidas que son necesarias para contrarrestar dicho cambio”⁶.

Este enfoque nos permite ver el problema en general, ver que tan posible es dar una solución en conjunto y que actores serían los líderes para ello, sin embargo, habría que añadirle a esto el factor “intereses” y recordar que vivimos en una época con un fenómeno de intercomunicación en aspectos sociales, económicos, culturales, etc. entre naciones, al cual denominamos globalización.

1.1. Principales países contaminantes y repercusiones al medio ambiente

No cabe duda que el impacto ambiental producido por el hombre es un grave problema que podemos ver en nuestra vida; la erosión de suelos, la contaminación de ríos o la transformación de ecosistemas naturales son ejemplos que no podemos dejar de percibir.

En la actualidad nos enfrentamos a un problema a nivel mundial, el cuál exige medidas de igual magnitud, no obstante, por diversas causas entre cada nación y pese a esfuerzos conjuntos, no se le ha podido dar una solución real. Al respecto se han llevado a cabo varias cumbres sobre cambio climático:

1995 - Berlín, Alemania: Sólo se establecieron algunos puntos para un acuerdo sobre el tema.

1996 - Ginebra, Suiza: Se reconoce que es necesario un apoyo financiero y se decide que los países en desarrollo pueden solicitarlo del Fondo del Medio Ambiente Mundial.

1997 - Kyoto, Japón: Surge el protocolo de Kyoto⁷; Las metas fijaron una reducción del 5.2% de las emisiones de gases de efecto invernadero con respecto a 1990 para el periodo 2008-2012.

⁶ The Official Web Site of the Nobel Prize. The Nobel Peace Prize 2007, en: www.nobelprize.org/nobel_prizes/peace/laureates/2007/. (Pág. consultada el 10/01/2012).

1998 - Buenos Aires, Argentina: En esta reunión se buscaron medios para aplicar el Protocolo de Kioto.

1999 - Bonn, Alemania: Debido a la falta de acuerdo comienzan a manifestarse trabas para seguir con las negociaciones.

2000 - La Haya, Holanda: Se realizó un debate sobre el protocolo de Kioto y la implementación del mismo.

2001 - Marrakech, Marruecos: Estados Unidos rechazó el protocolo de Kioto y solo participó como observador (se inició una conferencia en Bonn, Alemania en julio de 2001). Posteriormente surgieron más acuerdos sobre las negociaciones de Kioto en Marrakech.

2002 - Nueva Delhi, India: Por primera vez el sector privado y ONGs proponen proyectos. Se establecen metas para el uso de energías renovables.

2003 - Milán, Italia: Se negociaron los últimos detalles para el protocolo de Kioto.

2004 - Buenos Aires, Argentina: Se preparó la entrada en vigor del protocolo de Kioto (para el 16 de febrero de 2005).

2005 - Montreal Canadá: fue la primera reunión tras la entrada en vigor del protocolo de Kioto y El objetivo principal fue aclarar los compromisos para el período posterior a 2012.

2006 - Nairobi, Kenia: pensando en los países pobres se creó un fondo internacional para financiar la adaptación de los mismos en relación con el cambio climático.

⁷ Cabe mencionar que la reducción de emisiones es a nivel mundial, es decir, que no todos los países deben reducirlas en igual proporción. De hecho las negociaciones, términos y acuerdos en dichas cumbres tardaron años (casi 8) del 11 de diciembre de 1997 hasta el 16 de febrero de 2005 que entró en vigor. Hubo ciertas discrepancias con respecto a que existen diferencias sustanciales en cuanto a países industrializados (la mayoría desarrollados) y a aquellos que están en vías de desarrollo pues estos últimos generan enormes cantidades de gases y el protocolo se centra en aquellos industrializados, al respecto, Estados Unidos en un principio tuvo una adhesión simbólica con el gobierno de Bush ya que el congreso no lo ratificó, posteriormente el abandono del protocolo en 2001 y las declaraciones de que ello era ineficiente. Con el gobierno de Obama tampoco se adicionó a dicho proyecto y se optó por reducir las emisiones de Estados Unidos por cuenta propia.

2007 - Bali, Indonesia: Continuaron los procesos para establecer nuevos compromisos de reducción de emisiones.

2008 - Poznan, Polonia: Se consideraron puntos como la mitigación, adaptación, tecnología y financiamiento.

2009 - Copenhague, Dinamarca: Se rectificó la intención de que no suba la temperatura global más de 2°C para el año 2050 pero no se logró ningún acuerdo.

2010 - Cancún, México: Surge un plan mucho más ambicioso contra el cambio climático puesto que se pretende, para 2020, reducir emisiones en un rango entre 25 y 40% en relación a los niveles de 1990, y se crea un fondo verde⁸.

2011 - Durbán, Sudáfrica: No se llegó a un acuerdo, puesto que países como China, India y Estados Unidos consideraron que no firmarían ningún instrumento legal. Se aprobó el mecanismo de funcionamiento del Fondo Verde.

Como lo hemos visto, el contexto que se maneja para poder solucionar el problema de las emisiones de gases de efecto invernadero supone una relación estrecha entre conveniencias económicas; los países que más contaminan (industrializados) han manejado una política muy precavida en cuanto al tema (han priorizado su industria), y a pesar de los esfuerzos mediante las cumbres y la implementación de fuentes energéticas limpias, las emisiones de gases continúan en ascenso; las cumbres siguen en el mundo... y sin embargo, se calienta.

La globalización juega un papel fundamental en este panorama lleno de intereses comerciales, empresas transnacionales y producción internacional; nos damos cuenta que las economías están conectadas entre sí y que la demanda a nivel mundial de abastecimiento de energéticos es mucho mayor en

⁸ Se hace alusión al buen manejo de las negociaciones por parte de la presidencia mexicana, destacando el apoyo de la Unión Europea, logrando una conferencia que supuso un conjunto equilibrado de decisiones que son visibles en los "Acuerdos de Cancún" y que de cierta manera proponen un plan contra el cambio climático. De nuevo, se hace mención del compromiso que tienen los países desarrollados, para que éstos aporten anualmente 100 mil millones de dólares en financiación para los países en desarrollo hasta el año 2020, y el establecimiento del Fondo verde a través del cual se canalizará dicha financiación.

países desarrollados. Las nuevas tecnologías han brindado las herramientas necesarias para poder crear un sistema internacional dependiente de recursos naturales como el petróleo, el gas natural y el carbón.

El uso de combustibles fósiles es una constante que mantiene a la industria mundial, la contaminación de mares por derrames petroleros no es algo nuevo en nuestros tiempos, al igual que el aceite quemado proveniente del drenaje que termina en el mar, las refinerías expulsan desechos gaseosos que afectan a la atmósfera, no obstante, pareciera que esto es permitido, tolerado e incluso alentado sin conciencia por satisfacer las necesidades energéticas (ya sea para producción o para la vida diaria).

Desgraciadamente, la contaminación mundial persiste a escalas enormes, las centrales de energía, al igual que la combustión de recursos fósiles (para fines productivos principalmente) generan una enorme cantidad de gases que se transfiere al medio ambiente; los agentes más dañinos para la atmósfera son: el dióxido de carbono, metano, óxido de nitrógeno, ozono estratosférico y los clorofluorocarbonos⁹. La mayor parte de energía que se utiliza en el mundo proviene de centrales de energía que utilizan combustibles fósiles (petróleo, gas natural o carbón).

Según la organización *Carbon Monitoring for Action* (CARMA) en los últimos dos siglos, la humanidad ha aumentado la concentración de CO₂ en la atmósfera de 280 a más de 380 partes por millón en volumen, y está creciendo más rápido cada día. La concentración atmosférica de CO₂ no ha sido tan alta durante al menos los últimos 650,000 años. A medida que la concentración de CO₂ ha aumentado, lo ha hecho la temperatura media del planeta. Durante el último siglo, la temperatura media de la superficie de la Tierra ha aumentado en más de 0.74°C; si continuamos emitiendo carbono sin restricción, la temperatura se espera que aumente 3.4°C a finales de este siglo¹⁰.

Dicha organización ofrece una enorme base de datos; contiene información sobre las emisiones de carbono de más de 50,000 plantas de energía de 4,000

⁹ Ludevid Anglada, Manuel. El cambio global en el medio ambiente: introducción a sus causas humanas, Alfaomega, México, 2005. p. 32.

¹⁰ Carbon Monitoring for Action. Why Carbon Matters, en: www.carma.org/blog/why/. (Pág. consultada el 17/12/2011).

empresas en todo el mundo. Los países que contaminan más a través de sus plantas de energía se muestran a continuación en orden ascendente:

- **Corea del Sur.-** Entre 1960 y 1990 este país experimentó un enorme crecimiento económico por medio de una estrategia de desarrollo orientada al exterior y que utiliza las exportaciones como el motor de su crecimiento. En la actualidad, se encuentra en el lugar número 13 con relación al PIB mundial y es considerado un país desarrollado por el Banco Mundial, sus principales socios comerciales son China, Japón, Estados Unidos y la Unión Europea. Es un país altamente industrializado; emite anualmente 192,000,000 de toneladas de CO₂.
- **Sudáfrica.-** Es considerada como un país en desarrollo y se encuentra en el lugar 34 del PIB mundial, sin embargo, su economía posee mucha iniciativa privada. Cuenta con al rededor de 40,000 millones de toneladas de reservas de combustibles fósiles y es el cuarto mayor exportador de carbón del mundo. Para la obtención de su energía eléctrica depende en gran mayoría del uso del carbón; 90% en la compañía Eskom (controlada por el Estado)¹¹. Tiene como socios comerciales a China, Estados Unidos, Japón, Reino Unido, Alemania y España entre otros. Emite anualmente 218,000,000 de toneladas de CO₂.
- **Australia.-** La exportación es orientada principalmente a Japón, China, Estados Unidos, Corea del Sur y Nueva Zelanda. El 84% de las necesidades energéticas son cubiertas gracias al carbón. Es considerado un país desarrollado y se encuentra en el lugar número 17 del PIB mundial, es el cuarto mayor productor de carbón, después de China, Estados Unidos y la India, pero es el mayor exportador¹². Emite anualmente 224,000,000 de toneladas de CO₂.

¹¹ CNN México. Sudáfrica lucha contra su contaminante 'adicción' al carbón, en: www.mexico.cnn.com/planetacnn/2011/12/09/sudafrica-lucha-contra-su-contaminante-adiccion-al-carbon. (Pág. consultada el 17/12/2011).

¹² Energía en línea. Australia se mantiene como el mayor exportador de carbón, en: www.energiaenlinea.com/index.php?option=com_content&view=article&id=304:australia-se-mantiene

- **Inglaterra.-** Simplemente se trata de la cuna de la Revolución industrial; fue el primer país industrializado del mundo. Los problemas relacionados a la contaminación no son algo nuevo en este país; en diciembre de 1952 una niebla de smog, producida por la quema desmedida de carbón, cubrió la ciudad de Londres dejando un aproximado de 12,000 personas muertas en los meses siguientes¹³. Actualmente es considerado como un país desarrollado y la mayor parte de la generación de energía depende de fuentes no renovables como el petróleo y el carbón. Ocupa el lugar número 7 con relación al PIB mundial y emite anualmente 227,000,000 de toneladas de CO2.
- **Japón.-** Además de ser un país desarrollado también es uno altamente industrializado cuyos productos de exportación llegan prácticamente a todo el mundo con marcas destacadas como: Honda, Sony, Panasonic, Toshiba, Mitsubishi Estate, Nintendo, Nissan Motors, Toyota Motor y Canon entre otras. Estados Unidos y China son sus más grandes socios comerciales. Importa el 99% del petróleo que requiere para su industria y ocupa el tercer lugar en relación al PIB mundial. Emite 414,000,000 de toneladas de CO2 anualmente.
- **Alemania.-** Se trata de un país altamente industrializado a pesar de haber estado separado y posteriormente unificado en 1990. País desarrollado, ocupa el lugar número 5 en relación al PIB mundial. Sus principales socios comerciales son Estados Unidos, Francia y el resto de la Unión Europea, su calidad geográfica es una determinante para las relaciones comerciales pues se encuentra en el centro de Europa y dentro de la misma es el país que más contamina (429,000,000 de toneladas de CO2 anualmente) pues seis de las diez plantas de energía

como-el-mayor-exportador-de-carbon&catid=50:categoria-analisis-y-opinion-carbon&Itemid=546. (Pág. consultada el 19/12/2011).

¹³The New York Times. *Why the Great Smog of London Was Anything but Great*, en: www.nytimes.com/2003/08/12/science/why-the-great-smog-of-london-was-anything-but-great.html. (Pág. consultada el 20/12/2011).

que más contaminan en Europa se encuentran en este país¹⁴, no obstante, Alemania es considerado el motor de Europa y por lo tanto, a pesar de las críticas es necesario utilizar combustibles fósiles para ello.

- **Rusia.**- País industrializado y desarrollado que cuenta con: las octavas reservas de petróleo en el planeta (segundo exportador a nivel mundial); las segundas de carbón; y las mayores reservas de gas natural (primer exportador a nivel mundial), además de ser el país más extenso del mundo. Debido a lo anterior no resulta extraño que Rusia utilice sus recursos fósiles para satisfacer su demanda energética. Sus principales socios comerciales son: Alemania, Holanda, China, Italia, Ucrania, Turquía, Estados Unidos, Polonia, Japón, Finlandia y Reino Unido¹⁵. Ocupa el lugar número 6 en relación al PIB mundial y emite 478,000,000 de toneladas de CO2 anualmente.
- **India.**- Se trata de un país industrializado en vías de desarrollo; tiene problemas y desigualdades sociales como: pobreza, desnutrición y sobrepoblación entre otros (es el segundo país más poblado del mundo); ocupa el lugar número 4 en relación al PIB mundial. La demanda energética es cubierta por el petróleo y el carbón. En la década de los 90 surgieron reformas que privatizaron la industria y originaron una economía abierta. Sus principales socios comerciales son: Estados Unidos, China, Japón, Rusia, Bélgica, Suiza, Reino Unido, Emiratos Árabes Unidos y Hong Kong entre otros. Emite 638,000,000 de toneladas de CO2 anualmente.
- **Estados Unidos.**- Es el principal país industrializado del mundo, altamente desarrollado, es el tercer productor de petróleo y el principal importador a nivel internacional. Cuenta con empresas líderes en distintas áreas: Coca-cola, Microsoft, McDonald's, General Motors y

¹⁴ Ecofield. Alemania, país de plantas energéticas contaminantes, en: www.ecofield.com.ar/blog/?p=275. (Pág. consultada el 20/12/2011).

¹⁵ Oficina Económica y Comercial de España en Moscú. Informe económico y comercial, en: www.camaramalaga.com/fileadmin/user_upload/ficheros/comex/pais/RUSIA.pdf. pág. 15. (Pág. consultada el 20/12/2011).

Exxon Mobil por mencionar sólo algunas. Ocupa el tercer lugar en cuanto a extensión territorial y población mundial. El 86% de la energía que requiere la obtiene de combustibles fósiles (las plantas de generación eléctrica utilizan el carbón como combustible habitual), ocupa el primer lugar en relación al PIB mundial. Sus principales socios comerciales son: Canadá, China, México, Alemania y Reino Unido entre otros. Es el segundo país más contaminante (a través de sus plantas de energía); emite 2,820,000,000 de toneladas de CO2 anualmente.

- **China.**- Es el número 1 en la lista de los más contaminantes por CARMA emitiendo 3,120,000,000 de toneladas de CO2 anualmente, es el país más poblado del planeta (con alrededor del 20% de la población mundial) y la segunda economía y potencia comercial más grande del mundo. Sus principales socios comerciales son: Estados Unidos, Japón, Corea del Sur, Alemania y Taiwán entre muchos otros. Ocupa el segundo lugar en cuanto al PIB mundial y es considerado un país emergente por su potencial de crecimiento a futuro; su industria ha crecido bastante debido a su mano de obra barata (es el primer exportador y el segundo importador a nivel mundial¹⁶), sin embargo, depende mucho de combustibles fósiles para satisfacer sus necesidades energéticas.

De lo anterior, resulta claro que los países más industrializados son los que más contaminan; la población mundial se encuentra en aumento y por ello, a medida que continúe de esta forma, aumentará por ende la producción de bienes y el uso de combustibles fósiles no se detendrá, a menos que se encuentren fuentes de energía limpias y al mismo tiempo baratas. No obstante, en la actualidad se ha optado por el uso de energía nuclear en muchos países industrializados, pero hay que recordar que los desechos de la misma tardan muchos años en degradarse y son muy riesgosos para la humanidad¹⁷.

¹⁶ Organización Mundial de Comercio (OMT). China, en: www.stat.wto.org/CountryProfile/WSDBCountryPFView.aspx?Language=S&Country=CN. (Pág. consultada el 20/12/2011).

¹⁷ Prueba de ello lo encontramos en Chernobil cuyo lugar a raíz del desastre en Abril de 1986 en Ucrania, ha sido considerado como uno de los mayores desastres del medio ambiente en la historia y el lugar más contaminado del mundo; o la alerta nuclear en Marzo de 2011 en Japón, que puso en riesgo en

Las fuentes de energía eólicas, hídricas, solares o de alguna otra fuente no dan los mismos resultados que los combustibles fósiles¹⁸, además la infraestructura para generar energía desde el principio ha sido creada para el uso del carbón, petróleo y gas natural, es decir, una revolución energética hacia tendencias de fuentes de energía limpias resultaría en costos muy altos que, debido a la competencia de producción internacional, el consumo de energía y los gastos de la implementación simplemente, y por el momento, las principales potencias mundiales han invertido muy poco, dejando en claro que las ganancias son primero; en un mundo globalizado las oportunidades de maximizar ganancias opacan las de maximizar la calidad de vida.

Hoy más que nunca debemos estar informados y preparados para corregir este tipo de actos que afectan nuestro planeta en el presente y muy probablemente en el futuro.

1.2. Problemas más graves a nivel mundial a causa del cambio climático

El clima en la Tierra se encuentra en constante cambio a través del tiempo, las adaptaciones de la vida en ella no siempre han tenido éxito. Prueba de ello son los periodos por los que ha pasado el planeta: hace aproximadamente 100 millones de años (en el periodo Cretácico¹⁹) la Tierra era un mundo casi completamente de agua, debido a las temperaturas más elevadas en la historia; hace 650 millones de años el planeta estaba cubierto por una enorme capa de hielo (la era de hielo) con temperaturas alrededor de -40°C. Hay que hacer hincapié en que dichos ciclos han ocurrido de manera natural; el planeta se ha enfriado y calentado sin la intervención del hombre.

menor medida a gran parte de la población mundial. Por lo anterior, no resulta tan factible el uso de energía nuclear para la humanidad.

¹⁸ Muchos ambientalistas suponen que de usar este tipo de energías beneficiaría en gran magnitud al clima mundial, sin embargo los costos relacionados a dichas plantas suponen una inversión que por el momento no se ha realizado; es decir que son más baratos los combustibles fósiles que crear plantas de energía limpias.

¹⁹ Este periodo va de los 145 a los 65 millones de años, algunos científicos determinan que debido al aumento de la temperatura del planeta los océanos estaban en constante ascenso, uno como nunca en la historia, a tal grado que existieran mares en porciones desérticas; se cree que la superficie del planeta estaba constituida por el 82% de agua aproximadamente, y que las temperaturas eran, como mínimo, de 5°C superiores a las actuales.

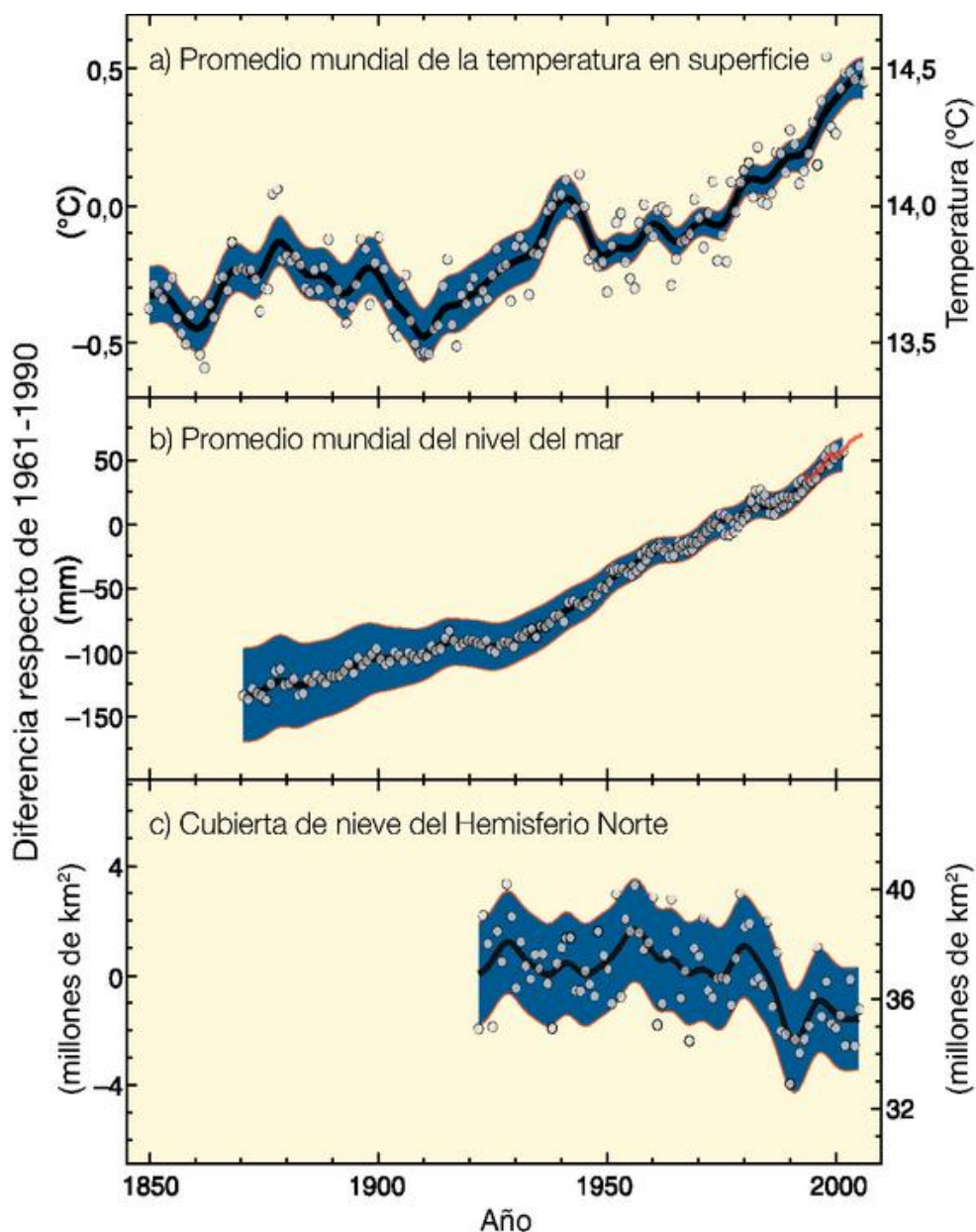
He ahí la polémica acerca del calentamiento global entre la comunidad científica²⁰, existen muchas dudas sobre la razón del actual incremento en la temperatura del planeta: algunos afirman que es resultado indudable de las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por el hombre; otros creen que esto es una exageración alarmista con tintes políticos; otros que es un ciclo natural del planeta producido por varios factores como la cantidad de radiación solar que llega a la Tierra (hay que recordar que el sol también tiene ciclos); pero lo más preocupante es que tanto la población en general como los gobiernos en el mundo apenas muestran conocimiento de ello, cuando se debería estar al tanto de qué pasa en nuestro planeta pues evidentemente no tenemos otro.

No es casualidad que después de la Revolución Industrial a la fecha, el clima ha experimentado una aceleración en el aumento de la temperatura; uno sin precedentes (ver gráfica 1). *“En promedio, las temperaturas del Hemisferio Norte durante la segunda mitad del siglo XX fueron muy probablemente superiores a las de cualquier otro período de 50 años de los últimos 500 años, y probablemente las más altas a lo largo de, como mínimo, los últimos 1300 años”.*²¹

²⁰ Hay que admitir que el planeta tiene ciclos, y que debido a variables tanto externas como internas se deba calentar, por otro lado, recordando los periodos por los que ha pasado el mismo, nos damos cuenta que el cambio natural de un clima a otro ha tardado miles e incluso millones de años.

²¹Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Cambios observados en el clima, y sus efectos, en: www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/es/spms1.html. (Pág. consultada el 22/12/2011)

Gráfica 1: Cambios en la temperatura, en el nivel del mar y en la cubierta de nieve del Hemisferio Norte.²²



Fuente: Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático 2007, en: www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf, p. 13.

²² Variación observada de: a) el promedio mundial de las temperaturas en superficie; b) el promedio mundial del nivel del mar a partir de datos mareométricos (azul) y satelitales (rojo); y c) la cubierta de nieve del Hemisferio Norte durante marzo-abril. Todas las diferencias han sido calculadas respecto de los promedios correspondientes durante el período 1961-1990. Las curvas alisadas representan los valores promediados decenalmente, mientras que los círculos denotan los valores anuales. Las áreas sombreadas representan los intervalos de incertidumbre estimados a partir de un análisis completo de las incertidumbres conocidas (a y b) y de la serie temporal c).

Las emisiones mundiales de estos gases provienen principalmente del uso de combustibles fósiles²³, Existe concordancia entre agencias como la *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), y el *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), con respecto a los efectos que se esperan por la modificación del clima a nivel mundial: En promedio, la Tierra se calentará más, algunas regiones pueden acoger las temperaturas más cálidas, pero otros no; Condiciones más cálidas probablemente conducirán a una mayor evaporación y precipitación en general, pero las regiones pueden variar; un fuerte efecto invernadero que calentaría los océanos y podría derretir los glaciares y el hielo, incrementando el nivel del mar. El agua del océano también se ampliaría si se calienta, lo que posiblemente podría contribuir aún más a la subida del nivel del mar; Mientras tanto, algunos cultivos y otras plantas pueden responder favorablemente al aumento de CO₂ en la atmósfera, al mismo tiempo, las temperaturas más altas y los patrones cambiantes climáticos pueden modificar las zonas donde los cultivos crecen mejor y afectar a la composición de las comunidades vegetales naturales.²⁴

El calentamiento global causa un reajuste en el clima mundial al que la vida tendrá que adaptarse; las causas que acrecientan este calentamiento bien pueden deberse a factores producidos por la actividad humana, pues a medida que aumenta la población, lo hacen las emisiones de gases de efecto invernadero, y a medida que esta concentración aumenta en la atmósfera se acrecienta el efecto invernadero, lo que provoca que aumente la temperatura media de la tierra (o que al menos propicie un catalizador enorme en el proceso de calentamiento global).

1.2.1. La atmósfera y el ozono

Para entender mejor las dinámicas existentes en los fenómenos naturales o en los problemas a los que se enfrenta la humanidad a causa del cambio climático, es necesario hacer una breve semblanza que nos oriente a ello. Para

²³ Aznar, P. et al. *Conocer la química del medio ambiente*, Servicio de Publicaciones, España, 1992. p. 89.

²⁴ National Aeronautics and Space Administration (NASA), *A blanket around the Earth*, en: www.climate.nasa.gov/causes/. (Pág. consultada el 20/03/2012)

lo cuál nos enfocaremos a un tema que es demasiado largo en sí, pero trataremos de darle un sentido general a modo que logremos dicho objetivo.

Primero que nada debemos entender que los procesos naturales en nuestro planeta han existido desde su formación, que su temporalidad es a corto y largo plazo y van de lo general a lo particular, es decir, que poseen una libertad enorme bajo el contexto de espacio-tiempo. El planeta Tierra cuenta con una dinámica y propiedades que hacen posible el desarrollo de la vida en él; se encuentra en movimiento dentro y fuera de sí mismo.

La atmósfera terrestre es el conjunto de gases que rodean la superficie: está formada mayormente por gases como nitrógeno en un 78% y oxígeno en un 20%; y menormente por argón en un 0.93%, algunos gases como el neón, hidrógeno, helio, metano, kriptón, xenón y ozono que juntos conforman el 0.14%, dióxido de carbono en un 0.03% y vapor de agua en cantidades variables según el lugar y la estación del año²⁵. Proporciona una barrera que impide el paso de rayos ultravioleta nocivos para la vida (que describiremos más adelante), aquí encontramos el aire que respiramos, nos protege de los meteoritos que caen del espacio, etc. debido a ello es primordial para la existencia de la vida.

Para identificarla mejor se le ha dividido en capas con diferentes propiedades:

- La **Tropósfera**: Desde la superficie (a nivel del mar) hacia arriba es la primer capa que llega hasta los primeros 15 kilómetros (tiene unos 8 km. de espesor en los polos y alrededor de 15 km. en el ecuador debido a la fuerza centrífuga del movimiento de rotación terrestre) esta capa es de suma importancia para la meteorología, debido a que en ella es donde tienen lugar la mayoría de los fenómenos meteorológicos, aunque es la más pequeña comparada con las demás, ahí se encuentra el 75% de la masa gaseosa de toda la atmósfera; esto ocurre por que el peso del aire en una columna imaginaria ejerce una fuerza sobre una superficie (presión atmosférica), que a nivel del mar es mayor que la que tendríamos en el Everest por así decirlo, de este modo tenemos que la

²⁵ Domínguez, Héctor. Nuestra Atmósfera, Editorial Lectorum, S.A. de C.V. México, 2004. p. 18.

presión atmosférica es inversamente proporcional a la altura; a mayor altura menor presión. La temperatura en esta capa, al igual que la presión, disminuye con la altura (en promedio 6°C por cada kilómetro).

- La **Estratósfera**: Se extiende desde donde termina la anterior capa hasta los 50 kilómetros de altura, a diferencia de la tropósfera en esta capa la temperatura asciende con la altura (que va de los -55°C hasta los 0°C), principalmente se debe por la absorción de rayos ultravioleta provenientes del Sol por parte de gases como el ozono (en esta capa se encuentra la concentración mayoritaria de toda la atmósfera).
- La **Mesósfera**: Esta capa abarca, aproximadamente, desde los 50 hasta los 80 kilómetros de altura, a medida que aumenta la altitud disminuye la temperatura pudiendo llegar hasta los -90°C. En esta capa es donde podemos observar las estrellas fugaces (meteoritos desintegrados en la termósfera).
- La **Termósfera** o **Ionósfera**. Se encuentra entre los 80 y 800 kilómetros de altura, el gas que se encuentra en mayor cantidad es el hidrógeno, aquí es donde se destruyen los meteoritos. La temperatura en esta capa aumenta con la altura; desde los -73°C hasta los 1,500°C (por lo que recibe el nombre de Termósfera), además de ello, los gases que contiene están ionizados debido a que absorben la radiación solar, misma que contiene cargas energéticas, es decir, que contiene partículas de iones (Ionósfera) que además posibilitan la reflexión a grandes distancias de ondas de radio que se transmiten desde la superficie terrestre. Pero aquí ocurre un fenómeno sin igual; el Sol emite vientos solares que transportan partículas cargadas (protones y electrones) que son atraídas por el campo magnético terrestre en las regiones polares, cuando dichas partículas chocan con los gases de esta capa crean una reacción de excitación, posteriormente los átomos liberan la energía acumulada en forma de luz de varios colores, lo que da lugar a las denominadas “auroras” (boreal en el polo norte y austral en el polo sur).

- La **Exósfera**: Es la zona de transición de la atmósfera y el espacio exterior, las principales partículas de los gases encontrados en ella van disminuyendo hasta desaparecer. Está situada a partir de los 800 kilómetros de altura y la fuerza de gravedad es muy tenue, debido a ello aquí se encuentran los satélites artificiales.

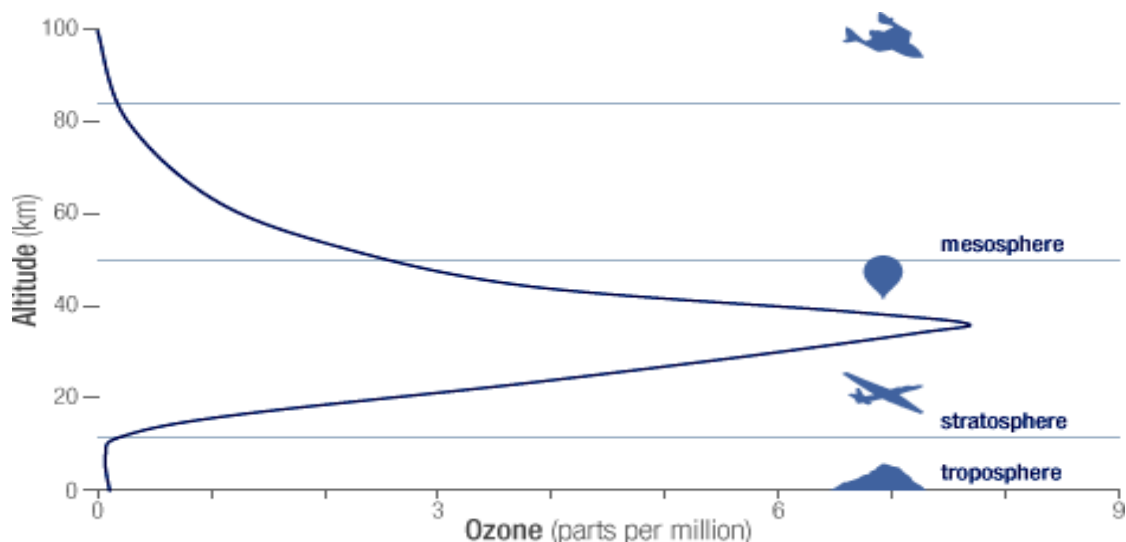
Pero hay otros factores que nos ayudan más a descubrir la mecánica de la atmósfera: para comprenderla mejor habría que visualizarla, al igual que los mares, como un fluido sobre la superficie terrestre que transporta masas de aire de norte a sur y de este a oeste por diferentes altitudes, equilibrando la temperatura del planeta. De esta manera tenemos un fluido que hace que las noches no sean tan frías y los días tan cálidos, al sustituir constantemente masas de aire frío de latitudes altas por aire cálido de latitudes bajas y viceversa. Así tenemos como resultado, que la atmósfera terrestre es una mezcla de gases necesarios para el desarrollo de vida en el planeta, protegiéndonos del exterior y al mismo tiempo regulando el clima del mismo.

Sin embargo, este equilibrio natural a veces se ve afectado directamente por factores antropogénicos (como ya lo habíamos mencionado) en distintas partes de la atmósfera (recordando su gran dimensión) como lo son los polos, más particularmente nos referimos al “agujero en la capa de ozono”.

El ozono (O₃) es un gas formado por 3 átomos de oxígeno, se encuentra presente de manera natural y en diferentes proporciones en la atmósfera. A esta concentración se le conoce como *la capa de ozono*, que actúa como filtro impidiendo que traspasen radiaciones nocivas y permitiendo que pasen otras que son fundamentales para la realizar la fotosíntesis de las plantas (a este punto cabe mencionar la importancia asociada con el fitoplancton de la que hablaremos más adelante).

El noventa por ciento de la capa de ozono en la atmósfera se encuentra en la estratosfera (ver gráfica 2), la capa de la atmósfera de entre aproximadamente 10 y 50 kilómetros de altitud (la concentración máxima de ozono se produce a una altura aproximada de 32 kilómetros). Así, resulta invaluable esta capa pues procura la vida en la Tierra.

Gráfica 2: Concentraciones máximas de ozono en la atmósfera.

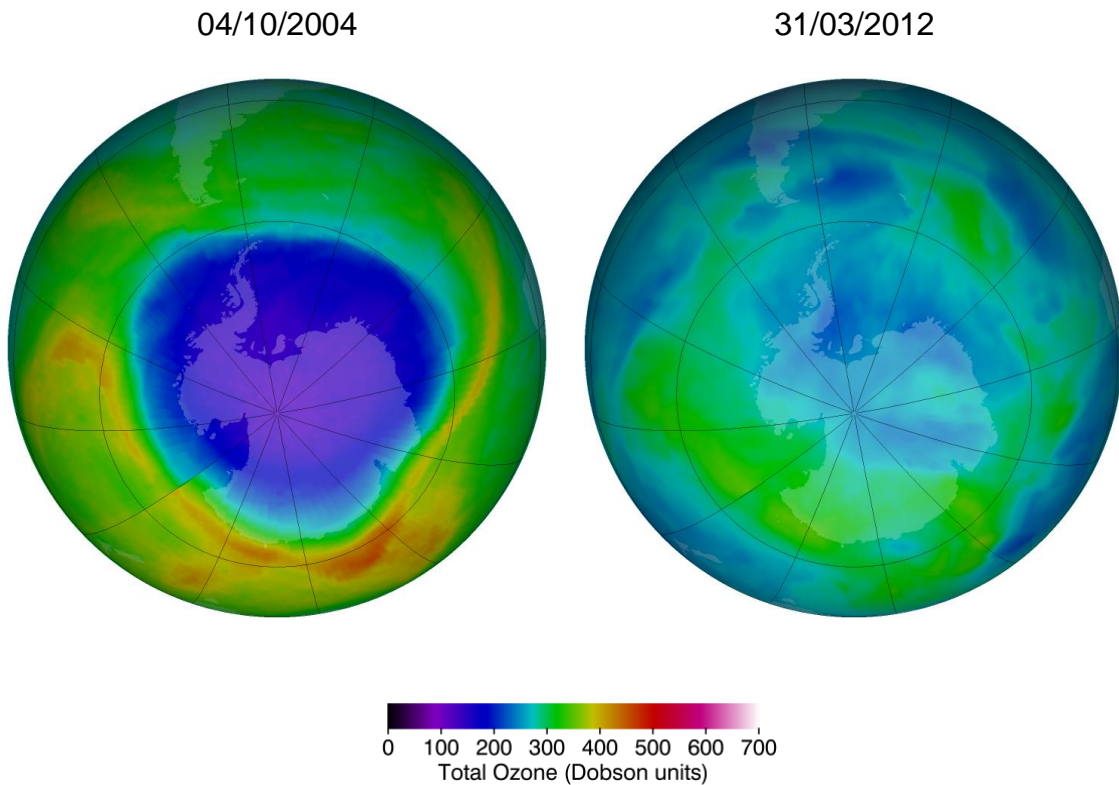


Fuente: National Aeronautics and Space Administration (NASA), Stratospheric “good” ozone, en: www.ozonewatch.gsfc.nasa.gov/facts/SH.html.

Grosso modo, el ozono es formado mediante una reacción química por luz ultravioleta proveniente del Sol, quien se encarga de separar las moléculas de oxígeno (O_2) en átomos de oxígeno que se combinan con aquellas moléculas que aún no son separadas del oxígeno para formar moléculas de ozono (O_3). Por otro lado, los clorofluorocarbonos destruyen al ozono²⁶; cuando éstos llegan a la zona donde se encuentra el ozono también comienzan a ser descompuestos por efecto de la radiación solar, los átomos de cloro son liberados y éstos comienzan a destruir los enlaces del ozono.

²⁶ Cabe destacar que el descubrimiento de la destrucción de la capa de ozono por los clorofluorocarbonos en la atmósfera, se llevó a cabo gracias a la notable participación del científico mexicano Mario Molina, premio Nobel de Química en 1995 (junto con su colaborador el químico Sherwood Rowland, de la Universidad de California, y al danés Paul Crutzen, del Instituto Max-Planck de Química de Mainz, Alemania). Molina fue uno de los primeros científicos en alertar a la comunidad internacional sobre el peligro que representan los clorofluorocarbonos para la capa de ozono.

Imagen 1: Agujero en la capa de ozono.²⁷



Fuente: National Aeronautics and Space Administration (NASA), Ozone Maps, en: www.ozonewatch.gsfc.nasa.gov/monthly/SH.html

En la Antártida (Polo Sur) se tiene registrado un promedio de 100 unidades Dobson²⁸, es decir, una disminución considerable a los valores normales, dicha disminución es lo que se considera como el agujero en la capa de ozono (ver imagen 1): en ese lugar durante los meses de oscuridad de invierno las condiciones atmosféricas son poco comunes; vientos circulares estratosféricos forman un vórtice polar que aísla el aire en el centro dando lugar a reacciones

²⁷ Los colores morado y azul representan el lugar donde hay menos ozono y los amarillos y rojos donde hay más.

²⁸ Son las unidades más comunes para medir la concentración de ozono. Una Unidad Dobson es el número de moléculas de ozono que serían necesarios para crear una capa de ozono puro 0.01 milímetros de espesor a una temperatura de 0 grados Celsius y una presión de 1 atmósfera (la presión del aire en la superficie de la tierra). El grosor promedio de la capa de ozono es de alrededor de 300 Unidades Dobson, sobre la superficie de la Tierra y comprimido por la atmósfera a nivel del mar, la capa sería de 3 milímetros de espesor. La NASA ha estado monitoreando el estado de la capa de ozono a través de las observaciones por satélite desde 1970, en la imagen aparece el agujero muy notablemente en octubre de 2004 y haciendo un comparativo con la última imagen publicada (a la fecha) por la NASA nos damos cuenta de la variabilidad en cuanto a la concentración de ozono, es decir, que en temporadas aumenta naturalmente la producción de ozono al igual que disminuye pero no ha alcanzado los valores normales (300 unidades) desde que se tiene registro (1970).

químicas que no se observan en otras partes de la atmósfera, se forman nubes polares estratosféricas que almacenan ácido clorhídrico, y nitrato de cloro, se crean reacciones químicas formando moléculas de cloro reactivas (Cl₂), cuando la luz del sol vuelve (en octubre) la luz ultravioleta rápidamente rompe el vínculo entre los átomos de cloro culminando con la liberación de cloro en la estratosfera, donde participan reacciones que destruyen las moléculas de ozono; un solo átomo de cloro puede destruir miles de moléculas de ozono, además de tener una vida muy larga en la atmósfera (de más de 40 años)²⁹. En el Ártico (Polo Norte) esto no es tan grave porque en esta región (más caliente comparada con su homóloga) el vórtice no dura tanto tiempo.

El aumento de clorofluorocarbonos en la atmósfera se debe básicamente por el uso excesivo de aerosoles refrigerantes y solventes tanto industriales como domésticos, por ello a nivel internacional, se llevó a cabo la implementación del protocolo de Montreal, dicho acuerdo fue negociado en 1987 y entró en vigor el 1º de enero de 1989. Desde la primera reunión de las partes (en Helsinki en mayo de 1989) el documento ha sido revisado en varias ocasiones, en 1990 (Londres), en 1991 (Nairobi), en 1992 (Copenhague), en 1993 (Bangkok), en 1995 (Viena), en 1997 (Montreal) y en 1999 (Beijing). Con estos esfuerzos internacionales, se estima que la recuperación total de la capa de ozono sería posible para el año 2065 si todos los países cumplen con lo dispuesto en el protocolo.

Existen teorías acerca de que el aumento de temperatura en la Tierra afectaría la atmósfera de tal modo que el ozono disminuiría notablemente, pero lo que queda claro es que se ha observado una disminución en la concentración de ozono en la atmósfera a raíz de la liberación de clorofluorocarbonos al medio ambiente, y que luego son transportados hacia la estratósfera, y que esta liberación tiene sus orígenes en la implementación de los productos que ha usado la población cada vez más creciente.

²⁹National Aeronautics and Space Administration (NASA). [NASA and NOAA Announce Ozone Hole is a Double Record Breaker](http://www.nasa.gov/vision/earth/lookingatearth/ozone_record.html), en: www.nasa.gov/vision/earth/lookingatearth/ozone_record.html. (Pág. consultada el 03/04/2012).

1.2.2. Calentamiento global

Habitualmente se confunden los términos Calentamiento global, Cambio climático y Efecto invernadero cuando se habla en torno a la contaminación ambiental, primero debemos entender que se trata de diferentes términos relacionados entre sí: el *Cambio climático*, como ya lo habíamos mencionado, es la alteración o modificación del clima ya sea por acciones naturales o del hombre; el *Efecto invernadero* es un proceso natural por el cual la radiación solar traspasa la atmósfera, calienta la superficie terrestre, rebota y cuando llega nuevamente a la atmósfera una parte de radiación sale y otra se queda, lo que provoca un calentamiento natural alrededor de 14 °C (temperatura media del planeta) necesario para la vida misma, de no existir este fenómeno la temperatura caería hasta -18°C³⁰; y por último el *Calentamiento global* es un aumento en la temperatura media de la Tierra.

De los gases contenidos en la atmósfera (que ya habíamos mencionado) el dióxido de carbono, el metano y el vapor de agua, principalmente, forman una capa que retiene parte de la radiación solar, pero cuando la concentración de dióxido de carbono aumenta por el uso de combustibles fósiles (principalmente) o por la deforestación, la radiación solar entra pero la mayor parte no sale pues dicha capa no lo permite, el resultado modifica al efecto invernadero y causa un calentamiento mayor en la Tierra.

El estudio del clima mundial es una tarea de escalas demasiado grandes, debido a ello se han creado organismos dedicados al estudio del clima, tal es el caso de la NASA, además de ser la agencia gubernamental estadounidense responsable de los programas espaciales, proporciona información e investigaciones sobre la actividad solar, aumento del nivel del mar, la temperatura de la atmósfera y los océanos, el estado de la capa de ozono, la contaminación del aire, y los cambios en el hielo del mar y del hielo terrestre. Según esta agencia³¹, los gases que contribuyen al efecto invernadero son:

³⁰ Amestoy Alonso, José. El Planeta tierra en peligro (Calentamiento Global, Cambio Climático, Soluciones), Editorial Club Universitario, España, 2010. p. 14.

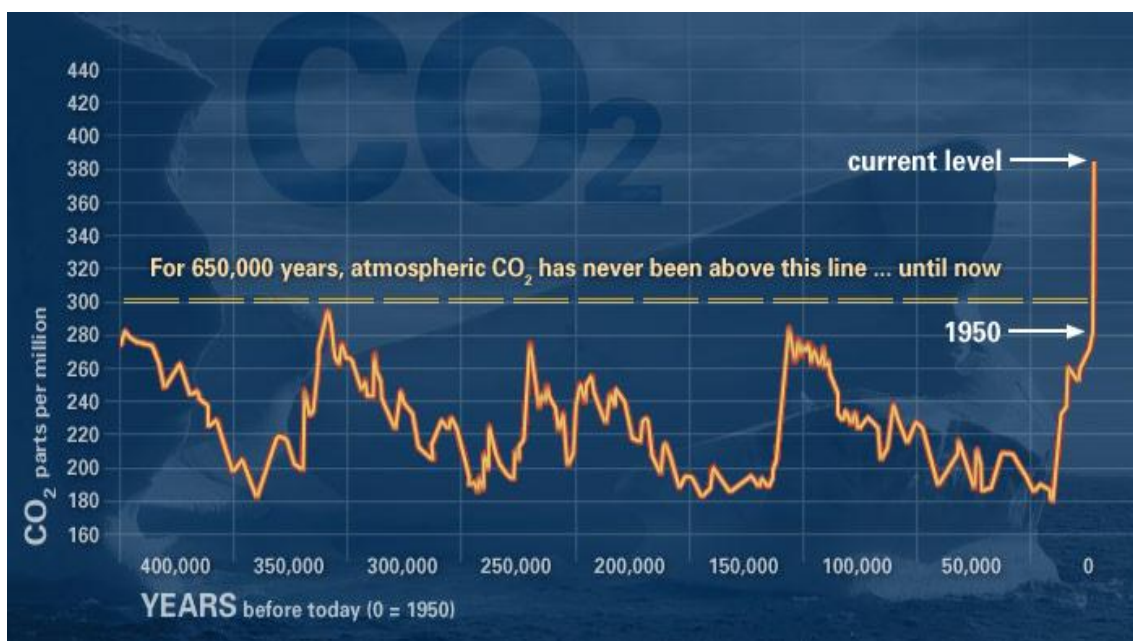
³¹ National Aeronautics and Space Administration (NASA), A blanket around the Earth, en: www.climate.nasa.gov/causes/. (Pág. consultada el 20/03/2012).

- **Vapor de agua:** Es el gas de efecto invernadero más abundante que actúa como una retroalimentación para el clima. El vapor de agua aumenta a medida que se calienta la atmósfera de la Tierra, pero también lo hace la posibilidad de precipitación y nubes.
- **Dióxido de carbono (CO₂):** Es un componente menor pero muy importante en la atmósfera, el dióxido de carbono es aumentado en su concentración atmosférica a través de procesos naturales como la respiración y erupciones volcánicas, y por actividades humanas como la deforestación, los cambios de uso de suelo y la quema de combustibles fósiles. Los seres humanos han aumentado la concentración atmosférica de CO₂ en un tercio desde la Revolución Industrial.
- **Metano:** Es un gas producido a través de fuentes naturales y actividades humanas como la agricultura y en especial en el cultivo del arroz, así como la digestión de los rumiantes y manejo de estiércol asociadas con el ganado doméstico. Se trata de un gas mucho más activo que el dióxido de carbono pero a la vez es mucho menos abundante en la atmósfera.
- **Óxido nítrico:** Es un poderoso gas de efecto invernadero producido por las prácticas de cultivo de suelo, especialmente por el uso de fertilizantes comerciales y orgánicos, la combustión de productos fósiles, la producción de ácido nítrico y la quema de biomasa.
- **Clorofluorocarbonos (CFC):** Se trata de compuestos sintéticos completamente de origen industrial, pero ahora en la producción están regulados para la liberación a la atmósfera por acuerdo internacional por su capacidad para contribuir a la destrucción de la Capa de Ozono. Ellos también son gases de efecto invernadero.

A través de satélites artificiales y de la huella de la atmósfera dejada en los glaciares, los científicos estudian los estragos de un calentamiento global que se ha ido dibujando desde hace muchos años; el mundo se ha estado

calentado desde 1880³². Científicamente se ha comprobado que la tierra se está calentando al mismo tiempo que las concentraciones de CO₂ aumentan en la atmósfera terrestre. Como ya lo habíamos mencionado, en 1988 la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) crearon el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) el cual ha publicado que hay más del 90% de probabilidad de que la mayor parte del calentamiento global (en los últimos 50 años) haya ocurrido debido a emisiones de gases de efecto invernadero producidos por la actividad humana (ver gráfica 3) y prevé para el año 2100 un calentamiento de entre 1.0 y 3.5°C³³ lo cuál traería grandes cambios a nivel mundial.

Gráfica 3: Aumento en la concentración de CO₂ en la atmósfera.



Fuente: NASA. *Climate change: How do we know?* en: www.climate.nasa.gov/evidence/

No cabe duda que a raíz de la alteración en la atmósfera, en cuanto a la concentración de su composición, se ha provocado una modificación del clima, habiendo comprendido esto nos enfocaremos a revisar las causas por las cuales se ha dado este fenómeno de calentamiento en el mundo, mismo que

³² National Aeronautics and Space Administration (NASA), *Climate change: How do we know?* en: www.climate.nasa.gov/evidence/. (Pág. consultada el 08/01/2012).

³³ Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). *Climate change 2007*, en: www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml. (Pág. consultada el 08/01/2012).

ocurre de distinta manera en los océanos que en la superficie terrestre: *“Los cambios experimentados por las concentraciones de los gases de efecto invernadero (GEI) y aerosoles en la atmósfera, por la cubierta terrestre y por la radiación solar alteran el balance de energía del sistema climático y son factores originantes del cambio climático. Afectan la absorción, la dispersión y la emisión de radiación en la atmósfera y en la superficie de la Tierra”*.³⁴

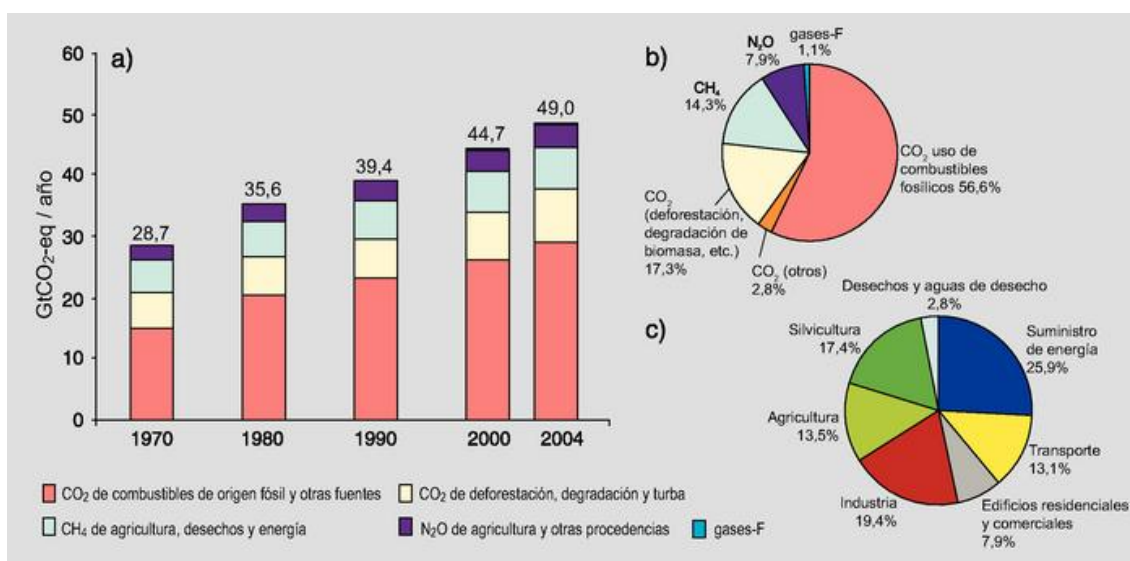
Según el IPCC, las emisiones de gases de efecto invernadero antropogénico (principalmente el CO₂ o dióxido de carbono) desde la era preindustrial han aumentado en un 80% entre 1970 y 2004. Pese a ello, dicho grupo no ha publicado con certeza que el aumento de temperatura en la Tierra ha sido obra directa de las actividades humanas; únicamente se menciona en sus informes que existe un alto grado de posibilidad o confianza, lo cual ha levantado polémica, no obstante, las investigaciones acerca del cambio climático hacen referencia a que esto es verdad: por un lado tenemos un aumento de temperatura científicamente comprobado y por el otro, grandes estadísticas de emisiones de gases de efecto invernadero, ambas en una temporalidad muy similar.

Ahora bien, se ha observado el calentamiento desde las perspectivas de algunas regiones del mundo y se ha llegado a la conclusión de que existe una concordancia entre el aumento de temperatura con dichas regiones, es decir, que dicho acontecimiento no se debe únicamente a la variabilidad natural del clima por región.

Al parecer las emisiones mundiales de *GEI* han aumentado considerablemente (tomando en cuenta el periodo de 1970 a 2004 publicado por el IPCC) y si lo vemos por sectores el más importante de ellos es el suministro de energía, seguido por la industria, la silvicultura (incluida la deforestación), agricultura, transporte, vivienda y comercio (ver gráfica 4).

³⁴ Grupo Intergubernamental de expertos Sobre cambio Climático (IPCC). *Cambio climático 2007*, en: www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf. p.47 (Pág. Consultada el 20/03/2012).

Gráfica 4: Emisiones mundiales de GEI antropogénicos.



Fuente: Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático 2007, en: www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf, p. 15.

Por otro lado, la principal fuente de energía e impulsor de nuestro sistema climático es el Sol; la radiación solar que llega a la Tierra es fundamental para la existencia de vida en ella. Debido a ello, es razonable suponer que los cambios en la cantidad de radiación solar podrían causar que el clima cambie.

De hecho, algunos estudios muestran que la variabilidad solar ha jugado un papel en los cambios climáticos del pasado. Por ejemplo, una disminución en la actividad solar se cree que ha provocado: la Pequeña Era de Hielo, aproximadamente entre 1650 y 1850; o cuando el hielo de Groenlandia se redujo en gran medida de 1410 a la década de 1720; y el avance de los glaciares en los Alpes. Sin embargo, algunas evidencias muestran que el actual calentamiento global no puede ser explicado por cambios en la radiación solar que llega a la Tierra; desde 1750, la cantidad media de energía procedente del Sol o bien se mantuvo constante o aumentó ligeramente; si el calentamiento fue causado por el Sol más activo, los científicos podrían esperar ver las temperaturas más altas en todas las capas de la atmósfera, en cambio, han observado un enfriamiento en la atmósfera superior, y un calentamiento en la superficie y en las partes bajas de la atmósfera. Esto es debido a que los gases de efecto invernadero atrapan el calor en la atmósfera inferior; Los modelos climáticos que incluyen cambios en la irradiación solar no pueden reproducir la

tendencia de la temperatura observada en el último siglo o más, sin incluir el aumento de gases de efecto invernadero.³⁵

Según la NASA, desde 1978 una serie de instrumentos satelitales han medido directamente la producción de energía del Sol. Los datos satelitales muestran un ligero descenso en la radiación solar durante este periodo³⁶. Así que el Sol no parece ser responsable de la tendencia de calentamiento observado durante las últimas 3 décadas.

Al respecto el IPCC en su informe sobre cambio climático de 2007, refuerza lo anterior con la conclusión de que:

*“...es extremadamente improbable que el cambio climático mundial de los últimos cincuenta años sea explicable en ausencia de un forzamiento externo, y muy probable que no se deba exclusivamente a causas naturales conocidas. Durante ese período, la suma de los forzamientos solares y volcánicos habría producido probablemente un enfriamiento, y no un calentamiento. El calentamiento del sistema climático ha sido detectado en los cambios de temperatura de la superficie y de la atmósfera, y de la capa superior del océano hasta una profundidad de varios centenares de metros. La pauta observada del calentamiento troposférico y del enfriamiento estratosférico se debe muy probablemente a la influencia conjunta de los aumentos de GEI y al agotamiento del ozono de la estratosfera”.*³⁷

De lo anterior, podemos decir que la estrella más brillante vista desde la Tierra, y que además mantiene a nuestro sistema climático, es responsable de algunas etapas del planeta, tal como lo es la “Era de Hielo”, pero no es responsable del actual cambio de temperatura antes mencionado.

³⁵ National Aeronautics and Space Administration (NASA). [A blanket around the Earth](http://www.climate.nasa.gov/causes/), en: www.climate.nasa.gov/causes/. (Pág. consultada el 20/03/2012).

³⁶ En un plazo mayor, las estimaciones de la radiación solar se han realizado utilizando los registros de manchas solares y los llamados “indicadores sustitutos”, tales como la cantidad de carbono en los anillos de los árboles. Los análisis más recientes indican que los cambios de la irradiación solar no pueden representar más del 10 por ciento del calentamiento del siglo XX.

³⁷ Grupo Intergubernamental de expertos Sobre cambio Climático (IPCC). [Cambio climático 2007](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf), en: www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf. p.49. (Pág. Consultada el 20/03/2012).

Debido a lo expuesto por diversos estudios realizados, nos damos cuenta que la causa principal es el aumento de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, que a su vez, dicho aumento es causado por actividades humanas, tales como el uso de combustibles fósiles, principalmente para el uso energético e industrial.

Aunado a ello, las consecuencias del aumento de temperatura en la Tierra son varias: el derretimiento de los polos, por lo que es posible que el nivel del mar aumente, de esta manera muchas zonas costeras desaparecerían; mayor cantidad de agua evaporada provocando un aumento en la magnitud y frecuencia de las lluvias, tormentas y huracanes; biológicamente al aumentar la temperatura del medio, el cuerpo humano debe ejercer un esfuerzo mayor para realizar cualquier actividad lo que se traduce en efectos perjudiciales en el sistema respiratorio y cardiovascular; algunos ríos que contribuyen a la generación eléctrica disminuirían considerablemente afectando la rama energética; disminución de los mantos acuíferos por evaporación y en las zonas costeras se corre el riesgo de que, como el nivel del mar aumente tanto, las aguas dulces se salinicen haciéndolas no aptas para el consumo humano; debido al calor los suelos pierden humedad y como consecuencia se perdería en un futuro áreas enormes de vegetación y las zonas desérticas aumentarían; de continuar aumentando la temperatura se modificarían los hábitats naturales lo que causaría un reajuste en la fauna pudiendo llegar a la extinción de especies; el mundo comenzaría a ser tan hostil como nosotros lo hemos sido con él.

Tabla 1: Ejemplos de posibles impactos del cambio climático por efecto de la alteración de los fenómenos atmosféricos y climáticos extremos, con base en proyecciones que abarcan hasta mediados-finales del siglo XXI.

Fenómenos y dirección de las tendencias	Probabilidad de las tendencias futuras	Ejemplos de impactos importantes proyectados, por sectores			
		Agricultura, silvicultura y ecosistemas	Recursos hídricos	Salud humana	Industria, asentamientos y sociedad
En la mayoría de las áreas terrestres, días y noches fríos más templados y más escasos, días y noches cálidos más cálidos y más frecuentes	Virtualmente cierto	Aumento del rendimiento en entornos más fríos; disminución en entornos más cálidos; aumento de plagas	Efectos sobre los recursos hídricos dependientes de la nieve fundida; efectos sobre ciertos suministros hídricos	Disminución de la mortalidad humana por menor exposición al frío	Disminución de la demanda de energía para calefacción; aumento de la demanda de refrigeración; deterioro de la calidad del aire en las ciudades; menores trastornos en los transportes debidos a la nieve o al hielo; efectos sobre el turismo de invierno
Períodos cálidos/olas de calor. Aumento de la frecuencia en la mayoría de las extensiones terrestres	Muy probable	Menor rendimiento en regiones más templadas por efecto del estrés térmico; mayor peligro de incendios incontrolados	Aumento de la demanda hídrica; problemas de calidad del agua	Mayor riesgo de mortalidad por efecto del calor, especialmente para los ancianos, los enfermos crónicos, los más pequeños y los que viven en aislamiento	Menor calidad de vida de las personas que habitan en áreas cálidas sin una vivienda adecuada; impactos sobre los ancianos, los pequeños y los pobres
Episodios de precipitación intensa. Aumento de la frecuencia en la mayoría de las áreas	Muy probable	Daños a los cultivos; erosión del suelo, imposibilidad de cultivar tierras por anegamiento de los suelos	Efectos adversos sobre la calidad del agua superficial y oceánica; contaminación de los suministros hídricos	Mayor riesgo de defunciones, lesiones y enfermedades infecciosas, respiratorias y dérmicas	Alteraciones de los asentamientos, del comercio, del transporte y de las sociedades por efecto de las crecidas: presiones sobre las infraestructuras urbanas y rurales; pérdida de bienes
Aumento de la actividad de los ciclones tropicales intensos	Probable	Daños a los cultivos; Árboles descuajados por el viento; daños a los arrecifes de coral	Interrupciones del suministro eléctrico que alteran el abastecimiento de agua para la población	Mayor riesgo de defunciones, lesiones, enfermedades transmitidas por el agua y por los alimentos; trastornos de estrés postraumático	Trastornos causados por crecidas y vientos fuertes; denegación de seguros por aseguradoras privadas en áreas vulnerables; posibilidad de migraciones de la población; pérdida de bienes
Mayor incidencia de valores extremos de aumento de nivel del mar (excluidos los tsunamis)	Probable	Salinización del agua de riego, de los estuarios y de los sistemas de agua dulce	Menor disponibilidad de agua dulce por intrusión de agua salada	Mayor riesgo de defunciones y de lesiones por ahogamiento a causa de crecidas; efectos de las migraciones sobre la salud	Costos de protección costera, comparados con los costos de reubicación de los usos de la tierra; posibles desplazamientos de poblaciones y de infraestructura

Fuente: Adaptado del Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático 2007, en: www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf. p.64.

Los ejemplos señalados anteriormente no tienen contemplada la adaptabilidad del ser humano, es decir, que estos posibles cambios en el mundo se darían en

un periodo aproximado de 100 años y la humanidad al correr del tiempo trataría de sobrellevarlos, a tal grado que no parecieran tan perjudiciales e inclusive tolerables para el ritmo de vida de la población mundial. Sin embargo, algunos cambios afectarían en un grado mayor a ciertos lugares, por ejemplo, en las playas se estima que el cambio climático acarree complicaciones como la erosión de arena y pérdida de manglares que hablaremos más adelante.

Lo cierto es que a raíz del estudio del clima y el aumento de temperatura se ha llegado a una convergencia (de proyecciones) entre distintos entes de la comunidad científica como: el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), el Instituto Nacional de Ecología (INE), la *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) entre otros, que publican este tipo de consecuencias a raíz del aumento de temperatura en nuestro planeta y prevén una modificación en el clima mundial.

1.2.3. Huracanes y corrientes marinas

Antes que nada debemos conocer las diferencias entre términos que a menudo usamos pero que a veces desconocemos por la similitud en relación al tema de los huracanes, para poder conocer de manera objetiva el comportamiento y formación de este tipo de fenómenos meteorológicos en el mar.

Cuando hablamos de una “tormenta” nos referimos a un fenómeno meteorológico producido por variaciones de temperatura en la atmósfera, que produce grandes nubes, viento y violentas precipitaciones acompañadas de rayos y truenos, con un ciclo de duración de una a dos horas³⁸.

Cuando se habla de “ciclones tropicales” se hace referencia a un grupo de tormentas que circulan en torno a un centro de baja presión (fenómeno tropical que se produce por un núcleo cálido que alimenta al ciclón). Ahora bien,

³⁸ R. G. Barry y R. J. Chorley. *Atmósfera, Tiempo y Clima*, Omega, Barcelona, 1980. p.105.

existen varios tipos de ciclones tropicales³⁹ que son medidos con la escala Saffir-Simpson⁴⁰:

- **Depresión Tropical:** Es un ciclón tropical en el que la velocidad del viento es igual o menor a 62 km/h.
- **Tormenta Tropical:** Es un ciclón tropical en el que la velocidad del viento es de 62.1 km/h a 118 km/h.
- **Huracán categoría 1:** Es un ciclón tropical altamente destructivo en el que la velocidad del viento es de 118.1 km/h a 154km/h.
- **Huracán categoría 2:** Es un ciclón tropical altamente destructivo en el que la velocidad del viento es de 154.1 km/h a 178km/h.
- **Huracán categoría 3:** Es un ciclón tropical extremadamente destructivo en el que la velocidad del viento es de 178.1 km/h a 210km/h.
- **Huracán categoría 4:** Es un ciclón tropical extremadamente destructivo en el que la velocidad del viento es de 210.1 km/h a 250km/h.
- **Huracán categoría 5:** Es el más destructivo de los ciclones tropicales en el que la velocidad del viento es mayor a 250km/h.

De esta manera se establece una escala para una mejor prevención entre la población con respecto a los posibles daños que podría causar un huracán, así como las medidas que se deben seguir por medio de protección civil o su equivalente en las zonas afectadas. Siguiendo este parámetro, la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés) recientemente anunció una modificación a dicha escala, buscando establecer con mayor exactitud la categoría de los huracanes; ello debido a “la

³⁹ Servicio Meteorológico Nacional. ¿Qué es un ciclón? en: www.smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=39&Itemid=47. (Pág. consultada el 10/01/2012).

⁴⁰ Dicha escala surgió de la necesidad de medir la intensidad de los huracanes, propuesta por Herbert Saffir en 1969 mientras pertenecía a una comisión de Naciones Unidas dedicada al estudio de las construcciones de bajo costo en áreas propensas a sufrir huracanes, puesto que no se tenía una escala como la que se usa para medir sismos (Richter), así que propuso una escala de cinco niveles, basada en la velocidad del viento (Se le llama viento sostenido a un viento promedio de 1 minuto medido a 10 metros de la superficie) que describía los posibles daños en edificios y posteriormente complementada con factores como efectos del oleaje e inundaciones por Bob Simpson, director del Centro Nacional de Huracanes de Estados Unidos.

incertidumbre inherente en la estimación de la fuerza de los ciclones tropicales”, pues el Centro Nacional de Huracanes (NHC, por sus siglas en inglés) estadounidense asigna la intensidad de los ciclones tropicales del Pacífico Central y el Atlántico en intervalos de cinco en cinco nudos, pero a veces se requiere del uso de kilómetros por hora. Para ello, las velocidades en nudos se convierten en millas por hora y después en kilómetros por hora, posteriormente se consideran incrementos de cinco en cinco millas por hora, y luego de cinco en cinco kilómetros por hora. Pero este proceso de conversión y redondeo es inexacto en la categoría 4; la nueva escala amplía esta categoría, quedando de la siguiente forma: categoría 3 de 178-208 km/h; categoría 4 de 209 a 251 km/h; y categoría 5 con vientos mayores a 252 km/h, ello a partir del 15 de Mayo de 2012⁴¹.

Cabe mencionar que la diferencia entre huracán, tifón y ciclón no es más que el lugar en donde son vistos, pues aunque estos términos son diferentes hacen referencia al mismo fenómeno meteorológico, por ejemplo: en el Atlántico norte occidental, la parte central y oriental del Pacífico norte, el mar Caribe y el golfo de México este fenómeno meteorológico se denomina "huracán"; en el Pacífico norte occidental se denomina "tifón"; en la bahía de Bengala y el mar Arábigo se denomina "ciclón"; en el Pacífico sur occidental y el océano Índico suroriental, se denomina "ciclón tropical severo."; en el océano Índico suroccidental, se denomina "ciclón tropical"; y en otros lugares como en Australia se le conoce como "willy, willy".

Para la formación de los ciclones tropicales es necesaria una serie de factores que favorezcan su formación⁴²:

- Las aguas cálidas son necesarias para alimentar al ciclón tropical. El agua superficial del océano debe estar por lo menos a 26.5°C, en una capa de agua superficial gruesa (aunque desconocemos cuál sería la profundidad óptima, se estima que debe tener un mínimo de 50 metros).

⁴¹ National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Product changes for the 2012 hurricane season, en: www.nhc.noaa.gov/news/20120403_pa_productChanges.pdf.p.1. (Pág. consultada el 09/04/2012)

⁴² Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory, (AOML). How do tropical cyclones form? en: www.aoml.noaa.gov/hrd/tcfaq/A15.html. (Pág. consultada el 22/03/2012)

- La temperatura atmosférica debe disminuir rápidamente con la altura, de tal forma que se pueda sustentar la convección⁴³ del aire húmedo. La actividad de tormentas provocada por la convección roba energía calorífica de la superficie del océano y la libera en el aire durante el desarrollo del ciclón tropical.
- Se necesita que las capas de la tropósfera media se encuentren humedecidas (5 kilómetros).
- El área de perturbación tropical debe estar alejada del Ecuador por lo menos unos 500 km, de esta manera se permite que la fuerza Coriolis⁴⁴ desvíe los vientos hacia el centro de bajas presiones, causando una circulación.
- Los ciclones tropicales no se generan espontáneamente; su desarrollo requiere la existencia previa de un sistema organizado débilmente (una perturbación atmosférica pre-existente), que tenga suficiente rotación y un flujo de aire en las capas bajas.
- La cizalladura⁴⁵ del viento horizontal debe ser débil (menor a 10 metros por segundo) entre la superficie y la tropósfera alta. Si la cizalladura es muy fuerte, entonces se perjudica el desarrollo inicial del ciclón tropical, impidiendo inclusive su formación. Por otro lado, si el ciclón tropical ya está formado, una cizalladura fuerte puede debilitar o destruir la tormenta al dispersar o al impedir la organización efectiva de la convección en nubes profundas cercanas al centro del ciclón.

⁴³ Dicho de otra manera, el agua posee la característica de transferir calor en la atmósfera. Esta propiedad es el transporte de calor por medio de las corrientes ascendente y descendente en el entorno; una gran cantidad de agua superficial de mar es calentada por los rayos del Sol a tal grado que ésta pasa a su estado gaseoso y asciende, entre más alto llegue su temperatura disminuye y se condensa formando las nubes, cuando esta condensación se acelera por el ascenso de las mismas masas de nubes son enfriadas rápidamente y el agua regresa a su estado líquido (inclusive puede llegar a sólido) precipitándose, de esta manera se forman las perturbaciones atmosféricas en los océanos.

⁴⁴ R. G. Barry y R. J. Chorley. *Op. cit.* p. 124. Dicha fuerza es la responsable de desviar todos los cuerpos sobre la superficie de la Tierra, teniendo más fuerza en las cercanías del Ecuador y disminuyendo en los polos. Esto ocurre por el movimiento de rotación terrestre que crea una fuerza invisible a la que se le denomina "Fuerza Coriolis". Así en el hemisferio sur los huracanes giran en sentido de las manecillas del reloj, y en el hemisferio norte giran en sentido contrario.

⁴⁵ La cizalladura es el cambio en la magnitud del viento horizontal con la altura.

Teniendo estos requerimientos es posible la formación de un ciclón tropical cuya energía es atribuida a la condensación del vapor de agua. Un vez que los rayos del sol calientan y evaporan una gran cantidad de la superficie del mar, este vapor de agua sube rápidamente y se expande, debido a que la temperatura de la tropósfera disminuye con la altura el vapor de agua se condensa y enfría formando nubes a gran altitud (las denominadas cumulonimbus). Los vientos comienzan a organizar las nubes de tormenta en un centro que generalmente es de donde toma la fuerza el ciclón, este centro se caracteriza por poseer una baja presión, vientos leves y ausencia de nubes (ojo del huracán), el flujo del aire en el huracán asciende en espiral por la pared del ojo, una vez en la parte superior se dirige hacia los costados, baja y regresa al centro. También cuenta con bandas de lluvia que caen por efecto del cúmulo de nubes girando a su alrededor (ver imagen 2).

Imagen 2: Estructura de un huracán.



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador, en: www.snet.gov.sv/ver/seccion+educativa/meteorologia/huracanes/estructura/.

Increíblemente los huracanes miden en promedio de 8 a 10 kilómetros de altura con un aproximado de 450 kilómetros de diámetro (en el Pacífico pueden llegar a medir hasta 1700 kilómetros) y su ojo puede tener de 25 hasta 80 kilómetros de diámetro. Alcanzan una velocidad media de traslación de 24 a 32 kilómetros por hora (aunque pueden ganar o perder velocidad), tienen una duración de

una semana o más y se presentan con una frecuencia de 60 huracanes por año, teniendo mayor aparición en el Pacífico noroeste (Filipinas y Japón).⁴⁶

Se disipan cuando llegan a aguas más frías o en tierra firme debido a que en estos lugares no se encuentra la humedad y calor del que se alimentan los huracanes. De esta manera, los huracanes además de ser devastadores para los asentamientos humanos y áreas naturales como las estructuras coralinas y playas de varios países, son grandes mecanismos naturales de propagación de calor y humedad hacia zonas secas y/o frías.

Otro factor que debemos tomar en cuenta es la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), que es una región cerca del Ecuador que rodea la Tierra donde los vientos del hemisferio norte y sur convergen. El calor del Sol evapora aguas tropicales y produce convección en la atmósfera. La humedad que asciende produce nubosidad y cuando se enfría, precipitación. Debido a ello esta zona está caracterizada por continuas tormentas que caen sobre las selvas tropicales. La ZCIT se mueve a la izquierda o derecha del Ecuador dependiendo de la estación del año en la que se encuentre, a medida que se desplaza a más de 500 kilómetros de la línea ecuatorial, el aumento de la fuerza Coriolis hace que la formación de ciclones tropicales en esta zona sea más posible. Vista desde lo más alto de la atmósfera la ZCIT es como una cinta de nubes cercana al Ecuador.

En teoría, se puede decir que un aumento en la temperatura media de la tierra repercutiría en una evaporación mayor de agua de mar, lo cuál llevaría a condiciones adecuadas para la formación, no solo de tormentas, sino de grandes huracanes.

Según el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)⁴⁷, los aspectos destructivos de los ciclones tropicales, que marcan su intensidad, se deben principalmente a cuatro aspectos:

⁴⁶ Larocca, Silvia. Ciclones tropicales – Huracanes, en: www.tutiempo.net/silvia_larocca/. (Pág. consultada el 11/04/2012).

⁴⁷ Centro Nacional de Prevención de Desastres, (CENAPRED). Ciclones tropicales, en: www.cenapred.gob.mx/es/Investigacion/RHidrometeorologicos/FenomenosMeteorologicos/CiclonesTropicales/. (Pág. consultada el 27/03/2012)

- **Viento:** Se trata de una de las características más conocidas. Los ciclones tropicales (con excepción de los tornados) son los fenómenos que presentan las mayores intensidades de viento que en ocasiones sobrepasan velocidades de 300 km/h.
- **Marea de tormenta:** Es la sobre elevación del nivel medio del mar que puede llegar a ser de más de un metro cuando el ciclón tropical se acerca a la costa. No obstante, la marea se agrega al “oleaje” que se está produciendo en el momento en que se aproxima el huracán y por esta razón, no es tan obvio percatarse de dicha sobre elevación, por lo que simplemente se reportan olas que tienen mayor alcance tierra adentro, cuando en realidad se trata de la Marea de tormenta que es la responsable de las inundaciones de las zonas costeras en las que, dependiendo de la topografía del lugar, el agua puede llegar a cubrir franjas de varios kilómetros.
- **Oleaje:** Los fuertes vientos del ciclón generan grandes oleajes que pueden trasladarse a zonas alejadas del punto de incidencia del huracán, por lo que la navegación no es posible.
- **Precipitación:** La magnitud de la precipitación que genera un ciclón tropical es muy grande; los huracanes arrastran consigo enormes cantidades de humedad que al precipitarse (con mayor intensidad cuando se encuentra una barrera montañosa) provocan fuertes tormentas y deslizamientos de tierra.

Tabla 2: Escala de daño potencial de Saffir-Simpson.⁴⁸

CATEGORÍA	MAREA DE TORMENTA (en metros)	CARACTERÍSTICAS DE LOS POSIBLES DAÑOS MATERIALES E INUNDACIONES
Depresión Tropical	–	Localmente destructivo.
Tormenta Tropical	1.1	Tiene efectos destructivos.
Huracán categoría 1	1.5	Potencial Mínimo. Ningún daño efectivo a los edificios. Daños principalmente a casas rodantes no ancladas, arbustos, follaje y árboles. Ciertos daños a señales pobremente construidas. Algunas inundaciones de carreteras costeras en sus zonas más bajas y daños leves en los muelles. Ciertas embarcaciones pequeñas son arrancadas de sus amarres en fondeaderos expuestos.
Huracán categoría 2	2.0 a 2.5	Potencial Moderado. Daños considerables a arbustos y a follaje de árboles, inclusive, algunos de ellos son derribados. Daño extenso a señales pobremente construidas. Ciertos daños en los techos de casas, puertas y ventanas. Daño grave a casas rodantes. Carreteras costeras inundadas de 2 a 4 h. antes de la entrada del centro del huracán. Daño considerable a muelles, inundación de marinas. Las pequeñas embarcaciones en fondeaderos sin protección rompen amarros. Evacuación de residentes que viven en la línea de costa.
Huracán categoría 3	2.5 a 4.0	Potencial Extensivo. Follaje arrancado de los árboles; árboles altos derribados. Destrucción de prácticamente todas las señales pobremente construidas. Ciertos daños en los techos de casas, puertas y ventanas. Algunos daños estructurales en pequeñas residencias. Destrucción de casas rodantes. Las inundaciones cerca de la costa destruyen las estructuras más pequeñas; los escombros flotantes y el embate de las olas dañan a las estructuras mayores cercanas a la costa. Los terrenos planos sobre 1.5 m. del nivel del mar, pueden resultar inundados hasta 13 km. tierra adentro (o más) desde la costa.
Huracán categoría 4	4.0 a 5.5	Potencial Extremo. Arbustos y árboles derribados; todas las señales destruidas. Daños severos. Daño extenso a los techos de casas, puertas y ventanas. Falla total de techos en residencias pequeñas. Destrucción completa de casas móviles. Terrenos de planicie a 3 m. sobre el nivel del mar pueden inundarse hasta 10 km. tierra adentro de la costa. Grave daño a la planta baja de estructuras cercanas a la costa por inundación, embate de las olas y escombros flotantes. Erosión importante de las playas.
Huracán categoría 5	Más de 5.5	Potencial Catastrófico. Derribamiento de arbustos y árboles, caída total de señales. Daño muy severo y extenso en ventanas y puertas. Falla total de techos en muchas residencias y edificios industriales. Vidrios hechos añicos de manera extensiva en ventanas y puertas. Algunas edificaciones con falla total. Pequeñas edificaciones derribadas o volcadas Destrucción completa de casas móviles. Daños graves en plantas bajas de todas las estructuras situadas a menos de 4.6 m. por encima del nivel del mar y a una distancia de hasta 460 m. de la costa.

Fuente: Adaptado del Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México, en: www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Resource/375/1/images/acctm.pdf. p. 15.

⁴⁸ Las características de los daños mencionados en la tabla están basados en un tipo de edificaciones que se construyen en Estados Unidos, casas de madera con techos ligeros y no necesariamente bien anclados. Es por ello que dichas características deben tomarse con reserva, aunque no deben despreciarse, de ninguna manera, los efectos destructivos de un huracán.

Generalmente, la temporada de tifones en la región del Pacífico norte occidental abarca de mayo a noviembre. La temporada de huracanes en América y el Caribe va del 1º de junio al 30 de noviembre, alcanzando su punto más alto en agosto y septiembre. La temporada de ciclones en el Pacífico sur y Australia normalmente comienza en noviembre y termina en abril. En la bahía de Bengala y el mar Arábigo, los ciclones tropicales suelen producirse entre abril y junio y entre septiembre y noviembre. En la costa oriental de África los ciclones tropicales se producen de noviembre a abril generalmente.⁴⁹

Debido a que los ciclones tropicales pueden durar varios días (una semana o más), y estar presentes más de uno en el mismo océano, son nombrados para facilitar la comunicación entre meteorólogos y el público en general, de esta manera se informan los pronósticos, alertas y avisos eliminando una posible confusión; es elaborada una lista potencial de nombres para la temporada de huracanes. Dicha lista contiene un nombre por cada letra del alfabeto (las letras Q, U, X, Y, Z no se incluyen puesto que pocos nombres empiezan con esas letras) y se alternan nombres de hombres y mujeres. Las listas que se elaboran para cada temporada son recicladas cada seis años y se reemplazan los nombres cuando el nombre de un huracán ha sido retirado.

Un nombre se retira cuando se considera que un huracán fue muy relevante, debido su fuerza devastadora y/o daños que causó (como el huracán Katrina de 2005 o Dean de 2007), así, se evita confundir a un ciclón bien conocido históricamente con otro actual. El nombre se sustituye por otro que inicia con la misma letra y no puede ser usado por lo menos en 10 años. Todo ello corre a cuenta de la Organización Meteorológica Mundial (WMO, por sus siglas en inglés) quien es el portavoz autorizado del Sistema de las Naciones Unidas sobre el tiempo, el clima y el agua.

Hay que recordar que el mar nunca se encuentra quieto debido a muchos factores naturales como: la fuerza desviadora de la rotación de la tierra (efecto Coriolis), la influencia de la Luna en las mareas, la densidad y salinidad del agua, la temperatura superficial del mar producida por el Sol, etc. lo que da

⁴⁹ World Meteorological Organization (WMO). *Ciclones tropicales: preguntas y respuestas*, en: www.wmo.int/pages/mediacentre/factsheet/documents/tropicalcyclone_es.pdf.p.1. (Pág. consultada el 10/04/2012).

origen a ciertos eventos que causan modificaciones significativas al medio terrestre (huracanes y precipitaciones pluviales) y otras que mantienen equilibrio en el planeta mediante corrientes de aire como lo son los “vientos alisios”.

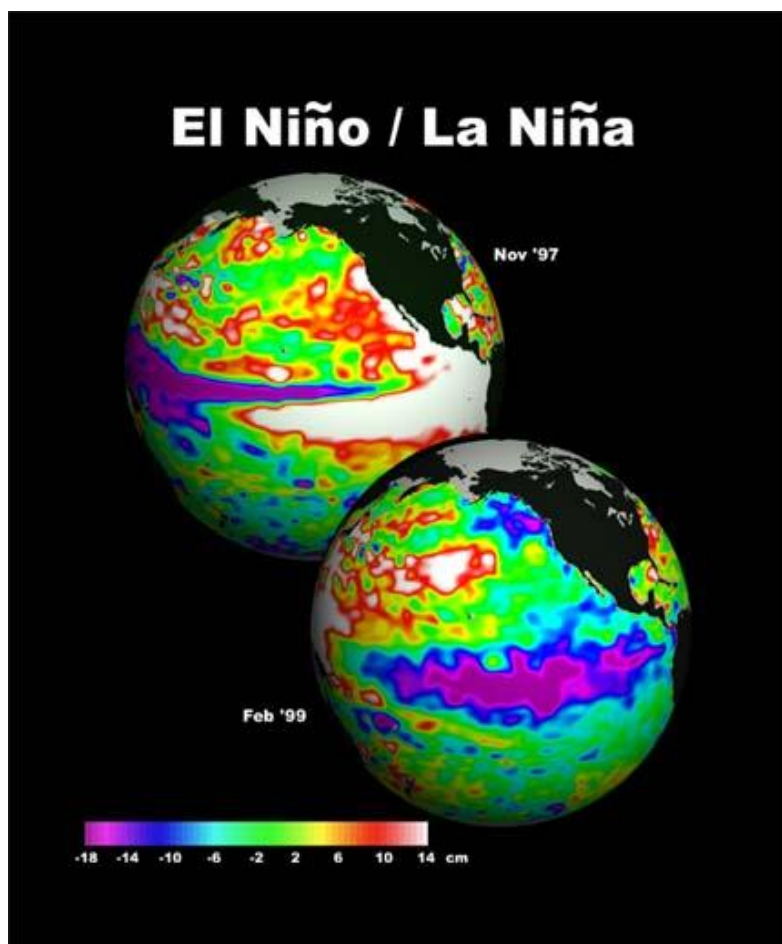
Éstos, tienen su explicación nuevamente en los procesos que tiene que ver con los océanos y la interacción con la atmósfera, el Sol y la Tierra: en las zonas ecuatoriales el agua de mar es evaporada por acción del Sol lo que produce que ésta ascienda en grandes cantidades, creando una zona de bajas presiones que es reemplazada por altas presiones subtropicales (aire frío), lo cual crea un flujo de intercambio de aire frío y caliente. Los vientos alisios que vienen de las regiones subtropicales en dirección al Ecuador son desviados hacia el oeste por la rotación de la Tierra (efecto Coriolis), de esta manera los vientos soplan del noreste al sudoeste en el hemisferio norte y del sudeste hacia el noroeste en el hemisferio sur.

Los vientos alisios corren por la superficie del océano Pacífico y van alejando de Sudamérica las aguas de la superficie oceánica en dirección hacia Indonesia y Australia, mientras que en lo alto de la atmósfera el viento se mueve en dirección opuesta, lo que provoca un gran sistema de circulación de aire. Los rayos solares caen sobre el océano Pacífico provocando un aumento de temperatura de la superficie oceánica y las aguas templadas son desplazadas al oeste por los vientos alisios. Esas aguas cálidas se acumulan cerca de la costa de Indonesia y el norte de Australia donde el aire cálido y húmedo se eleva para formar nubes de lluvia. Por esta razón, países de Sudamérica permanecen secos y con temperaturas frías mientras que Indonesia y el norte de Australia reciben calor y lluvias que determinan su clima tropical. Sin embargo, el clima puede ser cambiado por corrientes, tanto marinas como de aéreas, prueba de ello es el fenómeno conocido como “El Niño”.

Éste, comienza con una fuerte disminución en la fuerza de los vientos alisios que corren por la superficie del océano y el sistema de circulación de aire se detiene; las aguas cálidas de la superficie del océano ya no son desplazadas de este a oeste y comienzan a moverse hacia Sudamérica, esas aguas

empiezan a acumularse en las costas y el aire caliente y húmedo se eleva y comienza a caer causando precipitaciones en países sudamericanos, mientras que en las costas de Indonesia y el norte de Australia la temperatura de las aguas baja creando un clima más frío y seco. El fenómeno del Niño ocurre con una frecuencia irregular (con intervalos de 3 a 5 años y una duración de 4 a 12 meses y en algunos casos hasta 18 meses). Empero, éste no es el único fenómeno que puede cambiar drásticamente el clima de ciertas regiones, como ya sabemos, existe otro llamado “La Niña”.

Imagen 3: Fluctuaciones del océano durante los fenómenos del Niño y la Niña.⁵⁰



Fuente: National Aeronautics and Space Administration (NASA), en: www.sealevel.jpl.nasa.gov/science/elniopdo/learnmoreinonina/.

⁵⁰ En la imagen se observa un parámetro en centímetros debido a que los satélites que llevan a cabo la medición reportan la elevación del mar por efecto de la expansión térmica del mismo, para ello se toma en cuenta los cambios del nivel del mar en las diferentes estaciones del año, es decir lo que reportan son las anomalías de altura de la superficie con el ciclo estacional.

La Niña se hace presente cuando los vientos alisios soplan con una fuerza mucho mayor de lo normal, una masa de agua cálida mucho más grande es desplazada hacia el oeste, de esta manera hay una acumulación mayor de agua caliente en las costas de Indonesia y norte de Australia, lo cuál ocasiona una mayor cantidad y frecuencia de precipitaciones. En contraste, países de Sudamérica experimentan un clima mucho más seco.

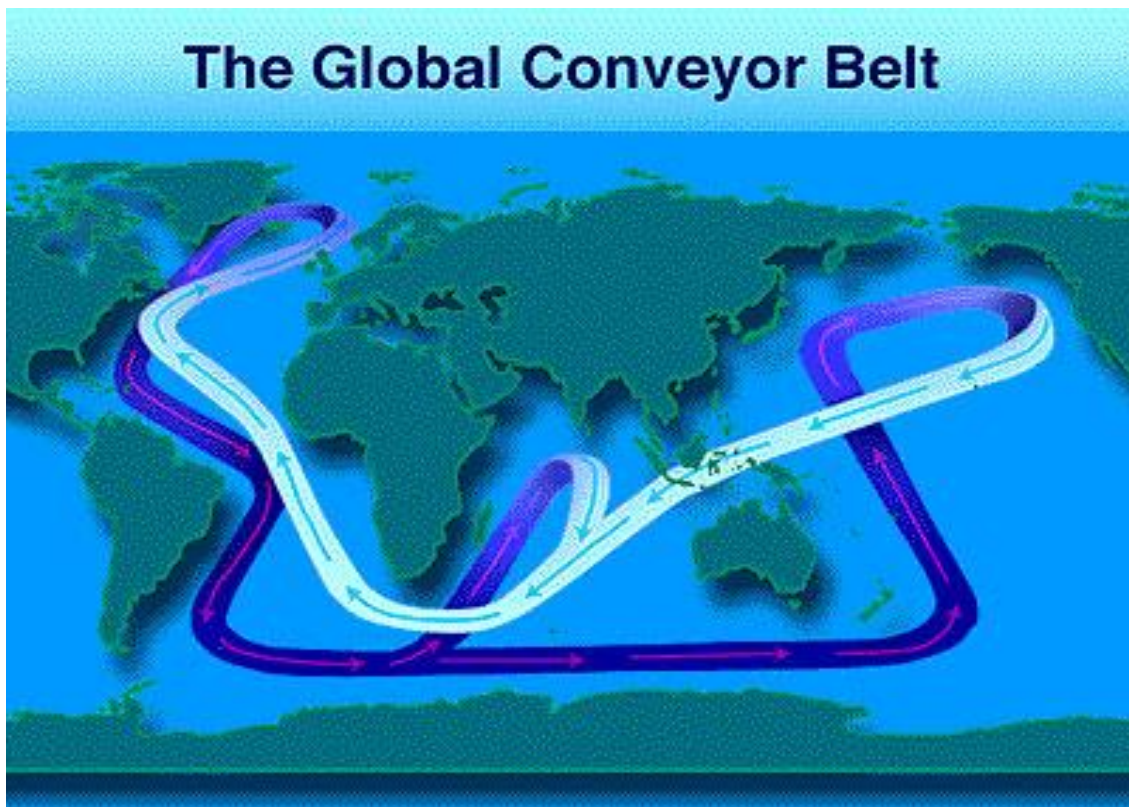
Se cree que el Niño provoca una disminución en cuanto al número de ciclones tropicales en el Atlántico. A su vez, en la Niña se observa un promedio parecido al histórico de ciclones tropicales en el Caribe y Golfo de México (10.3 al año) y en el Pacífico no se observa efecto alguno en dicho número (15.2 al año) “...se puede decir que, salvo para el caso de la presencia de El Niño, en que disminuye el número de ciclones tropicales en el océano Atlántico, este fenómeno no tiene un impacto mayor en la presencia e intensidad de los ciclones”⁵¹. No se sabe con precisión qué es lo que desencadena al fenómeno del Niño y la Niña, se cree que forman parte de ciclos climáticos, pero lo que queda claro es que el movimiento de los vientos es un agente natural capaz de modificar el clima.

Similar es el caso de las corrientes marinas que transportan flujos enormes de agua por todo el mundo, creando un intercambio de agua fría y caliente que regula la temperatura de norte a sur, de este a oeste.

Existen muchas corrientes en los océanos y se les ha nombrado según el lugar en el que se encuentren (por ejemplo “corriente de California” en el Pacífico o “corriente de Brasil” en el Atlántico), no obstante, la “circulación termohalina” (ver imagen 4) hace referencia al flujo interoceánico que recorre en gran medida al planeta, al mismo tiempo que mueve grandes cantidades de agua fría y caliente.

⁵¹ Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). *Tormentas tropicales (Huracanes)*, en: www.imta.gob.mx/index.php?Itemid=80&catid=52:enciclopedia-del-agua&id=178:tormentas-tropicales-huracanes&option=com_content&view=article. (Pág. consultada el 11/04/2012).

Imagen 4: Circulación termohalina.



Fuente: National Aeronautics and Space Administration (NASA), en: www.sealevel.jpl.nasa.gov/overview/overviewclimate/overviewclimatewater/.

Existen varias razones por las que esta circulación es posible; hay que recordar que la temperatura en el Ecuador no es la misma que en los polos, esta circulación redistribuye calor en el planeta, las corrientes cálidas se encuentran en la superficie y son producto de la radiación solar principalmente en las zonas tropicales, en parte este tipo de corrientes son empujadas por los vientos, una de ellas (de las más conocidas) es la “corriente del Golfo” procedente del golfo de México y que se dirige al Atlántico norte llevando agua cálida a Europa y posteriormente enfriándose, como el agua fría es más densa ésta se hunde y forma una inmensa corriente por debajo del mar de regreso al sur, bordeando el cuerno de África y atravesando el océano Índico mientras se calienta y posteriormente se dirige al Pacífico donde experimenta una curva de regreso al Atlántico y comienza nuevamente este gran recorrido.

No cabe duda que el clima en la Tierra tiene grandes reguladores, que interfieren de manera natural y que a través de miles de años se ha venido

adaptando a tal grado que las condiciones climáticas son las idóneas para la vida en ella, sin embargo, un aumento en la temperatura media del planeta puede alterar drásticamente este ajuste natural de temperatura desacelerando la circulación termohalina⁵².

Para explicar mejor esto, recordemos que cuando el agua salada se congela se vuelve hielo pero la sal no, de este modo la gran cantidad de agua en forma de hielo es dulce; si se derritiera una gran cantidad se mezclaría con el agua fría y salada y la disolvería haciéndola menos densa restándole velocidad a esta circulación. El calentamiento global ha aumentado, y a pesar de ello, las alteraciones a dicha circulación son mínimas, pero las consecuencias del derretimiento de los polos serían catastróficas.

1.2.4. Retroceso y desaparición de los glaciares

En la actualidad no suena extraño reconocer que el derretimiento de los polos es una constante, con base en esta aceptación es más fácil mencionar este fenómeno ocasionado por un aumento en la temperatura media del planeta.

Primero debemos entender que un glaciar no sólo se encuentra en los polos, sino que también en las zonas altas de montaña, pues son grandes capas gruesas de hielo que no se derriten en verano, aunque los sitios donde se encuentra la mayor parte de ellos es en la Antártida (91% del volumen) y Groenlandia (8% del volumen).

Al recordar la inmensidad de los océanos nos damos cuenta que es muy complicado el estudio de ellos, empero, el agua de la tierra es un factor clave para el entendimiento del clima en nuestro planeta pues los océanos tienen funciones importantes cuando se trata de cambio climático: los rayos solares traspasan la atmósfera y llegan al agua de mar, del calor proveniente del Sol una buena parte es absorbida por los océanos, al ocurrir esto, el agua de mar al ser calentada tiende a expandirse (hay que recordar que el agua es más densa cuando esta fría y por ende, cuando se calienta se expande),

⁵² En su documental sobre cambio climático "*An Inconvenient Truth*", Al Gore expone que se rompería dicha corriente debido al calentamiento global.

recordando que los mares nunca se encuentran quietos, ocurre una importante circulación e intercambio de calor en las masas oceánicas. El entender las tendencias en el nivel del mar, puede proporcionar información sobre los impactos del clima de la Tierra en nuestros océanos y la atmósfera. Los cambios en el nivel del mar están vinculados a una serie de procesos atmosféricos y oceánicos. Los cambios en las temperaturas globales, los ciclos hidrológicos, la cobertura de los glaciares y capas de hielo, y la frecuencia y la intensidad de las tormentas son ejemplos de los efectos conocidos del cambio climático.

Para la medición del nivel del mar es necesario tomar en consideración la temporalidad en las variaciones de dicho nivel, se estima que hay factores que contribuyen a las variaciones a corto y largo plazo: Las variaciones a corto plazo generalmente se producen a diario, provocadas principalmente por olas, mareas, inundaciones o eventos específicos, tales como aquellas asociadas con una fusión de la nieve en invierno, o un huracán o tormenta costera entre otros; A largo plazo, las variaciones en el nivel del mar se producen en temporalidades diferentes (de un mes a varios años) y pueden ser ciclos repetitivos, tendencias graduales, o anomalías intermitentes. Al estimar las tendencias del nivel del mar, datos con un mínimo de 30 años se utilizan con el fin de darnos cuenta cómo se dan las variaciones a largo plazo y reducir los errores en las tendencias de computación del nivel del mar basado en el nivel mensual medio del mar. La contabilización de los ciclos repetitivos y predecibles, tales como variaciones de las mareas estacional e interanual, permite el cálculo de una mayor precisión a largo plazo en la tendencia del nivel del mar.⁵³

Según las proyecciones realizadas en 2007 por el IPCC (ver tabla 3), el nivel del mar aumentaría durante el siglo XXI; en el escenario más positivo el nivel se elevaría entre 18 cm. y 38 cm. mientras que en el escenario más negativo sería entre 26 cm. y 59 cm.⁵⁴ Las principales proyecciones en cuanto a las regiones polares no son nada alentadoras, pues se espera una reducción de la

⁵³ Center for Operational Oceanographic Products and Services (CO-OPS). Why does Sea Level change over time?, en: www.tidesandcurrents.noaa.gov/sltrends/faq.shtml. (Pág. consultada el 28/03/2012).

⁵⁴ Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Climate change 2007, en: www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml. (Pág. consultada el 11/01/2012).

extensión y espesor de los glaciares y mantos de hielo así como alteraciones de los ecosistemas naturales.

Tabla 3: Proyecciones en cuanto a la relación del aumento de temperatura-nivel del mar.

Caso	Cambio de temperatura (°C en 2090-2099 respecto de 1980-1999) ^{a, d)}		Aumento del nivel del mar (m en 2090-2099 respecto de 1980-1999)
	Estimación óptima	Intervalo <i>probable</i>	Intervalo obtenido a partir de modelos, excluidos los cambios dinámicos rápidos futuros del flujo de hielo
Concentraciones constantes en los niveles del año 2000 ^b	0,6	0,3 – 0,9	No disponible
Escenario B1	1,8	1,1 – 2,9	0,18 – 0,38
Escenario A1T	2,4	1,4 – 3,8	0,20 – 0,45
Escenario B2	2,4	1,4 – 3,8	0,20 – 0,43
Escenario A1B	2,8	1,7 – 4,4	0,21 – 0,48
Escenario A2	3,4	2,0 – 5,4	0,23 – 0,51
Escenario A1FI	4,0	2,4 – 6,4	0,26 – 0,59

Fuente: Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático 2007, en: www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf. p.18.

No obstante, en 2011 la NASA reveló que en los últimos años se ha acelerado el ritmo en que se derrite el hielo en los polos y que de continuar así, por las próximas 4 décadas, hacia el año 2050 el nivel del mar podría aumentar de 15 a 32 cm. Es decir, que para el año 2100 el nivel del mar puede llegar a aumentar alrededor de un metro; muchas ciudades quedarían, por lo menos, parcialmente inundadas incluyendo a Londres y a Bangkok, más de un tercio de Shangai estaría debajo del agua, una subida de un metro combinada con una oleada de grandes tormentas dejaría grandes áreas del Bajo Manhattan y de Washington, D.C., inundadas con agua de mar⁵⁵.

La pérdida de hielo no es igual en ambos polos, la NASA también confirmó que mientras en Groenlandia el derretimiento aumenta 21.9 giga toneladas cada año, en la Antártida lo hace 14.5 (cada giga-tonelada es equivalente a mil millones de toneladas métricas⁵⁶).

⁵⁵ Earth Policy Institute, La Tierra se encoge: desiertos que avanzan y mares que se elevan estrujan la civilización, en: www.terra.org/articulos/art01729.html. (Pág. consultada el 12/02/2012).

⁵⁶ National Aeronautics and Space Administration (NASA), Climate change: How do we know? en: www.climate.nasa.gov/evidence/. (Pág. consultada el 15/02/2012).

Durante el siglo XXI el nivel del mar subirá más rápido de lo que lo ha hecho durante los últimos dos mil años. Esto nos hace esperar repercusiones climáticas que serían devastadoras en todos los sentidos, no sólo en temas geográficos sino en temas como: pérdida de playas, reordenamiento urbano, modificación de infraestructura costera, etc. y a pesar de las proyecciones del IPCC y la NASA los esfuerzos para tratar de erradicar dicho proceso parecen ser superados por una discrepancia mundial acompañada por la apatía de la mayoría de la población.

2. Cambio climático y afectaciones en México

No cabe duda que el cambio climático es real, que la Tierra se está calentando a un ritmo muy rápido y que las repercusiones de ello son visibles en nuestros días y catastróficas en un futuro. Tal vez el único culpable en sí es el ser humano, pues no ha demostrado una real adaptación a su entorno natural; siempre cambiándolo sin querer o a propósito.

Es una realidad que existen países que contaminan excesivamente debido al ritmo de vida y producción, y que los esfuerzos para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel internacional no han servido de mucho. Aunque el cambio climático afecta a todo el mundo, existen países que son afectados de una manera más grave; México no cuenta con una cultura de prevención ante tales efectos.

Una elevación de 2 a 4°C en la temperatura media del planeta, significaría una serie de acontecimientos para los cuales no estamos preparados como población, y si a este punto le sumamos los problemas que surgen a diario como desempleo, inseguridad, narcotráfico, dependencia económica, etc. el resultado puede ser más grave de lo que esperamos en el futuro.

En este capítulo abordaremos el tema del turismo en nuestro país, de una manera en la que podamos identificar los principales destinos turísticos para poder ponerle mayor atención a dichos lugares e interpretar la problemática actual, además de comprender el papel que juegan las autoridades y lo que hacen para gestionar al sector. Asimismo, desde una visión histórica, veremos lo que han dejado los desastres naturales y la implementación de alternativas en nuestro país, tomando en cuenta que el cambio climático es un proceso que, a nivel mundial, está y seguirá afectándonos en medida en que siga aumentando la temperatura media del planeta.

El aumento de temperatura en México se vería reflejado en: retrasos en el inicio de las lluvias, una extensión de la temporada de lluvias hacia los meses de otoño; aumento en el número de tormentas severas y al mismo tiempo periodos de sequía más extremos y prolongados; mayor posibilidad de

incendios forestales; menor cantidad de tierras aptas para el cultivo; menor disponibilidad de agua en la región; mayor probabilidad de formación de ciclones tropicales y de impacto en la península de Yucatán principalmente.⁵⁷

Este tipo de proyecciones perjudicarían, entre otros, al sector turismo en nuestro país que actualmente no ha podido llegar al nivel que le corresponde; la gran biodiversidad y climas en el territorio supondría un mayor auge en cuanto al turismo, desgraciadamente la realidad es otra y si a esta le agregamos un cambio climático sin una cultura de prevención entre el sector público y privado, nos espera un deterioro mayor en cuanto a calidad y cantidad de sitios turísticos.

2.1. El turismo en México

Durante los años 60 una de las prioridades del gobierno mexicano fue promover la imagen de México en el mundo a través de las famosas giras del presidente Adolfo López Mateos, además de inversiones se buscaba desarrollar el potencial turístico para captar divisas provenientes de dicho sector, a partir de entonces se construyeron hoteles, crecieron las agencias de viajes y se invirtió en diversos medios de transporte. Fue justo en esos años que Acapulco comenzó a destacar como destino turístico no sólo nacional como ya lo venía siendo, sino internacional, debido a ello para los años 70 Acapulco ya estaba conectado vía aérea con Estados Unidos y América central. En las décadas siguientes este sector se enfocó en los turistas internacionales creando una preferencia por los grandes prestadores de servicios (cadenas hoteleras, aerolíneas, tour operadores, etc.) que en su mayoría eran extranjeros. De este modo se le fue dando una gran prioridad a los turistas extranjeros restando importancia al turismo nacional, siendo que debería ser lo contrario pues la distribución de ingreso, empleos y desarrollo regional está determinado por las pequeñas y medianas empresas, en su

⁵⁷ Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Efectos del cambio climático en México, en: www.participacionsocial.sre.gob.mx/docs/incidencia_social_ambito_regional_multilateral/agenda_internacional/agenda_y_temas_internacionales/cambio_climatico/presentaciones/cc_julia_2.pdf. pp. 1-8. (Pág. consultada el 13/01/2012).

mayoría operadas por la misma población. La competitividad turística se ha basado principalmente en la explotación de los recursos naturales.

En el contexto internacional, según el Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR), nuestro país se encuentra entre los primeros 5 países en biodiversidad, la sexta nación con mayor número de ciudades “Patrimonio de la Humanidad”, cuenta con más de 20,000 sitios arqueológicos, se ubica dentro de los 3 primeros lugares en Latinoamérica para el ecoturismo, inclusive la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés) ha declarado “Patrimonio Cultural Inmaterial” a la gastronomía mexicana y al mariachi, sus playas son bañadas por el Mar del Caribe, el Mar de Cortés, el Océano Pacífico y el Golfo de México. Por su cercanía con Estados Unidos y Canadá, nuestro territorio capta principalmente turistas provenientes de esos países. Otro aspecto clave en este sector es la herencia histórica; la fusión de la cultura europea con la mesoamericana se ve reflejada en las ruinas o iglesias, los vestigios de la cultura Azteca, Olmeca y Maya principalmente que se encuentran en armonía con la naturaleza crean un atractivo turístico único.

Otros atributos que son ofrecidos son: la hospitalidad, por ser un país anfitrión por excelencia; la gastronomía, pues ofrece una gran variedad de platillos; la arquitectura, pues se destaca una armoniosa mezcla prehispánica, virreinal y contemporánea. Tal vez los atributos turísticos de México son demasiados en varios sentidos y rebasan los temas como la inseguridad y el narcotráfico, de este modo a nivel internacional es bien sabido lo anterior, pero opacado por la belleza y singularidad que se espera siga creciendo.

Aunado a ello, la Secretaría de Turismo considera que México es una potencia mundial en cuanto al sector turismo⁵⁸; éste representa, aproximadamente, el 9% del Producto Interno Bruto en nuestro país.

⁵⁸ Existe cierta polémica al respecto, la cuál es evidente en el IX Foro Nacional de Turismo Riviera Maya 2011, pues Miguel Torruco Marqués, presidente de la Confederación Nacional Turística, señala que la potencialidad turística se debe medir con base a las ganancias y pone de referencia el año 1994 donde México ocupaba la novena posición en el ranking mundial, explica que esto ocurrió debido a la “Pérdida de posicionamiento en el ámbito internacional”: *...ello se debe a que nuestro producto nos ha faltado actualizar, estamos en el lugar 20 de generador de divisas; tenemos que crear, innovar, hacer que los hoteles respondan a los parámetros internacionales en clasificación, prioridad en el turismo; no hay*

No obstante, en 2009 debido a la crisis económica mundial y a la polémica que causó la influenza H1N1, el turismo internacional hacia México experimentó una desaceleración que posteriormente recuperó en 2010 tras una campaña internacional por parte de la Secretaría de Turismo. A pesar de eso, el potencial de crecimiento va en ascenso (ver gráfica 5); el turismo internacional en los últimos años ha aumentado, por ejemplo en 2011 un incremento de 4.4% en comparación de 2010⁵⁹. Por otro lado, hay quienes sostienen que esto no es suficiente pues el potencial de nuestro país es mucho mayor: “...México puede dar mucho más de lo que estamos recibiendo y desgraciadamente a veces nuestra actitud conformista nos ha llevado a simplemente estar contentos con algo que se queda chico...”⁶⁰.

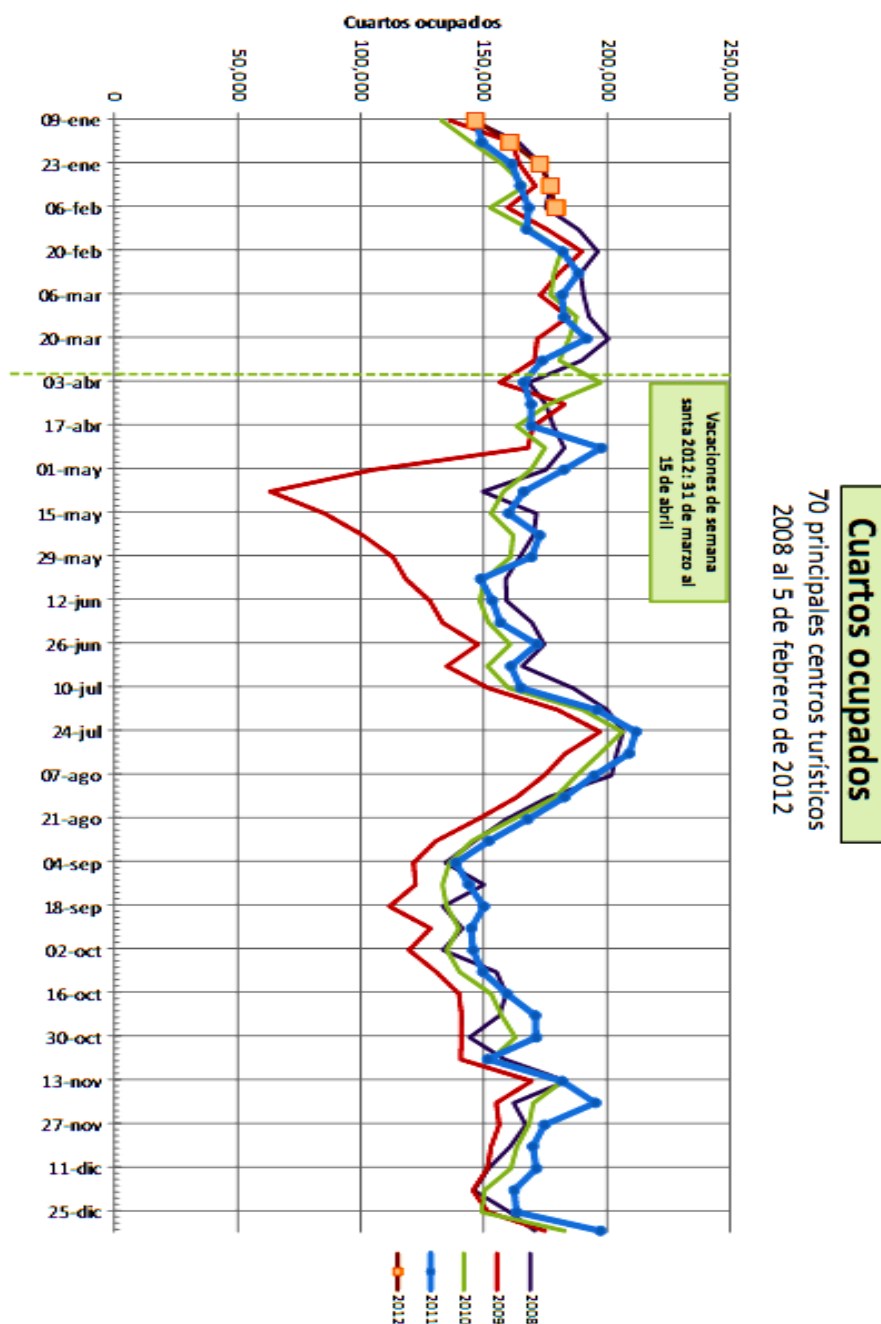
Como hemos visto, la riqueza nacional refleja un enorme potencial turístico que pareciera que no se ha explotado de una manera responsable y planificada. Lo que ha llevado a estrategias “recientes” a nivel federal como el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (que mencionaremos más adelante) o a través del uso tecnológico, por ejemplo la página en internet www.visitmexico.com por parte de la Secretaría de Turismo.

centros nocturnos de talla internacional porque se dan gracias a las utilidades derivadas del juego, pero el juego es un tabú, pero uno que solamente se permite a determinados grupos mas no al sector turístico para de una ves por todas tener un producto avanzado, y de esa forma seguimos sumándole y esos detalles han hecho q vayamos perdiendo posicionamiento...

⁵⁹ Organización mundial de Turismo (OMT). Barómetro, en: www.mkt.unwto.org/es/barometer. (Pág. consultada el 16/01/2012).

⁶⁰ Comentario expuesto por Pablo Azcárraga, presidente del Consejo Nacional Empresarial Turístico, en el IX Foro Nacional de Turismo Riviera Maya 2011.

Gráfica 5: Ocupación de habitaciones en los principales centros turísticos de México.⁶¹



Fuente: DataTur, SECTUR. *Estadísticas más recientes de la actividad del sector turismo*, en: www.datatur.sectur.gob.mx/work/sites/datatur/resources/LocalContent/273/17/sem052012.pdf. p.8.

⁶¹ DataTur, la Asociación de Hoteles de Cancún para ese destino en 2008 y la Secretaría de Turismo de la Cd. De México para ese destino en todo el período. Cifras preliminares para las semanas de abril de 2011. Se consideran 70 centros turísticos con representatividad nacional. En 2008 se incorporaron 4 destinos: Mexicali y San Felipe en la primera semana de junio, y Comitán y Tonalá en la última semana de junio. La semana santa de 2011 fue del 16 de abril al 1 de mayo, para 2010 va del 27 de marzo al 11 de abril y 2009 va del 4 al 19 de abril. Las vacaciones de verano de 2010 fueron del 9 de julio al 22 de agosto y 2009 del 11 de julio al 23 de agosto.

2.1.1. Principales destinos turísticos

Nuestro país ofrece una gran oferta turística que es atractiva tanto para visitantes nacionales como internacionales; en México podemos encontrar lugares para practicar turismo de aventura, ecoturismo, turismo de negocios, turismo cultural, etc.

También es común encontrar el folklor y tradiciones que han perdurado por siglos, festividades que son organizadas en su mayoría año tras año en lugares específicos como: la Feria de San Marcos en Aguascalientes; el Carnaval de Ensenada en Baja California; la Feria Internacional del Caballo en Texcoco, en el Estado de México; la Feria Internacional del Libro o el Festival Internacional de Cine de Guadalajara; el Festival Internacional de Cine de Morelia o la celebración de día de muertos en Pátzcuaro, Michoacán; el Festival Internacional Cervantino o el Festival Internacional del Globo en Guanajuato; el Carnaval de Veracruz; la Feria de Tabasco; y el Carnaval de Mérida, todos ellos entre los más populares que son visitados tanto por turistas nacionales como internacionales, siendo así causales de desplazamiento de miles de personas anualmente.

Según el Sistema Integral de Información de Mercados Turísticos (SIIMT)⁶² los principales destinos en México se dividen por afluencia de turistas nacionales e internacionales: los primeros prefieren la Ciudad de México, Acapulco, Guadalajara, Veracruz, Cancún, Monterrey, Puebla, Mazatlán, León y Querétaro entre otros; y los segundos la Riviera Maya, Cancún, Ciudad de México, los Cabos, Playacar, Cabo San Lucas, Playa del Carmen, Puerto Vallarta, Mazatlán y Cozumel entre otros. Por lo anterior resulta evidente que los sitios para vacacionar en nuestro país se asocian mayoritariamente a la playa (ver tabla 4).

⁶² Sistema Integral de Información de Mercados Turísticos (SIIMT). Numeralia del turismo, en: www.siiimt.com/work/sites/siiimt/resources/LocalContent/1651/78/Numeralia_Turismo_Nov_2011.pdf. pp. 1-2. (Pág. consultada el 16/01/2012).

Tabla 4: Principales destinos turísticos en México.⁶³

Resultados de la actividad hotelera Semana 01 (del 2 al 8 de enero de 2012)						
Destino	Número de cuartos disponibles promedio		Número de cuartos ocupados promedio		Porcentaje de ocupación hotelera promedio	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
Centros de Playa	152,186	153,624	92,536	90,687	60.8	59.0
Riviera Maya	33,658	33,996	26,465	27,924	78.6	82.1
Cancún	29,681	28,865	18,405	18,93	62.0	65.6
Acapulco	18,51	18,485	10,214	7,682	55.2	41.6
Los Cabos	11,804	11,944	6,639	7,593	56.2	63.6
Puerto Vallarta	10,126	11,294	6,739	7,129	66.6	63.1
Mazatlán	9,036	9,22	3,786	3,085	41.9	33.5
Veracruz	8,837	8,926	3,756	2,41	42.5	27.0
Nuevo Vallarta	5,988	5,693	4,41	3,962	73.7	69.6
Ixtapa Zihuatanejo	5,092	5,07	3,5	3,214	68.7	63.4
Cozumel	4,47	4,474	2,098	2,466	46.9	55.1
Manzanillo	3,516	3,535	1,981	1,815	56.3	51.4
Huatulco	2,857	3,338	2,064	2,152	72.2	64.5
Playas de Rosarito	2,158	2,173	156	227	7.2	10.5
Puerto Escondido	2,029	2,061	769	687	37.9	33.4
La Paz	1,55	1,555	476	513	30.7	33.0
Isla Mujeres	1,013	1,03	679	548	67.1	53.2
San Felipe	656	652	32	37	4.9	5.6
Loreto	619	727	156	151	25.2	20.8
Tonalá-Puerto Arista	586	586	212	163	36.1	27.8
Grandes ciudades	74,231	75,911	22,086	23,032	29.8	30.3
Ciudad de México	46,236	46,363	14,347	15,091	31.0	32.5
Guadalajara	16,046	17,311	4,799	4,986	29.9	28.8
Monterrey	11,949	12,237	2,939	2,955	24.6	24.2
70 Centros DataTur	327,439	333,675	147,04	146,474	44.9	43.9

Fuente: Adaptación basada en los datos de DataTur, SECTUR. *Estadísticas más recientes de la actividad del sector turismo*, en: www.datatur.sectur.gob.mx/work/docs/5_reporte_semana/sem012012.pdf. p.4.

México cuenta con 11 mil kilómetros de costas donde se han identificado cerca de 440 playas, de las cuales destacan aquellas por la ocupación hotelera en los últimos años: la Riviera Maya, Cancún, Acapulco, los Cabos, Puerto Vallarta, Mazatlán, Veracruz, Nuevo Vallarta, Ixtapa Zihuatanejo, Cozumel, Manzanillo,

⁶³ El programa de monitoreo de servicios de alojamiento turístico DataTur, reporta resultados semanales para 70 destinos turísticos del país. La información es representativa para cada destino e incluye hoteles de categorías 1 a 5 estrellas.

Huatulco, Playas de Rosarito, Puerto Escondido, La Paz, Isla Mujeres, San Felipe, Loreto y Tonalá-Puerto Arista⁶⁴.

Según la SECTUR, en 2011, los principales países de los que provino el turismo internacional a México son: Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, España, Argentina, Brasil, Francia, Alemania, Italia y Colombia entre los más destacados.

Por otro lado, cuando las condiciones climáticas nos son las idóneas para vacacionar o existe una tormenta o un ciclón tropical la playa se torna una zona hostil que en ocasiones amerita incluso la evacuación de los turistas, como el desastre causado por el huracán Wilma (2005) en la Riviera Maya donde se tuvieron que evacuar o poner en refugios a miles de turistas. Es cuando ocurren estos fenómenos que se pone en evidencia la fuerza de la naturaleza y la vulnerabilidad no sólo de nuestro país sino de cualquier otro, pues los huracanes no distinguen incluso si se trata de el país más poderoso del mundo como lo es Estados Unidos; como el huracán Katrina en agosto de 2005 que es considerado como uno de los más desastrosos para dicho país.

2.1.2. Legislación y acciones

El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012⁶⁵ plantea la necesidad de buscar el desarrollo humano sustentable y hacer de éste la base fundamental de la transformación de nuestro país a largo plazo; de este modo se tiene la visión para el año 2030 México sea un país con una economía altamente competitiva. Buscando contribuir al logro de los objetivos de dicho plan, la Secretaría de Turismo creó el Programa Sectorial de Turismo 2007-2012 que se orienta a los temas de turismo nacional e internacional.

En este programa se establece el reto de hacer de México un país líder en la actividad turística a través de la diversificación de mercados, productos y

⁶⁴ Secretaría de Turismo (SECTUR). Estadísticas más recientes de la actividad del sector turismo, en: www.datatur.sectur.gob.mx/work/docs/5_reporte_semana/sem012012.pdf. pp. 4-7. (Pág. consultada el 18/01/2012).

⁶⁵ Sistema Internet de la Presidencia. Plan Nacional de Desarrollo, en: www.pnd.presidencia.gob.mx/. (Pág. consultada el 21/01/2012).

destinos, así como del fomento a la competitividad y la sustentabilidad⁶⁶. Dicho programa, surgió de un proceso de planeación que incluyó 10 foros regionales con más de 1,200 empresarios, académicos, funcionarios locales, legisladores federales y locales, sindicatos y representantes de la sociedad civil organizada. Además se realizaron análisis de competitividad, desarrollo y evaluación de políticas públicas. El programa marca las líneas estratégicas, objetivos y acciones para las actividades vinculadas con el turismo, alineados a los objetivos nacionales que señala el Plan Nacional de Desarrollo.

La Ley General de Turismo fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de junio de 2009, en donde se establece que todos los Estados deben sujetarse a las reglas establecidas en la misma. También plantea que toda la actividad en materia turística será competencia del Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Turismo:

***Artículo 1.** La presente Ley es de orden público e interés social, de observancia general en toda la República en materia turística, correspondiendo su aplicación en forma concurrente al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Turismo, y en el ámbito de sus respectivas competencias a las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal, así como a los Estados, Municipios y el Distrito Federal. La interpretación en el ámbito administrativo, corresponderá al Ejecutivo Federal, a través de la Secretaría de Turismo.*

De esta manera, la Secretaría de Turismo conduce la política y acciones de fomento en todos los niveles de este sector. Y se encuentra en estrecha relación con el sector privado.

Un Estado de derecho supone ejercer las actividades diarias con base al derecho, de este modo la convivencia tanto nacional como internacional señala una clara libertad con obligaciones y deberes en diversos aspectos y sectores; tal es el caso del turismo en México, donde la legislación correspondiente atiende y fomenta dicho sector con reglas claras comenzando por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1917 y más claramente explicadas en la Ley General de Turismo, sin embargo, eso no es

⁶⁶ Secretaría de Turismo (SECTUR). Programa Sectorial de Turismo 2007-2012, en: www.sectur.gob.mx/PDF/PST2007-2012.pdf. pág. 9. (Pág. consultada el 21/01/2012).

todo pues una convivencia turística en nuestro país detona una serie de factores que no pueden quedar sin resolver, para tal efecto existen otras legislaciones que suponen poner orden, tales como: la Ley de Inversión Extranjera, la Ley de Aeropuertos, la Ley de Pesca, la Ley del Mar, la Ley de Navegación y Comercio, la Ley de Puertos, la Ley de Aviación Civil, la Ley de Asentamientos Humanos, la Ley Federal de Trabajo, el Código de Comercio, etc. el turismo abarca estas leyes (y todavía más) hasta nuestros días. Por lo anterior, antes de este sector señalan que en nuestro país dicha legislación obstaculiza el crecimiento: *“...tanta regulación en todos los ámbitos federales, estatales y municipales acortan el crecimiento, con esta agenda nacional, si se pretende crecer con cifras de 2 dígitos los próximos 6 años, debemos quitar tanta regulación que se tiene en este momento y apoyar a la hotelería independiente...”*⁶⁷

Esta regulación se traduce en un ordenamiento lógico que rige en el sector para poder progresar; la teoría suena muy buena pero en la práctica y a través de los años, se ha visto cómo con el cambio de gobierno surgen nuevos intereses en varios sectores, incluyendo el turismo, lo que crea objetivos que carecen de continuidad, dicho de otra manera, cuando hay cambio de gabinete hay cambio de intereses.

2.1.3. Inversión extranjera

La industria hotelera representa la columna vertebral del turismo, de este modo no se podría imaginar a este sector sin dicha industria. A lo largo del proceso de implementación turística, en nuestro país, ha crecido la inversión extranjera pues los grandes empresarios son los que poseen el capital para invertir en el turismo.

Según el artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, *“en una faja de cien kilómetros a lo largo de las fronteras y de cincuenta en las playas, por ningún motivo podrán los extranjeros adquirir el*

⁶⁷ Comentario expuesto por Armando De la Cruz Uribe, presidente de la Asociación Mexicana de Hoteles y Moteles A. C. en el IX Foro Nacional de Turismo Riviera Maya 2011.

dominio directo sobre tierras y aguas” pues éste es exclusivamente para nacionales. No obstante, en 1973 se estableció un fideicomiso bancario mexicano, de esta forma los extranjeros pueden adquirir bienes raíces en dicha zona; el título legal queda bajo el nombre de un banco mexicano para lo cual se debe otorgar un permiso por parte de la Secretaría de Relaciones Exteriores, así los extranjeros pueden hacer uso de los inmuebles sin tener posesión directa, pero a través del fideicomiso ellos pueden disponer de la propiedad sin preocupaciones pues más del 90% de activos bancarios pertenecen a extranjeros.

La Ley de Inversión extranjera de 1993, dice que una corporación establecida en México es considerada mexicana aun cuando los accionistas sean extranjeros, y pueden adquirir propiedades para uso comercial, pero no pueden adquirir derechos de propiedad por ejemplo en la zona costera. Para ello se usan los fideicomisos ya existentes que otorgan contratos por un periodo renovable de 50 años (en la ley no hay límite de periodos, por lo que supone un tiempo indefinido), de este modo es como la inversión extranjera en el sector turismo funciona.

2.2. El clima en México

El clima en México se debe básicamente a factores como: la situación intertropical del sur del país, la altitud sobre el nivel del mar y la ubicación geográfica en cuanto a la gran cantidad de agua a los lados. Los vientos con sus corrientes del Atlántico se dejan sentir entre junio y noviembre y el resto del año predominan las corrientes occidentales que provocan lluvias, frío y vientos del norte.

De acuerdo al Servicio Meteorológico Nacional⁶⁸, de manera muy general, los climas en México pueden clasificarse en cálidos (cálido húmedo y cálido subhúmedo); secos (seco y muy seco); y templados (templado húmedo y templado subhúmedo).

⁶⁸ Servicio Meteorológico Nacional (SMN), *Clima en México*, en: www.smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=103&Itemid=80. (Pág. consultada el 15/04/2012).

- **Secos:** El clima seco se encuentra en la mayor parte del centro y norte del país (comprende el 28.3% del territorio nacional); se caracteriza por la circulación de los vientos, lo que provoca escasa nubosidad y precipitaciones de 300 a 600 mm anuales, con un promedio de temperaturas que van de los 22 a 26°C en algunas regiones, y en otras de 18 a 22°C. El clima *muy seco* abarca el 20.8% del país y registra temperaturas en promedio de 18 a 22°C, con casos extremos de más de 26°C, con precipitaciones anuales de 100 a 300 mm en promedio.
- **Cálidos:** el clima *cálido húmedo* ocupa el 4.7% del territorio nacional y se caracteriza por tener una temperatura media anual entre 22 y 26°C y precipitaciones de 2,000 a 4,000 mm anuales. El clima *cálido subhúmedo* se encuentra en el 23% del país, con precipitaciones entre 1,000 y 2,000 mm anuales y temperaturas que oscilan de 22 y 26°C, con zonas en donde superan los 26°C.
- **Templados:** En el clima *templado húmedo* se registran temperaturas entre 18 y 22°C y precipitaciones en promedio de 2,000 a 4,000 mm anuales; comprende el 2.7% del territorio nacional. El clima *templado subhúmedo* abarca el 20.5% del país, con temperaturas entre 10 y 18°C y de 18 a 22°C, sin embargo, en algunas zonas puede disminuir a menos de 10°C; registra precipitaciones de 600 a 1,000 mm en promedio.

Debido a la variedad de climas en el territorio podemos encontrar diferentes zonas como: manglares en Campeche, desierto en Chihuahua, selva tropical en Chiapas, selvas húmedas en Quintana Roo, etc. que albergan miles de especies de flora y fauna que encuentran un hábitat ideal para vivir. Afortunadamente, el territorio mexicano cuenta con diferentes tipos de clima y ecosistemas que lo hacen un lugar ideal, inclusive para vacacionar, puesto que en general se puede clasificar como un gran territorio con gran biodiversidad y clima templado y tropical (al sur).

Por otro lado, el clima se determina por actividades a gran escala que repercuten y lo modifican en algunas regiones, mismas que encontramos en

fenómenos meteorológicos como huracanes (que hablaremos más adelante) o los denominados “frentes fríos” que desafortunadamente en ocasiones cobran vidas humanas debido a la intensidad de los mismos y a la mala prevención de la población.

Como ya lo habíamos mencionado, el planeta Tierra posee mecanismos reguladores de temperatura, de esta manera el frío de los polos se desplaza hacia latitudes tropicales, por otro lado, el calor generado en zonas tropicales se desplaza hacia las zonas frías, todo ello a través de los vientos que interactúan en la atmósfera, lógicamente lo harían en dirección norte-sur, sin embargo, son desviados por la Fuerza Coriolis (que es mucho mayor en la zona ecuatorial y disminuye hasta desaparecer en los polos). Esto ocurre gracias a las propiedades térmicas del aire que nos rodea, de esta forma se originan masas de aire frío o caliente, dependiendo del lugar en que se encuentren y que recorren grandes distancias, en ocasiones es común que choquen o se encuentren entre sí formando lo que se llama en meteorología “Frentes”.

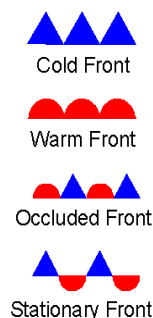
Los frentes pueden tener una longitud de 500 a 5000 Kilómetros, con un ancho de 5 a 50 Kilómetros y una altura de 3 a 20 Kilómetros⁶⁹ y se clasifican en:

- **Frente frío:** Ocurre cuando una masa de aire frío choca con una masa de aire caliente. El aire frío que es más denso se mete por debajo del aire cálido (menos denso) que es empujado hacia arriba, el aire cálido sube y alcanza temperaturas frías por la altura, el aire caliente se condensa y se producen nubes, a veces parte de la humedad ascendente produce hielo, hay precipitaciones y si la parte baja es muy fría se producen nevadas. Cuando ocurre un frente frío principalmente baja la temperatura bruscamente, se generan fuertes vientos y gran cantidad de nubes, (en ocasiones pueden llegar a originar tormentas o tornados). Cuando vemos un mapa del clima (pronóstico del tiempo) nos damos cuenta que se trata de un frente frío porque se representa con una línea azul de triángulos que señalan la dirección de su movimiento.

⁶⁹ Larocca, Silvia. Frentes, en: www.tutiuempo.net/silvia_/Temas/Met29.htm. (Pág. consultada el 14/04/2012).

- **Frente cálido:** Cuando una masa de aire cálido avanza para reemplazar a una masa de aire frío que va retrocediendo se produce éste tipo de frente (el aire caliente ocupa al frío como rampa). A pesar de que el viento cambia no es tan marcado como cuando pasa un frente frío, se producen menores precipitaciones. Generalmente una vez que pasa este frente se aclara el clima, pero, algunas veces puede originarse neblina en el aire cálido. Se representa con una línea continua roja con semicírculos.
- **Frente ocluido:** Se forma cuando una masa de aire caliente con movimiento es seguida por una de aire frío (generalmente con mayor velocidad). Cuando la cálida es alcanzada por la fría, la primera es empujada hacia arriba y las dos continúan moviéndose, una detrás de la otra, y la línea entre estas dos masas de aire es a la que llamamos frente ocluido. Se representa con una línea de círculos rojos y triángulos azules en la misma dirección alternándose entre sí (pero es común encontrar ésta línea de color morado).
- **Frente estacionario:** Cuando dos masas de aire se encuentran y ninguna tiene la suficiente fuerza para empujar a la otra se produce este frente. Las condiciones climatológicas son similares a las del frente cálido (nubes y la precipitación). Se representa con una línea de círculos rojos y triángulos azules en direcciones opuestas alternándose entre sí.

Imagen 5: Simbología de Frentes.



Fuente: *Identifying fronts*, by The University of Texas at El Paso, en: www.research.utep.edu/Default.aspx?tabid=45023.

Los frentes fríos son numerados por el Servicio Meteorológico Nacional, para tener una estadística anual de los frentes que llegan a afectar a la República Mexicana, la numeración comenzó a partir de los años noventa.

En el territorio nacional, las condiciones meteorológicas dominantes en invierno son los frentes fríos que se originan en latitudes medias con trayectorias de noroeste a sureste, cruzan el país y provienen de Norte. Los frentes fríos tienen una frecuencia muy variable, la mayoría viene del Pacífico (origen marítimo polar), algunos vienen del Norte (polar continental) y otros se originan en el ártico continental. De noviembre a marzo, los frentes cruzan el territorio mexicano en el Istmo de Tehuantepec y reciben el nombre de Tehuantepecos (vientos fuertes que ocasionan perturbaciones y cambios de temperatura en el golfo de Tehuantepec). Cuando las masas polares atraviesan el Golfo de México originan los fenómenos conocidos como Nortes, a lo largo del litoral, que en realidad son frentes fríos acompañados de fuertes vientos del norte que producen tormentas con aguaceros intensos en los estados de Veracruz, Tabasco y Campeche, principalmente.⁷⁰

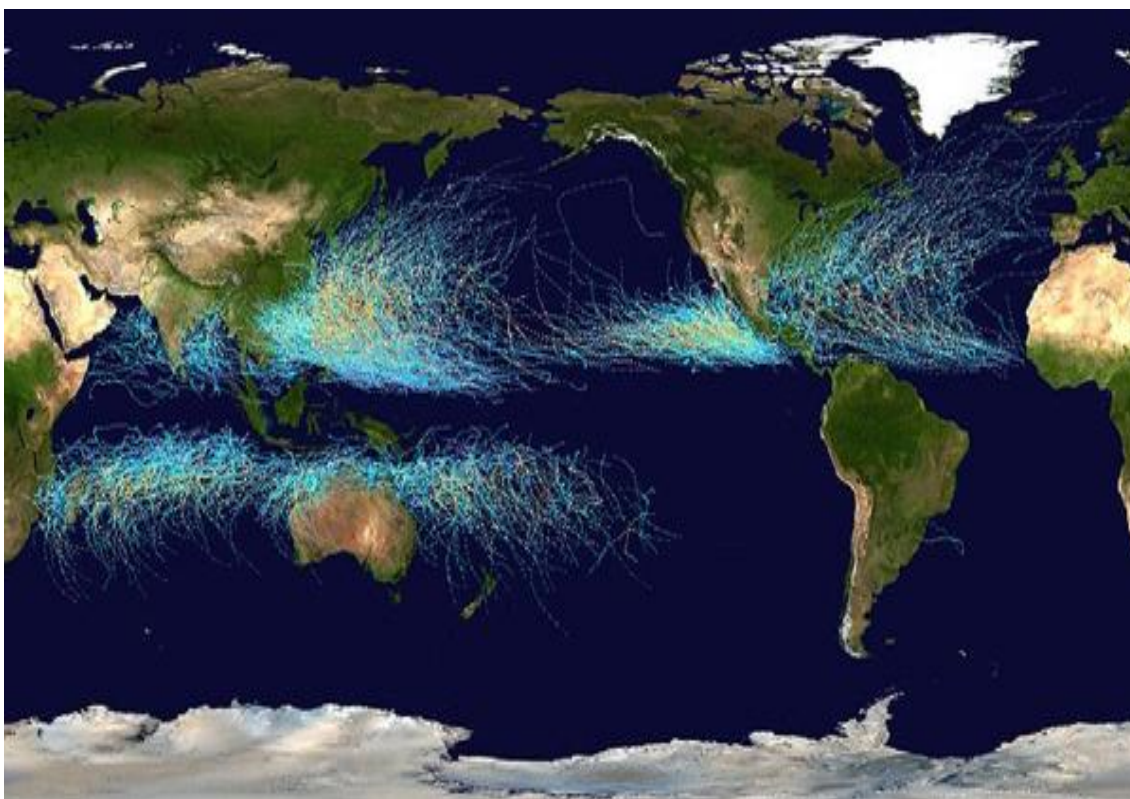
El clima en todo el mundo ha determinado el desarrollo en los ecosistemas, desde las regiones polares hasta las desérticas, no es la excepción en México; el clima en las zonas tropicales ha favorecido el desarrollo de actividades como el turismo en nuestro país. Visto de otra manera, el clima es modificado por variables como temperatura, corrientes aéreas, marinas, estaciones del año, etc. a tal grado que en ocasiones algunos fenómenos meteorológicos causan un gran daño a diferentes industrias (como el turismo) en zonas especiales de nuestro país que se encuentran vulnerables por el solo hecho de estar cerca del mar.

⁷⁰ Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Frente Frío, en: www.cenapred.gob.mx/es/Investigacion/RHidrometeorologicos/FenomenosMeteorologicos/FrenteFrio/ (Pág. consultada el 14/04/2012).

2.3. Principales huracanes y repercusiones en los últimos años

Nuestro país posee una enorme biodiversidad al mismo tiempo que corre un gran riesgo por parte de los ciclones tropicales (salida hacia el Océano Pacífico y Océano Atlántico). Cuando un huracán toca tierra los sitios más afectados son los asentamientos humanos cercanos a las costas, según el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) el área que afectan los ciclones tropicales equivale casi al 60% del territorio nacional y el efecto que ha causado los mayores daños son las lluvias intensas.

Imagen 6: Mapa de las trayectorias acumuladas de todos los ciclones tropicales de 1985 a 2005.



Fuente: National Aeronautics and Space Administration (NASA), Map of the cumulative tracks of all tropical cyclones during the 1985-2005 time period, en: www.nasa.gov/mission_pages/hurricanes/features/hurricane_brew.html.

La formación de ciclones tropicales en el mundo no es igual; existen zonas con menor o nula frecuencia de ellos. Las regiones donde se originan los ciclones se les conocen como zonas ciclogénicas; en el mundo existen siete regiones principales (ver tabla 5), no obstante, se observa que al oeste del océano Pacífico se forman los ciclones tropicales más que en cualquier otra cuenca,

mientras que casi no hay actividad en el sur del océano Atlántico (ver imagen 6). Los ciclones tropicales que llegan a México provienen de la zona de Campeche, Golfo de Tehuantepec, Caribe y sur de las islas Cabo Verde⁷¹.

Tabla 5: Zonas de formación de ciclones en el mundo.

Región	Geografía	Centros Meteorológicos Regionales Especializados	Promedio anual de ciclones tropicales con vientos sostenidos superiores a 61.2 km/h.	Promedio anual de Huracanes / tifones / ciclones tropicales severos con vientos sostenidos superiores a 118.8 km/h.
Atlántico Norte	La cuenca del Atlántico (incluyendo el norte del Océano Atlántico, el Golfo de México y el Mar Caribe)	Centro Nacional de Huracanes (NHC)	12.1	6.4
Pacífico Noreste	Noreste de la cuenca del Pacífico (de México a línea internacional de cambio de fecha)	Centro Nacional de Huracanes y Centro de Huracanes del Pacífico Central	16.6	8.9
Pacífico Noroeste	Noroeste de la cuenca del Pacífico (a partir de la línea internacional de cambio de fecha de Asia, incluyendo el Mar de China Meridional)	Agencia Meteorológica de Japón	26.0	16.5
Índico Norte	Cuenca del norte de la India (incluyendo la bahía de Bengala y el Mar Árabe)	Departamento Meteorológico Indio	4.8	1.5
Pacífico Suroeste	Australia / cuenca del Pacífico sudoccidental	Servicio Meteorológico de Fiyi, Servicio Meteorológico de Nueva Zelanda, Servicio Nacional del Tiempo de Papúa Nueva Guinea y Bureau of Meteorology	9.9	5.2
Índico Sureste	Sureste indio / cuenca australiana	Bureau of Meteorology y Badan Meteorologi dan Geofisika	7.5	3.6
Índico Suroeste	Cuenca Suroccidental india	Météo-France	9.3	5.0

Fuente: Adaptación de los datos publicados por la Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory (AOML). Hurricane Research Division, E10) y F1) en: www.aoml.noaa.gov/hrd/tcfaq/tcfaqHED.html.

⁷¹ Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Ciclones Tropicales, en: www.cenapred.gob.mx/es/Investigacion/RHidrometeorologicos/FenomenosMeteorologicos/CiclonesTropicales/ (Pág. consultada el 14/01/2012).

En nuestro país tenemos el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) dependiente de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la cual forma parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). El SMN se encarga de proporcionar información sobre el estado del tiempo y la existencia de fenómenos meteorológicos, a escala local y nacional, que puedan afectar las actividades económicas y sobre todo causar pérdidas humanas. Mantiene informado al Sistema Nacional de Protección Civil, medios de comunicación y público en general sobre las condiciones meteorológicas.

En cuanto al alertamiento de los ciclones tropicales en nuestro país es usado el Sistema de Alerta Temprana de Ciclones Tropicales (SIAT-CT), se compone de dos fases: si el ciclón se encuentra acercándose a una área afectable (tabla de acercamiento), o si se encuentra alejándose (tabla de alejamiento) y son utilizados los colores, conforme aumenta el riesgo; azul (peligro mínimo), verde (peligro bajo), amarillo (peligro moderado), naranja (peligro alto) y rojo (peligro máximo).

Tabla 6 y 7: Sistema de Alerta Temprana de Ciclones Tropicales (SIAT-CT).

Ciclón acercándose al país									
Promedio de ambas escalas	Tiempo en horas para la llegada a la costa de la línea de 34 nudos								
	Más de 72	70 a 60	60 a 48	48 a 36	36 a 24	24 a 18	18 a 12	12 a 6	Menos de 6
0 a 0.99	Azul	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarillo	Amarillo	Naranja	Rojo
1 a 1.99	Azul	Verde	Verde	Verde	Amarillo	Amarillo	Naranja	Naranja	Rojo
2 a 2.99	Azul	Verde	Verde	Amarillo	Amarillo	Naranja	Naranja	Naranja	Rojo
3 a 3.99	Azul	Verde	Verde	Amarillo	Amarillo	Naranja	Naranja	Naranja	Rojo
4 a 4.99	Azul	Verde	Amarillo	Amarillo	Naranja	Naranja	Naranja	Rojo	Rojo
5 a 5.99	Azul	Verde	Amarillo	Amarillo	Naranja	Naranja	Rojo	Rojo	Rojo

Ciclón alejándose del país									
Promedio de ambas escalas	Distancia en kilómetros a la línea de 34 nudos sin probabilidad de ingreso a tierra								
	0 a 100	100 a 150	150 a 200	200 a 250	250 a 300	300 a 350	350 a 400	400 a 500	500 a 750
0 a 0.99	Rojo	Naranja	Naranja	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Verde	Verde
1 a 1.99	Rojo	Naranja	Naranja	Naranja	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Verde	Verde
2 a 2.99	Rojo	Naranja	Naranja	Naranja	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Verde
3 a 3.99	Rojo	Rojo	Naranja	Naranja	Naranja	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Verde
4 a 4.99	Rojo	Rojo	Rojo	Naranja	Naranja	Naranja	Amarillo	Amarillo	Verde
5 a 5.99	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Naranja	Naranja	Naranja	Amarillo	Verde

Fuente: Adaptación del Sistema de Alerta Temprana de Ciclones Tropicales (SIAT-CT), Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), en: www.imta.gob.mx/index.php?Itemid=80&catid=52:enciclopedia-del-agua&id=178:tormentas-tropicales-huracanes&option=com_content&view=article.

A pesar de contar con el SIAT-CT, la fuerza destructora de un huracán es incontenible; puede estar por horas en una zona o ciudad cerca de la costa con vientos sostenidos hacia una dirección y causando afectaciones en el lugar, después viene un momento de calma por el paso del ojo del huracán y posteriormente golpea con sus vientos de nuevo, pero ahora en dirección contraria (prácticamente los objetos que son levantados por las ráfagas de viento se convierten en proyectiles que impactan con gran fuerza) y sus efectos por marea de tormenta o lluvias intensas también son causantes de pérdidas económicas, naturales y de vidas humanas.

Debido al crecimiento de la población, sobre todo en zonas urbanas y las deficiencias de planeación con respecto a los asentamientos humanos en zonas de riesgo, los daños por ciclones tropicales han sido muy grandes. Basado en los reportes de los huracanes que se han dado a conocer en su momento por el National Hurricane Center⁷² de los Estados Unidos así como del Servicio Meteorológico Nacional⁷³, los huracanes más desastrosos que han afectado a México en los últimos años son:

- **Huracán Wilma, 2005:** Del 15 al 25 de octubre, se convirtió en un huracán muy intenso (alcanzó la categoría 5) en el noroeste del Mar Caribe. Devastó el nordeste de la Península de Yucatán. Wilma también causó daños extensos en el sur de la Florida. Veintitrés muertes han sido atribuidas “directamente” a Wilma: 12 en Haití, 1 en Jamaica, 4 en México, 5 en Florida y 1 en las Bahamas. Se reportaron daños muy graves en las partes del nordeste de la Península de Yucatán, esto causó un duro golpe para la industria del turismo en esa zona: Wilma permaneció en Cancún por más de 6 horas, los desastres en dicho lugar por este fenómeno natural fueron varios: playas severamente dañadas por pérdida de arena (fue hasta mayo de 2006 que se terminaron las

⁷² National Hurricane Center (NHC). Hurricane Season Summaries and Reports, en: www.nhc.noaa.gov/. (Pág. consultada el 10/04/2012).

⁷³ Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Información Histórica, en: www.smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=38&Itemid=46. (Pág. consultada el 10/04/2012).

obras de recuperación de arenales); daños en el tendido eléctrico; saqueo de tiendas comerciales e imposición de toque de queda por 2 noches; se ordenó la evacuación total de Isla Mujeres; según la SECTUR en su *Boletín Cuatrimestral de Turismo, Número 17 Mayo - agosto – 2006*: aproximadamente 75 mil turistas que se encontraban en Cancún y la Riviera Maya fueron evacuados, Wilma causó una gran disminución en la llegada posterior de visitantes, (en septiembre de 2005, el número de visitantes era de 206,899 para noviembre del mismo año la cifra había caído a 50,323, al respecto se estima que las pérdidas económicas por dejar de percibir ingresos durante un año fue de 554 millones de dólares) “*el sector asegurador ha calificado al huracán Wilma como la catástrofe más cara en la historia de México, con daños asegurados que han sido calculados en 1.78 mil millones de dólares*”⁷⁴; además de la muerte directa e indirecta (en nuestro territorio) de 8 personas.

Hubo grandes inundaciones por la marea de tormenta y/o acción de las olas en las porciones del oeste de Cuba. En el sur de la Florida, la franja de los daños fue inusualmente amplia debido al gran tamaño del núcleo de Wilma. El daño incluye numerosos árboles caídos, pérdidas importantes de cultivos, cables eléctricos caídos y postes, ventanas rotas, daños en el techo, y una amplia destrucción de casas móviles. Wilma causó la mayor interrupción del servicio eléctrico experimentado alguna vez en la Florida; hasta el 98% de sur de la Florida perdió el servicio eléctrico. En total, se estima que los daños fueron de unos 20.6 mil millones de dólares, por lo que el huracán Wilma es tercero más costoso en la historia de EE.UU., sólo por detrás de Katrina y Andrew. También hubo un daño significativo en el suroeste de la zona costera de la isla Gran Bahama, con destrucción generalizada de tejados y vehículos, junto con el desarraigo de los postes y árboles. En total Wilma tuvo una duración de 240 horas y un recorrido de 2,770 kilómetros.

⁷⁴ Secretaría de Turismo (SECTUR). *Boletín Cuatrimestral de Turismo*, en: www.datatur.sectur.gob.mx/work/docs/1_boletin_cuatri/bol22006.pdf. p.19 (Pág. consultada el 26/04/2012).

- **Huracán Dean, 2007:** Del 13 al 23 de agosto, tocó tierra el 21 de agosto en el estado de Quintana Roo con vientos de hasta 295 Km/h. (categoría 5), causando severos daños en zonas rurales y urbanas. El huracán debilitado pasó por el sur de Yucatán y continuó hacia los estados de Campeche y Tabasco, para posteriormente salir al Golfo de México, tocando tierra nuevamente el 22 de agosto, en el norte del estado de Veracruz. El número de muertes directas se estima en 32: 14 en Haití, 12 en México, 3 en Jamaica, 2 en Dominica y 1 en Santa Lucía. Cabe destacar que las muertes ocurrieron en México en los estados de Hidalgo, Puebla, Veracruz y San Luis Potosí, debido a las fuertes lluvias por el paso del huracán Dean; 70% de Ciudad del Carmen quedó inundada (hasta con 1 metro de altura)⁷⁵. Afectó los estados de Campeche, Veracruz, Puebla, Hidalgo, Michoacán, el Estado de México y Jalisco.
- **Huracán Jimena, 2009:** Del 28 de agosto al 4 de septiembre, alcanzó la categoría 4. No obstante, tocó tierra como huracán de categoría 1 con vientos máximos sostenidos de 140 km/h y rachas de 165 km/h, cruzó el estado de Baja California Sur y salió al Golfo de California y después de debilitarse a depresión tropical tocó tierra nuevamente, esta vez por la costa oriental de Baja California con vientos máximos sostenidos de 45 km/h. y rachas de 65 km/h. Una muerte se ha atribuido a Jimena (por ahogamiento debido a las inundaciones de agua dulce en Mulege, Baja California Sur), los vientos y las lluvias causaron graves daños en el centro y sur de península de Baja California. Tuvo una duración de 106 horas, recorrió una distancia de 2,410 km. a una velocidad promedio de 22 km/h. Superó el record histórico de lluvia por los efectos directos de un huracán en tierra firme sobre México que tenía el huracán Gilberto de

⁷⁵ El Universal (sitio electrónico). Huracán Dean: Amanece Ciudad del Carmen bajo el agua, en: www.eluniversal.com.mx/notas/444384.html. (Pág. consultada el 10/04/2012).

1988. Afectó al norte del país (principalmente a la Península de Baja California).

- **Huracán Andrés, 2009:** Del 21 al 24 de junio, alcanzó la categoría 1. se movió casi paralelo a la costa suroeste de México (los estados de Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco y Nayarit), la distancia más cercana a territorio mexicano fue a 90 kilómetros de Manzanillo. Cobró la vida de una persona (un hombre se ahogó mientras pescaba en aguas agitadas cerca de Tecpan de Galeana, entre Acapulco y Zihuatanejo), los daños a lo largo de la costa suroeste de México fueron mínimos. Las fuertes lluvias de Andrés inundaron viviendas en una porción de Acapulco que dio lugar a la evacuación de unas 200 personas. También hubo informes de que algunos árboles fueron derribados a lo largo de la costa. Tuvo una duración de 69 horas y un recorrido de 1,105 kilómetros, una intensidad máxima de vientos de 120 km/h. (con rachas de 150 km/h.)
- **Huracán Alex, 2010:** Del 25 de junio al 2 de julio, tocó tierra en el noreste de México como un huracán de categoría 2. Aunque las cuentas de los medios de comunicación de las muertes asociadas a Alex están en conflicto, se cree que causó 12 muertes directas en el estado de Nuevo León. Las lluvias torrenciales provocaron grandes inundaciones en el noreste del país. La ciudad de Monterrey, en Nuevo León, tuvo daños en la infraestructura, 4 puentes fueron destruidos. Un cálculo aproximado del daño total en México es de 1.5 millones de dólares. Tuvo una duración aproximada de 150 horas y recorrió una distancia aproximada de 2,460 km. con una velocidad promedio de 16 km/h. Afectó los estados de Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila; así como los países de Belice, Honduras, El Salvador y parte de Estados Unidos (en Texas, los daños fueron en su mayoría menores).
- **Huracán Karl, 2010:** Del 14 al 18 de septiembre alcanzó la categoría 3. Se formó en el noroeste del Mar Caribe y tocó tierra como tormenta

tropical a lo largo de la costa este de la Península de Yucatán. Karl continuó por la Bahía de Campeche y volvió a tocar tierra al noroeste de Veracruz causando importantes daños en la región. Sólo unos pocos informes de los árboles caídos fueron recibidos como consecuencia de su paso a través de la Península de Yucatán. Además, alrededor de 3.500 personas tuvieron que buscar refugio en albergues instalados en escuelas de todo el estado de Veracruz donde los mayores impactos de Karl se hicieron sentir. Se estima que más de 40.000 personas quedaron sin hogar. Más de 20.000 viviendas fueron inundadas y más de 50.000 personas quedaron sin electricidad debido a líneas de alta tensión derribadas por los fuertes vientos. Tripulaciones de los helicópteros de la Armada rescataron a unas 40 familias atrapadas en una colina que estaba rodeado por las aguas en la ciudad de San Pancho, al norte de la ciudad de Veracruz. Al sur de ese mismo Estado, en Cotaxtla, las casas se inundaron a la altura de sus techos, por lo menos siete personas fueron arrastrados por una inundación de un río crecido. Durante las operaciones de limpieza después de la tormenta, equipos de recuperación eliminaron aproximadamente 18,000 toneladas de escombros en todo el estado de Veracruz. Un total de 22 personas murieron, la mayoría de las muertes en el estado de Veracruz. Se estima que los costos de los daños totales en México en fue de 206 millones de dólares. Con una duración de 84 horas y un recorrido de 1,470 kilómetros a una velocidad promedio de 17 km/h. Afectó los estados de Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Oaxaca y Puebla.

- **Huracán Jova, 2011:** Del 6 al 12 de octubre, se formó en el Pacífico norte oriental y sur de México y alcanzó la categoría 3 antes de tocar tierras mexicanas como un huracán de categoría 2. Hubo seis muertes en nuestro país. El puerto de Manzanillo fue cerrado debido a la tormenta, hubo informes de daños por el viento a las líneas eléctricas y vallas publicitarias, también afectó al menos un puente en esa ciudad. Inundaciones en Zihuatian, Melaque y Barra de Navidad. Un total de

107,000 personas se quedaron sin electricidad por la tormenta y 2,600 fueron evacuadas por la Armada de México.

De lo anterior, nos damos cuenta que la demanda de destinos de playa en nuestro país por turistas, tanto nacionales como internacionales es alta, al mismo tiempo que dichos lugares son vulnerables, y que de cierta forma el sector turismo se encuentra dependiente del clima, asimismo, los ciclones tropicales causan afectaciones no sólo a dicho sector sino también a la infraestructura, economía, ecología, etc. por lo que en cuanto a la disponibilidad de ofrecer un excelente servicio (en general) depende por un lado, a los prestadores de servicios e infraestructura y por otro, a las condiciones meteorológicas que son cambiantes, y que en los últimos años se ha observado que son catastróficas e inclusive mortales.

2.3.1. Deterioro de playas

La enorme biodiversidad del territorio mexicano ofrece una gran variedad de playas como destino turístico, sin embargo, hay que recordar que una playa experimenta un cambio constante; principalmente por factores climatológicos, que a veces causan efectos por periodos prolongados e incluso permanentes. Las playas están sujetas a cambios generados por la acción del oleaje, la acción del hombre, los eventos climáticos, etc.

El deterioro de ellas a veces por causas antropogénicas⁷⁶; según la SEMARNAT estas causas son un problema muy común en las zonas costeras y los contaminantes que llegan a las playas pueden ser: fertilizantes o plaguicidas utilizados en zonas agrícolas; derrames de fosas sépticas, plantas de tratamiento o alcantarillados; residuos de granjas avícolas o porcícolas; residuos de recubrimientos arquitectónicos (impermeabilizantes y pinturas); residuos comestibles arrojados al mar por restauranteros que no cuentan con infraestructura para eliminar sus desechos; residuos de pescados y mariscos

⁷⁶ La contaminación de las playas puede también provenir de actividades desarrolladas en grandes concentraciones urbanas que no cuentan con suficientes servicios de limpia, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales. En las zonas costeras es común la presencia de este problema durante la llegada de vacacionistas, ya que los servicios urbanos se ven rebasados y los excedentes alcanzan el agua del mar afectando las condiciones de las playas.

producto de la actividad de pescadores al limpiar sus productos en las playas; desechos de los barcos y otras embarcaciones menores (aceites o basura); residuos provenientes de actividades industriales; residuos provenientes de ingenios azucareros cercanos a la costa; descargas de drenaje (tratadas o no) de origen doméstico, agrícola e industrial, cuando los drenajes del alcantarillado llegan directamente al mar o debido a la acción de mareas y corrientes, ya que pueden revertir los contaminantes hacia la zona de playas o concentrarlas en ellas durante días⁷⁷.

A nivel nacional, debido a la importancia que tienen las playas, se decidió crear un grupo interinstitucional para promover acciones orientadas a la protección y conservación de ecosistemas costeros y el cuidado de la salud pública, a través de la evaluación de las condiciones sanitarias de las playas del país. Fue implementado un sistema de monitoreo bacteriológico que inició con 13 destinos turísticos y 138 playas en 10 entidades federativas. Con el objetivo principal de promover el saneamiento de las playas (y de prevenir y corregir la contaminación) y de las cuencas, subcuencas, barrancas, acuíferos y cuerpos receptores de agua asociados a las mismas, en 2003 se estableció a nivel nacional el Programa Playas Limpias, en el que participan la SEMARNAT, la SECTUR, la Secretaría de Salud (SS) a través de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), la Secretaría de Marina (SEMAR), la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), así como Gobiernos estatales y municipales, y organizaciones de la sociedad civil.⁷⁸

Debido a ello, se celebra anualmente el encuentro Nacional de Playas Limpias en el que se busca informar acerca de los programas y seguimiento de los mismos, así como dar a conocer las experiencias exitosas y tecnologías empleadas en el saneamiento de las playas, de esta manera a nivel nacional se pretende tener “playas limpias”, no obstante, en dichos encuentros se plantea la idea de que la mejor herramienta para lograrlo es el conocimiento y

⁷⁷ Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). ¿Qué causa la contaminación de las playas?, en: www.semarnat.gob.mx/playas/nuevo/protege01.shtml. (Pág. consultada el 14/01/2012).

⁷⁸ Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Playas Limpias, en: www.cna.gob.mx/Contenido.aspx?n1=4&n2=45&n3=45. (Pág. consultada el 13/04/2012).

conciencia de la población en general en torno al saneamiento de nuestras playas.

Pero el deterioro de playas mediante la pérdida de arena por fenómenos naturales (huracanes, corrientes marinas, lluvias intensas, etc.) es un problema muy grave que repercute de manera más grave al turismo.

Usualmente, las playas cuentan con dunas de arena que se encuentran fuera del mar, estas dunas son una reserva de arena que se gana o se pierde con el oleaje normal, en ocasiones quedando en los primeros metros bajo el mar, después se encuentra el arrecife que básicamente tiene 2 funciones importantes: retiene buena parte de arena arrastrada y reduce la fuerza del oleaje. De este modo se podría decir que las mismas playas cuentan con un mecanismo de defensa.

Debido al oleaje normal del mar, una playa experimenta una pérdida y una ganancia por temporadas, pero a veces la pérdida es mucho mayor; cuando se forma algún ciclón tropical existe un desequilibrio en el mar puesto que se combinan los fuertes vientos y la marea de tormenta, esto ocasiona una elevación del nivel del mar en las playas cercanas a dicho fenómeno, un oleaje perjudicial que arrastra literalmente cierta cantidad de arena y la lleva más allá de la barrera de corales.

2.3.2. Problemas en las playas de Quintana Roo

Las playas de Quintana Roo son de las más bellas en el territorio nacional, la arena con su tono claro⁷⁹ combinada con la transparencia del agua de mar y clima cálido hacen un lugar idóneo para vacacionar. Pero, como ya lo mencionamos, una playa corre peligro de perder arena por los cambios en el oleaje producidos por algún fenómeno meteorológico, de este modo estas playas son tan bellas como amenazadas en cuanto a desastres producidos por

⁷⁹ La arena de Quintana Roo está formada por restos de organismos marinos como: almejas, caracoles, cangrejos, erizos, langostas, corales y algas que poseen caparazones o esqueletos de carbonato de calcio (de color blanco), cuando mueren, el oleaje rompe los restos hasta convertirlos en arena, esto quiere decir que a mayor cantidad de arrecifes de coral mayor tonalidad clara tendrá la arena, puesto que ellos forman un hábitat ideal para el desarrollo de una gran diversidad de especies marinas, de este modo es como las playas obtienen ese tono claro.

ciclones tropicales. A raíz de los mismos en los últimos años, principalmente por los huracanes más fuertes que han tocado tierra en ese lugar, se ha visto una devastación y pérdida de arrecifes y arena.

Debido a lo anterior, en octubre de 2008 se comenzó con los trabajos de recuperación de playas, pero no fue hasta 2009 que se terminaron de poner de acuerdo (entre licitaciones, organización gubernamental, mala planeación, etc.) y comenzó el proyecto de nombre “Supervisión del cumplimiento del Programa de Vigilancia Ambiental del proyecto de restauración, recuperación, sostenimiento y mantenimiento de la zona federal marítimo terrestre de Cancún, Playa del Carmen y Cozumel”⁸⁰, sin embargo, cuando se dijo que ya estaba autorizado el proyecto de recuperación de playas (en octubre de 2008), la meta inicial era empezar a trabajar en abril, pero se inició 6 meses después y los trabajos solo duraron 6 días debido a la llegada del huracán “Ida” que provocó la suspensión de los mismos.

Fue hasta el 9 de febrero de 2010 que se terminaron los trabajos de recuperación de playas en Quintana Roo. Tan solo en Cancún se concluyó 10.5 kilómetros de relleno de arena por 5.5 millones de metros cúbicos y 4.2 kilómetros en Playa del Carmen con 800 mil metros cúbicos con un costo aproximado de 960 millones de pesos⁸¹. Luego del término de la recuperación de playas las instancias federales, estatales y municipales involucradas, constituyeron un Fideicomiso que encargaría de monitorear los arenales, así como de su mantenimiento.

A partir de marzo de 2010 dicho Fideicomiso quedó a cargo del gobierno estatal. Actualmente el Fideicomiso no cuenta con un fondo de dinero, y tampoco con un plan de mantenimiento⁸². Sin embargo, y pese a las expectativas, los arenales de Cancún y playa del Carmen no se han erosionado

⁸⁰ Secretaría de Turismo (SECTUR). Fideicomiso para la Restauración, Recuperación, Sostenimiento y Mantenimiento en la Zona Federal Marítimo Terrestre del Estado de Quintana Roo, en: www.asf.gob.mx/Trans/Informes/IR2009i/Tomos/Tomo3/2009_1043_a.pdf. pp. 1-24. (Pág. consultada el 14/01/2012).

⁸¹ Martoccia, Hugo (10 de febrero de 2010). Termina el relleno de playas de QR; falta plan de conservación, La Jornada, en: www.jornada.unam.mx/2010/02/10/estados/032n1est (Pág. consultada el 15/01/2012).

⁸² Clic noticias. Gobierno del estado debe 47 mdp al Fideicomiso para mantenimiento de playas, el cual sólo tiene 2.7 mdp para operar, en: www.clicnoticias.com.mx/secciones/medio-ambiente/3817-gobierno-del-estado-debe-47-mdp-al-fideicomiso-para-mantenimiento-de-playas-el-cual-solo-tiene-27-mdp-para-operar.html. (Pág. consultada el 15/01/2012).

como se esperaba, desde su rehabilitación a través del proyecto de restauración antes mencionado y tras 25 meses de monitoreo de playas el gobernador de Quintana Roo, Roberto Borge Angulo, asegura que: *“Los arenales se encuentran en estado óptimo con un ancho de playa en todos sus puntos suficiente para el uso del turismo. Las playas se encuentran hoy mucho menos vulnerables de lo que estaban antes de los huracanes Gilberto (1988) y Wilma (2005), pues tienen un perfil suave que antes no existía y que la protege ante el oleaje”*⁸³.

Actualmente, podemos disfrutar de las playas de Quintana Roo y de los servicios turísticos que ahí se encuentran, principalmente formados por la industria hotelera y restaurantera, así como de un fácil acceso vía aérea o terrestre. Cabe mencionar, que el turismo en este lugar es la principal fuente de ingreso sobre todo en lugares como: Cancún, Isla Mujeres y Cozumel. Empero, aún queda la preocupación del clima; la formación de huracanes en el Atlántico y que atraviesan el Caribe mexicano es un factor que viene a modificar tanto temporadas vacacionales como ganancias del sector y sobre todo la estabilidad de las playas.

⁸³ Gobierno del Estado de Quintana Roo. Un éxito la recuperación de playas en quintana roo, en: www.vocero.qroo.gob.mx/uv/index.php/?option=com_content&view=article&id=5682:un-exito-la-recuperacion-de-playas-en-quintana-roo&catid=49:noticias-del-dia. (Pág. consultada el 27/02/2012).

3. Riqueza subacuática en las inmediaciones de Cancún

A través de los años México ha sido descubierto y redescubierto en cuanto a turismo se refiere; la oferta turística de nuestro territorio es asombrosa. A partir de la década de los 60 y 70 se dio un *boom* turístico que a la fecha se puede ver reflejado en la infraestructura creada a partir de entonces; tal es el caso de la creación de la ciudad de Cancún como la conocemos actualmente.

En este capítulo analizaremos a Cancún, como destino turístico, desde sus orígenes hasta la actualidad, desde las zonas en las que se divide hasta sus atractivos naturales, desde su fama nacional hasta la internacional. Para ello, es necesario comprender que dicho lugar fue elegido para desarrollarlo turísticamente por su belleza natural; sus playas con tonalidades claras, su clima y aguas cálidas, además de gran variedad de flora y fauna marina.

Resaltando la importancia que tienen los corales no sólo como atractivos turísticos, sino como formadores de hábitats para la vida marina, resulta básico comprender el funcionamiento de los mismos tanto interno como externo. En cuanto a este último punto, cabe resaltar la descripción del Parque Marino Nacional como zona protegida debido a la gran biodiversidad y de la cantidad de arrecifes de coral que alberga, así como sus amenazas tanto naturales como antropogénicas.

Para una mejor interpretación de los esfuerzos para la erradicación de pérdida de arrecifes, cabe mencionar la importancia de los mismos en las playas; la relación entre arena y arrecifes de coral es una variable que no se puede dejar de lado. Una vez comprendido esto se debe señalar la implementación de arrecifes artificiales (es decir creados por el hombre) nacional e internacionalmente y las circunstancias en las cuales se han llevado a cabo dichos arrecifes.

Y sobre todo, la implementación del Museo Subacuático de Arte (MUSA) como una opción dentro de esta temática de arrecifes artificiales, donde cabe resaltar la concordancia hombre-naturaleza pues dicho museo resalta el seguimiento que la humanidad debe tener en cuanto al tema de la naturaleza; recordando la

relación simbiótica entre ambos. Pero no sólo eso, dicha alternativa además de crear nuevos hábitats para la vida marina ofrece liberar un poco de presión en cuanto se refiere a visitas de buzos hacia los arrecifes naturales. Debido a esto surge la necesidad de comprender y preservarlo pues es una opción que nacionalmente nunca se había realizado, además de que es el museo subacuático más grande del mundo con planes de incluir muchas más obras de arte en los próximos años.

3.1. La situación en Cancún

Geográficamente esta ciudad se ubica al sureste de México, en la costa noreste del estado de Quintana Roo, en el municipio Benito Juárez, colinda con los municipios de Isla Mujeres, Solidaridad y Lázaro Cárdenas, además posee una semi-isla en forma de “7” donde se encuentra la zona hotelera. Recibe parte de la corriente del Golfo de México, lo que favorece a que el clima sea cálido y húmedo pues esta corriente es cálida.

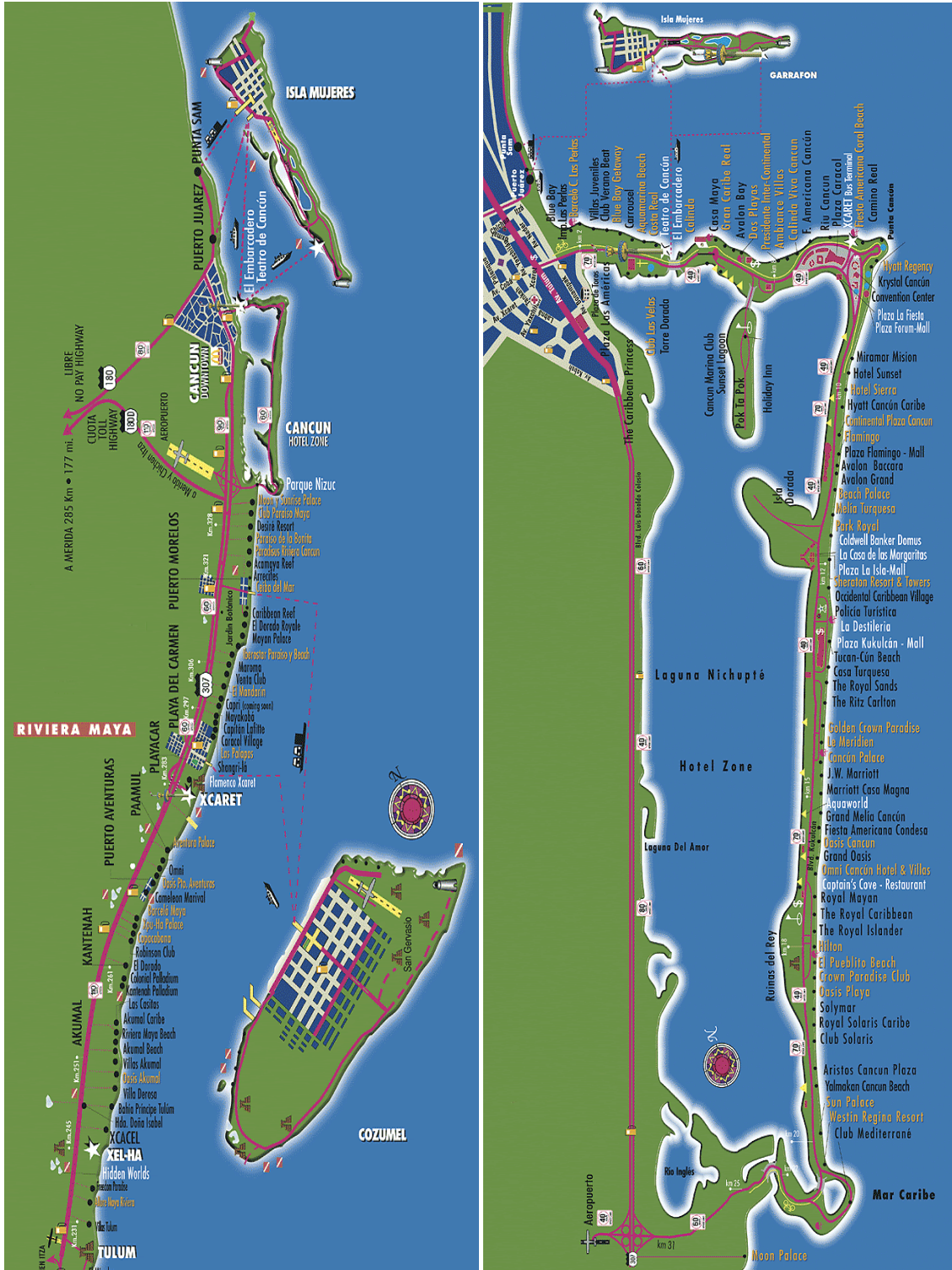
Como ya lo habíamos mencionado, en la década de los 60 el turismo en México tuvo un rápido crecimiento, de este modo se buscaron lugares para un posible desarrollo turístico: En 1968, el aquél entonces presidente de México Gustavo Díaz Ordaz le encargó al Banco de México la creación de un Plan Nacional de Turismo, mismo que debía generar inversión privada, crear empleos y alcanzar la comercialización de la oferta turística nacional en el exterior, entre otras cosas. De esta manera el principal objetivo era consolidar al turismo en el desarrollo económico nacional.

Al siguiente año, el Banco de México creó el INFRATUR (posteriormente FONATUR), para llevar al cabo un Programa Integral de Centros Turísticos. Se iniciaron estudios para identificar las zonas propicias para proyectos de infraestructura turística; Cancún y Zihuatanejo fueron seleccionados como los más viables para invertir.

Se ubicó el lugar de Cancún por sus excelentes condiciones (arena, temperatura del mar y clima cálido). Se decidió construir la ciudad en 2 áreas: la zona hotelera en la isla, y la ciudad de servicios en tierra firme. El 10 de

agosto de 1971 en el Diario Oficial de la Federación se decretó la fundación de Cancún y en esa década se comenzó con la construcción de la zona hotelera.

Imagen 7: Riviera Maya/Cancún.



Fuente: Grupo Cancún Vacaciones, en: www.cancunvacaciones.com/mapas/mapascancun.htm.

El Proyecto inició sus operaciones en 1974, como Centro Integralmente Planeado, pionero de FONATUR. En pocos años, tuvo una notable transformación, ya que de ser una isla de pescadores rodeada de selva virgen y playas desconocidas es ahora uno de los principales centros turísticos de México a nivel mundial.

Un evento a destacar fue el paso del huracán Gilberto el 13 y 14 de septiembre de 1988, de categoría 5 en la escala Saffir-Simpson con vientos de hasta 320 kilómetros por hora, provocando marejadas que hundieron barcos y arrasaron casas dejando una devastación que no se había visto en aquel lugar, el sector turismo se detuvo por una semana para permitir los trabajos de recuperación y limpieza tanto en la zona hotelera como en la ciudad, además de cobrar la vida de 40 personas⁸⁴.

Por otro lado, el prestigio internacional se lo ha ganado al ser un lugar idóneo para llevar a cabo: la Reunión Internacional sobre Cooperación y Desarrollo (el 22 y 23 de octubre de 1981), la Reunión de Grupo Contadora (en julio de 1983), Miss Universo (1989), la Quinta Conferencia Ministerial de la Organización Mundial de Comercio OMC (del 10 al 14 de septiembre de 2003), y más recientemente la cumbre sobre cambio climático (del 29 de noviembre al 10 de diciembre de 2010), entre otras. Como vemos no se trata de una ciudad cualquiera, sino de un sitio que además de ser idóneo para vacacionar, también lo es para organizar reuniones a nivel internacional.

La Organización Mundial del Turismo (OMT) a través de *UNWTO-Themis* concedió el premio "a la excelencia y la gobernanza"⁸⁵ al Fideicomiso de

⁸⁴ Morales, Juan José, Pequeña Historia de una Gran Huracán, en: www.cancunlahistoria.org/cancun/huracan_gilberto.html. (Pág. consultada el 06/04/2012).

⁸⁵ El premio es un certificado que la organización entrega como reconocimiento a la gestión público-privada en el turismo de un país y supone la entrada de un programa de ayuda destinado a mejorar los procedimientos de la política turística, con lo que se obtiene el reconocimiento internacional. Ello se debe, en gran parte, a que debido a los daños que Wilma causó en las estructuras turísticas de Cancún, Isla Mujeres y la Riviera Maya, entre otros lugares, el gobierno mexicano y las empresas de la zona invirtieron más de tres mil 800 millones de dólares para reparar la infraestructura y las instalaciones hoteleras, con lo que se consiguió arreglar el daño y llamar la atención de organizaciones como la OMT. Esto supone, por un lado, un llamado a la comunidad internacional no sólo turísticamente, sino política y económicamente hablando; al hablar bien de una región se fomenta la inversión extranjera con lo que se acarrearán flujos de capital a los que estamos acostumbrados en esta era de globalización, por otro lado, se hace hincapié en que los gobiernos locales pueden y deben atender eventos como éste sin importar la nacionalidad de las empresas turísticas. En otras palabras, fomentar un mercado mundial.

Promoción Turística de Cancún el 3 de febrero de 2007. De esta forma Cancún se convierte en un organismo avalado por el Departamento de Educación y Gestión del Conocimiento de la OMT.

Según el Ayuntamiento de Benito Juárez, actualmente Cancún se encuentra dividido en 5 zonas⁸⁶ identificables para el gobierno y sociedad cancenense:

- **Isla Cancún o Zona Hotelera, (la famosa área en forma de “7”):** Es la más importante (turísticamente hablando) pues es donde se concentra la mayor parte de las playas, hoteles y actividades turísticas además de zonas residenciales.
- **Zona Urbana:** En el centro de la ciudad, se encuentra dividida en colonias, fraccionamientos, supermanzanas o regiones, cuentan con servicios básicos. Aquí es donde está la mayor parte de las instituciones políticas, educativas, culturales y de servicios de la ciudad.
- **Puerto Juárez:** Está subdividido en tres polígonos (áreas urbanas delimitadas por el gobierno municipal): la supermanzana 86, que llega hasta las ruinas de “El Meco”, justo en el límite con el municipio de Isla Mujeres. Los otros dos polígonos (supermanzanas 84 y 85) albergan a la mayor parte de la población.
- **La Franja Ejidal:** Es un área de asentamientos distribuidos de forma irregular por la parte más pobre de la población.
- **Alfredo V. Bonfil:** Es la quinta zona y una de las tres delegaciones del municipio Benito Juárez, aquí se encuentra una población de colonos originarios del norte del país, con la misión de contribuir al aumento demográfico de Quintana Roo para alcanzar la categoría de estado libre y soberano en 1974.

⁸⁶ H. Ayuntamiento de Benito Juárez, Cancún, Quintana Roo, administración 2011 – 2013. Zonas, en: www.cancun.gob.mx/visitantes/category/zonas/. (Pág. consultada el 06/04/2012).

Se puede resaltar que la zona más conocida, visitada y protegida es la zona hotelera, ello debido a los ingresos y reputación del lugar, así como la preferencia de los turistas; en muchos de los hoteles se le ofrece al huésped paquetes todo incluido, que la única intención que tienen es que el turista tenga todo para no salir del hotel, por así decirlo, pues ofrecen: alojamiento (servicios completos en las habitaciones), alimentos y bebidas (es muy común que se incluyan bufetes, además de que algunos hoteles cuentan con restaurantes y pequeños bares o barras), vista al mar (la mayoría de ellos están contruidos de tal forma que se acapare dicha vista y los mejores están a “pie de playa”), y servicios acuáticos (algunos cuentan con accesorios para llevar a cabo buceo o snorkeleo). Además de que en el corazón de la zona se encuentra un área conocida como “*party center*” donde están ubicadas alrededor de 10 discoteques o clubes nocturnos de talla internacional que forman parte de la vida nocturna de Cancún.

3.2. Importancia de la biodiversidad marina

Desde la playa, el mar a simple vista parece inmenso y solitario, sin embargo a unos cuantos metros de profundidad existe un mundo de biodiversidad sin igual que a veces ignoramos. La superficie del planeta Tierra está formada por más del 70% de agua, una cantidad enorme si nos ponemos a comparar con las porciones de tierra firme y todavía más con los asentamientos humanos. Es natural que en los mares exista vida, pero debido a la inmensidad de ellos resulta muy difícil el estudio de tan enorme cantidad de biodiversidad.

Por otro lado, los ecosistemas marinos más conocidos son los que se encuentran en zonas costeras pues actualmente el buceo o snorkeleo es un medio para admirar dichos ecosistemas; nos sorprendemos al ver grupos de peces de tamaños y colores diferentes en un entorno natural con una belleza singular en las playas de México donde esto es posible: el mar de Cortés posee más del 80% de las especies marinas conocidas; o en el mar Caribe, pues como ya lo mencionábamos, ahí se encuentra parte de la segunda estructura arrecifal a más grande del mundo, indudablemente este atractivo visual es una maravilla que se debe conservar.

Además de ello, en el mar se encuentran organismos como el *fitoplancton*⁸⁷ y las algas marinas que son los productores primarios del océano y proporcionan el 70% del oxígeno que respiramos; no cabe duda que la importancia para la vida en el planeta es enorme por parte de los ecosistemas marinos; entre ellos se encuentran los ecosistemas “costeros” que son los más valiosos recursos con los que cuenta el mar. Para visualizarlos mejor, se podría comparar con los ecosistemas terrestres (como un bosque o una selva) resaltando que ellos vendrían siendo como la materia prima pues producen, además de oxígeno, materia vegetal de la que se alimentan algunas especies marinas.

*“Los ecosistemas costeros que destacan en la producción de fitoplancton son los estuarios, las camas de alga, el manglar⁸⁸ y los arrecifes. Estos producen unas 20 veces más fitoplancton que los ecosistemas de mar abierto. Los arrecifes de coral son los ecosistemas más diversos, ya que cuentan con gran variedad de flora y fauna, así como el mayor número de especies. Los arrecifes, llegan a soportar hasta un tercio de todas las especies de peces, sin embargo la competencia entre ellos es muy fuerte y sólo pueden sostener una determinada cantidad de peces. Más de la mitad de los arrecifes de coral encontrados en el mundo, se encuentran amenazados y tienen un mediano o alto riesgo de desaparecer”.*⁸⁹

Existen factores que dañan a los ecosistemas marinos en nuestro país, curiosamente la mayoría son causados por el hombre: la pesca excesiva de una especie puede alterar el balance de la biodiversidad; los asentamientos humanos en zonas cerca de las costas representan un peligro, pues los desechos de ellos (además de residuos industriales) generalmente llegan al mar; el buceo es una actividad muy popular en algunos destinos turísticos de

⁸⁷ El fitoplancton es una especie de plancton vegetal, debido a que elaboran su alimento por fotosíntesis estos organismos microscópicos se encuentran en aguas costeras poco profundas donde los rayos del sol llegan (generalmente hasta 30 metros de profundidad). Además de eso el fitoplancton es la base de la cadena alimentaria marina.

⁸⁸ Un estuario es la parte más ancha y profunda de la desembocadura de un río en el mar, donde se junta el agua dulce con la salada y se intercambian nutrientes, sedimentos y organismos vivos, debido a ello se dan las condiciones para que exista una gran diversidad de hábitats; las camas de alga se refieren a determinadas áreas en el suelo marino cubiertas por algas que albergan gran cantidad de organismos vivos; el manglar es una agrupación de árboles de mangle que se encuentran en los estuarios o costas con suelo lodoso, poseen raíces visibles o aéreas que forman un hábitat para varias especies marinas, este tipo de árbol está adaptado para soportar aguas saladas y en menor medida aguas dulces por escurrimiento.

⁸⁹ Fondear, Portal Náutico. *Arrecifes artificiales*, en: www.fondear.org/infonautic/mar/vida_marina/arrecife_artificial/arrecife.htm. (Pág. consultada el 05/04/2012).

playa, pero cuando los turistas no tienen el sentido de la preservación del medio al cual están visitando el resultado se traduce en querer llevarse un pedazo de algún arrecife de coral o inclusive de arena de la playa.

3.3. Arrecifes de coral

El *coral* esta formado por una colonia de miles de pequeños *pólipos*, cada uno con un tamaño en promedio de 1 a 3 milímetros de diámetro. Tiene la capacidad de fijar sobre sus tejidos el calcio disuelto en el mar y así formar las estructuras rígidas características. Debido a ello su estructura calcárea es blanca, aunque los diferentes colores que presentan se deben a unas microalgas que viven en simbiosis con los pólipos y reciben el nombre de *zooxantelas*, mismas que les proporcionan alimento a través de la fotosíntesis que llevan a cabo estas algas, en este proceso se suministra glucosa, glicerol, y aminoácidos. Por esta razón, el coral necesita aguas transparentes para desarrollarse, para que las zooxantelas realicen así la fotosíntesis. Los corales son considerados animales carnívoros, pues también se alimentan de zooplancton. Cuando el pólipo muere, queda en pie la estructura de calcio que formó, pudiendo ser habitadas posteriormente por nuevos pólipos. Estos nuevos pólipos pueden formar sobre esa estructura otras nuevas y así sucesivamente. Existen varios tipos de corales, pero en promedio, tienen tasas de crecimiento de 0.3 a 2 centímetros por año para los corales masivos, y hasta 10 centímetros por año para los corales ramificados.⁹⁰

Conforme el coral va creciendo, se van formando los “arrecifes de coral” que se encuentran en climas tropicales pues crecen a temperaturas de entre 23 y 29°C, y a una profundidad de hasta 70 metros ya que necesitan energía solar que a mayor profundidad no se encuentra (aunque existe cierto tipo de corales que se desarrollan en zonas profundas), por esta razón los arrecifes de coral crecen más rápido en aguas cristalinas como las que se encuentran en el Caribe.

⁹⁰ National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Corals, en: www.oceanservice.noaa.gov/education/tutorial_corals/welcome.html. (Pág. consultada el 21/04/2012).

Los arrecifes coralinos contienen miles de especies de peces e invertebrados que no se encuentran en ningún otro lugar en la Tierra, sustentan más especies por unidad de área que cualquier otro medio marino, incluidos alrededor de 4,000 especies de peces, 800 especies de corales duros y cientos de otras especies. Además de ser almacenes de inmensa riqueza biológica, los arrecifes también proveen servicios económicos y ambientales a millones de personas; pueden proporcionar bienes y servicios por valor de \$ 375 billones de dólares cada año.⁹¹

Además, como ya lo habíamos mencionado, disminuyen las corrientes marinas que se dirigen hacia la playa y al mismo tiempo sirven como barrera natural para que la marea no se lleve la arena de la playa hacia aguas más profundas: *“Los arrecifes de coral protegen la zona costera del oleaje de tormentas y huracanes. Por ejemplo, en términos energéticos, una sección de 12 kilómetros lineales de arrecife en el norte de Quintana Roo disipó el equivalente de 25 bombas atómicas durante el paso del huracán Wilma en octubre de 2005. La energía del oleaje en la parte interna del arrecife fue 100 veces menor que en la parte externa, evitando pérdidas invaluable tanto de vidas humanas como de infraestructura.”*⁹²

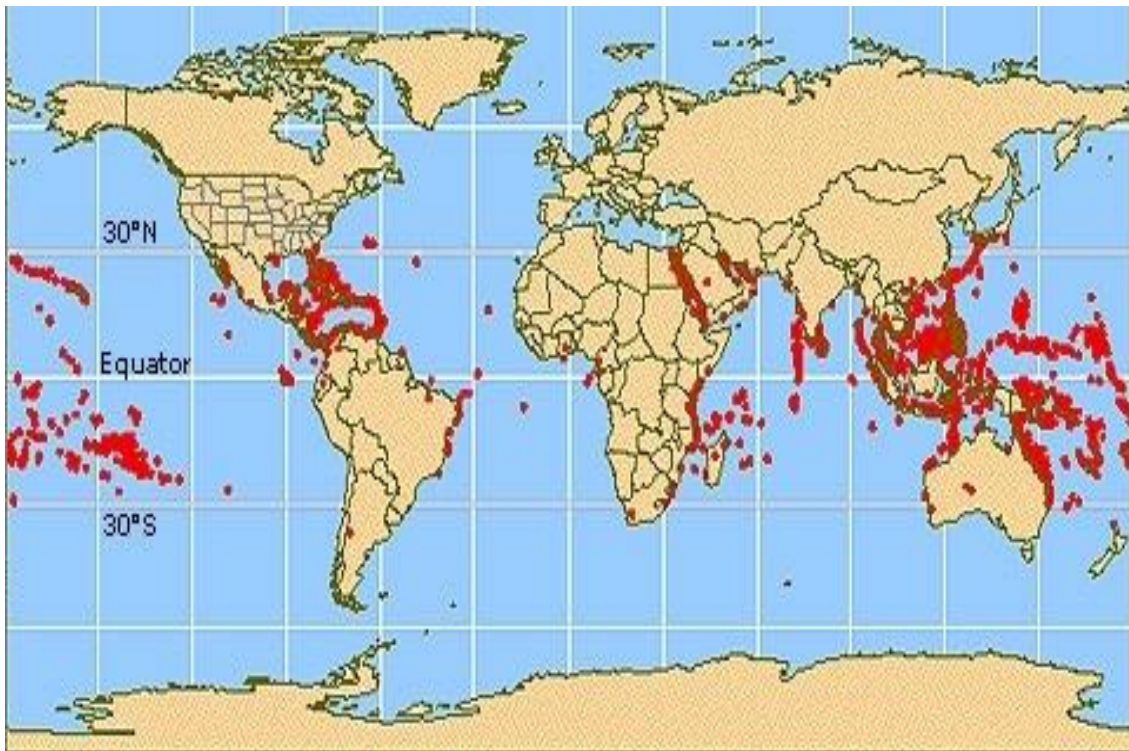
La mayoría de los arrecifes de coral se encuentran en aguas tropicales y subtropicales: entre los 30° latitud norte y 30° latitud sur (ver imagen 8). En México existen tres zonas de arrecifes coralinos: la costa del Pacífico (que incluye algunos de los estados costeros, además de las Islas Marías y Revillagigedo), las costas de Veracruz y Campeche en el Golfo de México y la costa este de la Península de Yucatán (desde Isla Contoy hasta Xcalak, incluyendo al atolón de Banco Chinchorro)⁹³.

⁹¹ National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). *Importance of Coral Reefs*, en: www.oceanservice.noaa.gov/education/tutorial_corals/coral07_importance.html. (Pág. consultada el 21/04/2012).

⁹² Aramburu Vizcarra, Guillermo, et al, Ecofronteras. *La importancia de los arrecifes de coral en México*, en: www.ecosur.mx/ecofronteras/ecofrontera/ecofront34/Denuestropozo.pdf. p.3 (Pág. consultada 01/05/2012).

⁹³ Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). *Arrecifes de coral*, en: www.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/04_biodiversidad/recuadros/c_rec5_04.htm. (Pág. consultada el 10/02/2012).

Imagen 8: Distribución mundial de los arrecifes de coral.



Fuente: Where Are Reef Building Corals Found? National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), en: www.oceanservice.noaa.gov/education/tutorial_corals/media/supp_coral05a.html.

Desafortunadamente, por estar en zonas tropicales poco profundas experimentan amenazas principalmente por la fuerza del mar: cuando llega un huracán la marea es mucho más fuerte y es capaz de arrasar con dicha barrera y destruir superficial, parcial o totalmente dicho ecosistema, dejando vulnerable la arena de la playa.

Otras amenazas son: la contaminación de mares por basura, petróleo o otras sustancias que repercuten en la vida marina; las embarcaciones que al arribar sueltan sus anclas y destruyen al coral; las personas que gustan del buceo y que por desgracia no son expertas y rompen los corales sin querer o aquellos que lo hacen a propósito con el fin de llevarse un pedazo como “recuerdo” o la extracción para adorno de acuarios o elaboración de joyería.

Aunque, a nivel mundial existe otra amenaza que afecta al coral desde sus partes más pequeñas; el aumento de temperatura. Las microalgas que le dan el producto de la fotosíntesis son muy sensibles y no soportan un aumento de calor, de esta manera el coral ya no tiene en sus tejidos a sus huéspedes, lo

que se indica por el denominado “blanqueamiento del coral”. En esta etapa se pierde el color brindado por las pequeñas algas quedando estructuras calcáreas blancas, los pólipos no adhieren más carbonato de calcio y mueren, la estructura rígida se quiebra y ya no crece más (si el aumento de temperatura no es prolongado es probable una restauración).

“En México, en el periodo 1990-2003, el 95% de los reportes de blanqueamiento de coral se registró entre 1997 y 2000, siendo 1999 el año con mayor número de registros. El 61% de los reportes en el mismo periodo provienen de los arrecifes del Caribe, 34% del Pacífico y tan sólo 4% de los arrecifes del Golfo. Los únicos años en los cuales los reportes muestran daños severos (blanqueamiento en 30% o más de los corales del sitio) fueron 1997 y 1998. En este último año, 71% de los reportes mostraron daños severos en los arrecifes”.⁹⁴

Esta afectación a los arrecifes se asocia al fenómeno del Niño, ya que se presentó con mucha fuerza entre los años 1997-1998 causando graves pérdidas en todo el mundo, sobre todo y con relación a los corales, en el océano Índico, Este tipo de eventos no hace más que suponer que un calentamiento prolongado en la temperatura media del planeta se traducirá en una pérdida paulatina de arrecifes de coral, mismos que han tardado hasta miles de años en formarse (y para recuperarlos supondríamos una temporalidad similar). Y no solo eso, sino que detonaría una reacción en cadena en los ecosistemas marinos muy difícil de pronosticar debido a la complejidad y cantidad de especies marinas conocidas y por conocer.

3.4. Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc

Debido a las amenazas naturales y antropogénicas en la península de Yucatán y pensando que con el desarrollo de Cancún la visita de grandes volúmenes de turistas tendría un impacto importante si no se controlaba, el 19 de Julio de

⁹⁴ Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Arrecifes de coral, en: www.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_04/04_biodiversidad/recuadros/c_rec5_04.htm. (Pág. consultada el 21/04/2012).

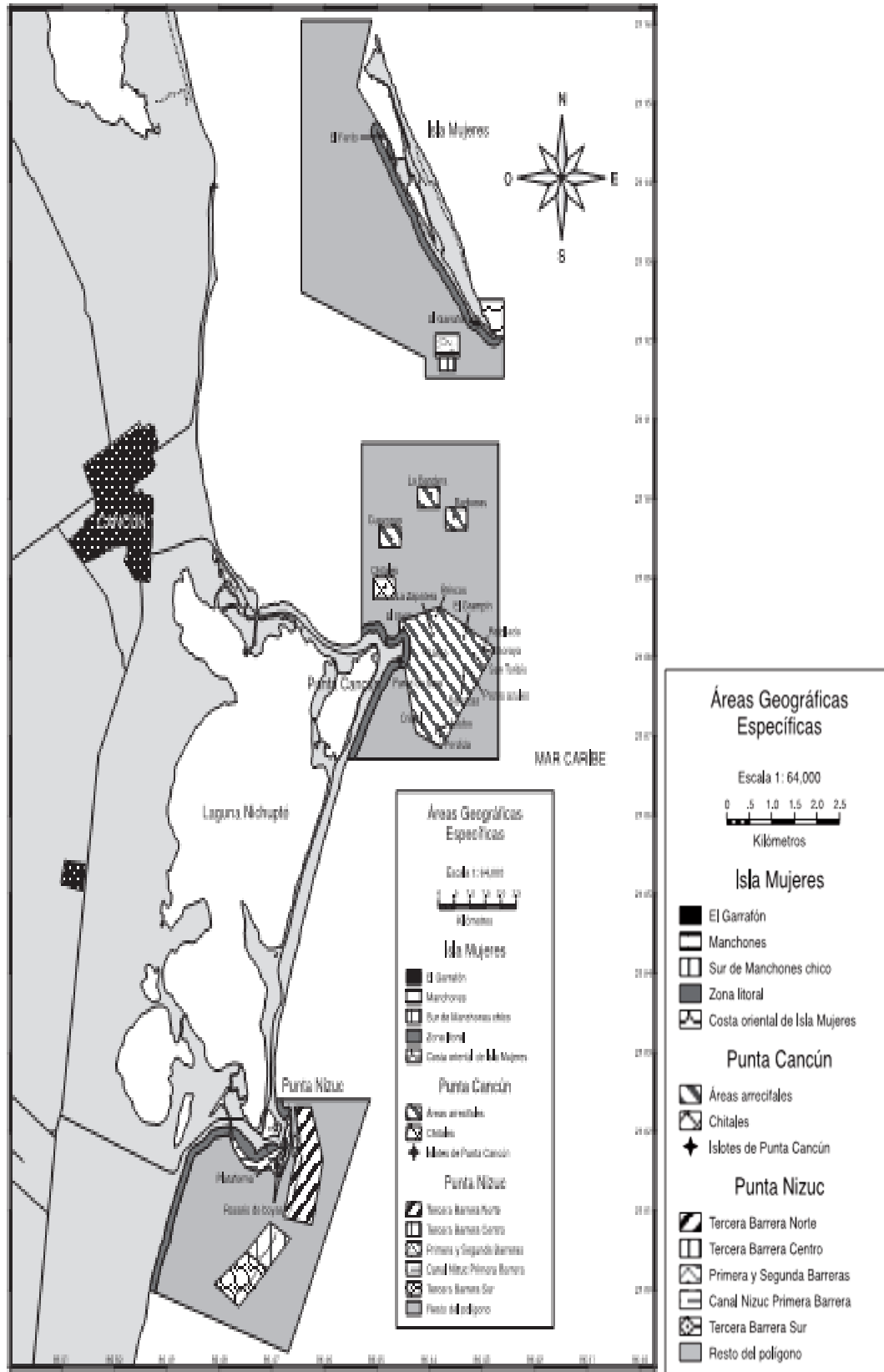
1996 se declaró área natural protegida⁹⁵, con el carácter de *Parque Marino Nacional*, a la zona conocida como Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, ubicada frente a las costas de los Municipios de Isla Mujeres y Benito Juárez, Estado de Quintana Roo.

Dicho parque marino está dividido en tres polígonos (ver imagen 9), cada uno se encuentra frente a las costas descritas en el mismo nombre del parque. La formación de arrecifes del polígono punta Nizuc se extiende al sur hasta la colindancia con el Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos, y 30 km al occidente del polígono de Isla Mujeres, se encuentra el Parque Nacional Isla Contoy.

- Polígono 1, Costa occidental Isla Mujeres.- Los lugares más populares son: “el farito”, “el garrafón”, “playa lancheros” y la “playa norte”.
- Polígono 2, Punta Cancún.- Se encuentra frente al corazón comercial de la zona hotelera.
- Polígono 3, Punta Nizuc.- Se encuentra al sur de la zona hotelera en Punta Nizuc, es el más cercano al Aeropuerto Internacional de Cancún (a 10 kilómetros).

⁹⁵Dicho esfuerzo de protección de arrecifes estuvo encabezado por la comunidad de Isla Mujeres y los primeros habitantes de Cancún desde 1963, pero no fue hasta 1973 mediante un decreto en el que se establece como zona de refugio de flora y fauna marina dicho lugar. Sin embargo tuvieron que pasar 23 años para que se decretara Parque Marino Nacional y comenzara realmente a llevarse su conservación.

Imagen 9: Polígono del Parque Marino Nacional.



Fuente: Programa de Manejo. Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc. en: www.marina.originalresorts.com/cancun_nizuc.pdf. p. 17.

Debido al deterioro causado por eventos hidrometeorológicos en años pasados en algunas zonas del parque, para poder ayudar a la restauración de arrecifes en dicho lugar se ha tenido que trabajar con arrecifes artificiales. Fue así como en el año 2008 se presentó la idea de llevar a cabo la construcción del primer Museo Subacuático, el cual se convirtió en el Museo Subacuático de Arte⁹⁶ (MUSA).

3.5. Arrecifes artificiales

Como ya lo mencionamos, un arrecife proporciona una barrera de seguridad a la playa, así como forma las condiciones ideales para el alojamiento de vida marina (además de otros factores), partiendo de esta aceptación resulta fácil comprender la idea de que la implementación de arrecifes artificiales (adaptados por el hombre) en lugares idóneos supone formar un ecosistema que bien se podría calificar de sustentable, entonces; un arrecife artificial se puede entender como la implementación de estructuras de diversos materiales, para proveer hábitat a diversas especies de flora y fauna marina⁹⁷.

En la actualidad, se han implementado arrecifes artificiales en varias partes del mundo, están hechos de materiales como el hormigón y son estructuras con cavidades o huecos en donde la vida marina encuentra un refugio ideal para establecerse.

⁹⁶ Cabe mencionar que debido a que Cancún ofrece un excelente lugar para vacacionar, no se ha podido llevar a cabo labores que enaltezcan la cultura; las inversiones e infraestructura son destinadas mayoritariamente al desarrollo turístico dejando de lado a un factor clave en este lugar. Sin embargo, este museo ha despertado el interés de algunas personas u organizaciones, tal es el caso del Consejo Coordinador Empresarial (CCE) de Quintana Roo, que ve ahora a MUSA como el primer Museo de arte en Cancún, del cual supondría que resultara en el interés para tener museos y más cultura en dicho lugar.

⁹⁷ Pérez del Toro Rivera, Rodrigo. ARRECIFES ARTIFICIALES, una nueva forma de conservación de ecosistemas marinos, en: www.artificialreefs.org/ScientificReports/artificialreefbenefitsenespanol.pdf. p. 60. (Pág. consultada el 04/04/2012).

Imagen 10: Ejemplo de arrecife artificial.⁹⁸



Fuente: Fundación Arrecifes Artificiales Pura Vida A.C. Módulos Azteca. en: www.arrecifespuravida.wordpress.com/modulos-azteca/.

Al implementar este tipo de arrecifes se alivia un poco la presión humana sobre los arrecifes naturales y se crean nuevos espacios para la vida marina, de este modo se fomenta un desarrollo mayor en cuanto a biodiversidad en los mares que suele ser aprovechada por pescadores.

Esta idea se originó en Japón, durante el siglo XVIII y en los Estados Unidos se ha utilizado desde 1830. En teoría cualquier objeto arrojado a las costas y de cierto tamaño con huecos sería un potencial arrecife artificial (es decir que hasta los neumáticos podrían serlo) ya que solo basta con que la vida marina lo acepte para formar un hábitat, sin embargo, se deben tomar las medidas necesarias para prevenir que este tipo de arrecifes artificiales no dañen a los ecosistemas costeros, es decir hay que tener cuidado con la selección de los objetos que se hundan. Al respecto existen empresas que producen este tipo de arrecifes con determinadas características para que atraigan la vida marina y no sean un peligro a dichos ecosistemas, en resumen que no sean basura.

⁹⁸ Este tipo de arrecifes artificiales se producen en diferentes partes del mundo (con diferente forma dependiendo del proveedor), esta es una muestra de un solo arrecife llamado "Módulo Azteca" que en conjunto formaría un arrecife artificial. Los materiales que se emplean son una mezcla de arena, grava, cemento, conchilla molida de moluscos, polvo mineral y agua. Con esto se busca que las estructuras no contengan químicos que puedan ser liberados con posterioridad debido al efecto de erosión producido por las corrientes u oleaje. Según sus creadores "tienen una vida de mas de 150 años y dado que su aspecto es similar al de una roca presentan una superficie rugosa adecuada para la fijación de organismos colonizadores".

Bajo esta temática algunos gobiernos del mundo han puesto en marcha el hundimiento de grandes objetos como barcos, buques, tanques etc. que son obsoletos, creando un hábitat submarino que además de proporcionar hogar a especies marinas llama la atención de las personas que gustan del buceo.

Aunque, no se trata solamente de seleccionar embarcaciones (las más utilizadas para éste fin) y hundirlas; se le debe quitar todo aquello que resultaría perjudicial al ecosistema marino como combustibles, sustancias dañinas como aceites, cableado y puertas u objetos que puedan entorpecer el tránsito de peces o de otras especies e inclusive el de buzos para que no se atoren sus equipos. Además de hacer una evaluación previa tomando en cuenta los requerimientos legales, geográficos, económicos, etc. lo cuál se traduce en una planeación ordenada con el fin de que no resulte contradictorio el hundimiento de este tipo de objetos.

En los últimos años se han escuchado este tipo de noticias en la prensa internacional, por ejemplo: En el Santuario Nacional de la Marina, en Florida, Estados Unidos, en mayo de 2009 fue hundida la antigua nave de misiles *General Hoyt S. Vandenberg* de 523 metros de largo; A 24 millas de la costa este de Pensacola, ahí mismo en Florida fue hundido en 2006 el portaviones fuera de servicio *Oriskany* de 270 metros de largo; En el golfo de Tailandia fueron hundidos 25 tanques *T-69* fuera de servicio del ejército tailandés en julio de 2010; Y aunque parezca raro fueron hundidos 27 vagones del metro de Nueva York a 19 millas al este de Cabo Henlopen, Delaware. Estos son solo algunos ejemplos de las cosas que han sido hundidas a propósito para formar arrecifes artificiales, para crear hábitats y así fomentar el crecimiento de la vida marina (principalmente la de peces) con el fin aumentar la actividad pesquera en esos lugares, a la vez que se crean lugares alternativos de buceo reduciendo la presión que sufren los arrecifes naturales y por otro lado para deshacerse de maquinaria que ya no se utiliza.

En México también se ha llevado a cabo el hundimiento de embarcaciones con dichos fines, por ejemplo: En la bahía de La Paz, el 18 y 19 de noviembre de 1999, el Fang Ming y el Lapas No.3.

Y más particularmente, las embarcaciones hundidas que se encuentran en el litoral de Quintana Roo, y que han servido como refugio y criadero de especies marinas para el incremento de la actividad pesquera en el lugar, así como un atractivo para bucear son las siguientes: Donado por la Armada de México, el 28 de mayo de 2000 el *C-58 Anaya* fue hundido en la Bahía de Isla Mujeres, posteriormente y debido al éxito obtenido (manifestado por las autoridades) fueron donados otras 4 embarcaciones (de las cuales una se encuentra en Veracruz, el Cañonero Rivapalacios). En las inmediaciones de Cancún y Puerto Morelos fue hundido el *C-55 Juan de la Barrera* el 25 de octubre del 2000; el 28 de octubre de 2000 cerca de Puerto Morelos el *C-56 Juan Escutia* y en las inmediaciones de Cozumel el 6 de junio de 2000 el *C-53 Felipe Xicotencatl*.

Y a todos ellos se suman: el *Ultrafreeze* (embarcación tipo ferry que fue hundida hace más de 30 años); el *Triunfador* y las *Redes*, barcos camaronero y pesquero respectivamente, hundidos en septiembre de 1988 por el huracán Gilberto; y el transbordador *Chairel* hundido el 18 de octubre de 2000, en las cercanías de Isla Mujeres.

Adicionalmente, la Armada de México donó dos embarcaciones que fueron hundidas (*Laguna Mandinga* y *Pátzcuaro*) el 2 de junio de 2006 frente a la isla de Cozumel con objeto de crear un arrecife artificial y ser un sitio que atrajera al turismo que gusta del buceo, sin embargo, debido al descuido por parte de las autoridades ni siquiera se realizan monitoreos para llevar un seguimiento de dichas embarcaciones⁹⁹, mismas que deben ser llevadas por las autoridades municipales. Posiblemente este descuido por parte de las autoridades se deba a los logros obtenidos en los hundimientos anteriores, es decir, que la falta de monitoreo bien podría sustentarse con los resultados obtenidos por sus similares.

Como se ha visto, los huracanes en la historia de Quintana Roo han dejado costosas pérdidas, en este caso si los abordamos desde el punto de vista con las embarcaciones hundidas también tenemos una visión de la fuerza destructora de estos fenómenos naturales; el *C-53 Felipe Xicotencatl* fue

⁹⁹ Noticaribe. *Olvidan barcos hundidos*, en: www.noticaribe.com.mx/cozumel/2009/10/olvidan_barcos_hundidos.html. (Pág. consultada el 06/04/2012).

dañado por el huracán Wilma y no solo eso, fue movido y partido por la fuerza de éste huracán a pesar de estar a 24 metros de profundidad y tener 56 metros de largo, 10 de ancho y 12 de alto¹⁰⁰. Otro ejemplo de ello, ocurrió en septiembre de 2004, cuando el huracán Iván, que alcanzó categoría 5, cruzó por el canal de Yucatán más cercano a la isla de Cuba que a la península, dirigiéndose al Golfo de México, tuvo tanta fuerza que el *C-58 Anaya* fue partido por la mitad.

Sin duda este tipo de fenómenos naturales poseen una fuerza tan devastadora que son capaces de dañar e inclusive partir las estructuras de metal de un barco, por lo que resulta fácil el imaginar lo que podría causar un huracán a una barrera arrecifal dañada por blanqueamiento de coral, y más todavía los años que tardaría una regeneración completa.

3.6. Museo Subacuático de Arte (MUSA)

Con el objetivo de lograr la conservación y al mismo tiempo enaltecer el atractivo turístico del Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, punta Cancún y Punta Nizuc, su director, el Dr. Jaime González Cano y el Lic. Roberto Díaz Abraham, presidente de Asociados Náuticos de Cancún (ANC), buscaron una alternativa para ello mediante la implementación de estructuras artificiales en dicho parque.

Debido a que el proyecto requería esculturas bajo el mar, se tuvo que acudir a un experto sobre el tema. De este modo se contactó al escultor británico Jason de Caires Taylor quien es graduado del Instituto de Arte de Londres, con especialidad de escultura y cerámica, además de aprender técnicas tradicionales de tallado en piedra en la Catedral de Canterbury. En 2006, creó el primer parque subacuático de esculturas en Granada, Indias Occidentales. De esta manera se acudió a Taylor, pues se tenía en mente que el arte fuera el mecanismo para la conservación de los arrecifes del parque. El Centro

¹⁰⁰ Castillo, Ricardo. *Buceo e historia* (24 de junio de 2008), en: www.307rivieramaya.com/fusioncultural/buceo-e-historia/. (Pág. consultada el 18/04/2012).

Regional de Investigaciones Pesqueras (CRIP) prestó un edificio en Puerto Morelos donde el escultor se puso a trabajar en febrero de 2010.

El Dr. González Cano y el personal del parque fueron los responsables de llevar a cabo los trámites ante las autoridades involucradas. Este proyecto es impulsado por la Comisión Nacional de Áreas Protegidas de la SEMARNAT con apoyo de la iniciativa privada.

Taylor es el director y asesor de este proyecto, además de ser el autor de la “Evolución Silenciosa”¹⁰¹ que es la primera fase de este museo: *“Los científicos predicen la pérdida del 80% de los arrecifes naturales para el año 2050, la Evolución Silenciosa representa una relación simbiótica potencial entre la humanidad y los sistemas vivos del mundo subacuático; una relación que es crítica si queremos que nuestros nietos tengan la oportunidad de disfrutar estos hermosos paisajes vivos”*.¹⁰²

Dicha obra está compuesta por más de 400 esculturas humanas de tamaño natural que forman un grupo de gente que representa cómo la humanidad enfrenta problemas ambientales y el impacto a la naturaleza. Con el tiempo las esculturas cambiarán su apariencia mientras el coral crezca al mismo tiempo que se forma un ecosistema ideal para la vida marina.

A raíz del estudio de impacto ambiental, se determinó que era posible colocar más de 1000 estructuras artísticas en 13 áreas cercanas a los arrecifes naturales dentro del Área Natural Protegida, y se planea que debe tener cerca de 800 esculturas en 5 años, para lo cuál se ha lanzado una convocatoria para que artistas no sólo de México sino de todo el mundo puedan crear obras y ser exhibidas en este museo con la asesoría de Taylor.

¹⁰¹ Para dicha obra se tuvieron que tomar moldes de personas de todo el mundo, en su mayoría mexicanos, y de una amplia gama de sectores de la sociedad. todos los personajes tienen diferentes ocupaciones como: contador, pescador, estudiante, acróbata, carpintero, etc. y las edades van de los 4 hasta los 85 años. Esta obra está orientada a hacer conciencia sobre la naturaleza y el ser humano, al enaltecer la unidad para poder enfrentar problemas medioambientales y así tener un poco de conciencia y respeto pues la relación hombre-naturaleza parece estar siendo olvidada por los avances tecnológicos, de este modo la obra se orienta hacia la conservación ambiental a gran escala.

¹⁰² Museo Subacuático de Arte (MUSA). *La Evolución Silenciosa*, en: www.musacancun.com/informacion.html. (Pág. consultada el 01/03/2012).

Básicamente se trata de colocar esculturas humanas (o de otros objetos como un automóvil) bajo el mar a poca profundidad para que el turismo que gusta de bucear hacia los arrecifes naturales se dirijan hacia los artificiales, con el objetivo de hacer que los primeros tengan mayor oportunidad de regenerarse, además de crear nuevas zonas arrecifales pues ha habido zonas dañadas por los huracanes en los últimos años, de este modo se busca crear una barrera contra los impactos del clima, al mismo tiempo que se exalta el arte bajo el principio sostenible de turismo; el lema de MUSA es “el arte de la conservación” y fue inaugurado el 27 de noviembre de 2010.

Imagen 11: Esculturas de MUSA.



Fuente: La Mediateca de RTVE.es, en: www.rtve.es/mediateca/fotos/20101128/inaugurado-museo-subacuatico-cancun-estatuas-jason-taylor/62876.shtml.

Debido a la cantidad de esculturas sumergidas es considerado como el museo subacuático más grande del mundo; la revista Forbes¹⁰³ lo ha catalogado como uno de los mejores destinos para vacacionar a nivel mundial.

¹⁰³ La revista Forbes publica listas de las personas más ricas, influyentes o poderosas del mundo, jóvenes, famosos, líderes, así como de lugares únicos, el lema de la revista es “La herramienta del Capitalista”. En su lista *World Most Unique Travel Destinations* algunos de los lugares son maravillas de la naturaleza o donde la flora o fauna no se puede encontrar en otro lugar, otros son únicos debido a la modificación del hombre (islas enteradas creadas a partir de arena, museos subacuáticos y hoteles de hielo), que ofrecen una experiencia verdaderamente única y son un excelente motivo para vacacionar. La lista está integrada por: The Azores (Portugal), Bhutan, Mosquito Bay (Puerto Rico), The Blue Lagoon (Islandia), Museo Subacuático de Cancún (México), Chernobyl (Ucrania), Ice Hotel (Suecia), Madagascar, The Maldives, Okavango Delta (Botswana), Palm Islands (Dubai), Santorini (Grecia) y Yakushima (Japón). La revista se especializa en el mundo de los negocios y las finanzas, se publica en Estados Unidos cada dos semanas pero algunas listas son anuales.

Este tipo de proyectos son una muestra de que lo público y lo privado (aunque muy diferentes) no son enemigos entre sí, y que la suma de ambos bien puede resultar en acciones que beneficien el desarrollo de un país, o zona en específico como lo es Cancún. Aunque habría que destacar que en este lugar se invierte mucho en la industria turística debido a que, por un lado, la ciudad fue planeada precisamente para ser un centro turístico y por otro, porque ha dado buenos resultados económicamente hablando.

3.7. Complementación y reestructuración de los arrecifes artificiales como una alternativa a futuras amenazas naturales

Como hemos visto, la riqueza subacuática natural en las cercanías de Cancún (nos referimos al Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc) es muy grande y de una importancia similar. Los arrecifes naturales representan un atractivo para turistas tanto nacionales como internacionales que gustan del buceo y promueven este sector.

Los arrecifes naturales son la base de los ecosistemas marinos que podemos apreciar a poca profundidad, proporcionan un refugio a peces más pequeños con respecto a sus depredadores naturales, además de ser utilizados como sitio de crianza de los mismos. Empero, al mismo tiempo que son grandes proveedores de condiciones idóneas para la vida marina, son también muy vulnerables en cuanto a los fenómenos naturales como los ciclones tropicales, de este modo y recordando la fuerza devastadora que un huracán de gran magnitud podría demostrar en alguna zona del gran arrecife mesoamericano (enfocándonos claro a la porción que le corresponde a México), nos damos cuenta que poco se puede hacer para contener dicha fuerza, sobre todo si tomamos en cuenta que aquella fuerza bien puede partir un barco por la mitad (sin importar que sea un cañonero de la Armada de México).

La implementación de arrecifes artificiales en varias partes del mundo y algunos lugares de nuestro país (como el caso de los que se han puesto en las cercanías de Boca del Río, Veracruz) ha sido buena en general. Por otro lado, la implementación del museo subacuático más grande del mundo en nuestro

país también ha sido muy buena, aunque aquí habría que hacer un paréntesis; dicho museo ha sido elaborado en parte por la iniciativa privada y en parte por la pública, los resultados obtenidos en cuanto a visitantes también ha sido buena, pero la difusión a nivel nacional se ha visto muy poco. En los medios de comunicación nacionales más relacionados con la población no se le ha dado un seguimiento a dicho lugar, es decir, el desconocimiento de un lugar así es una constante, a pesar de haberse inaugurado hace aproximadamente año y medio y encontrarse en crecimiento, y aún más tomando en cuenta que es el museo subacuático más grande del mundo y lo tenemos aquí en México.

No obstante, queda la interrogante de la resistencia que posean las esculturas de MUSA; desde su reciente apertura no ha habido algún fenómeno meteorológico, con fuerza devastadora, que pusiera en riesgo a dichas esculturas. Afortunadamente no se ha presentado algún huracán categoría 5 en las inmediaciones de Cancún, tal y como sucedió con Wilma en 2005, lo que mantiene dicha interrogante (y esperamos que así siga por mucho tiempo). Por otro lado, el beneficio de la duda nos hace suponer que si la fuerza de algún ciclón tropical puede dañar el acero lo más lógico sería que la afectación a las esculturas de cemento fuese más seria y aún más catastrófica para los arrecifes naturales de coral formados de carbonato de calcio.

La resistencia con la que cuentan embarcaciones como el *Laguna Mandinga* y el *Pátzcuaro* parece ser óptima al soportar huracanes no tan devastadores; no hay reportes de afectaciones serias desde su hundimiento hasta la fecha creadas por algún ciclón tropical (también habría que tomar en consideración que ha habido pocos). Debido a lo anterior, una alternativa razonable sería la protección de estructuras arrecifales artificiales por otros arrecifes artificiales, es decir, el hundimiento de embarcaciones previamente con la colocación de arrecifes artificiales dentro de ellas (pudiendo tener la opción de implementar estructuras coralinarias naturales o bien sustitutos de ellas creados con cemento con formas similares). No obstante, una complicación lógica sería que dentro de las estructuras artificiales habría poca luz lo cual sería contradictorio, debido a ello se implementaría una adaptación a las estructuras de modo que se buscara la mayor captación posible de luz natural mediante la eliminación de algunas secciones o estructuras de los barcos.

Por otro lado, bien podría funcionar una embarcación para proteger esculturas como las exhibidas en MUSA, es decir, que se puede implementar la colocación de esculturas de arte dentro de un barco (lo suficientemente grande para ello) y posteriormente hundirlo en las inmediaciones de Cancún con el propósito de atraer a turistas afines al buceo, generar más ingresos, crear un hábitat para la vida marina y frenar la erosión de arena debido a la acción del oleaje cuando ocurre un huracán.

Con la implementación de arrecifes artificiales, se busca por un lado la creación de una barrera de seguridad ante estos fenómenos meteorológicos, y por otro un atractivo turístico para aquellos que gustan del buceo, de esta manera se descarga un poco de presión a los arrecifes naturales además de crear nuevos hábitats para la vida marina; el coral se espera que se adhiera y crezca en estos arrecifes artificiales para formar dichos hábitats. Por esta razón, se deben colocar a profundidades que sean idóneas para el crecimiento del coral (hasta 70 metros) y que posean características atrayentes de la vida marina, es decir que simulen un hogar (que tengan el suficiente espacio para que habiten peces principalmente y sean protegidos de sus depredadores más grandes).

Las embarcaciones deben ser del mayor tamaño posible, para lo cuál sería factible, una vez más, que la Armada de México donase este tipo de embarcaciones, además de tomar en consideración que en pleno siglo XXI el uso de material bélico no beneficia a ninguna nación y sólo crea inestabilidad, incertidumbre, pobreza, pérdidas materiales y lo más lamentable pérdidas humanas, entre muchas cosas más. Debido a lo anterior, este acto bien podría calificarse como un acto de buena voluntad entre las naciones y un ejemplo a seguir para un futuro abandono del uso de la fuerza en la ejecución de políticas que buscan ostentar o demostrar poder (como lo hemos visto a través de la historia).

El abandono de material bélico se puede entender como un mensaje de paz que esperamos que sigan las naciones poseedoras de dicho material, aunque esto no es nuevo en el mundo, México podría ser pionero en el aspecto de combinar embarcaciones de guerra con esculturas que reflejen artísticamente

el abandono del uso de la fuerza y un futuro sustentable mediante la protección de vida marina y estabilidad arenosa de playas.

En caso de que la Armada de México, no pudiese proporcionar embarcaciones por cualquiera que sea el motivo, se podría acudir con la comunidad internacional haciendo alusión a que nuestro país no cuenta con las embarcaciones suficientes o no se encuentran disponibles, pidiendo una cooperación internacional mediante la donación de material bélico obsoleto, o en mejor instancia en uso, con el fin de mostrar un acto que favorecería la imagen de las naciones donantes al mismo tiempo que demostraría un acto noble en pro de la humanidad, esperando ser éste un modelo a corto, mediano y largo plazo para procurar una mejor convivencia en estos tiempos de globalización e incertidumbre climática.

En cuanto a las embarcaciones, en esta época de desarrollo humano suena impensable resolver conflictos internacionales mediante el uso de la fuerza; la guerra en nuestros tiempos sólo debería estar presente en los libros de historia (por así decirlo) y garantizar la paz mediante acciones como la donación de material bélico para fines pacíficos como lo es este proyecto.

El gobierno mexicano, a través de la Secretaría de Relaciones Exteriores, es quién tiene la posibilidad y deber reales para llevar a cabo una adquisición de dicho material con fines pacíficos; aprovechando la ubicación geográfica y la producción sabida de nuestro vecino del norte en cuanto se refiere a material bélico (cantidad y tamaño de aviones, barcos, tanques, etc.), es posible contar con la adquisición de una embarcación de un tamaño suficiente para la exhibición de obras de arte. Si esto no fuera posible, existen en el mundo varios países que poseen armamento que podría usarse para dicho fin, principalmente por las guerras mundiales (países como Rusia, Inglaterra, Alemania, Francia, Italia, etc. con los que bien se podría aprovechar las buenas relaciones que tiene México). Además de ello, la creación de arrecifes artificiales no se limita sólo al uso de embarcaciones sino que también se pueden aprovechar aeronaves, submarinos, o cualquier artefacto bélico de gran tamaño. Por si fuera poco, también se puede utilizar equipo no bélico; por ejemplo barcos, aeronaves, vagones (como ya se ha llevado a cabo), etc. de

cualquier índole (público o privado, de transporte de carga o pasajeros). En resumen, existe una gran cantidad de artefactos creados por el hombre, de gran tamaño y que con el tiempo se vuelven obsoletos, además de que la tecnología se desarrolla cada vez más rápido y va desbancando sus propias creaciones.

Con lo anterior, se demuestra que es posible una adquisición de alguna estructura que funcione como arrecife artificial, sin embargo el uso de material bélico suena más loable y demostraría una mayor adaptación al medio ambiente y un gesto de humanidad que no está por demás llevarlo a cabo. Con acciones como ésta las naciones del mundo nos comprometeríamos a garantizar “un mejor mañana” al renunciar a una posible guerra en un futuro incierto.

De este modo, el gobierno mexicano sería el encargado de: la manifestación de impacto ambiental, es decir, la factibilidad mediante instancias como la SEMARNAT, SECTUR, SAGARPA, etc. que aprueben dicho proyecto; la adquisición de la o las estructuras donde se exhibieran las esculturas; el traslado, hundimiento y fijación al suelo marino de dichas estructuras; los permisos ante las instancias correspondientes; y la vigilancia posterior mediante las autoridades competentes (principalmente municipal).

Los directores y creadores de MUSA serían los encargados de: la creación de esculturas bajo una misma temática (con posibilidad a extenderse a otras siempre y cuando se utilice un criterio razonable); la colocación y fijación de las esculturas dentro de la estructura, así como una adaptación de la misma (recordando la finalidad de que un barco, por ejemplo, no contenga agentes que dañen o alteren el equilibrio natural, como son aceites o combustibles, así como cableado o estructuras que obstruyan la afluencia de peces o buzos); coadyuvar al hundimiento del conjunto arrecifal en las zonas estratégicas (fuera del área natural protegida para no dañar a los arrecifes naturales, pero cercanos a ellos para proteger más extensiones de playa en las inmediaciones de Cancún e inclusive la Riviera Maya y/o Cozumel, o en un futuro las zonas que necesiten o donde sea factible la implementación de estos arrecifes artificiales); el monitoreo de la adaptación marina a estos arrecifes artificiales;

la dirección y gestión de esta nueva temática partiendo del principio de exhibición bajo un costo razonable, es decir, como se manejaría una exposición internacional en un museo convencional pero con costos de acuerdo a las circunstancias; el cuidado y reparación (si es que se requiere) de las obras; así como una promoción y difusión similar o preferentemente mayor a la establecida por MUSA, para ello se pueden aprovechar ferias turísticas nacionales e internacionales, ofrecer el producto mediante publicidad nacional e internacional, acudir a instancias como la Organización Mundial de Turismo (OMT) o bien confiar en la publicidad de boca en boca (aunque por la magnitud y singularidad del proyecto no se requeriría de mucha difusión); y lo más importante de todo, los directores de este proyecto instaurado en las inmediaciones de Cancún deben manejar una política que beneficie no sólo a la vida marina y ecosistemas playeros, sino que las ganancias se pueden aprovechar para la erradicación de la brecha que separa a estratos sociales en la población cancenense.

El Museo Subacuático de Arte ya ha demostrado que la cooperación pública-privada es posible, y siguiendo la misma temática se podría expandir internacionalmente. Las esculturas hechas por Taylor podrían representar el punto de partida para más obras de arte, mediante la enseñanza a más escultores que bien podrían enfocarse en la cultura mexicana, para enaltecerla a tal modo que se encuentre representada en este tipo de exhibiciones subacuáticas, o bien girar en torno meramente al aspecto global-ambiental con la misma temática que aborda este museo “el arte de la conservación” para demostrar la relación inherente del ser humano con la naturaleza, y así dar a conocer mediante esculturas el cuidado de los recursos naturales que hoy por hoy estamos perdiendo.

3.8. La globalización como teoría clave en la visión preventiva ante la pérdida playera-coralina

Actualmente podemos hacer uso de la tecnología en nuestra vida cotidiana; desde el uso de un reloj despertador que nos ayude a llegar a tiempo a nuestro trabajo, escuela, o lo que sea que tengamos que hacer, el uso de un automóvil,

avión, celular, computadora, etc. hasta los avances en la medicina (donde se buscan alternativas antes impensables como el desarrollo de alguna extremidad a través de la robótica), son ejemplos de cómo la tecnología ha avanzado de una manera impresionante. Al mismo tiempo pareciera que la humanidad no se encuentra satisfecha y siguen apareciendo nuevas tecnologías, nuevos inventos creados para “ayudarnos en nuestra vida diaria”. De esta manera, parece que nunca se va a terminar el surgimiento de nuevas necesidades que de alguna forma plantean la creación de dichos inventos.

Por otro lado, la creciente población no se detiene y, esto a su vez, origina una creciente demanda de productos tecnológicos que, en resumen, podríamos decir que dicha demanda aumenta en cuanto a la cantidad y calidad de estos productos.

Pero no sólo en avances tecnológicos existe una gran demanda, también es el caso de los productos alimenticios que requiere la población, esto provoca que las industrias intervengan de una manera en la que, por un lado, se satisfagan las necesidades y por otro, se obtengan beneficios. Es en este último punto donde intervienen las grandes empresas transnacionales que ofrecen sus productos en varias partes del mundo; en esta época las fronteras experimentan un fenómeno comercial que en ocasiones las rebasan, haciendo que las naciones permitan que dichas empresas se establezcan en ellas para ofrecer sus productos.

De esta manera las grandes empresas, las que cuentan con mayor renombre y capital, son las que se extienden por una gran variedad de países, teniendo una gran influencia económica, política, social y hasta cultural en todo el mundo. Debido a ello, es pertinente un estudio de las relaciones internacionales ahora con este nuevo panorama donde surgen estos nuevos actores que hoy por hoy están tomando gran auge.

Al respecto podríamos decir que dichas empresas crean nuevos empleos e invierten en infraestructura necesaria para desenvolverse, por un lado el entorno es transformado; en las zonas donde existe un gran atraso económico parece que el único beneficio es la creación de empleos. Pese a ello, cuando estas empresas tienen grandes ganancias en un país determinado, sus

excedentes no se quedan en dicho país, por el contrario llegan a sus matrices en otros países. Dicho de otro modo, la riqueza generada de un intercambio comercial en un país bien puede pasar a otro mediante sus empresas transnacionales.

Cabe resaltar que no solamente debemos enfocarnos al tema comercial; en el contexto político, los gobiernos están perdiendo autonomía al permitir un intercambio comercial sin precedentes. No obstante, las relaciones internacionales, entre estos actores, están tomando tintes económicos, al referirnos a las integraciones regionales que hemos observado en los últimos años (TLCAN, MERCOSUR, UE, etc.), de este modo podemos ver que en la política las cuestiones comerciales están tomando gran relevancia a nivel internacional.

Prueba de ello lo encontramos en los enormes flujos comerciales de un solo país con el resto del mundo: China ahora se encuentra en una fase de consumo y producción como nunca se había visto en la historia. Lo cual ha puesto a este país en boca de todos, al observar un crecimiento económico a través de la producción que se podría explicar, en gran medida, por el uso de mano de obra barata.

En este sentido el aspecto económico tiene una gran importancia, e inclusive puede modificar panoramas a través del tiempo: en 1945 era impensable que Japón llegara a ser socio comercial de Estados Unidos; hoy es una realidad.

Como ya lo habíamos mencionado, el mundo está cada vez más conectado entre sus naciones, las economías se encuentran relacionadas entre sí y son lideradas por las naciones más desarrolladas económica y comercialmente hablando (recordemos el caso de las crisis en nuestro país, mismas que, de alguna manera, han derivado de la economía del vecino del norte).

La apertura de mercados ha transformado el panorama internacional, el comercio mundial experimenta un detonante sin igual que demuestra enormes flujos de capital por todo el mundo. Este intercambio de bienes y servicios a nivel global puede ser visto a través de la *teoría globalista*, misma que describe

al sistema internacional como una “gran comunidad” por así decirlo, en dónde las fronteras pasan a segundo plano.

Existe cada vez más un mayor grado de intercomunicación e interdependencia (sobre todo en esta última) entre las diferentes regiones y países del mundo, en particular en las áreas de relaciones comerciales, financieras y de comunicación.

“Debido a la interdependencia que caracteriza a la globalización, las implicaciones del entorno sobre las economías nacionales y sobre la propia estructura, las funciones del Estado tienden a ser automáticas y rápidas, a veces impredecibles y, a menudo, incontrolables. Es por ello, que uno de los temas más analizados y comentados hoy en día, es el de las limitaciones que el entorno internacional impone a la soberanía de los Estados en su concepción tradicional. La dinámica de la economía contemporánea y la revolución tecnológica han hecho las fronteras obsoletas, alterando la naturaleza del tiempo y el espacio en la política global. En este marco, el Estado es menos autónomo y tiene menos control sobre los procesos políticos, económicos y sociales que se producen dentro de su territorio”.¹⁰⁴

Para expresar mejor al sistema internacional, habría que visualizarlo sin las apariencias cordiales que en ocasiones son dirigidas al público a través de la publicidad masiva, ideologías o inclusive películas que son llevadas hasta nuestros hogares; un sistema funciona con diversos elementos que realizan una función, ¿Qué sería de las relaciones internacionales si todos los actores poseyeran la misma cantidad de poder? ¿Sería acaso otra manera de decir que nadie lo tiene? Es por ello que el actual sistema está conformado por actores que ganan, mantienen y/o pierden dicho poder.

Derivado de lo anterior, resulta más fácil aseverar que existen Estados que están en la punta de la pirámide de poder, y que la gran mayoría está debajo de ellos, creando una brecha enorme que es reflejada en las relaciones

¹⁰⁴ Palomares Lerma Gustavo. Relaciones Internacionales en el S. XXI, (segunda edición), Editorial Tecnos (Grupo Anaya S.A.), Madrid, 2006. p. 26.

internacionales. Al respecto el Dr. Hernández-Vela¹⁰⁵ (y concordando con él) postula que “...*la sociedad internacional, como la nacional, se rige por el poder que cada país posee; por lo que las relaciones internacionales, más que de cooperación y equidad, son de dominio-subordinación.*”¹⁰⁶ y plantea que la sociedad internacional es heterogénea, desigual e injusta.

Este fenómeno de intercomunicación e interdependencia entre las naciones posee muchos elementos a desarrollar, no obstante, trataremos de ser breves a tal modo que nos enfoquemos a las cuestiones pertinentes al tema del problema y solución del mismo expuestos en esta tesis: para empezar ya mencionamos que la ciudad de Cancún fue planeada para fines turísticos, no sólo nacionales sino internacionales, de este modo, desde sus orígenes ya se tenía una visión a futuro de la tendencia de la apertura internacional, por lo tanto del “turismo globalizado” por así decirlo; en cuanto al tema del cambio climático, como ya hemos visto, se han llevado a cabo esfuerzos internacionales que proponen una solución a este malestar global (no es necesario mencionar que no han sido suficientes); en lo que respecta a los recursos naturales (refiriéndonos a la playa y a las estructuras arrecifales) no cabe duda que, derivado del punto anterior, podemos ver una afectación creciente que cada vez cobra mayor velocidad y el daño es más difícil de reparar.

Al ser un problema de índole global, se requiere de una respuesta similar; las naciones deben reparar este tipo de afectaciones mediante la implementación de políticas que promuevan la sustentabilidad de los recursos naturales, al mismo tiempo que se beneficie a la población en general. Sin embargo, este pensamiento parece ser utópico en las condiciones actuales de intereses e inversiones internacionales... pero el que no se haya llevado a cabo exitosamente antes no quiere decir que sea imposible.

¹⁰⁵ El Dr. Edmundo Hernández-Vela Salgado es profesor e investigador del Centro de Relaciones Internacionales de la FCPyS de la UNAM, además de contar con publicaciones como el “Diccionario de Política Internacional” que resulta básico para el estudio de las relaciones internacionales en nuestros tiempos.

¹⁰⁶ Cid Capetillo Ileana (Compiladora). Diversidad cultural, economía y política en un mundo global. UNAM, México, 2001. p.83.

La demostración de un evidente cambio climático y los escenarios en cuanto a los problemas que acarrearía un mayor calentamiento global, bien podrían apoyar una coordinación internacional al ver que efectivamente las predicciones son correctas, es decir, que al ver sucesos como el derretimiento de los glaciares, el aumento en la temperatura media del planeta, el aumento del nivel del mar, etc. los gobiernos en turno no tomarían el tema tan a la ligera (como lo han venido haciendo), además de que en este plano las inversiones privadas han cobrado auge, no sólo nacional sino internacionalmente y han demostrado que una cooperación es posible mediante un beneficio mutuo.

Dicho beneficio en el ámbito internacional, bien pudiera interpretarse de manera tangible como la acumulación de riqueza, para ello habría que postular un proyecto que atendiera dicha temática pues hoy en día podemos observar una elevada competitividad con respecto a los proyectos de cualquier índole. Por otro lado, el beneficio también pudiera ser intangible: al realizar acciones altruistas se obtiene una buena imagen (ya sea nacional o internacional) que puede interpretarse como la adquisición de futuros simpatizantes (llámense minorías o mayorías). Dicho de otro modo, el beneficio de una cooperación mutua puede entenderse como una herramienta más en este sistema internacional, siempre y cuando se lleve a cabo con cautela y se maneje con una logística adecuada.

En el caso del cambio climático y las expectativas inherentes a los grupos que ostentan el poder, una acción en pro de las áreas naturales beneficiaría, por un lado, al medio ambiente (que tanta falta le hace), por otro, a la población en general (derivado de la conservación de dichas zonas), y por último, a la imagen de aquellos que lleven a cabo dicho proyecto, con posibilidad de una retribución monetaria (como veremos más adelante), debido a que se entiende que en el entorno actual se buscan ganancias que justifiquen inversiones.

Por lo anterior, resulta necesario entender que la pérdida de arena, arrecifes, vida marina y la aparición de fenómenos meteorológicos, no son más que una derivación de los problemas climáticos a nivel global que enfrentamos como nación y que es menester una acción internacional informando y requiriendo el apoyo de la comunidad internacional.

4. Planes a futuro

La implementación de arrecifes artificiales no es algo nuevo, sin embargo, la implementación de arrecifes artificiales (esculturas) dentro de embarcaciones de gran tamaño sí es algo nuevo.

En este último capítulo se plantea la idea de lo que ocurriría de llevarse a cabo la alternativa antes expuesta, ello parte de la aceptación, por un lado, de la implementación de estructuras arrecifales artificiales creadas por el Museo Subacuático de Arte (MUSA), y por otro, en cuanto a la implementación de arrecifes artificiales mediante el hundimiento de embarcaciones; anteriormente ya vimos la implementación de cada uno.

En cuanto a los arrecifes artificiales, vemos que el coral es un organismo que crece muy despacio, aunque al tratarse de esculturas sumergidas el número de visitantes no depende de dicho organismo; con el tiempo quedarán cubiertas de coral y a penas si se distinguirán. Precisamente para eso se implementan estas estructuras, para crear hábitats para la vida marina y no para crear exposiciones permanentes de arte.

Con la protección que brinda una estructura de una embarcación, se espera una mayor resistencia en el caso de que un huracán llegara al sitio; como lo hemos visto las estructuras arrecifales proporcionan una barrera disipadora de la fuerza de la naturaleza en esos casos.

En cuanto al turismo, como ya lo habíamos mencionado, los principales destinos a la hora de vacacionar resultan ser los de playa, debido a ello estos sitios generan una gran cantidad de ingresos en cuanto al sector turismo en nuestro país, mismo que ha tenido un gran crecimiento en los últimos años, a pesar de los problemas que tenemos como nación y a pesar de los desafíos que la economía ha dejado ver (principalmente las crisis).

En cuanto a éste último punto, es necesario que los actuales proyectos, sean de cualquier área (económicos, sociales, de salud, culturales, políticos, etc.) contemplen una visión rentable y que se espere un mayor beneficio con la

implementación de los mismos; en esta época de globalización la competencia experimenta un gran detonante, de esta manera un proyecto que no sea rentable experimenta mucha competencia. En la actualidad, los flujos de capital y personas son una variable que habría que poner en consideración a la hora de llevar a cabo un proyecto como el mencionado en esta tesis.

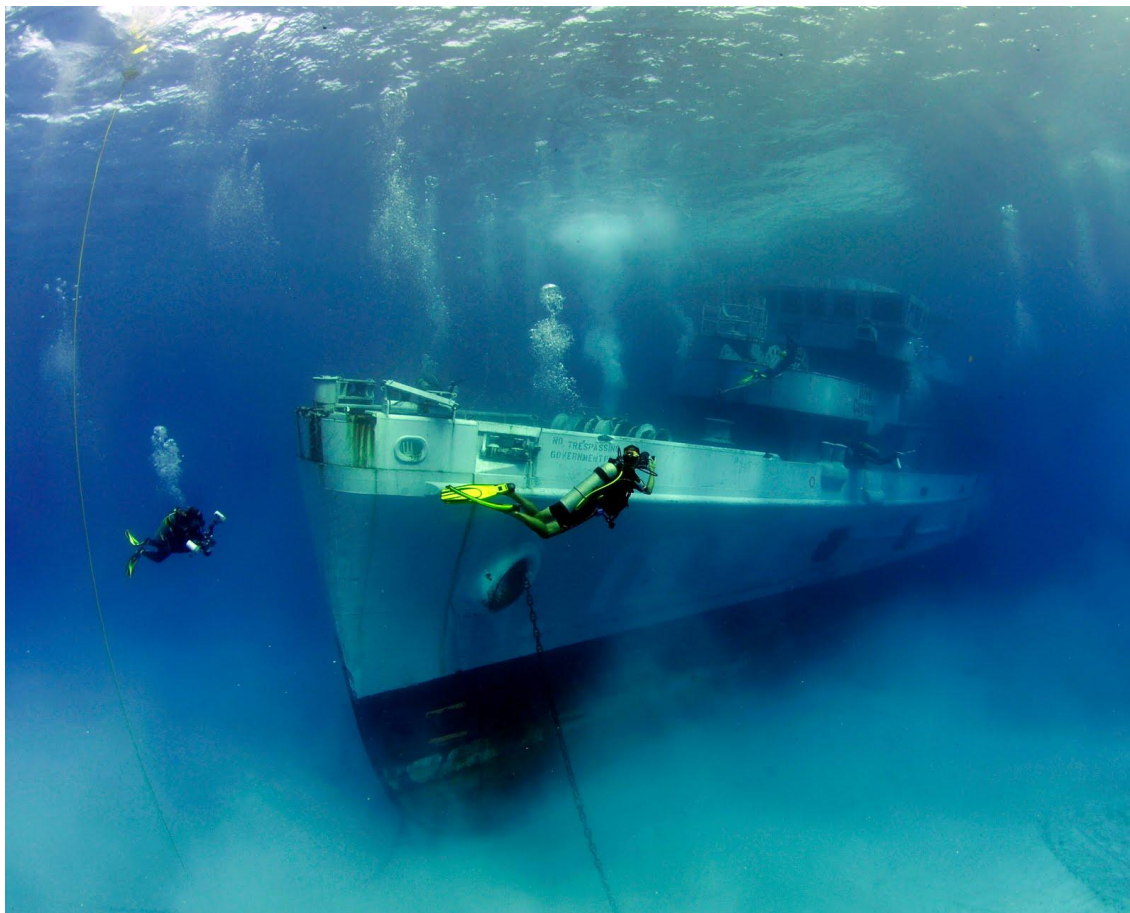
4.1. De los arrecifes artificiales

Como lo habíamos mencionado, cuando se destina a una embarcación para ser hundida y así crear arrecifes artificiales, por un lado, se crean nuevos hogares para diversas especies marinas, lo cuál fomenta una mayor reproducción entre ellas, lo que conlleva al aumento de peces (principalmente) y a una mayor posibilidad de obtener recursos mediante la pesca, y por otro, un arrecife artificial provee de una barrera de seguridad a la playa ante los embates de tormentas o huracanes que en ocasiones tocan tierra (al igual que los arrecifes naturales).

La pérdida de arena en las playas (principalmente causada por huracanes) ha ocasionado un gasto excesivo para su posterior relleno arenoso, de esta manera es como se ha manejado este problema: llega un fuerte huracán, devasta la playa y zonas aledañas, se pierde gran cantidad de arena (al igual que una parte de arrecifes de coral), causa enormes pérdidas, y posteriormente se procede al relleno de arena (con grandes costos).

Con el hundimiento de embarcaciones como el *Lapas No. 3* y el *Fang ming* se ha tenido buenos resultados en cuanto a la creación de hábitats para la vida; se ha visto una adaptación por parte de varias especies marinas que ahora los habitan. En general, el uso de embarcaciones para la creación de arrecifes artificiales ha tenido muy buenos resultados, no sólo en México sino en varias partes del mundo como Estados Unidos, Tailandia, Venezuela, Nueva Zelanda, Inglaterra, etc. debido a ello podemos considerar que es un modelo fiable para el desarrollo de este proyecto: además de que en las inmediaciones de Cancún ya existen embarcaciones hundidas para dichos fines.

Imagen 12: Hundimiento del barco de guerra USS Kittiwake (buque de cinco pisos, 251 metros de largo y 2,200 toneladas) en las islas Caimán.



Fuente: Vista al mar, Secuencia del hundimiento de barco de guerra para crear arrecife artificial, en: www.vistaalmar.es/ciencia-tecnologia/barcos/1400-secuencias-del-hundimiento-de-barco-de-guerra-para-crear-arrecife-artificial.html.

Por otro lado, con las esculturas de MUSA se ha visto una nueva forma de protección al medio ambiente: el arte. Este museo ha demostrado que se puede crear arrecifes artificiales al mismo tiempo que obras de arte en conjunto y armonía con la naturaleza, de este modo son creados: hábitats para la vida marina, barreras de seguridad ante los embates del oleaje excesivo, y obras de arte para ser admiradas en un entorno no convencional.

En cuanto a la propuesta mencionada en el capítulo anterior, se debe tomar en cuenta que la colocación de esculturas dentro de embarcaciones (previamente adaptadas para ello), y su posterior hundimiento, debe ser llevado a cabo en conjunto con aquellos que han hundido embarcaciones para dichos fines y con los creadores de MUSA, puesto que entre ambos es más factible llevar a cabo

la logística y así evitar posibles complicaciones si se tratara de personal sin previa experiencia.

Además, el gobierno federal bien podría disminuir o llegar a eliminar los impuestos para dicha obra, siempre y cuando las ganancias o excedentes se invirtieran en servicios básicos que la población del municipio de Benito Juárez o inclusive de gran parte de Quintana Roo requieren; la desigualdad social es una constante en los estados de la República. De este modo, una administración privada podría coadyuvar con la creación de infraestructura o bien a través del gobierno a proporcionar subsidios de agua, transporte, electricidad, becas a jóvenes con escasos recursos, etcétera, en sí la lista es enorme en los campos de acción de un proyecto así.

Con lo anterior, se demostraría que el ámbito público y privado bien pueden ir de la mano para llevar a cabo un proyecto de gran magnitud en la protección de áreas naturales.

El coral es un organismo que tarda mucho tiempo en crecer, pese a ello, presenta una gran adaptabilidad, al respecto se espera una gran aceptación del coral y posterior crecimiento en estos arrecifes artificiales siempre y cuando no existan causas externas que modifiquen la estabilidad marina, como son: aumento de temperatura en el mar, cambios en la salinidad, o cambios ambientales por grandes lapsos.

Aunque, no es necesario un periodo de espera para poder calificar el desempeño de este proyecto, debido a que desde el instante en que se encuentren listas las obras y estructuras para exhibir debajo del mar se pueden abrir al público y así comenzar con las evaluaciones pertinentes, ello en cuanto a la afluencia de visitantes, en cuanto a la adaptación de vida marina solo es cuestión de que los organismos se sientan en confianza para “colonizar” dichos arrecifes, y por último, en cuanto a la protección en caso de un huracán solo es cuestión de que al lugar llegue uno para poder determinar con exactitud qué grado de protección ofrecen este tipo de arrecifes artificiales a la playa (esperamos que esto no ocurra, pero de alguna manera sabemos que se contaría con una barrera de protección más fuerte que arrecifes de carbonato

de calcio, siempre y cuando los arrecifes artificiales se encuentren bien fijados al suelo marino).

Así, en un futuro los arrecifes artificiales estarían llenos de vida y las esculturas apenas si se notarían debido al recubrimiento de coral, y este proyecto bien puede ser copiado para diversos países donde se requiera. Sabiendo que contribuimos a la mejora de nuestro mundo mediante la acción y no mediante a la reacción.

4.2. Turismo y prospección

Como ya lo habíamos mencionado, Cancún fue planeado como un centro turístico, de ahí que la actual infraestructura y desarrollo estén relacionados a la actividad turística. Por lo tanto, la principal fuente de ingresos es el turismo, entonces queda clara la importancia de dicha actividad en esta zona.

Pero no sólo Cancún resulta relevante en cuanto a éste tema; la Riviera maya es otro destino por excelencia a la hora de hablar de turismo. Curiosamente, ambos se encuentran ubicados en el estado de Quintana Roo.

Según el Índice de Competitividad Turística de los Estados Mexicanos ICTEM 2012, publicado por el Centro de Investigación y Estudios Turísticos del Tecnológico de Monterrey (CIETec), el estado de Quintana Roo (en cuanto al sector turismo) es el más competitivo a nivel nacional, seguido por Baja California Sur y el Distrito federal. Sus fortalezas son: *“riqueza arqueológica que atrae a muchos de los visitantes; fuerza laboral disponible y capacitada para trabajar en empresas turísticas; amplia superficie de bosque y selva, playas y áreas nacionales protegidas; elevada oferta hotelera de calidad; atracción de turistas tanto nacionales como internacionales; importancia del turismo como principal actividad económica de la entidad; fuerte nivel de inversión pública y privada; y elevada inversión en la promoción turística”*¹⁰⁷.

¹⁰⁷ Tello Contreras Juan Manuel, et al. Índice de Competitividad Turística de los Estados Mexicanos ICTEM 2012, Centro de Investigación y Estudios Turísticos del Tecnológico de Monterrey (CIETec), México, 2012. p. 168. en: www.ictem2012.com/ (Pág. consultada el 04/05/2012).

En Quintana Roo podemos encontrar lugares dedicados al turismo, donde existe una alta oferta turística, misma que resulta evidente al visualizar la oferta hotelera total y los destinos que encontramos en este estado.

Tabla 8: Oferta hotelera de Quintana Roo a Diciembre de 2011

Infraestructura Hotelera			
Municipio	Destino	Hoteles	Cuartos
Benito Juárez	Cancún	148	28,417
	Puerto Morelos	33	5,072
Isla Mujeres	Isla Mujeres	75	2,080
Cozumel	Cozumel	45	4,098
Solidaridad	Riviera Maya	254	34,224
Tulum		130	6,002
Lázaro Cárdenas	Holbox	56	589
	Kantunilkin	11	100
	Chiquilá	1	6
	Ignacio Zaragoza	1	15
José María M.	José María Morelos	9	90
Felipe C. Puerto	Felipe Carrillo Puerto	12	160
Othón P. Blanco	Chetumal	69	1,861
	Bacalar	24	229
	Kohunlich	1	40
	Costa Maya- Mahahual	39	343
Estado		908	83,326

Fuente: Adaptación de Indicadores Turísticos Diciembre 2011, Secretaría de Turismo del Estado de Quintana Roo, en: www.sedetur.qroo.gob.mx/estadisticas/indicadores/2011/Indicadores%20Turisticos%20Diciembre%202011.pdf. p. 1.

Para el caso de Cancún, debemos tomar en consideración que el sector turismo en este destino es próspero y va en ascenso en cuanto a la derrama económica y afluencia de turistas; según la Secretaría de Turismo del Estado de Quintana Roo, en 2010 Cancún tuvo una afluencia de 3,015,690 turistas y en 2011 tuvo 3,115,177 turistas, observando una diferencia porcentual positiva de 3.3%. Este sector es de gran importancia y, como ya lo habíamos

mencionado, es la tercera fuente de divisas en nuestro país; por citar un ejemplo, en 2010 a nivel nacional y por concepto de turismo ingresaron 11,872 millones de dólares, de los cuales el estado de Quintana Roo aportó 3,872.50 millones de dólares, lo equivalente al 32.6% del total de divisas que entraron al país por concepto del sector turismo, es decir, que casi la tercera parte fue aportada por un solo estado de la república, siendo la Riviera Maya y Cancún los principales destinos turísticos en dicha entidad con una afluencia representada de la siguiente forma: Isla Mujeres el 2%; Cozumel el 6%; Chetumal el 6%; Cancún el 40%; y la Riviera Maya con el 46%.¹⁰⁸

Con todo esto es posible aseverar la importancia a nivel nacional que tienen estos destinos turísticos, pues como ya lo habíamos mencionado, los principales destinos turísticos a nivel nacional son los de playa, y si le añadimos la cantidad numérica de visitas y derrama económica, el resultado indiscutible es el liderazgo que tienen los destinos turísticos del estado de Quintana Roo.

Por otro lado, cuando estaba en construcción MUSA, con tan solo 3 piezas recibió más de 10,000 visitantes¹⁰⁹. Siendo una obra de talla internacional la difusión de la misma quedó adecuada a la Cumbre de Cambio Climático en diciembre de 2010 ahí mismo en Cancún, además de la mención de Forbes, lo que hace suponer un mayor conocimiento a nivel internacional como destino turístico, no sólo a dicho museo sino a Cancún en general como lugar de innovación turística.

Por lo que resulta una prospección favorable y en ascenso, sin tomar en cuenta la alternativa expuesta en el capítulo anterior, siendo así dicha alternativa una variable más en torno a la afluencia turística tanto nacional como internacional. Dicho de otra manera: Cancún no presenta dificultades en cuanto a la atracción turística puesto que ya está consolidado como uno de los principales destinos turísticos que ofrece México, y la alternativa que se propone no hace suponer otra cosa que ser una razón más (turísticamente hablando) para visitar un lugar

¹⁰⁸Secretaría de Turismo del Estado de Quintana Roo. Indicadores Turísticos Diciembre 2011, en: www.sedetur.qroo.gob.mx/estadisticas/indicadores/2011/Indicadores%20Turisticos%20Diciembre%2011.pdf. p. 1. (Pág. consultada el 09/05/2012)

¹⁰⁹ El Universal.mx. Museo Subacuático se inaugura en Cancún, en: www.eluniversal.com.mx/notas/726315.html. (Pág. consultada el 09/05/2012)

privilegiado geográficamente y con infraestructura suficiente para ofrecer un servicio de talla internacional. De llevarse a cabo la implementación de arrecifes artificiales dentro de otros arrecifes artificiales, como ya lo habíamos expuesto, la afluencia turística simplemente presentaría tendencias favorables para ese lugar.

4.3. Costos y beneficios

Indudablemente, el costo de un proyecto como éste es menor a los beneficios resultantes, ello debido a que se trata de una acción en pro de la conservación de un sitio o área natural, en este caso nos referimos a los sitios de playa, y más particularmente al caso de Cancún.

Además de que encuentra convergencia la protección natural y el incentivo artístico en este destino turístico, ello sin contar con la promoción de la población marina en las inmediaciones del proyecto.

De lo que estamos hablando es de una inversión conjunta entre lo público y privado para obtener más beneficios, en parte destinados a la población cancenense o quintanarroense, mientras se protege la franja arenosa de las playas de Cancún de los embates de huracanes principalmente.

Para tomar un punto de referencia en cuanto a los costos podemos decir que para el proyecto de preparación y hundimiento del buque mercante “*Lorena*” (hundido en 2004 con el fin de crear un arrecife artificial), la inversión requerida fue de *setecientos cincuenta mil pesos*, puesto que se trataba de una embarcación de bandera panameña que fue detenida por las autoridades mexicanas en 1999 por transportar carga de droga procedente de Colombia, posteriormente fue proporcionada para dicho fin por la Armada de México, sin embargo, la nave de 88.87 metros de eslora (largo), 14 de manga (ancho), y 15 de alto fue hundida 33 kilómetros más cerca de lo planeado, que era a una distancia de 55 kilómetros, quedando a 22 kilómetros de la costa de

Yucatán.¹¹⁰ De esta manera *Lorena* quedó a poca profundidad por lo que la parte superior de la cabina de la embarcación quedó sobre la superficie del agua.

Debido a ello, es menester una planeación adecuada para evitar incidentes similares u otros que afecten a terceros, por lo que se debe contar con el personal calificado para la transportación, acondicionamiento, colocación de esculturas, hundimiento, y fijación de dichos arrecifes.

Para el caso de MUSA, se requirió una inversión de alrededor de 350 mil dólares¹¹¹ (4,751,075 pesos¹¹²), si a esta cifra le adicionamos los costos de un proyecto como lo fue el hundimiento de *Lorena* (sin tomar en cuenta la mala ejecución) el resultado aproximado sería de 5,501,075 pesos.

Cabe mencionar, que la inversión de MUSA fue para alrededor de 400 esculturas, y que la cifra de 5 millones y medio para la inversión requerida sólo prevé el hundimiento de un solo barco, es decir que dependiendo de la cantidad de esculturas que una embarcación pudiera acoger, se haría un cálculo de la cantidad de embarcaciones que se necesitaran para cubrir el aproximado de esas 400 esculturas, sabiendo el precio por cada nave (tomando el precio de *Lorena* debido al tamaño de la embarcación) con el aproximado de 750,000 pesos, lo que supone un cálculo adicional de dicha cifra por cada embarcación.

¹¹⁰ Rodríguez Galaz Yazmín (Corresponsal). El Universal. El `Lorena`, obstáculo marítimo, en: www.eluniversal.com.mx/pls/impreso/noticia.html?id_nota=54636&tabla=estados. (Pág. consultada el 11/05/2012)

¹¹¹ Noticaribe. Revelan nuevo lote de esculturas del museo submarino de Cancún (noticia del 07/09/2010), en: www.noticaribe.com.mx/cancun/2010/09/revelan_nuevo_lote_de_esculturas_del_museo_submarino_de_canc.html (Pág. consultada el 10/05/2012)

¹¹² Tomando en cuenta que el precio del dólar se encuentra a la fecha de hoy (12/05/2012) a \$13.5745, según sitios en internet donde se puede revisar el precio del dólar diariamente, como lo es: www.preciodolar.com/precio-del-dolar-en-mexico. Debido a los cambios en los precios podemos esperar fluctuaciones en cuanto a los costos, puesto que no solo estamos hablando de una simple conversión de moneda; en Cancún los precios de inversiones hacen referencia al dólar debido a que existe mucho capital extranjero, las compras a gran escala se hacen por medio de dólares, como lo fue el caso de MUSA, es decir, que en un proyecto así también se deben analizar las variables económicas temporales con respecto al precio del dólar para poder ahorrar un poco; entre el pasado lunes y martes el precio del dólar oscilaba entre los \$13.2, si transformamos la cantidad de la inversión de MUSA nos da como resultado \$4,620,000, o sea 131,175 pesos menos en una conversión que sólo tuvo de diferencia 4 días. Debido a esto resulta muy importante una planeación económica adecuada para poder maximizar ganancias y disminuir costos que bien podrían ser representados por dólares como lo es la inversión privada.

Esta inversión de 5 millones y medio resulta muy pequeña comparada con la que requieren grandes hoteles como los que existen en el país. Por citar un ejemplo; el hotel Iberostar Cancún se inauguró en febrero de este año con una inversión de 100 millones de dólares¹¹³, es decir unos 1,357 millones de pesos.

Por otro lado, los costos para el acceso de MUSA oscilan entre 29 dólares (alrededor de 390 pesos) por sorkelear y 84 y 94 dólares (entre 1,100 y 1,300 pesos) por bucear.¹¹⁴ Para el caso de snorkeleo son proporcionados los equipos necesarios y para el caso de buceo además de ello incluye una clase teórica para el uso del equipo, una clase práctica del mismo y posteriormente el recorrido por el museo (cabe destacar que se proporciona un tanque de oxígeno con una duración de aproximadamente 45 minutos de aire).

Aunque el número de visitantes al museo no se encuentra disponible en el sitio oficial de internet, según los medios de comunicación alrededor de 10,000 personas acudieron en el primer año, aún y cuando estaba en construcción y sólo contaba con 3 esculturas.

Para apreciar más a las esculturas es preferible visitarlas a través del buceo, mediante un cálculo aproximado de esos visitantes multiplicados por el precio actual (tomando en cuenta la cantidad menor, o sea 1,100 pesos) el resultado es de 11,000,000 pesos, lo que nos hace suponer que un proyecto como el que se propone en esta tesis es muy rentable; en medio año, o menos, se cubriría con la inversión requerida (de aplicar precios similares).

Por lo que resultan mucho menores los costos en comparación con los beneficios económicos y de conservación a zonas naturales como lo es el caso de la zona de Cancún. De esta manera los excedentes económicos bien podrían usarse para iniciativas sin fines de lucro como el bien común de la sociedad que lo requiera en dicho lugar.

¹¹³ Clic noticias. [Inauguran el hotel Iberostar de Cancún \(03/02/2012\)](http://www.clicnoticias.mx/secciones/turismo-empresarial/5773-inauguran-el-hotel-iberostar-cancun-.html), en: www.clicnoticias.mx/secciones/turismo-empresarial/5773-inauguran-el-hotel-iberostar-cancun-.html. (Pág. consultada el 11/05/2012)

¹¹⁴ Cabe mencionar que los precios pueden variar debido al precio del dólar, como ya lo habíamos dicho, los precios también pueden ser modificados por la temporalidad del año, es decir que en temporada alta son unos y en temporada baja son otros.

Conclusiones

Como ya vimos, el cambio climático es tan real que a nivel mundial se han llevado a cabo cumbres donde se ha propuesto mitigar dicho cambio a través de la reducción de gases de efecto invernadero, pero, únicamente se ha propuesto mitigar mas no eliminar. Ello se puede explicar por la demanda creciente de bienes y servicios por parte de la humanidad.

Además, resulta más atractivo, económicamente hablando, utilizar combustibles fósiles para la producción que invertir en energías limpias, ello porque una inversión así sería muy costosa; la infraestructura energética ha sido creada desde sus orígenes para utilizar combustibles fósiles.

Lo que a su vez causa que se emitan grandes cantidades de gases de efecto invernadero (GEI), de este modo los países más industrializados son los que contaminan más en comparación con los menos industrializados. En este sentido estamos hablando de países como China, Estados Unidos, India, Rusia, Alemania, Japón, Inglaterra, Australia, Sudáfrica y Corea del Sur, ya que ellos son los que llevan la pauta en cuanto al tema de emisiones de GEI, principalmente CO₂, asimismo, hemos visto cómo estas naciones se encuentran conectadas entre sí en cuanto a su comercio y economía, de esta manera se puede observar una competencia por la producción (misma que se encuentra ganada por China) en cuanto al abastecimiento de productos hacia la gran mayoría de los países del mundo.

Esta demanda de productos ha crecido en concordancia a la población mundial; ello quiere decir que entre más grande sea la población, mayor será la demanda de productos. Pero también existen otro tipo de necesidades que quedan implícitas en la actual época de avances tecnológicos: un ejemplo de ello sería un simple teléfono celular; al respecto podemos decir que el ritmo de vida, la sociedad, las variables económicas y las telecomunicaciones han creado una oferta enorme en cuanto al uso de estos aparatos. De esta manera un teléfono resulta muy útil e inclusive necesario para el actual entorno social.

Entonces, un simple aparato tecnológico puede acarrear enormes flujos económicos, de producción e inclusive de cultura. Visto desde el ángulo

comercial, se necesita una enorme producción para satisfacer las necesidades de una enorme población demandante de un solo aparato, al mismo tiempo que se requiere de enormes cantidades de energía, lo que lleva al uso de combustibles fósiles para obtenerla y por ende, a una mayor emisión de GEI. Y este es sólo un ejemplo de un solo aparato en nuestra vida diaria.

Así pues, el origen de las emisiones de GEI bien podríamos atribuir las al aumento poblacional y a las necesidades reales e infundidas por los productos que son creados constantemente (automóviles, ipods, televisores, computadoras, etc.), además de ello, la vida diaria nos ha acostumbrado al uso de electricidad, en la cuál también tiene lugar el uso de combustibles fósiles a través de plantas generadoras de electricidad (aunque también existen de otras fuentes).

Diversos especialistas en el tema han señalado que el cambio climático bien puede ser atribuido al aumento de GEI antropogénicos, de esta manera los culpables de dicho cambio somos nosotros mismos. Pero aquí no termina esto: este cambio ha causado un reajuste en el clima mundial, ahora podemos sentir un aumento en la temperatura media del planeta al mismo tiempo que se observa una elevación paulatina del nivel del mar, una pérdida de los glaciares y climas más extremos.

En este último tema los fenómenos hidrometeorológicos han causado pérdidas invaluable, al tratarse de vidas humanas, y como ya lo vimos, uno de los factores necesarios para que los huracanes se originen es un mayor calentamiento de las aguas oceánicas; de este modo es lógico que al aumentar la temperatura media del planeta se aumenten las posibilidades de la formación de huracanes en cuanto a frecuencia, duración y fuerza.

Estos huracanes no afectan a todos los países; pero en el caso del nuestro por desgracia sí. En los últimos años en México han llegado huracanes que, desafortunadamente, han cobrado vidas humanas, ello a pesar de contar con sistemas de alerta que son usados en una temporalidad razonable, aunque, aquí habría que tomar en cuenta los sitios afectados por las lluvias de un huracán y no tanto por la fuerza devastadora directamente en una región, lugares como Tabasco han sufrido mucho este aspecto.

Por otro lado, turísticamente nuestro país se encuentra privilegiado por recursos naturales, mismos que son visitados por turistas nacionales e internacionales. La gran oferta turística se ve reflejada en los atractivos que van desde pueblos mágicos hasta sitios de playa. Justamente en los destinos playeros se observa una gran afluencia turística y donde se genera la mayor parte de la derrama económica de este sector.

Como ya vimos, en México, los principales destinos turísticos son los de playa, y debido a la geografía tenemos una gran oferta turística con respecto a estos sitios. No obstante, estos son muy dependientes del clima, es decir, que cuando las condiciones climáticas no son idóneas para vacacionar los turistas difícilmente van a elegir visitar a estos lugares.

Además de ello, cuando el clima es tan cambiante se crea la posibilidad de que un huracán llegue a estos sitios, lo cuál ya ha demostrado que las afectaciones a dichos lugares perjudican en una forma asombrosa; la devastación de Wilma es sólo un ejemplo de ello pues la mayor parte de la infraestructura turística se vio afectada, las repercusiones económicas en este sector fueron muy grandes, como ya lo vimos, y el daño al ecosistema playero en Cancún se vio reflejado en la pérdida de arena y estructuras coralinas.

Cancún se encuentra en una zona muy vulnerable en cuanto a la aparición de huracanes; posee tanto una gran oferta turística como una gran vulnerabilidad climática. A pesar de ello, los centros de playa ubicados en el estado de Quintana Roo son los que más aportan al la generación de divisas a nivel nacional del sector turismo (al rededor de una tercera parte). Por ello y recordando que el turismo es la tercer fuente de ingresos, nos resulta fácil la asimilación de la importancia que tiene esta zona en el Caribe mexicano.

Pero no sólo se trata de un sitio para vacacionar, también estamos hablando de una región en la que se encuentra el segundo arrecife de coral más grande del mundo.

Al respecto, podemos observar la formación de coral a través de sus partes más pequeñas; los pólipos que viven en simbiosis con las zooxantelas. Éstas últimas son las responsables del color y alimentación (en gran parte) del coral,

por lo que resultan fundamentales para los pólipos. Empero, son muy sensibles con respecto a la temperatura, por ello un calentamiento global creciente repercutirá en una afectación coralina, debido a que las zooxantelas buscarán un ambiente más idóneo para ellas, es decir, un lugar más frío, lo que las llevará a zonas un poco más profundas del mar, al mismo tiempo que podremos observar un “blanqueamiento de coral” mucho mayor al que hemos observado en distintas partes del mundo. Ello no quiere decir que se acabarán los arrecifes de coral, sino que existirán más problemas para ellos, mismos que esperamos sean tolerables y que puedan adaptarse como lo han hecho a través de los años.

La adaptación de una especie no es tan rápida, por el contrario tarda un gran periodo para hacerlo, y ahora estamos hablando de un tiempo corto (comparado con grandes eventos en la tierra a través de su historia), y si a eso le añadimos el lento crecimiento por parte del coral, tenemos como resultado una situación muy adversa que requiere medidas globales, puesto que en los arrecifes de coral es en donde se observa la mayor biodiversidad de todos los hábitats de la Tierra, ellos son el hogar de varias especies de peces, principalmente, y una disminución supondría un efecto adverso para la actividad pesquera, lo cuál traería consigo más conflictos económicos y alimenticios.

Cabe señalar que un arrecife de coral, aparte de proporcionar sustento a la vida marina, proporciona una barrera de seguridad que evita la erosión de arena de la playa, de este modo la franja arenosa no se disuelve adentrándose en el mar. Además de que se disminuye la fuerza de un huracán, así tenemos como resultado que los arrecifes de coral tienen muchas funciones e importancia que no podemos dejar desapercibidos (sin contar con el atractivo turístico que ofrecen a los amantes del buceo).

Es por ello, que un arrecife de coral debe ser protegido, no sólo por las autoridades competentes, sino por el público en general, y una forma de hacerlo es a través de la difusión de conocimiento que bien podríamos llevar a cabo con la gente de nuestro círculo social, además de utilizar medios de

comunicación por parte de los gobiernos, tanto nacional como internacionalmente.

Ahora bien, habiendo comprendido la importancia que tienen los arrecifes de coral podemos imaginar que con la creación de arrecifes artificiales se puede promover una mayor generación de vida marina, una mayor protección a la franja arenosa de la playa, al mismo tiempo que, en caso de un huracán, se absorba una parte de la fuerza devastadora que impacta en tierra. Por lo anterior, resulta muy factible la implementación de arrecifes artificiales.

De hecho, la implementación de arrecifes artificiales no es algo nuevo en el mundo, por el contrario en varios países se ha implementado esta idea. A su vez, están creados con estructuras que poseen cavidades o huecos ideales para ofrecer un refugio a los peces, principalmente, con respecto a sus depredadores más grandes, en otras palabras para crear hogares que alojan a la vida marina. Debido a los buenos resultados podemos calificar dicha implementación como factible, además de que su elaboración no requiere de mucha inversión.

Siguiendo este tema algunos gobiernos han optado por la creación de arrecifes artificiales mediante la adaptación y hundimiento de embarcaciones en profundidades similares a las de los arrecifes coralinos, ello debido a que la premisa fundamental es la creación de hábitats para la vida marina, derivado de ello se ve un aumento en la cantidad de peces en la zona. Estas embarcaciones pueden ser de tipo comercial o bélico, al respecto parece ser una idea muy efectiva para darle un buen uso al material que fue creado para la guerra. De este modo, la implementación de dichas embarcaciones no hace más que suponer una acción en beneficio de las relaciones internacionales al dar un mensaje de abandono del uso de la fuerza. No obstante, estos barcos son los que se encuentran obsoletos, dañados o inutilizables, es decir, que para los gobiernos el hundimiento de ellos no representa una gran pérdida ni el abandono del uso de la fuerza. Ello sucedería si se hundiesen embarcaciones bélicas activas.

De esta manera lo podríamos visualizar como un mecanismo mediante el cual los gobiernos se pueden deshacer de material que ya no ocupan; aunado a ello

también ocurre lo mismo con el material no bélico, es decir de uso comercial. Pero no sólo se limita a embarcaciones, hemos observado cómo entran en la misma temática: tanques, vagones de metro e inclusive aviones, por lo que la práctica del hundimiento de objetos con el fin de crear arrecifes artificiales resulta ser objeto de estudio en el tema de conservación ambiental.

Bajo esta misma temática ahora observamos una variable artística, nos referimos al Museo Subacuático de Arte (MUSA), que ha incorporado esculturas, a profundidades similares a los arrecifes de coral, con el fin de descargar un poco la presión de estos últimos con respecto a los visitantes que tienen, además de crear más hábitats para la vida marina. La idea de hacer conciencia de la conservación del medio ambiente a través de esculturas subacuáticas es muy loable desde el punto de vista humano, además de que resulta atractivo este lugar puesto que es el museo subacuático más grande del mundo, y por ende atrae a muchos visitantes, pese a la poca difusión que ha tenido.

Ahora bien, hemos visto las formas en las cuales se ha manejado la idea de crear arrecifes artificiales y nos damos cuenta que en nuestro país se han implementado dichas formas, pero hasta el momento, no se ha implementado la incorporación de esculturas adaptadas dentro de embarcaciones para posteriormente hundirlas con el fin de crear arrecifes artificiales. Estas nuevas estructuras poseen ventajas como: una mayor resistencia de las esculturas contra los embates de ciclones tropicales (obviamente no tan severos como Wilma, con una fuerza descomunal que a la fecha no se le ha podido hacer frente), abarcar mayor zona que si sólo se colocaran las esculturas, y por último una mayor atracción turística debido a que sería una novedad a nivel mundial que, aprovechando la infraestructura turística existente, supone una gran generación de ganancias.

Justamente en este último punto es por donde se debe presentar el proyecto, tanto a los gobiernos como a las empresas privadas, ya que, lamentablemente, en estos tiempos de globalización se está acostumbrado enfocarse a las ganancias si queremos que la inversión sea la mayor posible, sin embargo, esta variable no debe ser un obstáculo en cuanto a la protección de nuestros

recursos naturales, es decir, que bien vale la pena crear un plan de acción que beneficie a la población, a la naturaleza y a los empresarios que aporten el capital.

Debido a ello, es pertinente una logística adecuada, que demuestre que el tema de conservación de áreas naturales se está adaptando a este fenómeno actual de interdependencia mundial llamada globalización.

Esperando que el actual aporte de conocimiento sobre cambio climático aplicado a la temática del turismo, bajo la dinámica de la globalización, sea lo suficientemente explícito para dignificar al estudio de las *Relaciones Internacionales*, basándose en la implementación de un plan de acción de acuerdo a las circunstancias actuales que genera retos y oportunidades para la comunidad internacional, mientras que se opta por una convivencia global basados en el enaltecimiento de la paz mediante la cooperación internacional.

Bibliografía

- Libros

Amestoy Alonso, José. El Planeta Tierra en Peligro (Calentamiento Global, Cambio Climático, Soluciones), Editorial Club Universitario, España, 2010, 400 p.

Aznar, P. et al. Conocer la química del medio ambiente, Servicio de Publicaciones, España, 1992, 197 p.

Casasola, Luis. Turismo y ambiente, Trillas. México, 1990, 73 p.

Cid Capetillo, Ileana (Compiladora). Diversidad cultural, economía y política en un mundo global. UNAM, México, 2001, 226 p.

Daltabuit Godás, Magali, El turismo costero en la ecoregión del sistema arrecifal mesoamericano, UNAM, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, México, 2006, 384 p.

Domínguez, Héctor. Nuestra Atmósfera, Editorial Lectorum, S.A. de C.V. México, 2004, 80 p.

Isaza Delgado, José Fernando, Campos Romero Diógenes, Cambio climático glaciaciones y calentamiento global, Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Colombia, 2007, 289 p.

Leff, Enrique, Medio ambiente y desarrollo en México, vol. 2, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Humanidades, UNAM, México, 1999, 766 p.

Ludevid Anglada, Manuel. El cambio global en el medio ambiente: introducción a sus causas humanas, Alfaomega, México, 2005, 331 p.

Molina, Sergio, Turismo y ecología, Trillas, México, 1998, 6ª edición, 198 p.

Navarrete, Carmen, La región mesoamericana: Sureste de México y América Central, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, México, 2006, 218 p.

Osnaya, Patricia, Cambio climático una visión desde México, Instituto Nacional de Ecología, México, 2004, 525 p.

Palomares Lerma, Gustavo. Relaciones Internacionales en el S. XXI, (segunda edición), Editorial Tecnos (Grupo Anaya S.A.), Madrid, 2006, 228 p.

Pérez de las Eras, Mónica, La guía del ecoturismo: Cómo conservar la naturaleza a través del turismo. Mundi-Prensa. Madrid-México, 1999, 273 p.

R. G. Barry y R. J. Chorley. Atmósfera, Tiempo y Clima, Omega, Barcelona, 1980, 395 p.

Robles Gil, Patricio, México: patrimonio biológico, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, 2004, 148 p.

- Diccionario

Hernández-Vela Salgado, Edmundo. Diccionario de política Internacional. Edit. Porrúa, México. 1996, 583 p.

- Tesina

Moreno Gutiérrez, Erika Beatriz. El turismo alternativo en la Riviera Maya: oportunidad de desarrollo para los pueblos indígenas. Asesor: David García Contreras Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Aragón, 2009. 54 p.

Mesografía

- Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory (AOML), en: www.aoml.noaa.gov/ (Pág. consultada el 12/04/2012).
- Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México, en: www.proteccioncivil.gob.mx/ (Pág. consultada el 27/02/2012).
- Carbon Monitoring for Action (CARMA), en: www.carma.org/ (Pág. consultada el 17/12/2011).
- Castillo, Ricardo. “Buceo e historia” (24 de junio de 2008), en: www.307rivieramaya.com/fusioncultural/buceo-e-historia/. (Pág. consultada el 18/04/2012).
- Center for Operational Oceanographic Products and Services (CO-OPS), en: www.tidesandcurrents.noaa.gov/ (Pág. consultada el 28/03/2012).
- Centro Nacional de Prevención de Desastres, (CENAPRED), en: www.cenapred.gob.mx/ (Pág. consultada el 27/03/2012).
- Clic noticias. “Gobierno del estado debe 47 mdp al Fideicomiso para mantenimiento de playas, el cual sólo tiene 2.7 mdp para operar”, en: www.clicnoticias.com.mx/secciones/medio-ambiente/3817-gobierno-del-estado-debe-47-mdp-al-fideicomiso-para-mantenimiento-de-playas-el-

cual-solo-tiene-27-mdp-para-operar.html. (Pág. consultada el 15/01/2012)

- Clic noticias. “Inauguran el hotel Iberostar de Cancún”, en: www.clicnoticias.mx/secciones/turismo-empresarial/5773-inauguran-el-hotel-iberostar-cancun-.html. (Pág. consultada el 11/05/2012).
- CNN México. “Sudáfrica lucha contra su contaminante 'adicción' al carbón”, en: www.mexico.cnn.com/planetacnn/2011/12/09/sudafrica-lucha-contra-su-contaminante-adiccion-al-carbon. (Pág. consultada el 17/12/2011).
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en: www.cna.gob.mx/ (Pág. consultada el 13/04/2012).
- DataTur, SECTUR, en: www.datatur.sectur.gob.mx/ (Pág. consultada el 16/03/2012).
- Earth Policy Institute, en: www.terra.org/ (Pág. consultada el 12/02/2012).
- Ecofield, en: www.ecofield.com/ (Pág. consultada el 20/12/2011).
- Ecofronteras, en: www.ecosur.mx/ (Pág. consultada 01/05/2012).
- El Universal (sitio electrónico). “Huracán Dean: Amanece Ciudad del Carmen bajo el agua”, en: www.eluniversal.com.mx/notas/444384.html. (Pág. consultada el 10/04/2012).
- El Universal (sitio electrónico). “Museo Subacuático se inaugura en Cancún”, en: www.eluniversal.com.mx/notas/726315.html. (Pág. consultada el 09/05/2012).

- Energía en línea, en: www.energiaenlinea.com/ (Pág. consultada el 19/12/2011).
- Fondear, Portal Náutico, en: www.fondear.org/ (Pág. consultada el 05/04/2012).
- Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR), en: www.fonatur.gob.mx/ (Pág. consultada el 16/05/2012).
- Fundación Arrecifes Artificiales Pura Vida A.C, en: www.arrecifespuravida.wordpress.com/ (Pág. consultada el 15/04/2012).
- Gobierno del Estado de Quintana Roo, en: www.vocero.qroo.gob.mx/ (Pág. consultada el 27/02/2012).
- Grupo Cancún Vacaciones, en: www.cancunvacaciones.com/ (Pág. consultada el 27/04/2012).
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), en: www.ipcc.ch/ (Pág. consultada el 22/12/2011).
- H. Ayuntamiento de Benito Juárez, Cancún, Quintana Roo, administración 2011 – 2013, en: www.cancun.gob.mx/ (Pág. consultada el 06/04/2012).
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), en: www.imta.gob.mx/ (Pág. consultada el 11/04/2012).
- La Mediateca de RTVE.es, en: www.rtve.es/ (Pág. consultada el 01/04/2012).
- Larocca, Silvia. “Ciclones tropicales – Huracanes”, en: www.tutiempo.net/ (Pág. consultada el 11/04/2012).

- Leiva Reyes Aurora. “Teoría del caos, globalización y las Relaciones Internacionales”, en: www.mexicodiplomatico.org/lecturas/teoria_caos_globalizacion_ri.pdf. (Página consultada el 11/01/2012).
- Martoccia, Hugo. (10 de febrero de 2010). “Termina el relleno de playas de QR; falta plan de conservación”, La Jornada, en: www.jornada.unam.mx/2010/02/10/estados/032n1est (Pág. consultada el 15/01/2012).
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador, en: www.snet.gob.sv/ (Pág. consultada el 27/03/2012).
- Museo Subacuático de Arte (MUSA), en: www.musacancun.com/ (Pág. consultada el 01/03/2012).
- National Aeronautics and Space Administration (NASA), en: www.nasa.gov/ (Pág. consultada el 03/04/2012).
- National Hurricane Center (NHC), en: www.nhc.noaa.gov (Pág. consultada el 10/04/2012).
- Cancún La Historia en: www.cancunlahistoria.org/ (Pág. consultada el 06/04/2012).
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), en: www.nhc.noaa.gov/ (Pág. consultada el 09/04/2012).
- Noticaribe. “Olvidan barcos hundidos”, en: www.noticaribe.com.mx/cozumel/2009/10/olvidan_barcos_hundidos.html. (Pág. consultada el 06/04/2012).

- Noticaribe. “Revelan nuevo lote de esculturas del museo submarino de Cancún” (noticia del 07/09/2010), en: www.noticaribe.com.mx/cancun/2010/09/revelan_nuevo_lote_de_esculturas_del_museo_submarino_de_canc.html (Pág. consultada el 10/05/2012).
- Oficina Económica y Comercial de España en Moscú, en: www.camaramalaga.com/ (Pág. consultada el 20/12/2011).
- Organización Mundial de Comercio (OMT), en: www.stat.wto.org/ (Pág. consultada el 20/12/2011).
- Organización Mundial de Turismo (OMT), en: www.mkt.unwto.org/ (Pág. consultada el 16/01/2012).
- Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, en: www.marina.originalresorts.com/ (Pág. consultada 02/05/2012).
- Pérez del Toro Rivera, Rodrigo. “ARRECIFES ARTIFICIALES, una nueva forma de conservación de ecosistemas marinos”, en: www.artificialreefs.org/ (Pág. consultada el 04/04/2012).
- Portal Oficial de Turismo en México, en: www.visitmexico.com/ (Pág. consultada el 06/06/2012).
- Rodríguez Galaz, Yazmín (Corresponsal). El Universal. “El `Lorena`, obstáculo marítimo”, en: www.eluniversal.com.mx/pls/impreso/noticia.html?id_nota=54636&tabla=estados. (Pág. consultada el 11/05/2012).
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en: www.semarnat.gob.mx/ (Pág. consultada el 14/01/2012).

- Secretaría de Turismo (SECTUR), en: www.sectur.gob.mx/ (Pág. consultada el 21/01/2012).
- Secretaría de Turismo del Estado de Quintana Roo, en: www.sedetur.qroo.gob.mx/ (Pág. consultada el 09/05/2012).
- Secuencia del hundimiento de barco de guerra para crear arrecife artificial, en: www.vistaalmar.es/ (Pág. consultada el 18/04/2012).
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN), en: www.smn.cna.gob.mx/ (Pág. consultada el 15/04/2012).
- Sistema Integral de Información de Mercados Turísticos (SIIMT), en: www.siimt.com/ (Pág. consultada el 16/01/2012).
- Sistema Internet de la Presidencia, en: www.pnd.presidencia.gob.mx/ (Pág. consultada el 21/01/2012).
- Tello Contreras Juan Manuel, et al. "Índice de Competitividad Turística de los Estados Mexicanos ICTEM 2012", Centro de Investigación y Estudios Turísticos del Tecnológico de Monterrey (CIETec), México, 2012. 354 p. en: www.ictem2012.com/ (Pág. consultada el 04/05/2012).
- The New York Times. "Why the Great Smog of London Was Anything but Great", en: www.nytimes.com/2003/08/12/science/why-the-great-smog-of-london-was-anything-but-great.html. (Pág. consultada el 20/12/2011).
- The Official Web Site of the Nobel Prize, en: www.nobelprize.org/ (Pág. consultada el 10/01/2012).
- The University of Texas at El Paso, en: www.research.utep.edu/ (Pág. consultada el 19/03/2012).

- United Nations Framework Convention on Climate Change, en: www.unfccc.int/ (Pág. consultada el 12/01/2012).
- World Meteorological Organization (WMO), en: www.wmo.int/ (Pág. consultada el 10/04/2012).

Hemerografía

- Revistas

Renom, Pere, “Posidina y cambio climático”. Investigación y Ciencia. Número 401, Prensa Científica, España, Febrero 2010. pp. 7-11.

Mayer, Michael, “Agotamiento de los recursos naturales” Investigación y Ciencia. Número 405, Prensa Científica, España, Junio 2010. pp. 68-75.

Sachs, Jeffrey, “Cambio climático, un experimento controlado” Investigación y Ciencia. Número 402, Prensa Científica, España, Marzo 2010. pp. 62-67.

- Periódicos

López, José Arturo, “Buscan atraer a turistas chinos”, El Universal, México, 30 de mayo de 2011. p. 30.

Hernández, Silvia, “Q. Roo, pide formalmente sede de Tianguis Turístico”, El Universal, México, 11 de mayo de 2011. p. 18.

Iris, Mauricio “Dando alas al crecimiento verde”, La Jornada, México, 30 de mayo de 2011. p. 25.

Gallego, Díaz, “Las mejores playas en México”, La Jornada, México, 15 de mayo de 2011. p. 26.

Hidalgo, Elena, “Otra vez el cambio climático”, La Jornada, México, 19 de mayo de 2011. p. 40.