

68
291.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIOS BÁSICOS PARA LA REALIZACIÓN
DE UNA MARINA EN CANCÚN, QUINTANA ROO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A
MARIO ALBERTO MAÍAS GREGORY

DIRECTOR: M.I. JOAQUÍN REBUERTA GUTIÉRREZ



MÉXICO, D.F.

1997

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVANZANDO
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-003/97

Señor
MARIO ALBERTO MACIAS GREGORY
Presente.

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor M. S. JOAQUIN REBUelta GUTIERREZ, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

**"ESTUDIOS BASICOS PARA LA REALIZACION DE UNA MARINA EN CANCUN,
QUINTANA ROO.**

- | | |
|------|--------------------------------|
| | INTRODUCCION. |
| I. | ANTECEDENTES |
| II. | OLEAJE NORMAL |
| III. | REFRACCION IDEALIZADA |
| IV. | MAREAS |
| V. | SISTEMAS ATMOSFERICOS |
| | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES |
| | ANEXOS |
| | BIBLIOGRAFIA |

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria a 27 de enero de 1997.
EL DIRECTOR



ING. JOSÉ MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/GMP*Imf

DEDICATORIAS

A mi hermanita LIZ DANIELA por darme muchas de sus tiernas sonrisas con cada instante de su vida, por darme mucho de su cariño, tan grande como tan grande como una flor en medio del desierto, por compartir conmigo sus primeros logros y sobre todo por hacerme sentir y entender la ternura que puede encerrar cada segundo de la larga e intensa vida de un niño, por haber traído la riqueza espiritual a mi ser y hacerme sentir niño otra vez.

A ELENA por ser mi mamá, que con su gran esfuerzo, trabajo y dedicación a largo de estos 25 años, me ha dado todas las herramientas que ella ha ganado, para buscar en mí una persona capaz de tener éxito ante la vida presente y futura y por haber sido la persona que ha compartido conmigo todos mis triunfos y fracasos, que a pesar de mis errores y defectos siempre ha sabido entenderme y comprenderme, apoyándose siempre en las buenas y en las malas, aportándome sus valiosos y sabios consejos, así como su bella enseñanza.

A MARÍA DE LOURDES por darme su amor y ternura, por haber encendido la chispa interior que me ha hecho apreciar la vida con más cariño, amor, felicidad y alegría y con filosofía, además de encontrar la forma de triunfar, tanto profesional como espiritualmente, a través del esfuerzo, dedicación, sobre todo con mucha paciencia, por enseñarme el amor que hay en momentos de triunfos y derrotas, a saber disfrutar cuando se gana o se pierde y por su gran apoyo en mi desarrollo profesional.

A mis primos Wuálberto, Manuel y su pequeña Regina y su mamá Adriana, para Edgar y Milly para Anéll, a Genny Ter y Gabý junto con Merlina, a Jorge y Olga y sus hijos Jorge y Karina, también para Amalia para Silvia Emma y Elvira, a Fernandito y Diana Erika.

A mis tíos Magda y Manuel, Jessica, Martha Emma, Ana, Guadalupe e Idrifonso, Tomás, Silvia y Prospero, a Fernando, y a la memoria de Willy.

A mis amigos Bernabe Rebuella G., a Juan Carlos y su mamá y abuelita, a Agustín y Nanci, a la pequeña Andrea, a Rubén Chanona y familia, a Kati y Rubén, para Marie y Arturo.

A Calvin y Ruffo, a pesar de sus mordidas.

AGRADECIMIENTOS

Quiero dar gracias a todas las personas que colaboraron con sus grandes aportaciones para realizar este trabajo. En especial al Ing. Joaquín Rebuelta Gutiérrez por proporcionarme toda información necesaria para hacer esta tesis, así como su gran ayuda, paciencia, consejos y muy valioso tiempo, por haberme aportado sus grandes conocimientos en el área de ingeniería marítima. A las personas de la biblioteca de la Secretaría de Turismo. Al licenciado Mauro por su paciencia y a doña Teresita por obsequiarme un poco de su tiempo en la obtención de información de tipo portuario, pieza clave en el fundamento del presente trabajo, también quiero agradecer al encargado de la biblioteca de la Cámara Nacional de Comercio por su tiempo en la búsqueda de información estadística-comercial, por obsequiarme información económica y administrativa. A mi madre por su apoyo moral y económico, también a mi tía Magda y su familia por darme un espacio de trabajo en casa y a mi tía Jessica por ser la persona clave en la realización de esta tesis al apoyarme con su computadora personal en casa, así como a su equipo de trabajo de Infonavit, en especial a Martín por su tiempo y mejoras a la tesis. También quiero agradecer al Ing. Juan Carlos en aportarme información para la estructuración de la tesis y a don Alejandro Nieto por darme un lugar en su empresa, así como al Ing. Horacio Arceo Tena por su apoyo económico y moral, ya que sin él la conclusión de la tesis no se habría realizado y a don Arturo Herrera en la impresión de esta tesis.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESTUDIOS BÁSICOS PARA LA REALIZACIÓN DE UNA MARINA EN CANCÚN,
QUINTANA ROO

(TESIS PROFESIONAL)

DIRECCIÓN: M.I. JOAQUÍN REBUelta GUTIÉRREZ.

DESARROLLÓ: MARIO ALBERTO MACÍAS GREGORY.

MARZO 1997.

SECCIÓN	PÁGINA
INTRODUCCIÓN	1
Capítulo 1.- ANTECEDENTES	2
1.1. CONCEPTO DE MARINA.	2
1 1 1 ELEMENTOS BÁSICOS A CONSIDERAR EN LA PLANEACIÓN DE UNA MARINA	4
1.2. RECURSOS TURÍSTICOS Y NATURALES DEL ESTADO DE QUINTANA ROO.	6
1 2 1 RECURSOS NATURALES	6
1 2 2 ACTIVIDAD TURÍSTICA DEL ESTADO DE QUINTANA ROO	8
1 2 3 TURISMO NAUTICO - RECREATIVO	18
Capítulo 2.- OLEAJE NORMAL	34
2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL OLEAJE.	35
2.2. ELEMENTOS DE GENERACIÓN DEL OLEAJE.	37
2.3. TEORÍA DE ESTUDIO DEL OLEAJE.	39
2.4. DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA DEL OLEAJE.	42
2.5. FUENTES DE INFORMACIÓN DEL OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS.	43
2 5 1 RÉGIMEN DE OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS	43
Capítulo 3.- REFRACCIÓN IDEALIZADA	59
3.1. ANÁLISIS DE REFRACCIÓN IDEALIZADA, BASE PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA MARINA.	60
3.2. RÉGIMEN DE OLEAJE EN POSIBLE ZONA DE UBICACIÓN DE LA MARINA.	68
Capítulo 4.- MAREAS	72
4.1. DESCRIPCIÓN DEL FENÓMENO DE MAREAS.	73
4.2. APARATOS EMPLEADOS PARA LA MEDICIÓN DE MAREAS.	78
4.3. SISTEMA MAREOGRÁFICO NACIONAL.	79
PLANOS DE MAREAS AL NIVEL MEDIO DEL MAR (PUERTO JUAREZ)	81
Capítulo 5.- SISTEMAS ATMOSFÉRICOS	82
5.1. ONDAS TROPICALES.	83
5.2. CLIMATOLOGÍA.	83
5 2 1 CONDICIONES ATMOSFÉRICAS EN EL ÁREA DE CANCUN, QUINTANA ROO	83
5 2 2 VIENTOS	84
5 2 3 ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES EÓLICAS EN EL ÁREA DE CANCUN, QUINTANA ROO (AÑO 1995)	90
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	97
ANEXOS.	101
ANEXO 1.	102
ANEXO 2.	105
ANEXO 3.	115
BIBLIOGRAFÍA.	118

INTRODUCCIÓN	

INTRODUCCIÓN

Es del conocimiento generalizado que los océanos y mares cubren el 70.8% de la superficie del globo terráqueo, por lo que prácticamente desde la aparición de los seres humanos, éstos han aprovechado de una u otra forma el medio ambiente, contándose dentro de él, desde luego, el mar.

Con el paso del tiempo y el desarrollo de la tecnología los aprovechamientos marítimos se han intensificado y diversificado pudiéndose clasificar en varios grupos: navegación, explotación de recursos, y de recreo.

Se puede afirmar que en todas y cada una de las actividades involucradas en la navegación, tiene injerencia el Ingeniero Civil, bien sea directa o indirectamente. Así, por ejemplo interviene en el dimensionamiento, proyecto, diseño y construcción de las estructuras de atraque que permiten el transbordo de mercancías de mar a tierra y viceversa, de igual forma es imprescindible la presencia de la Ingeniería Civil para crear la infraestructura que permite realizar las actividades correspondientes a la recreación de la población, muy particularmente la realización de marinas, que siguen el mismo patrón de construcción de un puerto, sólo que a menor escala. Obviamente la participación del Ingeniero Civil en el aprovechamiento del medio marítimo, se da a través de varias disciplinas como pueden ser la topografía, las estructuras, la mecánica de suelos y como parte preponderante, la hidráulica marítima y la ingeniería portuaria.

Siendo uno de los medios de transporte más importantes, y relativamente el más económico dentro de todos los existentes, es sin lugar a duda la navegación, aún en su división de placer o turística, militar y comercial. Para este trabajo la navegación de placer es la que interesa sus características, debido a que la Marina es un espacio para poder resolver las necesidades de alojamiento de las embarcaciones para tal fin; ello nos lleva a hacernos la pregunta ¿por qué se debe construir una Marina?, la respuesta es sencilla, ya que se haya en la necesidad del hombre como tal, de encontrarse con su ser y de sentirse como parte esencial de su entorno, a través de la convivencia con la naturaleza y sus semejantes.

Ya con el paso de los años, la forma de demostrar su convivencia con la naturaleza es sentirse atraído por la grandeza del mar, en el cual ha desarrollado una variedad de actividades, tales como el buceo, vela, pesca deportiva, entre otros, siendo esto el motivo del uso de las embarcaciones de recreo, placer o turísticas. Las actividades recreativas, son en gran medida parte de las componentes de la economía relativa al turismo de muchos países, haciéndose evidente la importancia del medio marítimo. Esta característica la constituye la ciudad de Cancún, Quintana Roo, ideal para el desarrollo progresivo del estado, sustentado en la actividad turística con participación de nacional y extranjera siendo estos los que mayor aportan capital, en particular los visitantes Norteamericanos, debido a la relativa cercanía geográfica existente entre México y Estados Unidos, además por su alto poder adquisitivo.

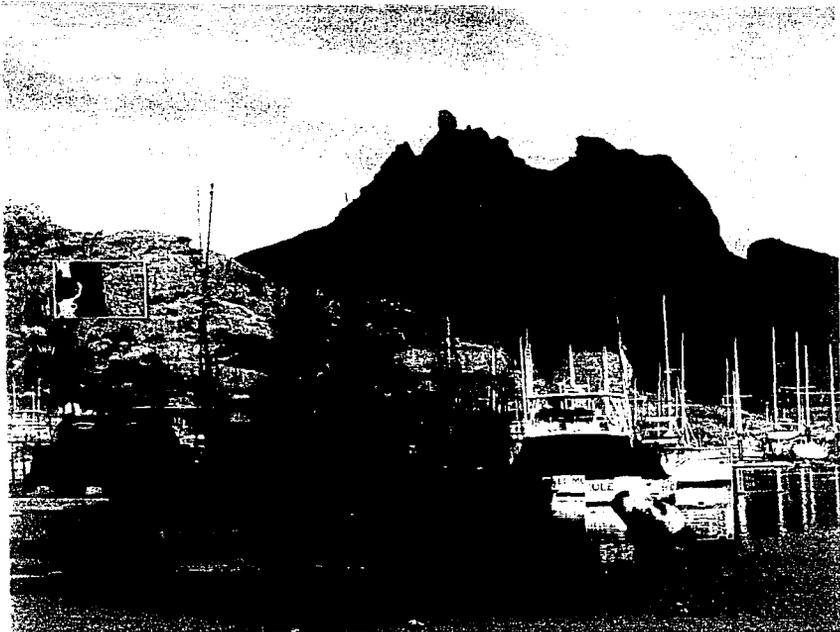
El objetivo del siguiente trabajo, es demostrar que se tienen las condiciones favorables desde el punto de vista económico y natural Para lograr que haya una mayor afluencia de visitantes extranjeros residentes en ciudades o poblaciones cerca del Golfo de México y del Caribe en general, con lo que se prevé la realización de una Marina de calidad internacional en servicios a precio competitivo, además con el apoyo de Nacional

Financiera y el Gobierno del Estado de Quintana Roo, promueve un nuevo desarrollo turístico, adicional a dicha obra marítimo-recreativo. Esta se ubicará en un predio al sur de la ciudad de Cancún, sobre la carretera Cancún - Tulum, atrás del fraccionamiento "La Vida", localizado en el Corredor Turístico de Quintana Roo, todo para hacer del usuario una estancia placentera y de confort. Así, el presente estudio es una herramienta inicial para la planeación y factibilidad de construcción de dicha obra portuaria. Con el uso de un estudio muy general de las condiciones del mercado de marinas, y de la demanda de usuarios tanto nacionales y extranjeros actual y futura, se puede predecir el tamaño de dicha Marina, presentándose este análisis en el capítulo 1º, también habla en principio de las condiciones naturales del estado de Quintana Roo, aptas para un potencial forestal y mineral, originando la capitalización del estado; sin embargo, no es aprovechada por la falta de recursos, principalmente por la falta de infraestructura de servicios (no turística), aunada a la falta de tradición empresarial, esto da como resultado el fuerte incremento en los últimos años de visitantes mexicanos como extranjeros con fines turísticos, originando la necesidad de crear servicios, entre otros, hoteles, restaurantes, puertos turísticos, carreteras y aeropistas, etc.

Se presenta un estudio básico de oleaje, desde su definición, hasta las fuentes de información de tipo estadístico empleadas para el estudio de la posible zona de construcción, basadas en observaciones, ya que el cálculo matemático, además de ser complicado no es el tema fundamental del estudio, es tratado en el capítulo 2º.

Para el análisis de refracción de oleaje y su aplicación en la zona de estudio, apoyándose en la información estadística utilizamos el capítulo 3º. El tema de Mareas es tratado de forma general en el capítulo 4º, también partiendo de fuentes estadísticas obtenidas en el Instituto de geofísica de la U.N.A.M. Finalmente en el capítulo 5º se habla de algunos sistemas atmosféricos en la región de la ciudad de Cancún, Quintana Roo importantes para analizar las características de las condiciones de abrigo de la marina.

Cabe mencionar que este trabajo, así como el complemento, son una parte básica y elemental de todos los estudios ejecutivos necesarios para el diseño y dimensionamiento de la Marina antes descrita. El todo del proyecto básico, lo comprenden los temas: "Estudios Básicos para la Realización de una Marina en Cancún, Quintana Roo" y "Proyecto de la Marina en Punta Nizuc, Quintana Roo, México", que está constituido por la información relacionada con el concepto de Marina, Proyecto Náutico, Proyecto Ejecutivo, Servicios Proporcionados a las Embarcaciones, Proyecto de Alumbrado y Especificaciones Particulares de Obra, realizados por el compañero Miguel Angel Ponce de León Galcana, trabajo para obtener el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional Autónoma de México.



THE HARBOUR AT MANAN, MALAY PENINSULA, MALAYA, 1945

CAPITULO	PÁGINA
1.- ANTECEDENTES	1
2.- OLEAJE NORMAL	34
3.- REFRACCIÓN IDEALIZADA	59
4.- MAREAS	72
5.- SISTEMAS ATMOSFÉRICOS	82

SECCIÓN	PÁGINA
1.- ANTECEDENTES	
1.1. CONCEPTO DE MARINA.	2
1.1.1. ELEMENTOS BÁSICOS A CONSIDERAR EN LA PLANEACIÓN DE UNA MARINA	4
1.2. RECURSOS TURÍSTICOS Y NATURALES DEL ESTADO DE QUINTANA ROO.	6
1.2.1. RECURSOS NATURALES	6
1.2.1.1. Recurso Suelo	6
1.2.1.2. Recursos Minerales e Hidrocarburos	7
1.2.2. ACTIVIDAD TURÍSTICA DEL ESTADO DE QUINTANA ROO	8
1.2.2.1. Definición de la Actividad Turística	8
1.2.2.2. Características del Turismo en Cancun	12
UBICACIÓN	12
ASPECTOS FÍSICO - TURÍSTICOS	12
1.2.3. TURISMO NAÚTICO - RECREATIVO	18
1.2.3.1. Desarrollo de Mannas Mexicanas	19
1.2.3.2. La Oferta (El Mercado)	20
ESPACIOS SECOS Y EN AGUA	22
INSTALACIONES NAÚTICAS	23
1.2.3.3. La Demanda (Usuarios)	24
"Los Usuarios Mexicanos"	25
"Los Usuarios Norteamericanos"	26
"Demanda Actual" (Considerando el Mercado de Embarcaciones Extranjeras)	27
"Demanda Potencial"	28
"Mercado Real de Referencia"	29
PROYECCIONES DE LA DEMANDA	31
Factores que Afectan el Desarrollo de la Demanda por Parte de Embarcaciones Mexicanas	31
Factores que Afectan el Desarrollo de la Demanda por Parte de Embarcaciones Extranjeras	31
PROYECCIONES DE LA DEMANDA INERCIAL E INDUCIDA.	32
DERRAMA ECONÓMICA.	32

1.1. CONCEPTO DE MARINA

Comenzar a hablar de Puertos o Dársenas para embarcaciones recreativas llamadas generalmente MARINAS, es hablar de los Estados Unidos, es ahí donde se introduce (1928) este vocablo y concepto, se desarrolla en toda su extensión la actividad náutica, a la que va unida como una forma de recreación, que prácticamente es explotada como una industria y por supuesto está ligada al turismo.

En comunidades estadounidenses que cuentan en su cercanía con masas de agua como el mar, lagos, ríos, entre otras. Mismas que se prestan para desarrollar actividades recreativas, apoyadas por la sumada la fabricación de embarcaciones recreativas de motores marinos de todo tipo, es lo que se llama o se conoce como la Actividad Náutica-Recreativa.

Al existir la actividad náutica-recreativa se emplea la embarcación recreativa destinada para transportar buzos, que se puede usar para la pesca deportiva de alta mar, se crea la necesidad de contar con un sitio seguro para las embarcaciones y donde poderlas abordarlas, posteriormente se les complementa con áreas de tierra para guardar o reparar las embarcaciones. Este sitio al que nos referimos primeramente es la DÁRSENA.

De acuerdo al diccionario de la lengua inglesa y al Beach Erosion Board, la definición de marina; es una dársena natural o artificial dentro o fuera de un puerto con las instalaciones necesarias para ofrecer seguridad a todo tipo de embarcación de recreación y que cuenta con muelles, con toma de agua potable, combustible, lubricantes, energía eléctrica e iluminación nocturna, así como un área comercial para el avituallamiento y estacionamiento. Las Mannas implican dos áreas, una de agua (dársena propiamente) y de tierra, que entre otras funciones define el área de la dársena. En una marina dentro de un puerto comercial, los elementos de la masa de agua y las obras exteriores de protección del puerto, sirven a ella subordinado, en un puerto expofeso para embarcaciones de recreación, con lo que, de acuerdo a su diseño, ubicación, y características, el número de elementos de protección de costa están en función de ella, los elementos de agua que se obtengan serán los que necesite, y así se tiene un canal de acceso, así como uno o más canales principales. Los canales de distribución son ramificaciones del canal principal y son las encargadas de diferenciar los diferentes tipos de marinas.

Dentro de las dársenas se localizan los muelles o atracaderos diseñados propiamente para servicios de las embarcaciones y perpendicular a ellas ligándolas esta la pasarela principal, a este sistema así formado se le conoce con el nombre de PEINE, que se une a tierra firme por escaleras (en caso de ser flotante) en el extremo interior, también pueden las pasarelas principales estar unidas en el extremo interior por otra pasarela perpendicular a ellas a la que se le denomina MARGINAL.

Muelles fijos son por lo general de concreto, formados por una cubierta para tránsito de peatones, además una estructura que la soporta que puede ser de pilotes o un piedraplén, puede ser también la cubierta de madera con estructura de madera o de fierro, los muelles flotantes, también hay una cubierta de madera, cuya estructura de soporte son flotadores o pontones que pueden ser de fierro (bidones), pontones de fibra de vidrio (a semejanza una tina invertida), flotadores de poliestireno reforzado con fibra de vidrio (sólido) y últimamente se emplean elementos modulares de concreto, donde flotadores y cubierta son una sola pieza, en cuyo interior esta relleno de espuma de poliestireno, uniendo todo con un cercho perimetral de madera

Al hablar de muelles atracaderos o peines es definir el elemento que permite a los pasajeros avituallamiento al pasar a las embarcaciones y viceversa, para su mejor operación cuentan con una serie de instalaciones con servicios, sobre la pasarela principal van los ductos de agua potable, energía eléctrica, combustible (en algunos casos), drenaje y teléfono (en casos muy sofisticados) para que las embarcaciones se conecten a estas. Se acostumbra situar perimetralmente protecciones de vinilo u otros sistema de defensa en los muelles (dientes de peine) para proteger embarcaciones, como al muelle de golpes, también hay cornamusas para amarre, lámparas para la iluminación nocturna, recipientes para depositar basura o lockers, y equipo contra incendios. Los conectores entre muelle flotante y tierra (o malecón) se efectúa por medio de un portalón a manera de vestíbulo que articulado sobre el mismo, se desliza en el extremo inferior hasta conectar con tierra.

Un segundo tipo de estructura flotante es el especializado para despachar combustible y lubricante, que por seguridad se ubican lejos de la zona de peines, o embarcaderos; está acompañada por una plataforma donde se localiza las bombas despachadoras de diesel y gasolina, acompañada por una caseta para guardar herramientas y lubricantes, así como la caja registradora, que sirve para la venta de camada, hielo, cervezas, etc.; se liga a tierra por medio de un portalón. Las cisternas de combustible van en tierra firme y se conecta a la plataforma por medio de conectores flexibles.

Parte de los elementos más importantes es sin lugar a dudas la rampa para poner a flote o a tierra las embarcaciones, consiste en una superficie inclinada que parte de tierra hasta penetrar en el agua hasta la plantilla del canal o dársena. Para que una marina cumpla con los servicios deberá tener estacionamientos diseñados de tal forma que permita maniobrar libremente por las sendas autos y vehículos, malecon para el posicionamiento de edificios destinados a sanitarios, indispensables para cualquier manna, así como una zona complementaria comercial para tiendas, plazas y jardines.

TIPOS DE MARINAS.- Estos tipos de marinas se pueden localizar aisladas, dentro o fuera de una zona portuaria comercial o reunidas en un puerto especializado, en cualquier caso se busca alejarlas de la zona de tráfico intenso con el fin de evitar colisiones de embarcaciones de recreo con grandes navíos. Los tipos de marinas son:

a).- **Marina Publica.-** Por regla general su administración es gubernamental, a cargo del gobierno del estado o gobierno federal.

Cuenta con dársena con atracaderos para diferentes tipos de usuarios, estacionamientos áreas de reparación, guardado de embarcaciones y rampas acompañadas algunas veces con grúas.

b).- **Marina Privada o Particular.-** Los elementos son idénticos a la marina pública, excepto que el uso de los atracaderos es exclusivo de los socios o derechohabientes del conjunto, esta puede pertenecer a un club de yatistas, un club de pesca deportiva, hotel o a un conjunto apartamental.

c).- **Manna Residencial o Habitacional.-** Es por regla general de tipo privada o particular, su área de tierra es una zona habitacional que puede ser de baja densidad o de alta densidad. La de baja densidad sus dársenas son canales de navegación con su área de tierra constituida por lotes con dos frentes, uno da al canal con derecho de uso con espacio para construir su propio embarcadero para una sola embarcación, el otro frente da ala vialidad del conjunto, es decir a la calle. Este tipo de marina es muy costoso haciendoes sumamente exclusivo. Manna residencial de alta densidad tiene una dársena común con área habitacional o canales pero con áreas de condominios, apartamentos, duplex, entre otras.

d).- **Marina Promocional.-** Consiste únicamente en un pequeño canal con una dársena al final. Se le llama de esta manera para poder hacer atractiva la venta de lotes de un fraccionamiento habitacional o algún desarrollo de tipo inmobiliario, ya que hace esto muy atrayente a la vista del cliente.

1.1.1. ELEMENTOS BÁSICOS A CONSIDERAR EN LA PLANEACIÓN DE UNA MARINA

Para la planeación de la marina se tienen tres factores:

- 1).- *Localización de la Manna.*
- 2).- *Magnitud de la Manna.*
- 3).- *Características de la Marina.*

Para la localización intervienen:

- 1.1).- *Condiciones naturales.*
- 1.2).- *Condiciones Circunstanciales.*
- 1.3).- *Otras Condiciones.*

1.4).-La Relación con la Comunidad.

Para la magnitud intervienen:

2.1).-La Relación con la Comunidad.

Para las características intervienen:

3.1).-La Modalidad de la comunidad cercana.

3.2).-Relación con otras áreas de recreación.

3.3).-El Capital.

Una vez Teniendo los incisos anteriores, se procede al diseño de lo siguiente:

6).-Proyecto del Área de agua.

7).-Las Instalaciones.

Consultar el Diagrama de flujo del Anexo 1.

La EMBARCACIÓN de recreación se dividen en dos grandes ramas:

Embarcaciones de vela, embarcaciones de motor, y dos secundarias que son: las embarcaciones neumáticas y salvamento y las embarcaciones de remo de competencia olímpica la canoa canadiense, contando con los famosísimos Kayacs.

Embarcaciones de Vela se clasifican en:

a).- Pequeños Veleros (Small Sailboat)

b).- Veleros Diurnos (Day Sailer).

c).- Veleros de Crucero (Cruising Sailboat).

Embarcaciones de Motor se clasifican en:

a).- Lancha de motor fuera de borda con casco en vee (Runabout).

b).- Lancha de motor con transmisión diferida (Sedan).

c).- Crucero diurno (Day-cruiser)

d).- Yate de crucero (Cruiser).

e).- Bote casa (House boat).

La motonáutica se divide en dos clases: de recreo, deportiva o de competencia.

De recreo. - Se conoce al gran Yate, embarcación de gran autonomía marinera, es decir buena estabilidad, franco bordo alto, mandos internos, con cocina, baños y camarotes separados, por mencionar algunos. Cuenta con radar, radio receptor transmisor, entre otros. Puede navegar cualquier distancia, inclusive travesía oceánica, su casco por lo general es de acero, pero también de madera o plástico, su eslora es superior a los 18 a 20 mts.

Con las mismas características pero más limitadas son las embarcaciones o yates de cruceros con autonomía no superior a 500 millas, su eslora va de 10 a 18 mts., su construcción es de madera contrachapada, de aluminio especial o de fibra de vidrio, por lo general tienen dos motores, su instrumental es muy completo y admite de 5 a 8 personas, el tipo más difundido es el Fishelman.

Los yates más numerosos son los Day-Cruiser, son pequeños cruceros para fin de semana que permite llevar de 3 a 4 personas. Lleva un motor de gasolina, la transmisión casi siempre es en z-drive (motor interno con el conjunto propulsor fuera del espejo de popa o también motor de transmisión difenda), de gran maniobrabilidad y velocidad de crucero elevado.

Su autonomía es de 200 a 300 millas náuticas con instrumentos menos sofisticados (sólo compás, cuenta millas, etc.).

Para las actividades destinadas a paseos en lancha o esquí acuático es muy común hacer uso de lanchas de recreo, las hay de muy diversos tipos y formas.

Motonáutica de competencia - Son por lo general embarcaciones fuera de borda muy aerodinámicas de casco plano para altas velocidades, en el que se somete al piloto y embarcación a grandes esfuerzos. Como ejemplos se tienen las embarcaciones Bluebird de Donald Campbell que llegó a desarrollar 444.6 km/hora, el House Boat, el Hidrofoil (Hidro ala) y al Hovercraft.

1.2. RECURSOS TURÍSTICOS Y NATURALES DEL ESTADO DE QUINTANA ROO

1.2.1. RECURSOS NATURALES

1.2.1.1. Recurso Suelo

De acuerdo a las estimaciones del Estado, el 54 % del suelo total en la entidad es de potencial de uso forestal; la mayor parte de la superficie está cubierta de maderas preciosas y no maderables y se utiliza actualmente tan sólo el 60 %. El suelo con potencial ganadero y agrícola es utilizado en menos del 10 %, por lo que a su aprovechamiento puede aún incrementarse substancialmente con programas de desarrollo adecuados al tipo de suelo y clima. *Tabla 1.*

Tabla 1. USOS DEL SUELO.

RECURSO	USO	POTENCIAL	UTILIZADA	UTILIZADO
SUELO	AGRICOLA	510 000 has	50 724 has	9.95 %
SUELO	GANADERIA	1 857 000 has	121 000 has	6.52 %
SUELO	FORESTAL	3 452 000 has	1 560 000 has	45.19 %

Fuente: INEGI

1.2.1.2. Recursos Minerales e Hidrocarburos

De la superficie total del Estado de Quintana Roo, sólo se ha explotado un 34 % aproximadamente (15 000 Km). Habiéndose encontrado yacimientos importantes de minerales no-metálicos como arcilla y calizas con reservas positivas mayores a las explotadas en todo el territorio nacional, lo cual hace que este sea un recurso atractivo. *Tabla 2.*

La composición geológica del Estado de Quintana Roo consiste en carbonatos y anhídridos precipitados desde el Cretácico hasta el Cuaternario. Dado que existen pocos rasgos geomorfológicos, la estratigrafía del subsuelo se ha correlacionado primordialmente por la perforación de pozos exploratorios de Pemex. En superficie las capas de caliche en que se transforma el material rocoso de la mayoría de los afloramientos, oscurece la información. La permeabilidad de los materiales calcáreos permite que el agua de lluvia se percole y haya condensación de los suelos superficiales, formándose un manto freático muy cerca de la superficie. Estas condiciones originan algunos de los rasgos geomorfológicos más notables del Estado y sus alrededores, que son los cenotes, muy atractivos para el turismo nacional como extranjero.

Estratigráficamente se tienen calizas hasta de 2900 m de espesor que son Cretácicas. Sobreyacen del Cenozoico secuencias calcáreas y dolomíticas con algunas intercalaciones de evaporitas de 0 a 400 m de espesor que afloran en la mayor parte del Estado.

Dentro del Estado de Quintana Roo se ubica como se mencionó anteriormente, la isla de CANCÚN, es geológicamente de las zonas más jóvenes, y su formación fue a partir de depósitos postarrecifales, estratificados y derivados de los arrecifes que integran esta parte del continente se encuentra superficialmente un depósito de limo y arena superficialmente de espesor raquítico que cubren a los depósitos marinos. Las calizas con moluscos del Pleistoceno-Holoceno son las últimas secuencias depositadas. En términos geológicos, en la zona donde se localiza la ciudad de CANCÚN aflora la formación Camillo Puerto, denominación introducida por J. Butterlin (1958) para materiales del centro del entonces territorio de Quintana Roo. Esta formación se compone de estratos inferiores cubiertos por calizas duras ricas en peneroplidas. Pasan más arriba a calizas cada vez más impuras a veces arcillosas de color amarillento a rojizo. La alteración de estas calizas da nacimiento a arcillas lateríticas rojas, acumuladas en las dolinas y protegidas por la selva densa. Los niveles superiores de la formación están representados por calizas blancas, duras y masivas. La formación de tipo transgresivo constituye toda la parte oriental y central del Estado de Quintana Roo, y se extiende ampliamente en la región central del Estado de Yucatán y al Noroeste del Estado de Campeche. Tectónicamente la Península de Yucatán no presenta deformaciones significativas y las capas de roca calcáreas conservan una posición horizontal. Con base en sondeos realizados por empresas particulares para fines constructivos, pudo definirse que el subsuelo del lugar en estudio,

está constituido principalmente por un depósito de roca caliza fosilífera con abundantes conchas, bien cementadas (en algunas zonas reconstituidas), color pardo blanquecino, sin fisuras en general (aunque en algunos barrenos si se encontraron) y con pequeñas oquedades aisladas que sobreyace a una capa de arena fina color café claro, poco cementada

Tabla 2. RECURSOS MINERALES.

Miñerales o Metales	Reservas Positivas	Reservas Probables	Explotación 1977	Explotación 1988
Calizas		5 106 528		
Margenitas	14 548 908	1 096 865	4 749 558	1 48 076
Reconstituidas	9 814 587			
Arzillas		20 759 870		
Del Valle Ucum	17 359 891	+ 3 000 000		
Yeso Cerro de la Moza		+ 3000 000	70 311	6 798
Chóñulub				

Las cantidades numéricas expresadas en Toneladas Métricas.
Fuente: I. P.

1. 2. 2. ACTIVIDAD TURÍSTICA DEL ESTADO DE QUINTANA ROO.

1. 2. 2. 1. Definición de la Actividad Turística.

Se entiende como una serie de actividades que se dan por aquellos que de propia voluntad viajan o se proponen viajar por gusto, por negocios, por cultura, por recreación, salud, u otros aspectos; ya sea receptivo, egresivo, o interno. Por turismo Receptivo se comprende a los turistas extranjeros y nacionales en el exterior, que ingresan al país por motivos de recreación, negocios u otros. En la *Tabla 3*, se aprecia que el porcentaje mayor de turistas receptivos, son de origen Estadounidense. Mientras que el turismo Egresivo se entiende al número de turistas nacionales que visitaron el exterior, el cual tiene un menor monto que el turismo receptivo y que en 1994 se incremento en 1.1%, alcanzando el número de 4 millones 828 mil personas, con un gasto total de 1 mil 974 millones de dólares, disminuyendo este en 4.7%, *Tabla 4*.

En el país ha venido creciendo el llamado turismo interno de forma notoria a partir de 1988, con lo cual se ha fomentado la atracción del turista nacional por conocer los atractivos nacionales con que se cuenta y promover más intensamente la actividad turística, a través de una buena difusión. *Tabla 5*.

Mencionado lo anterior conceptualiza, la llamada balanza Turística, que es la diferencia entre ingresos y egresos por turismo. Esta se constituye como una fuente generadora de divisas al país, debido a la diversidad de atractivos naturales y culturales con que se cuenta, siempre y cuando, se tenga el apoyo de infraestructura turística. La promoción a nivel internacional y el crecimiento en la oferta turística ha contribuido a incrementar los ingresos de la balanza turística. *Tabla 6.*

TABLA 3. TURISMO RECEPTIVO 1980 - 1994			
AÑOS	No. de TURISTAS Miles de Personas	GASTO TOTAL Millones de Dolares	PERMA. MEDIA Días
1980	4 144	1 671.2	10.4
1981	4 038	1 759.6	10.3
1982	3 767	1 405.9	10.3
1983	4 749	1 624.5	9.2
1984	4 655	1 952.7	9.5
1985	4 207	1 712.7	9.1
1986	4 625	1 791.7	9.9
1987	5 407	2 274.4	9.7
1988	5 692	2 544.3	10.5
1989	6 186	2 954.0	11.3
1990	6 393	3 400.9	10.6
1991	6 372	3 783.7	10.5
1992	6 352	3 868.0	10.8
1993	6 625	4 019.3	11.2
1994	7 015	4 216.6	11.6

Fuente: CONCANACO_SERVITUR

TABLA 3 A						
TURISMO RECEPTIVO POR PAIS DE ORIGEN 1980 - 1994						
AÑO	E.U.	CANADA	EUROPA	A. LATINA	OTROS	TOTAL
1980	3 441	170	240	254	37	4 144
1981	3 448	125	170	267	28	4 038
1982	3 241	85	173	241	27	3 767
1983	4 093	170	180	279	27	4 749
1984	3 935	187	214	289	29	4 654
1985	3 531	193	146	301	26	4 207
1986	3 895	247	149	318	16	4 625
1987	4 620	336	219	205	27	5 407
1988	5 016	313	112	225	26	5 692
1989	5 385	361	157	261	22	6 186
1990	5 598	294	189	276	36	6 393
1991	5 346	260	328	398	40	6 372
1992	5 320	276	361	362	33	6 352
1993	5 470	237	473	409	37	6 625
1994	5 682	351	491	421	70	7 015

Fuente: CONCANACO_SERVITUR (MILES DE PERSONAS)

TURISMO EGRESIVO 1980-1994			
AÑOS	No. de TURISTAS Miles de Personas	GASTO TOTAL Millones de Dólares	PERMA. MEDIA Días
1980	3 322.8	1 043.6	6.7
1981	3 959.0	1 571.2	7.0
1982	2 671.2	787.7	6.4
1983	1 970.6	441.3	6.3
1984	2 697.1	648.6	6.3
1985	2 730.5	664.3	7.1
1986	2 469.5	620.2	7.3
1987	2 881.2	784.2	7.3
1988	3 251.2	1 104.8	7.8
1989	3 862.9	1 544.7	8.0
1990	4 381.2	1 926.8	7.4
1991	4 178.9	1 878.5	7.2
1992	4 678.0	2 079.4	7.9
1993	4 222.8	2 071.9	8.6
1994	4 828.3	1 973.8	7.9

Fuente: CONCANACO - SERVITUR

TURISMO EGRESIVO POR PAIS DE DESTINO (MILES DE PERSONAS)								
AÑOS	E.U	CANADA	A. GEN.	A. DEL SUR	EUROPA	ASIA	OTROS	TOTAL
1980	3 026	12	63	23	164	11	18	3 323
1981	3 568	16	79	39	219	15	23	3 959
1982	2 475	10	39	17	107	7	16	2 671
1983	1 846	6	26	11	68	4	10	1 971
1984	2 518	9	34	16	99	7	14	2 697
1985	2 542	10	41	16	102	7	13	2 731
1986	2 309	9	34	14	91	6	13	2 470
1987	2 687	11	39	16	106	8	15	2 882
1988	3 116	12	45	21	130	8	19	3 351
1989	3 587	14	51	25	154	10	22	3 863
1990	4 005	17	59	28	176	11	25	4 321
1991	3 866	16	60	27	168	11	25	4 173
1992	4 324	18	72	31	192	13	28	4 678
1993	4 417	19	72	32	198	13	29	4 778

Fuente: CONCANACO - SERVITUR

AÑOS	TURISMO NACIONAL	TASA DE CRECIMIENTO %
1980	17.9	9.1
1981	20.2	12.8
1982	22.6	11.9
1983	22.6	0
1984	21.0	-7.1
1985	21.0	0
1986	32.2	53.3
1987	33.7	4.7
1988	34.1	1.2
1989	35.5	4.1
1990	36.6	3.1
1991	37.4	2.4
1992	38.2	2.1
1993	39.2	2.6
1994	39.8	2.0

Fuente: CONGANACO _SERVI TUR

AÑOS	INGRESOS	EGRESOS	SALDO
1980	1 671.2	1 043.6	627.6
1981	1 759.2	1 571.1	188.5
1982	1 405.9	787.7	618.2
1983	1 624.5	441.3	1 183.2
1984	1 952.7	648.6	1 304.1
1985	1 719.7	664.3	1 055.4
1986	1 791.2	620.2	1 171.5
1987	2 274.4	784.2	1 490.2
1988	2 544.3	1 104.8	1 439.5
1989	2 954.0	1 544.7	1 409.3
1990	3 400.9	1 936.5	1 464.4
1991	3 783.7	1 878.5	1 905.2
1992	3 867	2 079.4	1 788.4
1993	4 019.3	2 071.9	1 947.4
1994	4 216.6	1 973.8	2 242.8

Fuente: CONGANACO _SERVI TUR

1.2.2.2. Características del Turismo en Cancún

Los atractivos turísticos del Estado de Quintana Roo, constituyen el recurso natural con más potencial de desarrollo, tanto por sus bellezas naturales como por las ruinas arqueológicas de la Cultura Maya; se ha estimado que en toda la entidad existen entre 1 500 y 2 000 zonas arqueológicas potenciales. El impulso a la zona del Caribe de Quintana Roo en las últimas décadas se ha reflejado en su participación en el número de turistas recibidos por centros turísticos en las costas de México pasando del 21 % al 35 % en 1992.

Superior al 50 % del turismo total recibido en el resto del Caribe Mexicano es a través de la participación del turismo extranjero que llega por vía aérea. El arribo de turistas por cruceros es aún reducido en comparación con otras zonas del Caribe, pero puede esperarse que se incremente al contar el Estado con instalaciones portuarias adecuadas para la recepción de cruceros, pero también de embarcaciones recreativas.

UBICACIÓN

En clavado en el joven Estado de Quintana Roo, Cancún es una moderna ciudad, orgullo de los quintanarroenses. Considerada el complejo turístico de creación reciente más importante de la República Mexicana, ofrece una gran variedad de atractivos y servicios al visitante. Se ubica al Noreste del Estado, que cuenta con recursos de primera importancia, que lo singulariza de resto del país; cuenta con su franja de 865 km. de costa tropical frente al Mar Caribe, entre los 18° y 22° de latitud norte, con clima, paisajes y playas inguinalables, prácticamente deshabitadas y salpicadas en sus inmediaciones con valiosos testigos arqueológicos de la gran cultura Maya.

ASPECTOS FÍSICO - TURÍSTICOS

Temperatura . - Temperatura media anual de 26 grados.

Vientos . - Vientos reinantes provenientes del Sureste, con una velocidad media de 3.25 m/seg.

Mareas . - Mareas en el sitio son del tipo mixto semidiurno, con un rango promedio superior de aproximadamente de 1 pie.

Oleaje . - Oleaje predominante en el sitio es de dirección Este con alturas que fluctúan entre los 0.30 a 0.60 m.

Corrientes . - Corrientes en el sitio tienen dirección Norte con velocidades del orden de 0.33 nudos.

Precipitaciones . - Precipitación total anual promedio es de 1150 mm.

Días Soleados . - Tiene un promedio de 240 días soleados por año.

Condiciones de Abrigo - Las Marinas e instalaciones náuticas en su mayoría se localizan en la Laguna de Nichupté, por lo tanto cuentan con una protección de tipo natural.

Infraestructura Turística de Altura - No Aplicable.

Infraestructura de Apoyo - Vías de Comunicación: a) Comunicación carretera. La de la ciudad de Cancún se encuentra comunicada con el resto del país, a través de las carreteras federales 180, 186, y 307; interiormente lo hace mediante carreteras estatales.

Comunicación Marítima - La comunicación marítima se realiza a base de transbordadores que cubre las rutas Cancún-Cozumel y Cancún-Isla Mujeres.

Comunicación Aérea - Cuenta con aeropuerto Internacional, ubicado a 15 km de la ciudad que satisface las necesidades actuales del turismo nacional e internacional. Además de los vuelos nacionales e internacionales, se reciben también vuelos charters de distintos lugares de los E.U. y Canadá.

Otros Servicios - El desarrollo turístico de Cancún, dispone de todos los servicios necesarios, que satisfacen las necesidades del turismo más exigente, dentro de estos pueden mencionarse los básicos como la energía eléctrica y el agua potable, la infraestructura hotelera y de restaurantes entre algunos otros.

Atractivos - Cancún significa en lengua Maya "Serpiente de ORO" y como testimonio esa cultura conserva importantes ruinas arqueológicas. Cancún posee grandes atractivos naturales, destacando sus aproximados 22km. de playa de arena blanca de extraordinaria belleza con aguas de color turquesa. De Punta Sam a Puerto Juárez, el mar es tranquilo y seguro; en Playa Gaviotas y Playa Chac Mol es mar abierto de fuerte oleaje en donde pueden practicarse los más variados deportes acuáticos como el esquí, remo, jetski, snorkeling, windsurf, velleo, buceo, y la pesca deportiva, a todas ellas se accesa por el Paseo Kukulcan. Por otra parte ofrece impresionantes atractivos arqueológicos, en sitios como: Yamil Lunún, en el Km 12, Pok-Tapok, ubicada en el terreno del Club de Golf, las Ruinas del Rey, en el Km. 17 del Mirador del Paseo Kukulcan, Tulum, Coba, localizados a 129km y 138km de Cancún respectivamente en donde se tienen los vestigios más importantes de la cultura Maya. Cancún ofrece también el cálido ambiente de la Laguna de Muylil, del Amor, Bojorquez y Nichupté

Un poco más al sur, está la Bahía de la Ascensión poblada de manglar. También a 18km al sur de Tulum se localiza Sian Ka'an declarada reserva de la biosfera en ella se ubica la playa de Boca Paila de bella arena fina. Otro atractivo sitio turístico de interés son las lagunas de Xel-Ha y Xcaret con sus aguas cristalinas y bellos peces de colores. Cuenta también con un impresionante conjunto de hoteles, centros nocturnos, boutiques, restaurantes, marinas, instalaciones náuticas, campos de golf, villas y condominios que se extienden a lo largo de sus playas, proporcionando de esta manera una placentera y cómoda estancia a sus visitantes, esto hace que en el futuro haya un desarrollo sostenido de la actividad náutica.

Durante sus ya 21 años de operación (1975-1996), el desarrollo turístico de Cancún, auténtico orgullo nacional, ha mostrado un crecimiento sin precedentes. Su influencia turística se ha multiplicado por 10 veces en el período, pasando de 99 mil visitantes a más de 2 millones para 1996. Este lugar es el que tiene el liderazgo en desarrollo estatal, de ahí que tenga un importante desarrollo en infraestructura turística, ha tenido el mayor incremento de nuevos visitantes totales (nacionales y extranjeros), la afluencia total de visitantes (171 671), aumento 18 % (+ 23% en la corriente turística nacional y + 16 % en la extranjera). La actividad hotelera ha alcanzado una eficiencia operativa. Los factores de ocupación promedio en el desarrollo se han mantenido invariablemente en de 18 605, con una vanación del 2.4 % y turistas hospedados se ve una gran variación entre nacionales y extranjeros de 376 384 y 1 300 276 respectivamente en 1995 en el mes de enero a septiembre.

En la operación del transporte aéreo se nota un incremento en 1995 de 6 882 a 7 167 de llegadas nacionales y 5 675 a 6 695 de llegadas internacionales. De los vuelos directos a aeropuertos seleccionados se aprecia también un incremento de vuelos internacionales en 1995 de 6 328 a 6 927 vuelos entre otros. Cabe mencionar que un gran porcentaje del turismo nacional tiene como destino la ciudad de Cancún, como se observa en las *tablas 7, 8, 9 y 10.*

TABLA 7
ACTIVIDAD HOTELERA EN CENTROS TURÍSTICOS SELECCIONADOS POR TIPO DE CENTRO

Destinos	ENERO SEPTIEMBRE 1995 a			
	Num. de cuartos	Var. (%)	Ocupación (%)	Var. Absoluta
TOTAL	157 697	1.7	49.0	2.8
Centros de Playa	68 902	-2.2	57.7	3.0
Integralmente Pianosos	28 215	3.3	69.9	5.2
Bahías de Huatulco, Oax.	1 820	1.6	51.8	-4.2
Cancún - Q. Roo.	18 605	2.4	76.1	6.7
Islapa Zihuatanejo, Gro.	4 087	12.4	49.3	2.6
Loreto, H.C.S.	302	30.2	40.3	-3.2
Los Cabos, B.C.S.	3 401	-2.4	59.9	6.0

Fuente: FONATUR R.I. Preliminares

TABLA 8						
ACTIVIDAD HOTELERA EN CENTROS TURÍSTICOS SELECCIONADOS POR TIPO DE CENTRO						
ENERO - SEPTIEMBRE, 1995 P.L.						
	Huéspedes Nacionales		Huéspedes Extranjeros		Total	
		Var (%)		Var (%)		Var (%)
TOTAL	11 026 768	-8.9	4 346 180	11	15 372 948	-3.9
Centros de Playa	3 612 117	-2.6	2 721 924	15.3	6 334 041	4.4
Integralmente Plancados	688 950	-1.6	1 227 527	19.7	2 416 477	12.7
Bahías de Huatulco - Oax.	86 928	-10.7	28 948	-13.9	115 912	-12.1
Cancun - Q. Roo	376 384	-3.4	1 300 276	17.6	1 676 660	12.1
Ixtapa Zihuatanejo - Gro.	170 370	3.8	95 708	37.1	268 078	13.9
Loreto - B.C.S.	9 278	-0.3	17 311	-0.5	26 589	-0.4
Los Cabos - B.C.S.	45 990	15.1	28 928	32.1	72 238	29.4

FUENTE: FONATUR, P. Preliminar

TABLA 9						
VUELOS DIRECTOS A AEROPUERTOS SELECCIONADOS DEL PAIS POR TIPO DE CENTRO						
ENERO - SEPTIEMBRE 1994, 1995. / p.						
AEROPUERTO	NACIONALES			INTERNACIONALES		
	1994	1995	Var.(%)	1994	1995	Var.(%)
Total	260 439	262 966	1.0	58 430	316 683	-8.1
Centros de Playa	39 997	40 516	1.3	13 698	14 869	8.6
Integralmente Plancados	11 741	11 747	0.1	8 979	9 615	7.1
Bahías de Huatulco, Oax.	860	1 129	31.3	0	0	0
Cancun - Q. Roo.	7 766	7 560	-2.9	6 328	6 927	9.5
Ixtapa Zihuatanejo - Gro.	2 252	2 141	-4.9	90	46	-48.9
Loreto - B.C.S.	273	273	0.0	273	231	-15.4
Los Cabos - B.C.S.	590	664	12.5	2 285	2 411	5.5

Fuente: FONATUR
P.L. Preliminar

TABLA 10						
OPERACIÓN DE LLEGADA DE VUELOS A LOS AEROPUERTOS DEL PAÍS POR TIPO DE CENTRO						
AVIACIÓN CIVIL. ENERO - SEPTIEMBRE 1994, 1995. / p.						
AEROPUERTO	NACIONALES		INTERNACIONALES		CHARTERS	
	1994	1995	1994	1995	1994	1995
Total	265 502	257 048	58 152	54 634	17 441	18 301
Centros de Playa	40 281	41 085	15 094	13 405	13 405	13 509
Integralmente Planeados	12 139	12 184	8 488	9 110	8 782	9 555
Bahías de Huentelco, Oax.	1 242	1 539	163	0	300	364
Cancún, Q. Roo.	6 882	7 167	5 675	6 695	7 046	7 477
Ixtapa Zihuatanejo, Gro.	3 115	2 412	112	105	745	658
Loreto, B.C.S.	272	440	271	105	21	0
Las Cabor, B.C.S.	628	626	2 267	2 273	670	1 056

Fuente: FONAJUR, P.I. Preliminar

Para los siguientes años se espera un incremento de la afluencia de visitantes extranjeros y nacionales al Estado de Quintana Roo, en especial a la ciudad de Cancún, y al corredor turístico Cancún - Tulum como se aprecia en la *tabla 11*. Esto hace suponer que se debe satisfacer la demanda que habrá de servicios e infraestructura turística por parte de los visitantes. Su posición estratégica en el contexto internacional consistirá en la capacidad de convertirse en el elemento de liga alternativo y latino con las Américas y el Caribe; a demás podrá ser un puente que aproveche el potencial económica de los Estados Unidos de Norte América. Puede esperarse, que en el largo plazo la entidad tendrá una estructura económica sólida apoyada fundamentalmente en una base comercial, complementada en gran medida por un desarrollo turístico consolidado. Con infraestructura y servicios de apoyo (Marina entre otros) a la actividad turística futura de Quintana Roo son indispensables para lograr sus objetivos finales de desarrollo, y deberán ser congruentes en todo momento con su ritmo de crecimiento. Más aún algunos subsectores de servicios podrán y deberán anticiparse a las demandas del crecimiento económico interno favoreciendo e induciendo el desarrollo proveniente del exterior.

TABLA 11. PROYECCIÓN DE VISITANTES NACIONALES Y EXTRANJEROS CANCÚN						
AÑO	CANCÚN			CORREDOR CANCÚN - TULUM		
	NACIONALES	EXTRANJEROS	TOTAL	NACIONALES	EXTRANJEROS	TOTAL
1993	487	1492	1979	76	238	316
1994	56	1695	2262	80	244	313
1995	610	1768	2378	84	250	324
1996	657	1844	2501	88	256	333
1997	707	1924	2631	92	262	341
1998	762	2006	2768	96	268	354
1999	821	2093	2913	101	275	364
2000	881	2187	3068	107	281	375
2001	921	2268	3189	112	288	387
2002	961	2352	3316	118	295	401
2003	1008	2439	3447	125	303	414
2004	1054	2530	3584	131	310	426
2005	1103	2623	3726	137	317	433
2006	1153	2720	3873	149	326	459
2007	1206	2821	4027	158	334	475
2008	1262	2925	4187	168	343	493
2009	1320	3033	4353	178	351	519
2010	1380	3136	4516	189	360	529
1993-2000	884*	562*	646*	473*	240*	295*
2001-2001	367*	394*	605*	251*	350*	459*

Fuente: FONATUR. Cifras en Miles de Visitantes.

Al igual que lo es en la Península de Florida, la actividad Náutica en el Estado de Quintana Roo, y en especial en la ciudad de Cancún, será un apoyo de gran importancia al desarrollo regional, y un instrumento motor del crecimiento económico, siempre y cuando tomemos en cuenta las condiciones físicas del lugar, como son, profundidades, o protecciones naturales y naturaleza del subsuelo, todas para el caso de una bahía o laguna, estas son importantes para la justificación de la ubicación del proyecto en un corto plazo, en particular para una Marina.

Por ejemplo la bahía de Cancún y la zona frente a Isla Mujeres cuentan con protecciones naturales de baja profundidad, ello facilita el desarrollo de proyectos Náuticos sin hacer grandes inversiones en obras de protección playera, ya que en muchas ocasiones los altos costos de dichas obras provocan la falta de realización del proyecto, a causa del dragado de las posibles zonas de desarrollo; por esta razón se deben hacer estudios de mecánica de suelos detallados para saber apriori el monto de la inversión para dragado.

Con el antecedente que tiene la ciudad de Cancún como lugar turístico y por sus atractivos naturales, se justifica la posibilidad de desarrollar aún más la infraestructura turística, que abarca desde hoteles, fraccionamientos, marinas, etc. por lo que se preve el desarrollo inmobiliario (zonas comerciales, zona hotelera y marina) en un predio al sur de la ciudad de Cancún, sobre la carretera Cancún - Tulum, atrás del fraccionamiento "La Vida", entre la carretera y la costa del Mar Caribe, como se muestra en la figura 1 (croquis de localización) del Anexo 1, cuya zona frontal del predio hacia el Mar Caribe estará destinada principalmente a actividades turísticas y albergará la marina, la zona hotelera y la zona comercial. Esta obra marítimo-portuaria, ocupará una superficie de 150 ha. aproximadamente, y estará dividida en las porciones norte y sur, comunicadas entre sí por canales de navegación que cruzarán una parte de la zona hotelera. En una segunda etapa de desarrollo se proyecta construir una marina adicional, que estando alojada en el lindero norte del predio, comunicará a la marina norte casi hasta llegar a la carretera Cancún - Tulum.

1.2.3. TURISMO NÁUTICO - RECREATIVO

La mayoría de las marinas en México fueron concebidas y construidas como "Estacionamientos en Agua" para embarcaciones de recreo particulares, principalmente para turistas extranjeros. Más recientemente han sido construidas con la finalidad de vender bienes raíces. Como ya mencionamos anteriormente, una marina es una instalación náutica, que debe ofrecer como mínimo los siguientes productos y servicios:

- Instalaciones de Atraque.
 - Agua en el Muelle.
 - Energía eléctrica en el Muelle.
 - Alumbrado en general.
 - Radio.
 - Sistemas contra Incendios.
 - Sanitarios.
 - Recolectores de Basura
 - Oficinas Administrativas.
 - Abasto de Combustible propio o cercano.
-

1. 2. 3. 1. Desarrollo de Marinas Mexicanas

La mayoría de las marinas en el país han sido construidas con una orientación hacia usuarios extranjeros, sean residentes (en su mayoría pensionados) o visitantes temporales. Más recientemente se ha empezado a concebir a la marina como una forma de ambientar y apoyar la venta de bienes raíces, copiando algunos desarrollos en el extranjero. Sigue orientando su enfoque hacia compradores extranjeros principalmente porque la población local nacional con tradición o interés en actividades náuticas con los ingresos suficientes para participar en esa actividad es muy reducida.

Dada la alta inversión en construir una marina, los promotores de marinas en el extranjero típicamente han buscado la forma de capitalizarse mediante la venta de terrenos antes de iniciar la inversión en la marina, entonces, se puede concluir que el desarrollo de una marina requiere de una fuerte inversión inicial, la cual es altamente por tres motivos:

- a) . - Alto costo de terrenos costeros.
- b) . - Costo elevado de Estudios de Impacto Ambiental
- c) . - Fuerte Inversión en Dragados y Otras Obras Marítimas.

Una mejor forma de iniciar una Marina es vender lotes primero a Hoteles y luego a centros comerciales, ya que los Hoteles les garantizan el tráfico, después vender terrenos a condominio y al final invierten en la marina.

Instalaciones en Tierra . - Se refiere a las actividades que involucran el desarrollo de inmuebles no conectados en forma directa con la operación de las marinas, esto incluye hoteles, tiendas y restaurantes, villas de pescadores, viviendas, condominios, y astilleros. Para el uso de hoteles y restaurantes figuran de manera importante en las marinas ubicados en zonas urbanas y áreas con mucha actividad turística; esto se debe a que la gente le gusta tener una vista atractiva del movimiento de los barcos. En tales lugares, una marina proporciona una ventaja competitiva para un hotel, aunque no suficiente para costearse así misma. Si se ubica una marina, hoteles como restaurantes suelen usar una decoración náutica turística y por ejemplo cuartos de hotel con vista a la marina pueden cobrarse a una mayor tarifa.

Para el caso de las villas náuticas que consisten normalmente en tiendas y restaurantes integrados con un enfoque artístico, donde se venden recuerdos, artesanías, playeras y equipo deportivo, una marina influye en atraer por lo menos al 50 % de la clientela de personas de la localidad no vinculadas con la marina.

Los condominios construidos cerca de una marina se hacen con la finalidad de poder vender estos a residentes extranjeros que tuvieran o quisieran tener una embarcación junto con su condominio en un desarrollo vacacional integrado con marina. Este caso es especial porque los

condominios no son financiados debido a los altos costos de los dragados en la zona de construcción de la marina.

Ya una vez explicado de forma resumida las características de la infraestructura náutica en términos generales, nos enfocaremos ahora para el caso de la ciudad de Cancún; Quintana Roo.

1. 2. 3. 2. La Oferta (El Mercado)

Ha sido bastante lenta la evolución histórica de marinas, debido a muchos factores Históricos - Culturales; sin embargo el motivo que impulsó la actividad náutica en el Caribe, sobre todo en Cancún, fue el buceo muy popular entre los turistas, y para ello se requerían embarcaciones, *tabla 12*. El desarrollo Turístico de Cancún, cuenta en la actualidad con la operación de 14 Marinas y 25 instalaciones Náutico-Turísticas, que conjuntamente ofrecen un total de 883 espacios (slips) disponibles para renta. *Tabla 14A y 14B*.

Algunas de ellas con ciertas características como son las referidas en la *tabla 13*, se puede decir que tienen un nivel de exigencia internacional.

TABLA 12. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE ALGUNAS MARINAS DE CANCÚN			
CANCÚN, Q.ROO.	Fecha de Inicio de Operaciones	No. de Espacios	Espacios a 1993
Apna Tours	1977	40	60
Marina San Marino	1988	0	seco 12
Wild Boat	1986	40	5
			seco 5
Aviaturismo	1978	0	10
Cancun Marina Club	1986	0	8
Carlos and Charles	1972	0	25
Mundo Marino	1979	40	30
Tarzan's Mother	1989	6	6
Gypsy's	1980	40	30
Lorenzillo	1985	40	10
Royal Yacht Club	1987	40	10
Dep. Acuáticos Calinda	1984	40	20
Villa Cordera	1986	40	12
Marina Playa Blanca	1975	40	30

© Se Inicia sin espacios, solo con 25 metros
Fuente: SECTUR

TABLA 13 INVENTARIO DE ALGUNAS MARINAS DE CANCUN

Nombre	Agua Azul	San Marino	Wild Coast	Agua Turquesa	Cancun Marina Club	Carton n Charles	Mundo Marina
Artilleria	SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI
Rescate	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Escudo	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Climas (Estrémamo (Templado (Tropical)	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr
Agua Mar (limpia (Aceptable (Contaminada)	A	A	A	A	A	A	A
Tipo Desarrollo (Turistico (Residencial (Mixto)	T	T	T	T	T	T	T
Ticket Restaurantes	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Destino Turistica	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Intimidad Promocional (Alto (Medio (Bajo)	H	H	H	H	H	H	H
Atractivos Turisticos	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Centro Urbano Proximo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Aeropuerto Internacional	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Carreza, Aviones	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Fuentes	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Facilidades Trámites	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Una Atleta	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

TABLA 14A

INSTALACION NAUTICA	ESPALGOS
Caribbean Sails	17
La Boom	13
Coral Mar	6
Companions Boat T & P	30
Club de Golf Pro. T & P	6
Hotel Sins Sails	10
Club Lagoon	29
Paper n Yacht Club	37
M. Puestal del Sol	37
M. Mucaina	29
Cancun Clipper Club	6
M. Punta del Este	7
M. Agua Ray Lenny/Box	8
M. Agua Ray Hyatt	8
M. Agua Quin Internacional	22
M. Agua Quin Camino Real	35
Fiesta Americana Cancun	7
Restaurantes Marinos	14
Hotel Casa Maya	6
Operadora Playa Luperón	13
Club Internacional Cancun	15
Agua Marina Beach	5
Hotel Playa Las Glorias	14
Hotel Club Varesa Beach	20
Villa Depictora Juvenil	3
Hotel Club Las Perlas	5

TABLA 14B

MARINA	ESPACIOS DISPONIBLES
Aqua Tours	60
San Marino	30
Will Goat	10
Aviaturismo	10
Cancún Marina Club	8
Carlos and Charles	25
Mundo Marino	30
Tarzan's Mother	6
Gypsy's	30
Lorenzillos	10
Royal Yacht Club	10
Playa Blanca	30
Villas Cerdeña	12
Puerto Aventuras	220

Actualmente la Oferta está concentrada en 2 regiones: Pacífico-Norte (35%) y el Caribe (22%). Juntas tienen el 57% de la oferta total del País. *Tabla 15*

TABLA 15: OFERTA REGIONAL DE ESPACIOS PÚBLICOS Y PRIVADOS ACTUAL							
Región	No. de Marinas	Espacios en Agua	Espacios secos	Espacios Totales	% Oferta E. en Agua	% Oferta E. Secos	% Oferta Total
Pacífico-Norte	6	833	300	1 133	33	40	35
Caribe	19	695	27	722	28	4	22

Fuente: SECTUR.

ESPACIOS SECOS Y EN AGUA.

El Caribe constituyen el 86% de la Oferta Nacional de espacios en agua, y sólo el 8% de espacios secos del total Nacional. La oferta total de Espacios, en el Caribe solamente aporta el 25 de la oferta global de espacios privados, en su totalidad están en agua. *Tabla 16*.

TABLA 17. CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES NAÚTICAS

Zona	No de Instal	PÚBLICOS					PRIVADOS				
		Long Muelle	No Espac	No E Seco	Fondeo	No Rampa	Long Muelle	No Espac	No E Seco	Fondeo	No Rampa
Caribe	59	2872	768	70	0	9	0	0	0	0	0

Fuente: SECTUR.

1.2.3.3. La Demanda (Usuarios)

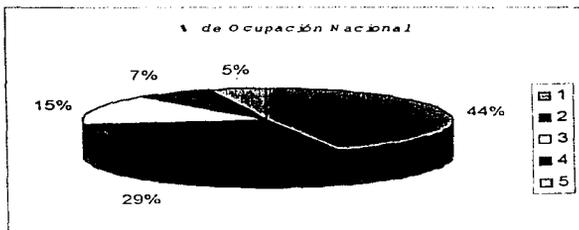
El mercado para espacios en marinas se puede desglosar en los siguientes 5 grandes segmentos de usuarios:

Segmentos Usuarios	Total de Espacios/Día Ocupados	% de la Ocupación Nacional
1.- Mexicanos Proprietarios de Barcos de Recreo	317 570	44%
2.- Extranjeros propietarios con Embarcaciones en México.	209 418	29%
3.- Extranjeros Visitantes por Mar	108 784	17%
4.- Mexicanos Propietarios de Barcos de uso Comercial	49 685	7%
5.- Extranjeros visitantes por Tierra (Embarcaciones Remolcables)	16 060	1%
Total	721 457	100%

Fuente: SECTUR.

Se desprende que el 80% de la ocupación actual de las marinas proviene de embarcaciones que permanecen en el país (sean nacionales o extranjeras). Solamente el 20% restante resulta de embarcaciones que visitan el país, sea que lleguen por mar o tierra. Este hallazgo tiene implicaciones importantes para el diseño de estrategias. *Gráfica A.*

GRÁFICA A
USUARIOS DE MARINAS NACIONALES (ESPACIO / DÍA) .



"Los Usuarios Mexicanos"

Independientemente de las regiones, se distingue tres grandes grupos de usuarios entre los mexicanos que poseen embarcaciones.

- Sociales - Deportistas.
- Deportistas.
- Comerciales.

- Sociales - Deportistas.

Son personas de nivel socioeconómico alto, que encuentran atractivo el "Glamour" y "Status" que confiere poseer una embarcación

- Deportistas.

Se encuentran deportistas con capacidad adquisitiva mayor (con ingresos hábitos de gastos mensuales similares a los que se indicó para el grupo anterior). Son propietarios de embarcaciones grandes; las utilizan con frecuencia y son aficionados a alguna actividad en particular: pesca, carreras, buceo, travesías, gustan de participar en la organización de eventos conocen de actividades náuticas de otros países y son miembros de la comunidad náutica mexicana

Una serie de condiciones favorecen el nacimiento de la actividad náutica:

- *Formación de un asentamiento urbano con personas de Mentalidad Cosmopolita en la orilla del mar.*
 - *Estár en una zona Libre para las Importaciones.*
 - *Ser una ciudad turística Orientada hacia el Mar.*
 - *Existencia de un Refugio Natural como la Laguna de Nichupté que permite la construcción de instalaciones náuticas sin costos elevados en dragado y que además ofrece resguardo efectivo a las embarcaciones.*
 - *Su ubicación en una de las zonas de buceo y pesca más favorecidas en el mundo, cuya belleza ejerce una gran fascinación entre los residentes de Cancún.*
- Comerciales.

Corresponde a propietarios de embarcaciones destinados a la renta como servicios turísticos. Su presencia es importante en Cancún donde constituyeron el motor generador original de las instalaciones náuticas.

"Los Usuarios Norteamericanos"

De los segmentos de usuarios extranjeros (compradores) de espacios en marinas mexicanas, en especial para el área del Caribe y en particular en la ciudad de Cancún, los más importantes son los que provienen de Estados Unidos de los estados de Texas y los otros estados del Golfo hasta Florida, cuyas características son:

1.- Dueños de barcos que llegan por mar.

- *Veleros Cruceros* Gasto : \$70 - 100 dls/personas/día
 - *Cruceros con Motor.* Gasto : \$110 - 120 dls/personas/día
- 2.- Propietarios de lanchas remolcables que llegan por tierra.
- Gasto : \$140-130 dls/personas/día

3.- "Snowbirds" (Aves de Invierno) con Mega Yates.

Gasto : \$150+personas/día, dueño e invitados
Gasto : \$20 persona/día . tripulación

4.- Clientes "Charters" que incluyen:

- *Usuarios por Periodo Especifico - normalmente veleros.* Gasto : \$2000 dls/semana, 6 personas, más hotel
- *Tunstas de Interés Especial, normalmente pescadores y buceadores.* Gasto : \$120 - \$150 dls persona/día

Esta caracterización de los segmentos debe ser tomada en cuenta cuando se diseñan instalaciones, proyecten mercados, gastos y permanencias, así como también cuando se buscan comercializar una marina. Lo que atrae a un segmento, puede no atraer a otro ya que los objetivos y atractivos varían de segmento a segmento, por esta razón para tener un parámetro de comparación se analiza el mercado de Marinas extranjeras.

" Demanda Actual " (Considerando el Mercado de Embarcaciones Extranjeras)

Es variada la demanda actual de espacios de marinas nacionales por parte de extranjeros y residentes locales, así como de visitantes, dependiendo de la región en cuestión. En su aspecto más básico, la actividad de la marina debe medirse en sus operaciones claves, la oferta de espacios para embarcaciones. Para ello se emplea un índice preciso de la operación y actividad de una marina, es el *índice de espacios secos y en agua* que se ofrecen a la renta como a la venta. Por lo tanto es necesario hablar de la ocupación en términos de días de los espacios, en forma similar al índice cuartos/noche que emplea un hotel; cabe mencionar que aún cuando el índice de ocupación en espacios/día da una muy buena indicación de la actividad, no siempre será el mejor índice de su rentabilidad. Por ejemplo las marinas que ofrecen sus espacios en venta, han considerado un espacio vendido como ocupado al 100%, (365 días/espacio). La venta de un espacio resuelve el problema del promotor o constructora de la marina porque recupera así su inversión. No obstante, no indica la actividad en la marina.

En las consideraciones que se deben de tomar en cuenta para la planeación de la Marina, son las necesidades de los usuarios extranjeros, el mercado de Marinas, en el cual satisfacen dichas necesidades y las embarcaciones que arribaron a la ciudad de Cancún, que fueron:

- Yates.
- Embarcaciones de Altura.
- Embarcaciones de Cabotaje.

Fuente : Capitanía de Puerto Año 1996 .

" Demanda Potencial "

El tamaño del mercado total de embarcaciones en los Estados Unidos fue estimado en : 15 068 000 en 1995 por la National Marketing Association. El registro de embarcaciones creció entre 3.8% y 4% de 1994 a 1995. La industria esta muy optimista respecto a los próximos 5 años y prevé una continuación de estas tendencias, a pesar de la desaceleración de la economía Norteamericana.

Por lo que se refiere a la ocupación de la oferta total (espacios públicos, privados, secos y en agua) se distribuyen más o menos equitativamente entre la demanda nacional y extranjera, para el Caribe la ocupación nacional es la determinante del mercado Como capacidad instalada espacios/día en el Caribe es de 263 530 de espacios en agua y secos en marinas públicas y privadas, cuyo porcentaje de ocupación de nacionales junto con extranjeros es de 34% y 19% respectivamente, la ocupación en marinas públicas secos y en agua es de 259 515, con 33% y 18% por parte de nacionales como extranjeros respectivamente, así el número de espacios en agua en marinas públicas es de 249 660, con 32% y 20% de nacionales y extranjeros, cabe mencionar que la región de mas alta captación de máxima demanda nacional es sin duda el Caribe La ocupación de marinas privadas es llevado a cabo por usuarios nacionales con una capacidad instalada de 4 015 espacios/día en agua

Se tiene un índice de ocupación global de la región del Caribe de un 52% (Cuadro A), que se distribuye en un 32% a nacionales y 20% a extranjeros La zona de Cancún tiene índice de 73%, y la competencia en Cozumel es de 82%, debido a que la fuerte concentración de usuarios extranjeros aparece en el Club Bancoplaza, es el único que dispone de instalaciones náuticas adecuadas para la captación de embarcaciones medianas y grandes que son las que regularmente concurren del extranjero.

Cabe señalar que la Laguna de Nichupté concentra al 90% de la capacidad instalada de Cancún, con las limitaciones técnicas que esta implica para el acceso de embarcaciones de eslora transoceánica o con mástiles o estructuras altas que no pasan por los puentes.

CUADRO A OCUPACIÓN ACTUAL-ESPACIOS EN AGUA EN MARINAS PUBLICAS : CARIBE

REGIÓN	Capacidad Instalada Esp/Día	Nacionales	Extranjeros	Total
CANCÚN				
Aqua Tours	21 900	80	—	80
Laguna Nichupté	71 540	62	3	65
Plexa Blanca	10 950	75	10	85
Total Cancún	104 390	69	4	73
Cozumel				
Club Náutico de Cozumel	41 610	4	74	78
Total Cozumel	41 610	4	74	78

Fuente: SECTUR.

" Mercado Real de Referencia "

Se estima que el Mercado Real de Referencia de embarcaciones Norteamericanas para México es de 526 867 unidades. Esta cantidad se compone de un número similar de barcos para cada costa: 260 121 para el Pacífico y 266 746 para el Golfo-Caribe. *Tabla 18*

REGIÓN	TABLA 18 MERCADO DE REFERENCIA		Total
	Remolcable 16 a 26 pies de eslora	NO Remolcables (Velero y Motor) mas de 26 pies de eslora	
Golfo - Caribe			
Texas	264 224	11 365	
Louisiana	N A	992	
Mississippi	N A	410	
Alabama	N A	337	
Florida	N A	7 418	
Suma Golfo - Caribe	264 224	20 522	266 746

N . A . NO APLICABLE (Demasiado Distantes para llegar en numeros importantes a costas/aguas mexicanas)

Fuente : FONATUR Y U . S . Coast Guard .

Estas 526 867 embarcaciones solamente son el 15% del total de las registradas en los 11 estados: California, Oregon, Washington, Arizona, Nuevo México, y Colorado en el Pacífico - Oeste y Texas, Louisiana, Alabama, Mississippi y Florida, en el Golfo - Sur.

Texas debido a su contiguidad con México, representa el mayor potencial para la región. Los flujos actuales de embarcaciones y turistas náuticos hacia destinos mexicanos en el Caribe son mínimos.

El obstáculo a un mayor flujo de barcos texanos es el hecho de que Texas tiene una costa interesante y bien señalizada, con pesca abundante, aunque de especies menores. También influye que la parte norte del Golfo es poco poblada y/o señalizada que carece de playas o zonas turísticas importantes.

Florida es el único otro estado con una población grande de barcos de placer. Para Florida, más aún que Texas, México resulta un destino difícil. En general la facilidad de tránsito para extranjeros en las marinas mexicanas no es fácil para demostrar esto, se tiene la *tabla 19*, donde se aprecia la gran diferencia entre mannas extranjeras y mexicanas; la diferencia hace que el extranjero no se sienta a gusto, por lo que influye enormemente en el desarrollo de la actividad náutica en la región de Quintana Roo.

TABLA 19 Comparativo entre Marinas Nacionales y Extranjeras

COMPARATIVO	NACIONALES	EXTRANJERAS
1.- Promedio de espacios en agua por Marina	79 en Cancun	727 Global
2.- Rango de Estoras	1 Mujeres 32 No pieres (Canales de 50 pieres)	Texas 25+43 Florida 16, 25
3.- % Residentes/Visitantes	80% Residentes	85% Texas 61% Florida
4.- Rango comun de Cuenta espacia en agua/pie lineal/mora	1.7 \$0 dolares (residentes) 6-18 dolares (visitantes)	10-20 dolares Bahamas 4-25 dolares Florida
5.- % marinas con (H)ampa (E)stacionamiento, (M) taca	20% H 21% E, 10% M	52% H 92% E, 30% M
6.- % marinas con instalaciones en muelles (A)gua, (L)uz, (T)elefono, (C) visión	100% A 100% L 55% T, 55% C	100% A 100% L 75% T, 40% C
7.- % marinas con Radio que opera las 24hrs del dia	75% si 25% no	55% si 45% no
8.- % marinas con (R)egadera, (S)anitarios, (A)lmacen, (L)avanderia	61% R 98% S 53% A, 10% L	100% R 100% S 100% A, 100% L
9.- % marinas con (D)iseño, (C)asillito, (DE)vehos (aceto)	70% D, 65% C 70% D, 50% C, 10% E	100% D, 100% C 100% D, 100% C, 10% E
10.- % marinas con ayuda a navegación (E)litrado, (L)uces de situacion, (B)ayas	67% E 20% L 63% B	87% E 100% L 67% B
11.- % marinas con (A)cceso controlado, (V)igilancia	15% A, 75% V 20% ambas	85% A, 85% V 85% ambas
12.- % marinas con servicio de Rescate	25% si 75% no	55% si 45% no
13.- Calidad del Agua (L)impio, (A)ceptable, (C)ontaminada	100% L 67% A, 100% C	70% L 10% A, 100% C
14.- Intensidad de la promoción de la marina (A)la, (M)ejido, (D)iseño	10% A 85% M 70% D	10% A 85% M 81% D
15.- Atractiva turistica cercana a la marina	67% si 33% no	33% si 67% no
16.- Existencia de eventos como regatas, ferias, etc.	33% si 67% no	33% si 67% no

Fuente: FONATUR Y U. S. Coast Guard.

PROYECCIONES DE LA DEMANDA

Factores que Afectan el Desarrollo de la Demanda por Parte de Embarcaciones

Mexicanas

En primer lugar la restricción histórica al crecimiento del mercado náutico. La ausencia de difusión del deporte náutico en la región, manifestada por el escaso desarrollo de instituciones de fomento y promoción, tales como las escuelas y academias, clubes especializados, y eventos, factor clave que debe tomarse muy en cuenta.

Se agregan las limitaciones de disponibilidad de barcos nacionales de tamaño mediano y grande, también influyen las grandes distancias, que es una variable mucho más restrictiva para el desarrollo del mercado, que factores económicos como el precio del barco y espacios o niveles de ingresos que median entre los principales centros urbanos del país que concentran gran parte de la demanda potencial por un lado, y por el otro los litorales donde se sitúa la oferta.

Para proyectar la demanda nacional, es necesario considerar que en la ciudad de Cancún existe la fuerte competencia que representan las instalaciones de atraque en el segmento de embarcaciones de uso comercial, se explica por los diferentes precios de amarre entre una y otra instalación.

El desarrollo de Cancún náutico, espera cubrir la demanda de espacios que se estima habrá en el futuro. El incremento de turistas extranjeros que se tiene previsto y de los cuales un segmento importante es aficionado a actividades acuático-recreativas. De igual manera, se espera captar el mercado potencial de residentes extranjeros y nacionales, dado que se contempla como oferta inmobiliaria lotes residenciales con frente de agua.

Factores que Afectan el Desarrollo de la Demanda por Parte de Embarcaciones Extranjeras.

Los factores que más influyen sobre la afluencia de Barcos Norteamericanos son :

- A).- *La Economía Norteamericana.*
- B).- *El Número y los Tipos de Embarcaciones de Placer, así como la Distancia.*
- C).- *Oferta Actual y Futuro de Mannas en los Lugares de Origen.*
- D).- *Las Instalaciones e Infraestructura Náuticas Nacionales.*
- E).- *El Miedo y el Desconocimiento*
- F).- *El Interés que Estimulan los Atractivos Mexicanos.*

Se debe tomar en cuenta que el extranjero está acostumbrado a excelente señalización servicios de rescate, radio, lorán, luces, boyas, seguridad y servicio de primera clase, siendo que las mannas no tienen apoyos a la navegación, de gasolina y agua, además mal servicio en general en las marinas, inhibe a muchos visitantes potenciales que buscan un reto pero no están dispuestos a

tomar riesgos. Hay gran número de dueños de embarcaciones entre 26' y 39' de eslora que desean venir pero no se arriesgan por la falta de servicios e instalaciones

El Estado de la Florida, podría ser un estado potencial que no tomaría en cuenta tanto los elementos anteriores, ya que tiene un gran número de embarcaciones capaces de hacer la travesía. Su población es bastante cosmopolita y su economía está creciendo. Sin embargo existen muchas otras opciones en Florida a 1-4 hrs., como Barbados, donde se habla inglés, y el Caribe; mientras tanto, México está a 30 hrs. de travesía en mar abierto en aguas internacionales sin patrullaje. Todo esto convierte a México en un destino difícil para embarcaciones particulares provenientes de la Florida.

PROYECCIONES DE LA DEMANDA INERCIAL E INDUCIDA

Se espera que la demanda entre 1996 y el año 2000 de espacios/día aumente un 95%. Mientras que la demanda inducida que consiste en la promoción, mejoría de instalaciones, reducción de trámites, etc. sea del 100%. *Tabla 20.*

TABLA 20 PROYECCION CRECIMIENTO INERCIAL E INDUCIDO - 2000						
ESPACIOS/DIA						
REGION (Inercial)	MEXICANOS	MEXICANOS	EXTRANJEROS	EXTRANJEROS	EXTRANJEROS	TOTAL
CARIBE	Comercial	Recreo	Residentes	Mar	Tierra	
	40 250	69 827	29 200	24 095	--	163 372
REGION (Inducida)	MEXICANOS	MEXICANOS	EXTRANJEROS	EXTRANJEROS	EXTRANJEROS	TOTAL
CARIBE	Comercial	Recreo	Residentes	Mar	Tierra	
	62 230	117 591	54 469	34 209	--	268 499

Fuente: EONATUR

DERRAMA ECONÓMICA

La derrama económica directa actual del turismo náutico en marinas nacionales se estima en \$37.5 millones de dólares anuales provenientes de 29 000 turistas. Esta derrama sumaría \$142.7 millones de dólares anuales si los 69 000 turistas estimados hagan su motivo de viaje la pesca y el buceo. Para el Caribe la derrama es actualmente de \$52 916 000 de dólares. *Tabla 21.*

TABLA 21 DERRAMA ECONOMICA ANUAL-TURISMO NAUTICO						
(En U.S. \$ mil)						
Tipo de Barco	No. de Barcos	Pasajeros/Barco	Total Turistas	Estadia Media/Dias	Gasto/Dia	Derrama Economica
Canche						
Total Turismo Nautico	500		1.600			\$ 5.663.000
- Turismo Nautico Enfocado						
Buceo			24.000	5	150	\$ 18.000.000
Buceo/Paseo	1.781	2	585.086		50	\$ 29.253.000
Pesca						
Total Turismo Nautico Enfocado						
Enfocado			24.000			\$ 18.000.000
Gran Total	500		25.600			\$ 52.916.000

Fuente: FONATUR

Finalmente para tener un mayor crecimiento de la demanda nacional y de una afición náutica en la región en estudio, es necesario apoyarse de forma complementaria con un programa de estímulos en cinco áreas principales:

- Legal
- Infraestructura
- Promoción y Difusión
- Interinstitucional
- Estudios

Esto hará que haya un crecimiento y rapidez de respuesta en la apertura de nuevas marinas u otro tipo de instalación náutica que tiende a estimular la demanda.

CAPITULO	PÁGINA
1.- ANTECEDENTES	1
2.- OLEAJE NORMAL	34
3.- REFRACCIÓN IDEALIZADA	59
4.- MAREAS	72
5.- SISTEMAS ATMOSFÉRICOS	82

SECCIÓN	PÁGINA
2.- OLEAJE NORMAL	
2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL OLEAJE.	35
2.2. ELEMENTOS DE GENERACIÓN DEL OLEAJE.	37
2.3. TEORÍA DE ESTUDIO DEL OLEAJE.	39
2.4. DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA DEL OLEAJE.	42
2.5. FUENTES DE INFORMACIÓN DEL OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS.	43
2.5.1 RÉGIMEN DE OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS	43
2.5.1.1 Oceanographic Atlas of the North Atlantic Ocean (Sea and Swell)	44
2.5.1.2 Ocean Wave Statics	50
2.5.1.3 Summary of Synoptic Meteorological Observations (S. S. M. O.)	55
2.5.1.4 Resumen	57

2.1. DESCRIPCIÓN GENÉRICA DEL OLAJE

Si se para una persona en la playa y observa el mar, se podrá ver que arriban a ella olas de diversos periodos y alturas; horas despues, en la misma playa, el observador notara que la línea de costa ha retrocedido o avanzado, con respecto a la primera posición vista, debiendose ello al efecto de la variacion del nivel del mar inducida por las mareas, mismas que tienen un relativo largo periodo y no son perceptibles en pequeños lapsos de observación. Las olas, por, el contrario, no han variado prácticamente en nada y pueden distinguirse con tan sólo unos instantes de observarias; ello es debido a que son de "corto periodo"

Con la finalidad de describir el oleaje, se ha idealizado la siguiente onda.

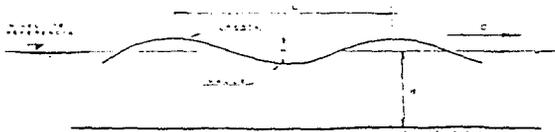


Fig. 1 ONDA DE OLAJE IDEALIZADA

La altura de ola H se define como la distancia vertical entre la cresta y el valle o seno de una ola determinada, por su parte la longitud L es la distancia horizontal medida entre dos crestas o valles consecutivos. Otra característica importante de la onda de oleaje está dada por su periodo T , el cual se define como el tiempo que tarda en pasar por un punto fijo dos crestas o dos valles consecutivos, la celeridad C de la onda, es la velocidad con la cual se desplaza la ola es decir, $C = L/T$.

Para definir las características del perfil de una ola, se utiliza la llamada relación de esbeltez y es H/L , por su parte la frecuencia del oleaje queda determinada por el inverso del periodo: $W = 1/T$.

En el oceano las ondas son de una amplia gama de periodos; en la figura 2 se presenta un diagrama en donde aparecen los principales tipos de ondas en el oceano en relación a su periodo y los agentes que los producen. Aparecen en la figura, tambien, las energías correlativas a cada tipo de onda, la cual es proporcional a $H \times H$.

Se observa en la figura 2 que la onda de capilaridad es la que tiene el periodo mas corto siendo este menor de 0.07 seg. con longitud menor de 1.7 cm y altura maxima entre 1 y 2 mm, la fuerza principal en este tipo de ondas es la tensión superficial. En todas las demas ondas la principal fuerza de restablecer es la gravedad, denominandose en general "ondas de gravedad".

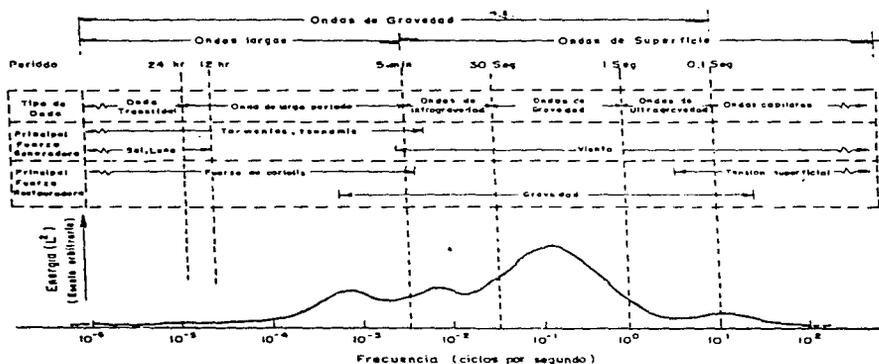


Fig. 2. CLASIFICACION DE LAS ONDAS

También se observa que la onda que tiene una mayor concentración de energía es el oleaje producido por el viento, el cual tiene períodos máximos de alrededor de 20 seg habiéndose registrado alturas máximas del orden de 30 m.

Las ondas de largo período se asocian a los tsunamis, generados por temblores ocurridos en el océano o por la erupción de algún volcán submarino (período de algunos minutos hasta cerca de una hora); onda o marea de tormenta, generada por este tipo de perturbaciones meteorológicas, y la onda de marea astronómica con períodos de hasta más de 12 horas.

2. 2. ELEMENTOS DE GENERACIÓN DEL OLAJE

Considerese una superficie líquida en reposo, sobre la cual en un instante dado empieza a soplar un viento de régimen turbulento con velocidad media u'' . Debido a que el régimen es turbulento, la velocidad u'' (Z) sobre una vertical varará en módulo y dirección, originando sobre la velocidad media velocidades de fluctuación (u', v', w'), que son aleatorias y cuyo promedio a lo largo del tiempo es cero

Las velocidades de fluctuación darán origen sobre la superficie líquida a fluctuaciones de tensión (presión y esfuerzo cortante), que provocarán ondas circulares que se propagan radialmente desde el punto de generación. Los remolinos de turbulencia serán transportados por el viento medio u'' , correspondiente a una altura (Z) dentro de la capa límite, dependiendo su tamaño de esta altura. Como consecuencia, la distribución de velocidades de fluctuación y, por lo tanto la de fluctuaciones de tensión, comprenderá una amplia gama de frecuencias ($W= 6.2832/T$) y de número de ondas ($\lambda = 6.2832/L$).

Siendo los remolinos de turbulencia transportados por el viento medio u'' (Z), siempre que esta coincida con la celeridad de la onda al igual que en los periodos, se producirá una resonancia y como consecuencia la energía de la onda crecerá

A la zona donde está actuando el viento se le denomina FETCH (fig. 3); si se considera el fetch dividido en una serie de celdas, en cada una de las cuales actúa el viento, se generarán ondas elementales cuya altura, frecuencia, fase, y dirección, serán aleatorias e independientes y cuya interferencia dará lugar a una disposición caótica de la superficie líquida, conocida como "mar de viento" u "oleaje local" o bien empleando la palabra inglesa universalmente aceptada "Sea"

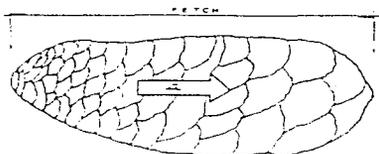


Fig. 3 ZONA DE GENERACION OLAJE LOCAL.

Para este estado del mar la superficie líquida es sumamente complicada, formada por una serie de protuberancias que nacen y desaparecen continuamente. Los registros de niveles del mar muestran la mas variada gama de periodos y amplitudes, sucediendose sin orden aparente olas grandes y pequeñas (fig. 4)

La disposición descrita se simplifica al aumentar la "edad" del oleaje y fundamentalmente al abandonar éste su zona de generación. Esto se debe a dos fenómenos denominados "soldadura" y "filtrado" de las ondas componentes. Las observaciones en la naturaleza y en experimentos de laboratorio, demuestran que las ondas de periodos cercanos se sueldan en largas crestas de onda, cuya longitud depende del ángulo $(O_i - O_j)$ de incidencia de las ondas i, j .

Este fenómeno de soldadura va simplificado paulatinamente al oleaje local, tendiendo a concentrar la energía en bandas. Por tal motivo los espectros de energía del oleaje de cierta edad presentan siempre concentraciones de energía para ciertos periodos (fig.4). Las ondas de mayor periodo concentrada su energía por el fenómeno de soldadura sobre una banda muy estrecha de ellos, se adelantan al grueso del temporal. Por el contrario las ondas de corto periodo se retrasan cada vez más del temporal.



Fig. 4.1. ESPECTROS DE ENERGÍA DE OLAJE LOCAL Y DISTANTE (HARRIS)

El grueso del oleaje, simplificado por los fenómenos de soldadura y filtrado, recibe el nombre de "oleaje de fondo" u "oleaje distante" y en inglés "Swell". Se presenta normalmente en grupos de olas, constituidos por algunas olas (de dos a cuatro) de gran altura relativa, seguidas de otras más pequeñas. El periodo de estas olas es variable de acuerdo a la longitud del fetch, la velocidad del viento y su duración o persistencia. Por lo que el oleaje distante o Swell se hace muy acusado sobre las plataformas costeras especialmente en profundidades reducidas en donde el efecto de refracción obliga a las ondas al mecanismo de soldadura.

A pesar de su mayor simplicidad, tampoco el oleaje distante se puede describir por su función analítica, ya que la nitidez de los grupos no implica que al cabo de un tiempo se reproduzca otro igual.

2.3. TEORÍA DE ESTUDIO DEL OLEAJE

Desarrollada por Airy en 1845, la teoría más clásica se denomina "Teoría Lineal de Pequeña Amplitud", siendo su importancia notable debido a que se ajusta bastante bien al comportamiento real de las olas cuando se encuentra en profundidades infinitas, siendo además de fácil aplicación.

En 1802 Gerstner desarrolló la "Teoría Trocoidal" que fue la primera en considerar ondas de amplitud finita; para describir el perfil de la onda se considera adecuada, dejando mucho que desear en cuanto al movimiento orbital de las partículas. Por su parte Stokes en 1880 estableció una teoría, también de amplitud finita, la cual en sus aproximaciones de 3º y 4º orden describe adecuadamente el oleaje en mar profundo.

Todas las teorías mencionadas no presentan validez cuando se trata de profundidades reducidas ya que no consideran la influencia del fondo del océano sobre el perfil de las ondas. La teoría de Korteweg o cnoidal define el funcionamiento ondulatorio en profundidades someras, aunque su principal obstáculo lo representa la dificultad práctica para su aplicación. Tabla .1 del Anexo 2

La teoría cnoidal tiene su límite de aplicación cuando se acerca la rotura del oleaje, en cuyo caso la teoría de la onda solitaria ofrece una buena aproximación y su manejo es relativamente sencillo.

En función del movimiento de las partículas líquidas las teorías se pueden agrupar en tres grupos (fig 2A):

- a) - Oscilatorias: la partícula líquida describe órbitas cerradas, p.e. trocoidal.
- b) - Cuasi - oscilatorias: órbitas no cerradas con ligero movimiento neto en algún sentido o con pequeños desplazamientos de masa, p.e. teoría cnoidal.
- c) - Traslación: si el movimiento orbital es una traslación con transporte de masa; fenómeno típico de una ola en rotura, p.e. teoría de la onda solitaria.



OSCILATORIA



CUASI - OSCILATORIA



DE TRASLACION

FIG. 2A MOVIMIENTO DE LAS PARTICULAS LIQUIDAS

Las teorías también pueden caracterizarse en base a los perfiles que describen las ondas en cada una de ellas fig 2B.

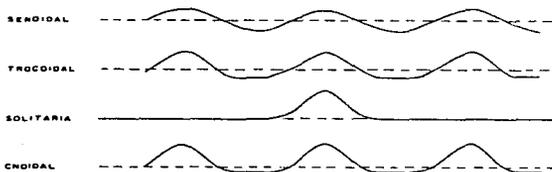


fig 2B DIVERSOS PERFILES DE TIPOS DE ONDA

La Teoría de Airy es la que mayor aplicación tiene en los casos prácticos. Las hipótesis son:

- El fluido es homogéneo e incompresible, por lo tanto la densidad ρ es constante.
- Se desprecia la tensión superficial, $k = 0$.
- Se desprecia el efecto de Coriolis, $F_c = 0$.
- La presión en la superficie libre es uniforme y constante, $P_0 = 0$.
- El fluido es ideal, es decir se desprecia la viscosidad, $\nu = 0$.
- La onda considerada no está relacionada con ningún otro tipo de movimiento del agua.
- El fondo es horizontal, fijo e impermeable, la velocidad vertical en el fondo vale cero, $w_d = 0$.
- La amplitud de la onda es pequeña en relación a la profundidad y su forma invariable en el tiempo y espacio, $H \ll d$, $H = \text{cte}$.
- Las olas son bidimensionales, x, z .

En las figuras 2C y 2D se presentan las diversas variables utilizadas para describir las características de una onda.

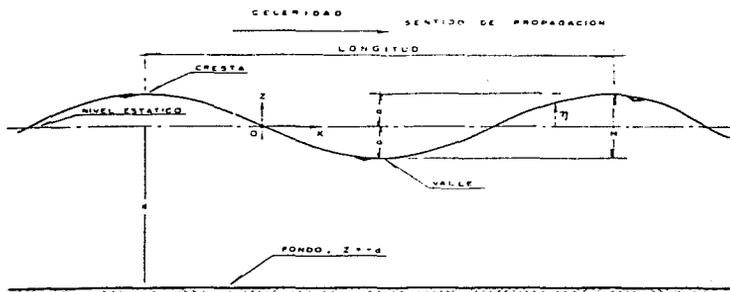


Fig. 2C. ONDA SINOIDAL PROGRESIVA (SHORE PROTECTION)

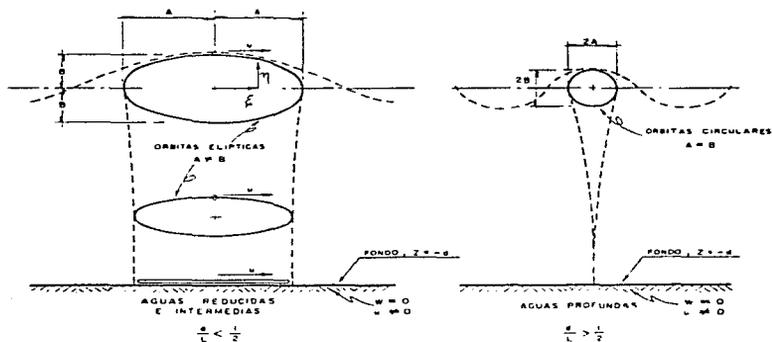


Fig. 2D. DESPLAZAMIENTOS DE LAS PARTICULAS DE AGUA, AGUAS PROFUNDAS E INTERMEDIAS Y MUYAS (SHORE PROTECTION)

2.4. DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA DEL OLEAJE

Ya fue mencionado que las olas de un determinado grupo o de un "tren de olas", varía entre ellas; por lo tanto, es necesario hacer uso de procesos estadístico para definir las alturas así como los periodos del oleaje que lo caractericen. Algunos de estos son: distribución estadística de las alturas de olas (distribución de Rayleigh), distribución estadística de los periodos de ola, y descripción espectral del oleaje. Para tal efecto en la actualidad se utiliza el método denominado como "cruce por cruce".

Este método toma en cuenta el momento en que el perfil superficial de la ola cruza el cero imaginario del agua en reposo por donde se desplaza en una cierta dirección. De esta forma se define a la altura de ola como la distancia vertical entre el máximo y el mínimo nivel adyacente al punto de cruce por cero, quedando en forma semejante definido el periodo (fig 5).

A continuación se mencionan las diversas magnitudes empleadas regularmente en la "geometría estadística del oleaje".

H_j y T_j	altura y periodo de la ola
$H_{\max N}$ y $T_{\max N}$	altura y periodos máximos de la ola, para conjunto de N olas
$H_{1/3}$ y $T_{1/3}$	alturas y periodo un tercio o significantes los cuales corresponden al promedio del tercio de los valores más altos de un tren de olas dado
$H_{1/10}$ y $T_{1/10}$	alturas y periodo un decimo, que corresponde al promedio de un decimo de los valores más altos de un tren de olas dado
\bar{H} y \bar{T}	altura y periodo medios de un tren de olas dado
H_m	altura media cuadrática.
$H_m = ((\sum_{1 \text{ hasta } N} (H^2)) / N)^{1/2}$	

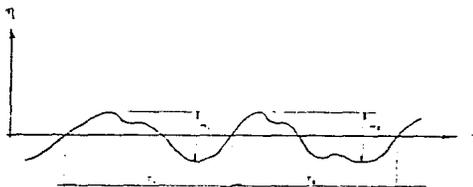


Fig. 5. DEFINICIONES DE ALTURAS Y PERIODOS (Ito y Kawata)

2.5. FUENTES DE INFORMACIÓN DEL OLEAJE ESTADÍSTICO

Como la manera mas confiable que existe para conocer las características del oleaje para un sitio determinado, sería el realizar mediciones directas durante un lapso que se recomienda no sea de más de 1 año, para lo cual en la actualidad existen diferentes aparatos que permiten llevarlo a cabo.

De esta forma podrían conocerse todas las variables que definirían al oleaje en el sitio en cuestión. La medición directa casi nunca es posible realizarla, bien sea por motivos de orden económico o por la necesidad de contar con datos rápidamente, por lo que es común hacer uso de fuentes de información que definen las variables de oleaje en cuanto a periodo y altura. A continuación se presentan dos de ellas, aplicadas a este proyecto

2.5.1. RÉGIMEN DE OLEAJE EN AGUAS PROFUNDAS

Con el objeto de deducir las características de alturas, periodos, direcciones y frecuencias de oleaje normales (los no generados por una perturbación metereológica como un ciclón o huracán) que pudieran incidir sobre el sitio donde se ubica la zona de estudio, se llevó a cabo el análisis de tres fuentes de información estadística, mismos que son:

- 1). - *Oceanographic Atlas of the North Atlantic Ocean*, Pub No 700, 1967
- 2). - *Ocean Waves Statics*, 1967.
- 3). - *Summary of Synoptic Meteorological Observations S S M O*, 1974

Durante el desarrollo de los análisis los rangos de valores de alturas y periodos del oleaje, así como los regimenes empleados, corresponden a la forma específica que cada fuente de información en particular presenta sus datos. En forma general los análisis se encauzarán a definir los siguientes aspectos:

- a) Periodos - Alturas . - Distribución frecuencial del oleaje por rangos de periodo en relación a rangos de alturas, para el régimen anual y todas las direcciones
- b) Tiempos de Acción . - Tiempos de ocurrencia en horas, para el régimen anual, para cada una de las ocho direcciones consideradas
- c) Alturas de Ola por Direccion . - Distribución frecuencial del oleaje por rangos de altura en relación a ocho direcciones de incidencia; régimen anual y estacionales.

A continuación se detallan los aspectos mas relevantes que se desprenden de los análisis de cada una de las fuentes de información citadas, así como una breve explicación de la obtención de estas.

2.5.1.1. Oceanographic Atlas of the North Atlantic Ocean, (Sea and Swell)

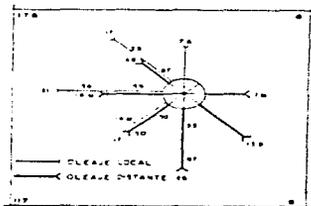
En este caso la información se refiere a las publicaciones denominadas "Atlas of sea and swell charts" tanto del Northeastern Pacific Ocean", como del "North Atlantic Ocean", ambas editadas por la U.S. Navy Oceanographic Office, Washington, D.C., mismas que fueron procesadas por el Departamento de Estudios y Laboratorios, dirección General de Obras Marítimas, Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

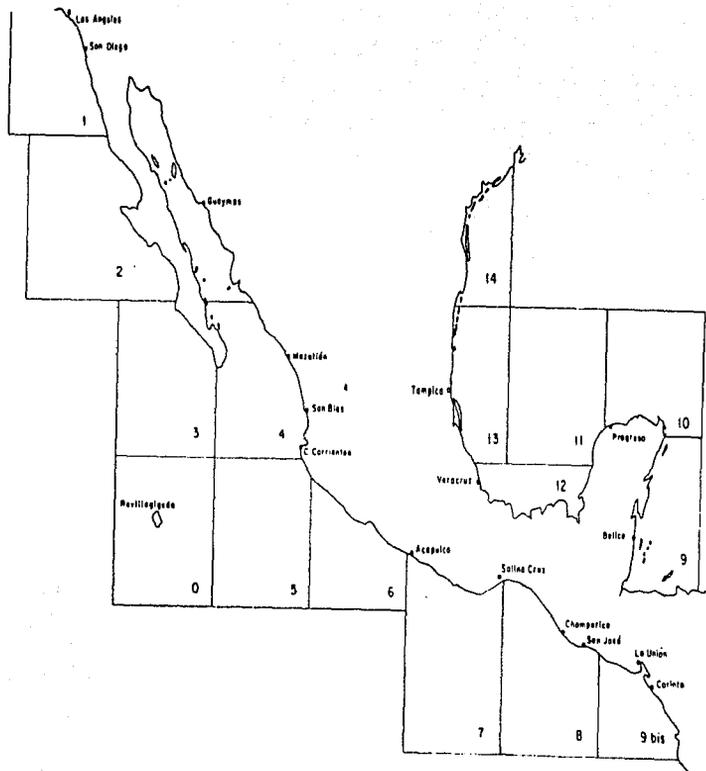
Esta fuente presenta los datos, que obedecen a observaciones visuales del estado del mar, realizadas desde embarcaciones durante un periodo de diez años. Para su presentación el oleaje se agrupa en dos tipos, dando la siguiente definición para cada uno de ellos:

Oleaje Local (Sea) - Olas generadas por vientos locales, mismas que son generalmente de periodos cortos, superficie irregular rapidamente cambiante que se desplaza en la misma dirección que el viento generado

Oleaje Distante (Swell) - - Olas que han avanzado más allá de la influencia de los vientos generadores. Son más largas en periodos de crestas redondeadas más uniformes, de mayor altura y su dirección es independiente de la dirección del viento. Los datos de oleaje se presentan agrupando las observaciones realizadas en un área o zona determinada. Para el caso de la República Mexicana corresponden 16 zonas de las que 10 son para el Pacífico, 6 para el Golfo de México y Mar Caribe (fig 6)

Cada rosa de oleaje (fig 7), es una representación gráfica de la frecuencia mensual resultante de la acumulación de datos durante el periodo de observación.





Tanto el oleaje local como el distante, se dividen en 3 rangos de altura de ola, las cuales aparecen en la tabla 2

Tabla . 2 RANGOS DE ALTURA LOCAL Y DISTANTE

Tipo de Oleaje	RANGO (m)		
	Bajo	Medio	Alto
LOCAL	0.30 - 0.90	0.90 - 2.40	> 2.40
DISTANTE	0.30 - 1.82	1.82 - 3.65	> 3.65

Nota.- En ambos tipos de oleaje se consideran calma a las alturas menores de 0.30 m

a) Número total de observaciones del oleaje local para todos los rangos y direcciones aparecen en la parte superior izquierda (17B); el porcentaje de calmas con respecto al total de observaciones aparecen en la parte superior derecha (8).

b) Número total de observaciones del oleaje distante para todos los rangos y direcciones aparece en la parte inferior izquierda (117), el porcentaje de calmas con respecto al total de observaciones aparece en la parte inferior derecha (8).

c) Oleaje local se representa por las líneas más delgadas, sobre las cuales se anotan los porcentajes de observación de cada rango de altura de ola en la dirección respectiva, en relación al porcentaje total de la dirección que aparece en el extremo de la línea. Los porcentajes de los rangos se dan de bajo a medio en el sentido del centro de la rosa hacia el exterior, siendo el porcentaje del rango alto el complemento al 100% de la sumatoria de los otros dos.

d) En forma semejante aparecen los porcentajes por dirección y por rango para el oleaje distante, pero las líneas correspondientes a este tipo dentro de la rosa son las más gruesas.

e) Cuando el porcentaje total de observaciones por dirección es inferior al 15% pero mayor que el 6%, este se indica para un solo rango, acompañándose por la letra B, M o A, significando respectivamente la presencia exclusiva de oleaje bajo, medio o alto. Los porcentajes totales por dirección iguales o inferiores a 6% no son anotados en la rosa de oleaje.

Dado que, como se menciona, los datos se presentan mensualmente, para obtener la altura de la ola significativa para un trimestre o estación, se hará el promedio pesado de los tres meses considerados, tomando sus tiempos de acción como peso para cada uno de ellos. Lo mismo puede hacerse si se desea obtener la ola significativa anual.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en la zona de punta Nizuc, presentados en tablas y gráficas en el Anexo 2.

a) Periodos - Alturas . - La tabla No. 2.1 del Anexo 2 presenta los porcentajes de ocurrencia de los diferentes rangos de periodos y alturas del oleaje, considerando el régimen anual, para todas las direcciones y el total del oleaje observado (local y distante). Los periodos más frecuentes son: 1) < 5 seg (48.31%), 2) 6 - 7 seg (27.52%), 3) 8 - 9 seg (8.71%), 4) 10 - 11 seg (2.99%) y 5) > 11 seg (3.47%); las calmas y oleajes indeterminados tienen un 9%. En cuanto a distribución frecuencial de las alturas, se tiene: 1) < 0.9 m (33.45%), 2) 0.90 - 1.50 m (32.08%), 3) 1.50 - 2.40 m (19.72%), 4) 2.40 - 3.60 m (5.64%) y 5) > 3.60 m (0.11%).

En todos los rangos de altura las mayores frecuencias se asocian con periodos de < 5 seg seguidos por los del rango de 6 a 7 seg.

b) Tiempo de Acción . - Los tiempos de acción para régimen anual y para cada dirección de incidencia, aparecen en las tablas No. 2.3 y 2.4 del Anexo 2, para el oleaje local y distante respectivamente, los cuales se elaboraron tomando en cuenta los porcentajes de ponderación que se muestran en la tabla No. 2.2 del Anexo 2, la que a su vez se realizó en base al número de observaciones que a cada tipo de oleaje le corresponde.

De las tablas se desprende que el oleaje local actúa durante 5164.90 horas al año (58.96%) de las que 180.77 h/año corresponden a las denominadas calmas ($H < 0.30$ m), es decir, el tiempo real de acciones de 4984.13 h/año (56.89%). La distribución de los tiempos de acción por dirección es: 1) Este (1648.64 h/año), 2) Noreste (1384.19 h/año), 3) Sureste (825.35 h/año), 4) Norte (545.93 h/año), 5) Noroeste (200.91 h/año), 6) Sur (200.40 h/año), 7) Suroeste (90.39 h/año), 8) Oeste (88.32 h/año). A su vez, el 88% del tiempo real de acción corresponde a alturas de ola no mayores de 1.50 m.

Referente al oleaje distante, éste actúa 3595.10 h/año (41.04%), de las cuales 2687.70 h/año (30.68%) corresponden al oleaje real y el complemento de 907.4 h/año (10.36%) son observaciones denominadas "no distante" y por lo tanto no atribuibles a las reales, este tiempo real, tomando en cuenta las direcciones se distribuyen en: 1) Este (925.02 h/año), 2) Noreste (664.73 h/año), 3) Sureste (521.29 h/año), 4) Norte (274.67 h/año), 5) Noroeste (124.39 h/año), 6) Sur (111.09 h/año), 7) Suroeste (38.47 h/año), 8) Oeste (28.04 h/año). A su vez del tiempo real el 61.20% pertenece al rango de alturas de 0.30 a 1.00 m y el 34.65% al de 1.00 a 3.60 m.

c) Alturas de Ola por Dirección . - Se calcularon también los porcentajes medios de ocurrencia de los oleajes tomando en cuenta rangos de altura y dirección de incidencia. De esta forma se dedujeron los regímenes anual, estacional, y mensuales, para los dos tipos de oleaje que esta fuente maneja: Local y Distante.

Oleaje Local . - Los datos de la distribución frecuencial, se presentan en las tablas No. 2.5 y figura 2.1 del Anexo 2. Las tablas 2.6 a la 2.21 y figuras No. 2.2 a la 2.17 no se presentan en el Anexo 2, por lo que si se necesitan se deberán consultar en la fuente de información. En las tablas aparecen los valores numéricos de los porcentajes de ocurrencia por rangos de altura de ola y por dirección y las figuras los muestran gráficamente. Resumiendo la información, los regímenes establecidos son:

REGIMEN	ALTURAS MAS FRECUENTES	PORCENTAJE	DIRECCIONES MAS FRECUENTES	PORCENTAJE
ANUAL (calmas : 3.50%)	< 0.90 m	(59.60%)	E	(21.92%)
	0.90-1.50 m	(25.95%)	NE	(26.80%)
	1.50-2.40 m	(9.24%)	SE	(15.98%)
	2.40-3.60 m	(1.75%)	N	(10.57%)
	> 3.60 m	(0.50%)	NW	(3.89%)
			S	(3.88%)
INVIERNO (calmas : 2.33%)	< 0.90 m	(50.71%)	E	(27.87%)
	0.90-1.50 m	(29.63%)	NE	(24.04%)
	1.50-2.40 m	(13.31%)	SE	(16.51%)
	2.40-3.60 m	(3.23%)	N	(13.31%)
	> 3.60 m	(0.68%)	NW	(7.31%)
			S	(3.99%)
PRIMAVERA (calmas : 2.70%)	< 0.90 m	(55.87%)	E	(34.23%)
	0.90-1.50 m	(29.23%)	NE	(22.61%)
	1.50-2.40 m	(10.24%)	SE	(22.23%)
	2.40-3.60 m	(1.64%)	N	(7.96%)
	> 3.60 m	(0.32%)	NW	(4.31%)
			S	(3.30%)
VERANO (calmas : 5.71%)	< 0.90 m	(72.81%)	E	(39.22%)
	0.90-1.50 m	(17.88%)	NE	(23.70%)
	1.50-2.40 m	(3.28%)	SE	(17.62%)
	2.40-3.60 m	(0.32%)	N	(4.30%)
	> 3.60 m	(0.00%)	NW	(4.31%)
			S	(2.02%)
OTOÑO (calmas : 3.02%)	< 0.90 m	(55.22%)	E	(33.49%)
	0.90-1.50 m	(27.93%)	NE	(28.91%)
	1.50-2.40 m	(10.87%)	SE	(14.52%)
	2.40-3.60 m	(1.90%)	N	(10.23%)
	> 3.60 m	(1.09%)	NW	(3.64%)
			S	(2.86%)

Las estaciones se formaron de la manera siguiente: Invierno (Diciembre, Enero, Febrero), Primavera (Marzo, Abril, Mayo), Verano (Junio, Julio, Agosto), Otoño (Septiembre, Octubre y Noviembre).

Este arreglo para la formación de los regimenes estacionales se mantendrá para las dos fuentes de información restantes.

Oleaje Distante - En este caso, la información concerniente a la distribución de frecuencias aparece en la tabla No 2.22 y la figura 2.18 de este Anexo 2. Las tablas 2.23 a la 2.38 y figuras 2.19 a la 2.34 como en el caso anterior se deberá consultar la fuente, resumiendo los regimenes son:

REGIMEN	ALTURAS MAS FRECUENTES	PORCENTAJE	DIRECCIONES MAS FRECUENTES	PORCENTAJE
ANUAL no distante (3.50%)	0.30-1.80 m 1.80-3.30 m 3.30 m	(45.85%) (25.80%) (10.50%)	E NE SE E NW S	(25.81%) (18.45%) (14.50%) (7.54%) (3.39%) (3.10%)
INVIERNO no distante (18.69%)	0.30-1.80 m 1.80-3.30 m 3.30 m	(44.09%) (32.92%) (4.30%)	E NE SE N NW S	(22.71%) (20.07%) (14.32%) (10.94%) (7.61%) (2.60%)
PRIMAVERA no distante (33.44%)	0.30-1.80 m 1.80-3.30 m 3.30 m	(44.00%) (29.22%) (3.28%)	E NE SE N NW S	(28.02%) (18.29%) (15.70%) (6.11%) (4.32%) (2.81%)
VERANO no distante (33.23%)	0.30-1.80 m 1.80-3.30 m 3.30 m	(50.58%) (35.19%) (11.00%)	E NE SE N NW S	(30.49%) (19.01%) (10.97%) (3.30%) (1.00%) (1.00%)
OTOÑO no distante (23.80%)	0.30-1.80 m 1.80-3.30 m 3.30 m	(43.68%) (28.50%) (4.02%)	E N SE NW	(25.86%) (24.13%) (10.60%) (9.00%) (3.24%)

Para el estudio de ciertas estructuras de los puertos sujetas a la acción del oleaje, muchas veces es necesario conocer las alturas de ola en relación a un período de retorno determinado. Lo que hace necesario extrapolar los datos estadísticos con que se cuenta y asociarlos con una función de probabilidad. Uno de los métodos conocidos para tal efecto es el de M. Larras, cuya expresión es:

$$H_n = A \log P$$

en donde:

H_n - es la altura de ola esperada (m), para un período de retorno de "n" años

A - es una constante (pendiente de la recta de regresión)

P - es la probabilidad de ocurrencia (%), igual a $1/N_0$ de años, expresados en días

En la aplicación del método, se necesita graficar en papel semilogarítmico los valores de las frecuencias acumuladas de las alturas de ola, y obtener la recta de regresión correspondiente y por la extrapolación logarítmica se encuentran las alturas de ola para diferentes probabilidades

P anual = 1/365

P decenal = 1/365 x 10

P centenal = 1/365 x 100

Con objeto de poder extrapolar los valores de las frecuencias de presentación para cualquier valor y altura de ola, se cuenta con las gráficas semilogarítmicas en función de la altura de ola (H) en metros y la probabilidad $p(H)$ en % representada ésta última por las frecuencias acumuladas de presentación. A los pares de valores se les aplicó una recta de regresión, la cual permite cualquier extrapolación. Cabe señalar que las frecuencias empleadas para las gráficas son frecuencias reales de presentación, es decir deduciendo las calmas, calculadas tomando en cuenta los porcentajes de ponderación utilizados para los tiempos de presentación (tabla 2.2 Anexo 2)

Este procedimiento se efectuó para los regímenes ya mencionados y para cuatro direcciones de presentación NE, E, SE, y S. La selección de estas cuatro direcciones tomó en cuenta la ubicación geográfica del sitio de estudio, esto es, no obstante otras direcciones presentan mayores frecuencias de presentación que las elejidas, su incidencia al sitio físicamente no es posible. Las rectas de regresión se presentan en la gráfica No. 2.1 del Anexo 2. Para la consulta de las gráficas 2.2 a la 2.5 se deberá consultar la fuente.

2.5.1.2. Ocean Wave Statics.

Esta fuente de información fue editada en 1967 por el Laboratorio Nacional de Física Ministerio de Tecnología de la Gran Bretaña y contiene los datos estadísticos del oleaje, estimados visualmente por barcos voluntarios que navegaron en las rutas establecidas en todo el mundo durante los años de 1953 a 1961. Los datos reportados por los observadores son: dirección, periodo y altura de ola, no haciéndose ningún tipo de distinción entre el oleaje local (SEA) y el distante (SWELL). De acuerdo a la captación de datos que realizaron, la información se presenta agrupada en diferentes zonas, tal y como se muestra en la (fig 8).

La forma de representación de los datos para cada zona es la siguiente (ver fig 9).

- a) .- Régimen : Anual (all seasons), Invierno (december - february), Primavera (march - may), Verano (june - august) y Otoño (september - november).
- b) .- Dirección : Azimut con variaciones de 10 grados y datos agrupados en sectores de 30 grados (p.e. 020 grad - 030 grad - 040 grad.)
- c) .- Periodos : Se presentan los datos de acuerdo a la siguiente codificación.

CODIGO	PERIODO EN SEG.	CODIGO	PERIODO EN SEG.
2	< 5	8	16 o 17
3	6 o 7	9	18 o 19
4	8 o 9	0	20 o 21
5	10 o 11	1	> 21
6	12 o 13	x	calma o no determinado
7	14 o 15		

Los periodos reportados corresponden al promedio de los observados en olas bien formadas

d) .- Alturas . De acuerdo a la siguiente codificación:

código	altura en m.								
00	0.25	06	3	12	6	18	9	94	14
01	0.5	07	3.5	13	6.5	19	9.5	95	15
02	1	08	4	14	7	90	10	96	16
03	1.5	09	4.5	15	7.5	91	11	97	17
04	2	10	5	16	8	92	12	98	18
05	2.5	11	5.5	17	8.5	93	13	99	19

Se presentan tablas o matrices que relacionan periodo - oleaje - dirección, por régimen pudiéndose transformar en matrices frecuenciales de esas mismas variables o deducir los tiempos de acción de ellas

a) Periodos - Alturas . - En la tabla No. 2.39 del Anexo 2, se muestran los resultados del análisis estadístico realizado para definir las frecuencias de ocurrencia de alturas y periodos del oleaje por rangos, considerando el régimen anual y para todas las direcciones. Los periodos con mayor frecuencia son: 1) < 5 seg. (59.20%), 2) 6 - 7 seg. (22.33%), 3) 8 - 9 seg. (7.70%), 4) 10 - 11 seg. (2.09%), encontrándose un 6.39% de las denominadas por la fuente calmas o indeterminadas. Relativo a las alturas, se distribuyen en: 1) 0.51 - 1.00 m (31.19%), 2) 0.26 - 0.50 m (20.87%), 3) 1.01 - 1.50 m (18.97%), 4) < 0.25 m (15.71%), 5) 1.51 - 2.00 m (7.10%).

La mayor frecuencia de los rangos de periodos (< 5 seg. y 6 a 7 seg.), se encuentran asociados alturas de ola no mayores de 1.50 m

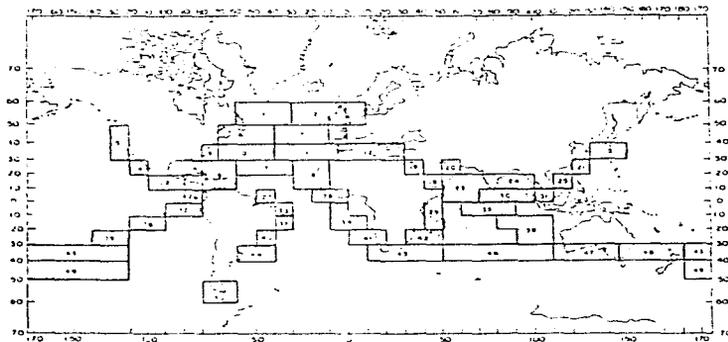


Fig. 2. ZONIFICACION OCEAN WAVE STATICS.

b) Tiempos de Acción . - En la tabla No 2.40 del Anexo 2 aparecen los tiempos que actúan los oleajes para cada dirección de incidencia, tomando en cuenta el régimen anual. De su observación se deduce que la dirección más persistente es el E (2561.42 h/año), seguida por el SE (1628.48 h/año), el NE (1434.89 h/año), el N (786.65 h/año), el S (694.67 h/año) y el NW (465.16 h/año) correspondiente 559.76 h/año a las calmas o no determinadas.

c) Alturas de Ola por Dirección . - En cuanto a los regimenes anual y estacionales, considerando rangos de altura de ola y dirección de incidencia (tabla No. 2.41 y figura 2.35), para el resto de los datos se obtuvieron en las tablas 2.42 a 2.45 y figuras No. 2.36 a 2.39, se debera consultar la fuente de información. Los resultados son los siguientes:

REGIMEN	ALTURAS MAS FRECUENTES	PORCENTAJE	DIRECCIONES MAS FRECUENTES	PORCENTAJE
ANUAL calmas o no determinadas (6.39%)	0.51 - 1.00 m	(30.80%)	E	(29.24%)
	0.26 - 0.50 m	(21.43%)	SE	(18.59%)
	1.01 - 1.50 m	(18.58%)	NE	(16.38%)
	< 0.25 m	(9.33%)	N	(8.98%)
	1.51 - 2.00 m	(17.01%)	S	(17.03%)
	2.01 - 2.50 m	(4.24%)	NW	(5.31%)
INVIERNO calmas o no determinadas (4.45%)	0.51 - 1.00 m	(32.07%)	E	(25.04%)
	1.00 - 1.50 m	(23.01%)	NE	(17.67%)
	0.26 - 0.50 m	(15.54%)	SE	(14.44%)
	1.51 - 2.00 m	(9.05%)	N	(13.36%)
	< 0.25 m	(8.13%)	NW	(10.45%)
	2.01 - 2.50 m	(5.26%)	S	(5.99%)
PRIMAVERA calmas o no determinadas (4.62%)	0.51 - 1.00 m	(35.52%)	E	(27.18%)
	1.00 - 1.50 m	(21.34%)	SE	(26.75%)
	0.26 - 0.50 m	(19.31%)	NE	(14.29%)
	1.51 - 2.00 m	(8.76%)	S	(19.22%)
	< 0.25 m	(5.48%)	N	(6.86%)
	2.01 - 2.50 m	(3.30%)	NW	(4.34%)
VERANO calmas o no determinadas (11.65%)	0.26 - 0.50 m	(29.02%)	E	(33.52%)
	0.51 - 1.00 m	(26.79%)	NE	(20.45%)
	< 0.25 m	(15.60%)	SE	(19.80%)
	1.01 - 1.50 m	(12.12%)	N	(8.60%)
	1.51 - 2.00 m	(2.72%)	NW	(3.41%)
	2.01 - 2.50 m	(3.30%)	S	(2.27%)
OTOÑO calmas o no determinadas (4.46%)	0.51 - 1.00 m	(28.57%)	E	(30.91%)
	1.00 - 1.50 m	(21.07%)	NE	(26.45%)
	0.26 - 0.50 m	(18.81%)	N	(13.39%)
	1.51 - 2.00 m	(9.62%)	SE	(11.57%)
	< 0.25 m	(7.81%)	NW	(4.40%)
	2.01 - 2.50 m	(5.48%)	S	(3.97%)

Las graficas semilogarítmicas que muestran las frecuencias acumuladas de las alturas de olas en relacion a su probabilidad, para las direcciones susceptibles de incidir en el sitio de estudio son las No. 2, 11 del Anexo 2 y para las graficas 2, 12 a la 2, 15 consultar la fuente de informacion.

WAVE PERIOD (SEC)	PERCENT	PERCENT
0.5	1.0	1.0
1.0	2.0	2.0
1.5	3.0	3.0
2.0	4.0	4.0
2.5	5.0	5.0
3.0	6.0	6.0
3.5	7.0	7.0
4.0	8.0	8.0
4.5	9.0	9.0
5.0	10.0	10.0
5.5	11.0	11.0
6.0	12.0	12.0
6.5	13.0	13.0
7.0	14.0	14.0
7.5	15.0	15.0
8.0	16.0	16.0
8.5	17.0	17.0
9.0	18.0	18.0
9.5	19.0	19.0
10.0	20.0	20.0
10.5	21.0	21.0
11.0	22.0	22.0
11.5	23.0	23.0
12.0	24.0	24.0
12.5	25.0	25.0
13.0	26.0	26.0
13.5	27.0	27.0
14.0	28.0	28.0
14.5	29.0	29.0
15.0	30.0	30.0
15.5	31.0	31.0
16.0	32.0	32.0
16.5	33.0	33.0
17.0	34.0	34.0
17.5	35.0	35.0
18.0	36.0	36.0
18.5	37.0	37.0
19.0	38.0	38.0
19.5	39.0	39.0
20.0	40.0	40.0
20.5	41.0	41.0
21.0	42.0	42.0
21.5	43.0	43.0
22.0	44.0	44.0
22.5	45.0	45.0
23.0	46.0	46.0
23.5	47.0	47.0
24.0	48.0	48.0
24.5	49.0	49.0
25.0	50.0	50.0
25.5	51.0	51.0
26.0	52.0	52.0
26.5	53.0	53.0
27.0	54.0	54.0
27.5	55.0	55.0
28.0	56.0	56.0
28.5	57.0	57.0
29.0	58.0	58.0
29.5	59.0	59.0
30.0	60.0	60.0
30.5	61.0	61.0
31.0	62.0	62.0
31.5	63.0	63.0
32.0	64.0	64.0
32.5	65.0	65.0
33.0	66.0	66.0
33.5	67.0	67.0
34.0	68.0	68.0
34.5	69.0	69.0
35.0	70.0	70.0
35.5	71.0	71.0
36.0	72.0	72.0
36.5	73.0	73.0
37.0	74.0	74.0
37.5	75.0	75.0
38.0	76.0	76.0
38.5	77.0	77.0
39.0	78.0	78.0
39.5	79.0	79.0
40.0	80.0	80.0
40.5	81.0	81.0
41.0	82.0	82.0
41.5	83.0	83.0
42.0	84.0	84.0
42.5	85.0	85.0
43.0	86.0	86.0
43.5	87.0	87.0
44.0	88.0	88.0
44.5	89.0	89.0
45.0	90.0	90.0
45.5	91.0	91.0
46.0	92.0	92.0
46.5	93.0	93.0
47.0	94.0	94.0
47.5	95.0	95.0
48.0	96.0	96.0
48.5	97.0	97.0
49.0	98.0	98.0
49.5	99.0	99.0
50.0	100.0	100.0

DIRECTION CLASS - ALL DIRECTIONS

WAVE PERIOD (SEC)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	TOTAL
0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	50.0
1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	100.0
1.5	3.0	6.0	9.0	12.0	15.0	18.0	21.0	24.0	27.0	30.0	150.0
2.0	4.0	8.0	12.0	16.0	20.0	24.0	28.0	32.0	36.0	40.0	200.0
2.5	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0	250.0
3.0	6.0	12.0	18.0	24.0	30.0	36.0	42.0	48.0	54.0	60.0	300.0
3.5	7.0	14.0	21.0	28.0	35.0	42.0	49.0	56.0	63.0	70.0	350.0
4.0	8.0	16.0	24.0	32.0	40.0	48.0	56.0	64.0	72.0	80.0	400.0
4.5	9.0	18.0	27.0	36.0	45.0	54.0	63.0	72.0	81.0	90.0	450.0
5.0	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	500.0
5.5	11.0	22.0	33.0	44.0	55.0	66.0	77.0	88.0	99.0	110.0	550.0
6.0	12.0	24.0	36.0	48.0	60.0	72.0	84.0	96.0	108.0	120.0	600.0
6.5	13.0	26.0	39.0	52.0	65.0	78.0	91.0	104.0	117.0	130.0	650.0
7.0	14.0	28.0	42.0	56.0	70.0	84.0	98.0	112.0	126.0	140.0	700.0
7.5	15.0	30.0	45.0	60.0	75.0	90.0	105.0	120.0	135.0	150.0	750.0
8.0	16.0	32.0	48.0	64.0	80.0	96.0	112.0	128.0	144.0	160.0	800.0
8.5	17.0	34.0	51.0	68.0	85.0	102.0	117.0	133.0	150.0	170.0	850.0
9.0	18.0	36.0	54.0	72.0	90.0	108.0	123.0	138.0	156.0	180.0	900.0
9.5	19.0	38.0	57.0	76.0	95.0	114.0	129.0	144.0	162.0	190.0	950.0
10.0	20.0	40.0	60.0	80.0	100.0	120.0	135.0	150.0	168.0	200.0	1000.0
10.5	21.0	42.0	63.0	84.0	105.0	126.0	141.0	156.0	174.0	210.0	1050.0
11.0	22.0	44.0	66.0	88.0	110.0	132.0	147.0	162.0	180.0	220.0	1100.0
11.5	23.0	46.0	69.0	92.0	115.0	138.0	153.0	168.0	186.0	230.0	1150.0
12.0	24.0	48.0	72.0	96.0	120.0	144.0	159.0	174.0	192.0	240.0	1200.0
12.5	25.0	50.0	75.0	100.0	125.0	150.0	165.0	180.0	198.0	250.0	1250.0
13.0	26.0	52.0	78.0	104.0	130.0	156.0	171.0	186.0	204.0	260.0	1300.0
13.5	27.0	54.0	81.0	108.0	135.0	162.0	177.0	192.0	210.0	270.0	1350.0
14.0	28.0	56.0	84.0	112.0	140.0	168.0	183.0	198.0	216.0	280.0	1400.0
14.5	29.0	58.0	87.0	116.0	145.0	174.0	189.0	204.0	222.0	290.0	1450.0
15.0	30.0	60.0	90.0	120.0	150.0	180.0	195.0	210.0	228.0	300.0	1500.0
15.5	31.0	62.0	93.0	124.0	155.0	186.0	201.0	216.0	234.0	310.0	1550.0
16.0	32.0	64.0	96.0	128.0	160.0	192.0	207.0	222.0	240.0	320.0	1600.0
16.5	33.0	66.0	99.0	132.0	165.0	198.0	213.0	228.0	246.0	330.0	1650.0
17.0	34.0	68.0	102.0	136.0	170.0	204.0	219.0	234.0	252.0	340.0	1700.0
17.5	35.0	70.0	105.0	140.0	175.0	210.0	225.0	240.0	258.0	350.0	1750.0
18.0	36.0	72.0	108.0	144.0	180.0	216.0	231.0	246.0	264.0	360.0	1800.0
18.5	37.0	74.0	111.0	148.0	185.0	222.0	237.0	252.0	270.0	370.0	1850.0
19.0	38.0	76.0	114.0	152.0	190.0	228.0	243.0	258.0	276.0	380.0	1900.0
19.5	39.0	78.0	117.0	156.0	195.0	234.0	249.0	264.0	282.0	390.0	1950.0
20.0	40.0	80.0	120.0	160.0	200.0	240.0	255.0	270.0	288.0	400.0	2000.0
20.5	41.0	82.0	123.0	164.0	205.0	246.0	261.0	276.0	294.0	410.0	2050.0
21.0	42.0	84.0	126.0	168.0	210.0	252.0	267.0	282.0	300.0	420.0	2100.0
21.5	43.0	86.0	129.0	172.0	215.0	258.0	273.0	288.0	306.0	430.0	2150.0
22.0	44.0	88.0	132.0	176.0	220.0	264.0	279.0	294.0	312.0	440.0	2200.0
22.5	45.0	90.0	135.0	180.0	225.0	270.0	285.0	300.0	318.0	450.0	2250.0
23.0	46.0	92.0	138.0	184.0	230.0	276.0	291.0	306.0	324.0	460.0	2300.0
23.5	47.0	94.0	141.0	188.0	235.0	282.0	297.0	312.0	330.0	470.0	2350.0
24.0	48.0	96.0	144.0	192.0	240.0	288.0	303.0	318.0	336.0	480.0	2400.0
24.5	49.0	98.0	147.0	196.0	245.0	294.0	309.0	324.0	342.0	490.0	2450.0
25.0	50.0	100.0	150.0	200.0	250.0	300.0	315.0	330.0	348.0	500.0	2500.0
25.5	51.0	102.0	153.0	204.0	255.0	306.0	321.0	336.0	354.0	510.0	2550.0
26.0	52.0	104.0	156.0	208.0	260.0	312.0	327.0	342.0	360.0	520.0	2600.0
26.5	53.0	106.0	159.0	212.0	265.0	318.0	333.0	348.0	366.0	530.0	2650.0
27.0	54.0	108.0	162.0	216.0	270.0	324.0	339.0	354.0	372.0	540.0	2700.0
27.5	55.0	110.0	165.0	220.0	275.0	330.0	345.0	360.0	378.0	550.0	2750.0
28.0	56.0	112.0	168.0	224.0	280.0	336.0	351.0	366.0	384.0	560.0	2800.0
28.5	57.0	114.0	171.0	228.0	285.0	342.0	357.0	372.0	390.0	570.0	2850.0
29.0	58.0	116.0	174.0	232.0	290.0	348.0	363.0	378.0	396.0	580.0	2900.0
29.5	59.0	118.0	177.0	236.0	295.0	354.0	369.0	384.0	402.0	590.0	2950.0
30.0	60.0	120.0	180.0	240.0	300.0	360.0	375.0	390.0	408.0	600.0	3000.0
30.5	61.0	122.0	183.0	244.0	305.0	366.0	381.0	396.0	414.0	610.0	3050.0
31.0	62.0	124.0	186.0	248.0	310.0	372.0	387.0	402.0	420.0	620.0	3100.0
31.5	63.0	126.0	189.0	252.0	315.0	378.0	393.0	408.0	426.0	630.0	3150.0
32.0	64.0	128.0	192.0	256.0	320.0	384.0	399.0	414.0	432.0	640.0	3200.0
32.5	65.0	130.0	195.0	260.0	325.0	390.0	405.0	420.0	438.0	650.0	3250.0
33.0	66.0	132.0	198.0	264.0	330.0	396.0	411.0	426.0	444.0	660.0	3300.0
33.5	67.0	134.0	201.0	268.0	335.0	402.0	417.0	432.0	450.0	670.0	3350.0
34.0	68.0	136.0	204.0	272.0	340.0	408.0	423.0	438.0	456.0	680.0	3400.0
34.5	69.0	138.0	207.0	276.0	345.0	414.0	429.0	444.0	462.0	690.0	3450.0
35.0	70.0	140.0	210.0	280.0	350.0	420.0	435.0	450.0	468.0	700.0	3500.0
35.5	71.0	142.0	213.0	284.0	355.0	426.0	441.0	456.0	474.0	710.0	3550.0
36.0	72.0	144.0	216.0	288.0	360.0	432.0	447.0	462.0	480.0	720.0	3600.0
36.5	73.0	146.0	219.0	292.0	365.0	438.0	453.0	468.0	486.0	730.0	3650.0
37.0	74.0	148.0	222.0	296.0	370.0	444.0	459.0				

2.5.1.3. Summary of Synoptic Meteorological Observations. (S.S.M.O)

En este caso la información la edita el Departamento de Comercio de los Estados Unidos mediante su Servicio Nacional de Información Técnica, las observaciones del estado del mar, y en general del tiempo, se realizarón también desde embarcaciones, cubriendose un periodo minimo de 10 años; tampoco se asume ninguna diferencia entre los tipos de oleaje.

a) Periodos - Alturas . - En la Tabla No. 2.46 del Anexo 2 se presenta la distribución frecuencial de los periodos de oleaje en relación a su altura, ambos manejados en rangos. Referente a los periodos se observa que los más frecuentes son: 1) < 5 seg. (48.8%), 2) 6 - 7 seg. (26.3%), 3) 8 - 9 seg. (7.4%), 4) 10 -11 seg. (2.2%), existiendo un 6.7% de observaciones clasificadas como calmas.

En cuanto a las alturas se refiere, estas se distribuyen de la siguiente manera: 1) 0.76 - 1.25 m (35.6%), 2) 1.26 - 1.75 m (22.7%), 3) 0.25 - 0.75 m (21.1%), 4) 1.76 - 2.25 m (8.03%), 5) 2.26 - 2.75 m (3.2%), teniendo los rangos superiores frecuencias relativamente bajas. Resulta pues, que las frecuencias de presentación más altas se encuentran relacionadas con periodos de 5 a 7 seg y alturas menores de 2.25 m.

b) Tiempos de Acción . - Los tiempos de acción, para el régimen anual (tabla No. 2.47 Anexo 2), son: 1) E (3845.64% h/año), 2) NE (2242.56 h/año), 3) SE (683.28 h/año), 4) N (648.24 h/año), 5) W y NW (245.28 h/año), 6) SW (219.00 h/año), 7) S (157.68 h/año), correspondiendo 473.04 h/año para las calmas. Del Tiempo real, el 86.90% corresponde a alturas menos de 1.75 m.

c) Alturas de Ola por Dirección . - Los datos se presentan en la tabla No. 2.48 y figura 2.40 del Anexo 2. Las tablas 2.49 a la 2.64 y las figuras No. 2.41 a 2.56 se deberán consultar en la fuente de información. En resumen para cada régimen, se tienen

Las gráficas altura - probabilidad para las cuatro direcciones que pueden incidir al sitio de estudio son (NE, E, SE, y S) y son las que se muestran en la gráfica No. 2.17 del Anexo 2 y las gráficas 2.18 a 2.21 sólo se haya en la fuente.

RÉGIMEN	ALTURAS MAS FRECUENTES	PORCENTAJE	DIRECCIONES MAS FRECUENTES	PORCENTAJE
ANUAL calmas (5.4%)	0.76 - 1.25 m	(38.1%)	E	(43.0%)
	0.26 - 0.75 m	(30.5%)	NE	(25.6%)
	1.26 - 1.75 m	(18.3%)	SE	(7.8%)
	1.76 - 2.25 m	(5.2%)	S	(7.4%)
	2.26 - 2.75 m	(2.9%)	W y NW	(2.8%)
			SW	(2.5%)
			S	(1.8%)
INVIERNO calmas (3.4%)	0.76 - 1.25 m	(43.6%)	E	(34.3%)
	0.26 - 0.75 m	(33.42%)	NE	(23.95%)
	1.26 - 1.75 m	(13.5%)	SE	(12.47%)
	1.76 - 2.25 m	(3.4%)	S	(11.48%)
	2.26 - 2.75 m	(2.08%)	SW	(4.97%)
			SW	(3.81%)
			S	(2.69%)
PRIMAVERA calmas (3.43%)	0.76 - 1.25 m	(34.80%)	E	(51.72%)
	0.26 - 0.75 m	(30.78%)	NE	(25.07%)
	1.26 - 1.75 m	(22.11%)	SE	(8.31%)
	1.76 - 2.25 m	(6.28%)	S	(6.58%)
	2.26 - 2.75 m	(1.74%)	SW	(2.52%)
			NW	(1.65%)
			S	(0.68%)
		W	(0.64%)	
VERANO calmas (3.42%)	0.76 - 1.25 m	(39.83%)	E	(61.33%)
	0.26 - 0.75 m	(24.45%)	NE	(23.38%)
	1.26 - 1.75 m	(22.37%)	SE	(5.00%)
	1.76 - 2.25 m	(7.31%)	S	(2.24%)
	2.26 - 2.75 m	(2.12%)	S	(1.64%)
			SW	(1.65%)
			W	(0.84%)
		NW	(0.60%)	
OTOÑO calmas (10.47%)	0.76 - 1.25 m	(33.90%)	E	(29.85%)
	0.26 - 0.75 m	(33.30%)	NE	(28.67%)
	1.26 - 1.75 m	(16.20%)	S	(9.61%)
	1.76 - 2.25 m	(3.15%)	W	(5.93%)
	2.26 - 2.75 m	(2.08%)	NW	(5.80%)
			SE	(4.63%)
		SW	(2.95%)	
		S	(1.97%)	

2.5.1.4. Resumen

Se presenta a continuación un resumen comparativo de los datos obtenidos en el análisis estadístico de las dos fuentes de oleaje normal manejadas.

a) . - Periodos - Alturas . - Relativo a los periodos del oleaje, se observa uniformidad en las tres fuentes de información, ya que alrededor del 50% de las observaciones se presentan con valores de 5 seg. menores, quedando con un 25% aproximadamente el rango de 6 - 7 seg., y con un 8% el 8 - 9 seg., es decir con periodos de 9 seg. como valor limite superior, se agrupa alrededor del 83% de las observaciones; por su parte el rango de 10 - 11 seg. manifiesta sólo un 2% de frecuencia real.

Con respecto a la comparación de las distribuciones de rangos de altura, se desprende que un gran porcentaje (+ . - 77%) de las observaciones, corresponden a valores que no superan 1.50 m siendo esta característica más marcada en el Ocean Waves y, por el contrario, menos enfatizada en el Sea and Swell. Por su parte, las alturas no mayores de los 2.25 m, tienen una frecuencia de alrededor del 85% acusandose también la característica señalada; esto es, en general, el Ocean Waves ofrece datos con menores frecuencias de altura de ola grandes, y el Sea and Swell arroja las mayores frecuencias para alturas grandes, quedando en un plano intermedio los valores del S.S.M.O

b) Tipo de Acción . - Al igual que en el inciso anterior, en el presente queda de manifiesto que los datos de las tres fuentes de información practicamente son uniformes en cuanto a la importancia de presentación de los oleajes considerando su dirección, aunque entre ellas los porcentajes absolutos varía ligeramente; así, el ordenamiento por mayor parte del tiempo de presentación es: E, NE, N, NW, y S, quedando las demás direcciones con porcentajes relativos más bajos.

c) Alturas de Ola por Dirección

Régimen Anual: En cuanto a alturas de olas se refiere, la distribución se ajusta a lo mencionado en parrafos anteriores; es decir, en las tres fuentes las mayores frecuencias de presentación se encuentra en valores que no superan los 2.25 m de altura, teniéndose en general los porcentajes más grandes referidos a alturas del orden de 1.00 m ó menores.

Regimenes Estacionales: En función de las distribuciones frecuenciales de las estaciones que conforman el año, considerando todas las fuentes analizadas, se concluye que los oleajes con alturas de olas más altas se presenta durante las estaciones de Otoño e Invierno, observandose menores porcentajes en la Primavera y los más pequeños durante el Verano.

En cuanto a las direcciones más persistentes, en congruencia con lo mencionado en el inciso anterior, se tiene que las de mayor ocurrencia son: E, NE, SE, N, NW y S.

Para la realización del análisis probabilísticos se emplearán exclusivamente cuatro direcciones (E, NE, SE, y S), debido a que son las únicas con posibilidad física de incidir dentro y sobre el sitio de estudio como ya fue mencionado.

Atendiendo a lo anterior y a manera de resumen de las tres fuentes de información y las cuatro direcciones implicadas se tiene:

Orden de Importancia de las Direcciones de Incidencia del Oleaje, en Función a sus Frecuencias de Presentación

PERIODO	FRECUENCIA TOTAL	H > 1,50 m	H > 2,40 m
Anual	E, NE, SE y S	E, NE, SE y S	NE, E, SE y S
Invierno	NE, E, SE y S	NE, E, SE y S	NE, E, SE y S
Primavera	E, SE, NE y S	E, SE, NE y S	E, SE, NE y S
Verano	E, NE, SE y S	E, SE, NE y S	E, NE, S y SE
Otoño	NE, E, SE y S	NE, E, SE y S	NE, E, SE y S

En consecuencia, el oleaje se presenta del sector Este - Norte.

CAPITULO	PÁGINA
1.- ANTECEDENTES	1
2.- OLEAJE NORMAL	34
3.- REFRACCIÓN IDEALIZADA	59
4.- MAREAS	72
5.- SISTEMAS ATMOSFÉRICOS	82

SECCIÓN	PÁGINA
3.- REFRACCIÓN IDEALIZADA	
3.1. ANALISIS DE REFRACCIÓN IDEALIZADA, BASE PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA MARINA.	60
3.2. RÉGIMEN DE OLEAJE EN POSIBLE ZONA DE UBICACIÓN DE LA MARINA.	68

3.1. ANÁLISIS DE REFRACCIÓN IDEALIZADA, BASE PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA MARINA

Conforme la profundidad disminuye, el fondo empieza a afectar el movimiento de las partículas de agua, debido al efecto de fricción, mismo que se provoca una reducción en la velocidad de propagación y en la longitud de onda. Esta disminución de velocidad significa que cuando un tren de olas, de un determinado periodo, entra en aguas intermedias ($1/25 < d/L_0 < 1/2$) y bajas ($d/L_0 < 1/25$) las distintas partes de la cresta (frente de ola) se desplazan con diferentes velocidades dependiendo de la profundidad provocando que la cresta se deforme o doble en su proyección horizontal, de tal forma que tiende a hacerse paralela a las líneas batimétricas sobre las que se propaga. A este fenómeno se le llama REFRACCIÓN.

La importancia de la refracción del oleaje estriba en el hecho de que prácticamente todas las estructuras marítimas se construyen en aguas bajas o intermedias, donde las olas sufren considerables cambios debido a su efecto. Por lo tanto, el estudio del fenómeno de refracción es materia obligada para la determinación de las características del oleaje y sus acciones, como por ejemplo:

- deducir las características de las olas en agua finitas, a partir de las correspondientes en aguas profundas ($d/L_0 > 1/2$), en donde no tiene influencia el fondo
- determinar concentraciones de energía
- definir los ángulos de incidencia de los frentes de ola con respecto a la línea de costa, los que permiten calcular la tendencia y magnitud del transporte de litoral

Además de la refracción causada por el fondo, las olas pueden refractarse por corrientes o por algún otro fenómeno que provoque que una parte de ola se desplace más rápidamente que otra.

Todas las metodologías están basadas en el principio de óptica denominado como la "Ley de Snell", cuyas suposiciones de partida son las siguientes:

- a).- la energía comprendida entre dos ortogonales permanece constante, fig 3A
- b).- la dirección de avance de la onda es la perpendicular a su cresta en cada momento.
- c).- la celeridad de la onda en un punto en particular, para un periodo determinado, depende únicamente de la profundidad de ese punto
- d).- los cambios de la batimetría son graduales
- e).- la forma de la ola es sinusoidal, de cresta indefinida, pequeña amplitud, periodo constante y monocromática
- f).- se desprecian los efectos de corriente, vientos y reflexiones del oleaje incidente en la playa

Cuando la ola se encuentra en aguas profundas ($d/L_0 > 0.5$), todos los puntos de la cresta del frente de olas se desplazan a una misma velocidad; tal y como se muestra en el avance de A y B de la figura 3B; una vez que se rebasa este limite, hacia aguas más someras, la velocidad disminuye en relación a la profundidad por lo que, para un mismo intervalo, el avance sería el de B a C, es decir a una velocidad C_d ($C_d < C_0$).

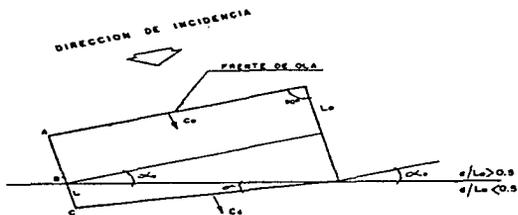


Fig. 3A. FENOMENO DE REFRACCION

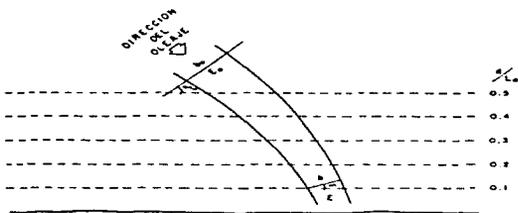


Fig. 3B. FENOMENO DE REFLEXION

De la figura.3B se deriva la siguiente expresión:

$$(\text{sen } \alpha / \text{sen } \alpha_0) = (L/L_0) = (C_d/C_0) = \text{tgh}(2\pi/L)$$

por lo que

$$(\text{sen } \alpha / \text{sen } \alpha_0) = (C/C_0) \text{sen } \alpha_0$$

Por otra parte, la potencia transmitida por un tren de olas, de acuerdo a la teoría lineal, vale:

$$P = EC = (1/8) (\gamma)(HxH)(b)(1/T)$$

Si se considera que la energía E se conserva y no fluye lateralmente a lo largo de la cresta de la ola, la misma potencia debe transmitirse a todas las posiciones entre las dos ortogonales; por lo tanto:

$$P_0 = P$$

$$(1/8)(g)(H_0xH_0)(b_0)(L_0/T) = (1/8)(\gamma)(HxH)(b)(1/T)$$

$$(HxH/H_0xH_0) = (b_0L_0/bxL)$$

$$(H/H_0) = ((b_0/b)^{1/2})((L_0/L)^{1/2})$$

si

$$((b_0/b)^{1/2}) = K_r$$

$$((L_0/L)^{1/2}) = K_s = (H/H_0)$$

Finalmente

$$H = (H_0)(K_r)(K_s)$$

Es decir, la altura de ola H en un punto cualquiera una vez rebasado el límite de aguas profundas, es igual al producto de la altura de ola en aguas profundas H_0 por el coeficiente de refracción K_r y la altura de ola en aguas profundas equivalente a la observada en aguas bajas si no está afectada por la refracción y reflexión (H_0/H_0')

De manera semejante, se tiene

$$K_r = ((b_0/b)^{1/2}) = ((\cos \alpha / \cos \alpha_0)^{1/2})$$

$$\alpha = \text{arc sen}(C/C_0 \text{sen } \alpha_0)$$

En la evaluación de las condiciones del oleaje cerca de la costa es necesario conocer las características del oleaje es decir, ángulos de incidencia, altura de ola, coeficientes de reducción (Ley de Snell y Estudios de Wiegel), etc., pero debido a que no se cuenta con la información del lugar es necesario deducirla de la información disponible, para lo cual se utilizará la que consigna la fuente "Summary of Synoptic Meteorological Observation" S S M O. la cual no hace la distinción del oleaje local y distante.

Para obtener las características del oleaje en aguas poco profundas se realizará un análisis de refracción mediante el uso de las fórmulas que rigen el comportamiento del oleaje desde aguas profundas hasta aguas bajas.

De acuerdo a la ubicación de la costa con respecto a las direcciones de incidencia del oleaje en aguas profundas se tiene que las direcciones más frecuentes son: E, NE, y SE, ya que las otras direcciones difícilmente podrían llegar a la zona de estudio. Los periodos por analizar serán los que representen la mayor influencia de acuerdo a su altura asociada.

La profundidad a que se calcularán las características del oleaje será de 5.00 m profundidad antes de la rompiente y cuya modificación hacia profundidades menores será solamente para el proceso de rompiente. Con lo que el análisis de refracción idealizada y para propósitos de obtención de características del oleaje será considerando la batimetría paralela a la línea de costa.

<u>Direcciones de incidencia del Oleaje</u>	<u>Ángulo entre la Dirección del Oleaje y la Línea de Costa</u>
NE	60
E	15
SE	30

Con fome a la dirección de incidencia, el ángulo entre la dirección y la línea de costa y los periodos por analizar, se obtienen los siguientes resultados, obtenidos de las siguientes formulas matemáticas:

$c = (gT/2\pi) \operatorname{tgh}(2\pi d/L)$; velocidad de propagación de una ola, para un periodo determinado, en aguas intermedias ($1/25 < d/L_0 \leq 1/2$)

$c_0 = gT/2\pi$; velocidad de la ola en aguas profundas ($d/L_0 > 1/2$)

$\operatorname{sen} \alpha = (c/c_0) \operatorname{sen} \alpha_0$; seno del ángulo de incidencia del oleaje a la profundidad "d".

$L_o = 1.56 T \times T$; longitud de la ola en aguas profundas, medida en metros.

$H/H_o = K_s = ((1/\tanh(2\pi d/L_o)) (1/((1+((4\pi d/L)/\sinh(2\pi d/L))))))^{1/2}$
 ; relación de alturas en un punto cualquiera en aguas intermedias H y altura de ola en aguas profundas H_o .

$c/co = \tanh(2\pi d/L)$; relación de velocidades de la profundidad deseada a la velocidad en aguas profundas

$K_r = (\cos \alpha / \cos \alpha_o)^{1/2}$; coeficiente de refracción.

Los resultados representados en tablas son los siguientes :

Tabla 2.65 Coeficientes de Reducción (Dirección E) , $d = 5.00 \text{ m}$, $\alpha_o = 15^\circ$

T seg	L _o m	d/L _o	H/H _o K _s	c/co	α grados	K _r	K _r K _s
4	24.96	0.2003	0.9181	0.888	16.22	1.0029	0.920
5	39.00	0.1282	0.9174	0.776	13.18	0.9960	0.913
6	56.16	0.0890	0.9433	0.677	11.04	0.9960	0.935
7	76.44	0.0654	0.9806	0.596	9.48	0.9896	0.970
8	99.84	0.0500	1.0227	0.531	8.30	0.9880	1.010
9	126.36	0.0395	1.0665	0.477	7.38	0.9869	1.052
10	156.00	0.0320	1.1108	0.433	6.64	0.9861	1.095
11	188.76	0.0264	1.1547	0.396	6.04	0.9855	1.138
12	224.64	0.0222	1.1979	0.365	5.54	0.9851	1.138

Tabla 2.66 Coeficientes de Reducción (Dirección SE) , $d = 5.00 \text{ m}$, $\alpha_o = 30^\circ$

T seg	L _o m	d/L _o	H/H _o K _s	c/co	α grados	K _r	K _r K _s
4	24.96	0.2003	0.9181	0.888	31.34	1.007	0.924
5	39.00	0.1282	0.9174	0.776	25.47	0.979	0.898
6	56.16	0.0890	0.9433	0.677	21.33	0.964	0.909
7	76.44	0.0654	0.9806	0.596	18.31	0.955	0.936
8	99.84	0.0500	1.0227	0.531	16.04	0.949	0.970
9	126.36	0.0395	1.0665	0.477	14.26	0.945	1.008
10	156.00	0.0320	1.1108	0.433	12.84	0.942	1.046
11	188.76	0.0264	1.1547	0.396	11.67	0.940	1.085
12	224.64	0.0222	1.1979	0.365	10.70	0.938	1.124

Tabla 2.67 Coeficientes de Reduccion (Direccion NE, $\sigma = 60$ m, $\alpha = 60$)

T. seg.	Lm	d/Lo	H/H'o Ks	c/co	α grados	Kr	KrKs
4	24.96	0.2003	0.9181	0.888	54.29	0.9256	0.849
5	39.00	0.1282	0.9174	0.776	44.11	0.8340	0.765
6	56.16	0.0890	0.9433	0.627	36.94	0.7909	0.746
7	76.44	0.0654	0.9806	0.506	31.73	0.7667	0.751
8	99.84	0.0500	1.0227	0.531	27.78	0.7517	0.768
9	125.40	0.0395	1.0668	0.477	24.71	0.7418	0.791
10	152.00	0.0320	1.1108	0.433	22.24	0.7349	0.816
11	188.76	0.0264	1.1547	0.396	20.22	0.7299	0.842
12	224.64	0.0222	1.1979	0.365	18.54	0.7262	0.869

En la tabla 2.68, se muestra un resumen de los coeficientes de refraccion y fondo para las diferentes direcciones y periodos, y en la tabla 2.69, se observa el angulo que forma la incidencia del oleaje con la linea de costa, para los diferentes periodos.

Tabla 2.68 Resumen de los Coeficientes de Refraccion y fondo (KrKs)

Dirección									
T. seg.	4	5	6	7	8	9	10	11	12
NE	0.849	0.765	0.746	0.751	0.768	0.791	0.816	0.842	0.860
E	0.920	0.913	0.935	0.970	1.010	1.052	1.095	1.138	1.180
SE	0.924	0.898	0.909	0.936	0.970	1.008	1.046	1.085	1.124

Tabla 2.69 Angulo de Incidencia del Oleaje con la Linea de Costa

PERIODO	NE $\sigma = 60$ α	E $\sigma = 15$ α	SE $\sigma = 30$ α
4	54.29	16.22	31.73
5	44.11	13.18	25.47
6	36.94	11.04	21.33
7	31.73	9.48	18.31
8	27.78	8.30	16.04
9	24.71	7.38	14.26
10	22.24	6.63	12.84
11	20.22	6.04	11.67
12	18.54	5.54	10.70

En la gráfica 2 22 del Anexo 3, se muestra la variación de la altura de la ola a la profundidad de 5.00 m en función del periodo del oleaje y su dirección de incidencia en aguas profundas, la cual es deducida de la tabla 2 68 y en la gráfica 2 23 del Anexo 3, se muestra la variación del ángulo de incidencia del oleaje al llegar a la costa con respecto a los periodos, los cuales se deducen de la tabla 2 69.

Adicionalmente a las gráficas 2 22 y 2 23 se tiene la gráfica 2 24 también del Anexo 3, donde se muestra la influencia del periodo del oleaje para la dirección ya determinadas

Como se observa en la gráfica 2 24, para la dirección NE, el oleaje tiende a ser perpendicular para periodos cercanos a los 12.00 seg y a dirigirse hacia el sector NE cuando los periodos son bajos; también se observa que para periodos bajos el oleaje del E tiende a su dirección para periodos bajos y ser perpendicular para periodos altos, de igual manera para la dirección SE, el oleaje tiende a ser perpendicular y hacia la dirección SE para periodos bajo, pero en cualquiera de las tres direcciones, tiende a agruparse hacia el sector E, de manera que su principal componente lo constituyen oleajes de un sector perpendicular a la costa

Ahora bien para poder evaluar las características del oleaje en esta profundidad (5.00 m), se debe de conocer la relación altura - periodo (gráfica 2 25 del Anexo 3) y la cual se tomará de la recomendada por varios consultores para el Golfo de México y el Caribe, cuyas características principales son los que aparecen en las tabla 2 70

Tabla 2.70 Relación de Alturas - Periodos

Rangos de Altura (m)	Altura Promedio (m)	Periodo Asociado (seg)
0.26 - 0.75	0.50	5.3
0.76 - 1.25	1.00	6.0
1.26 - 2.25	2.00	6.4
2.26 - 2.75	2.50	6.8
2.76 - 3.25	3.00	7.0
3.26 - 3.75	3.25	7.3

De acuerdo a estos valores, las alturas y direcciones de incidencia en la zona de estudio, se muestran los siguientes resultados. (tablas 2.71, 2.72 y 2.73).

Tabla 2.71 Altura del Oleaje a la Profundidad de 5.00 m y Dirección NE

Altura de Ola Promedio (m)	Periodo seg.	KrKs	Altura de Ola Zona (m)	Ang. Inciden. (grados)	Present. %
0.50	5.30	0.750	0.375	40.00	9.70
1.00	6.00	0.740	0.740	39.90	10.30
1.50	6.10	0.740	1.110	35.00	4.80
2.00	6.40	0.740	1.480	33.00	0.60
2.50	6.80	0.745	1.860	32.0	0.20
3.00	7.00	0.745	2.230	31.7	-
3.25	7.30	0.750	2.430	30.0	-
TOTAL					25.60

Tabla 2.72 Altura del Oleaje a la Profundidad de 5.00 m y Dirección E

Altura de Ola Promedio (m)	Periodo seg.	KrKs	Altura de Ola Zona (m)	Ang. Inciden. (grados)	Present. %
0.50	5.30	0.895	0.445	12.50	11.80
1.00	6.00	0.920	0.920	11.00	18.70
1.50	6.10	0.935	1.400	10.40	9.50
2.00	6.40	0.940	1.880	10.00	2.80
2.50	6.80	0.960	2.400	9.80	1.00
3.00	7.00	0.965	2.890	9.50	0.10
3.25	7.30	0.975	3.160	9.00	-
TOTAL					43.90

Tabla 2.73 Altura del Oleaje a la Profundidad de 5.00 m y Dirección SE

Altura de Ola Promedio (m)	Periodo seg.	KrKs	Altura de Ola Zona (m)	Ang. Inciden. (grados)	Present. %
0.50	5.30	0.895	0.44	23.0	2.10
1.00	6.00	0.900	0.90	24.3	5.30
1.50	6.10	0.905	1.35	20.0	1.50
2.00	6.40	0.910	1.82	19.5	0.70
2.50	6.80	0.920	2.30	19.0	0.10
3.00	7.00	0.925	2.77	18.3	0.10
3.25	7.30	0.940	3.05	17.0	-
TOTAL					6.80

3. 2. RÉGIMEN DE OLEAJE EN POSIBLE ZONA DE UBICACIÓN DE LA MARINA

El oleaje en la costa a la profundidad de 5 00 m fue determinada a través de las fórmulas que rigen su comportamiento, en un tratamiento de refracción idealizada, habiéndose obtenido los coeficientes de reducción de oleaje y su ángulo de incidencia del oleaje a la profundidad de 5.00 m los cuales se han resumido en el tema de refracción idealizada. En las tablas 2.71, 2.72 y 2.73 donde se muestran que la dirección E tiene la máxima incidencia promedio de 10 grados sobre la profundidad de 5 00 m, seguida de la dirección NE con el 25 60%, con ángulo promedio de 3 grados sobre la costa y finalmente la otra dirección importante es la SE con el 7 80% del tiempo con un ángulo promedio de 20 grados sobre la costa.

Este oleaje así definido es producido principalmente fuera de los arrecifes, sin embargo estos arrecifes están formados casi a 3.0 km de la costa, los cuales, se han definido claramente en la zona en forma general, pero sin que se tenga conocimiento de algún estudio que permita realizar una descripción de la estructura arrecifal, desarrollo y perfil.

Esta incertidumbre respecto a este tipo de obstáculos sólo permite estimar su importancia respecto al oleaje que puede presentarse dentro de estos arrecifes.

La determinación teórica del oleaje que se presenta dentro de estos arrecifes, un vez que estos han disipado parte de su energía, es demasiado complicado, por que la energía se ha disipado parcialmente, pues los arrecifes no sobresalen lo suficiente como para constituir un rompeolas natural, sin embargo, en este estudio, con objeto de tener un índice para el proyecto, es inferido que los arrecifes no afloran y las características del oleaje son tales que parte de su energía se transmite sobre ellos, de tal forma que se supone que existe un rompeolas natural sumergido.

Un rompeolas u obstáculo sumergido es aquel que en el cual su nivel de coronamiento está bajo el nivel de aguas tranquilas. Parte de la energía del oleaje es reflejada hacia el mar, la energía remanente es disipada en rompiente, transmitida hacia la costa como un sistema de oleaje múltiple.

Wiegel (1964) desarrolló una teoría para aguas de cualquier profundidad, basado en la hipótesis de que la potencia transmitida por una ola entre el fondo de una barrera vertical y el fondo del océano, donde la estructura no estuviera, será la potencia transmitida pasada la estructura. La solución está en términos de funciones de Bessel modificadas, siendo una solución modificada queda:

$$HT = PI = \frac{(((4\pi(y+d)/L)/(\text{sen } h \ 4\pi d/L)) + ((\text{sen } h \ 4\pi(y+d)/L)/(\text{sen } h \ 4\pi d/L)))}{(1 + ((4\pi d/L)/(\text{sen } h \ 4\pi d/L)))}$$

En profundidades que no son infinitas esta ecuación puede ser modificada para dar la relación de ola transmitida a ola incidente para el caso de obstáculos sumergidos, esto es:

$$H_V/H_I = 1 - \frac{((4\pi(y+d)/L)/(\text{sen } h \ 4\pi d/L)) + ((\text{sen } h \ 4\pi(y+d)/L)/(\text{sen } h \ 4\pi d/L))}{(1 + ((4\pi d/L)/(\text{sen } h \ 4\pi d/L)))}$$

Donde :

Ht = altura de ola transmitida.

Hi = altura de ola incidente.

y = coordenada vertical tomada como origen al nivel del mar y hacia abajo negativa.

L = longitud de la ola en la profundidad de desplante

Para estimar la mayor energía transmitida se considerará de la forma más conservadora de que la profundidad del obstáculo es de 3.00 m, teniendo una columna de agua sobre la estructura de 2.0 m, es decir, la profundidad total es de 5.00 m, el coeficiente de oleaje transmitido será aplicado a todas las direcciones del oleaje consideradas. En base a estas, se harán los siguientes cálculos (con apoyo de tablas de funciones de d/Lo, según Wiegel, situadas en el libro Ingeniería de Costas de A. Frias).

Alt. de Ola (m)	Período (seg)	Prof. (m)	Lo (m)	d/Lo	d/L	L (m)	Ht/Hi
0.5	5.3	5.0	45.72	0.109	0.1488	33.60	0.710
1.0	6.0	5.0	56.16	0.089	0.1313	38.08	0.695
1.5	6.1	5.0	58.04	0.086	0.1286	38.88	0.693
2.0	6.4	5.0	63.89	0.078	0.1214	41.18	0.686
2.5	6.8	5.0	72.13	0.069	0.1130	44.24	0.680
3.0	7.0	5.0	76.44	0.065	0.1092	45.78	0.677

De acuerdo a los resultados anteriores se puede formar el régimen del oleaje para cada dirección, después de haber pasado los obstáculos que forman los arrecifes que es el que se estima que llega a la zona de estudio, los resultados para cada dirección se muestran en las tablas 2.74 2.75 y 2.76.

Tabla 2.74 Altura de la Ola (5.00 m) y Dirección de Incidencia en Zona de Estudio
Dirección NE

Alt. de Ola	Período de la Ola (seg.)	Coef. de Oleaje Trans.	Alt. de Ola Zona de Est.	Ang. de Incid.	Present. %.
0.375	5.30	0.710	0.266	40.00	9.70
0.740	6.00	0.695	0.514	39.9	10.30
1.110	6.10	0.693	0.769	35.0	4.80
1.480	6.40	0.686	1.015	33.0	0.60
1.860	6.80	0.680	1.265	32.0	0.20

Tabla 2.75 Altura de la Ola (5.00 m) y Dirección de Incidencia en Zona de Estudio
Dirección E

Alt. de Ola	Período de la Ola (seg.)	Coef. de Oleaje Trans.	Alt. de Ola Zona de Est.	Ang. de Incid.	Present. %.
0.446	5.30	0.710	0.317	12.5	11.80
0.930	6.00	0.695	0.646	11.0	18.70
1.400	6.10	0.693	0.970	10.4	9.50
1.880	6.40	0.686	1.290	10.0	2.80
2.400	6.80	0.680	1.632	9.8	1.00
2.890	7.00	0.677	1.957	9.5	0.10

Tabla 2.76 Altura de la Ola (5.00 m) y Dirección de Incidencia en Zona de Estudio
Dirección SE

Alt. de Ola	Período de la Ola (seg.)	Coef. de Oleaje Trans.	Alt. de Ola Zona de Est.	Ang. de Incid.	Present. %.
0.44	5.30	0.710	0.312	23.00	2.10
0.90	6.00	0.695	0.626	21.30	3.30
1.35	6.10	0.693	0.936	20.00	1.50
1.82	6.40	0.686	1.249	19.50	0.70
2.30	6.80	0.680	1.564	19.00	0.10
2.77	7.00	0.677	1.875	18.30	0.10

De acuerdo a lo anterior se resumirá en la tabla 2.77, como varía la altura de ola de aguas profundas a la zona de estudio para las diferentes direcciones.

Tabla 2.77

Altura de Ola (5.00 m) en Zona de Estudio de Acuerdo a sus Direcciones

Altura de Ola en Aguas Profundas (m)	Altura de Ola en Zona de Estudio (m)		
	Direcciones		
	NE	E	SE
0.50	0.26	0.31	0.31
1.00	0.51	0.65	0.62
1.50	0.77	0.97	0.93
2.00	1.01	1.29	1.25
2.50	1.26	1.63	1.56
3.00	---	1.95	1.87

CAPITULO	PÁGINA
1 - ANTECEDENTES	1
2 - OLEAJE NORMAL	34
3 - REFRACCIÓN IDEALIZADA	59
4 - MAREAS	72
5 - SISTEMAS ATMOSFÉRICOS	82

SECCIÓN	PÁGINA
4 - MAREAS	
4.1. DESCRIPCIÓN DEL FENÓMENO DE MAREAS.	73
4.2. APARATOS EMPLEADOS PARA LA MEDICIÓN DE MAREAS.	78
4.3. SISTEMA MAREOGRAFICO NACIONAL.	79
PLANOS DE MAREAS AL NIVEL MEDIO DEL MAR (PUERTO JUAREZ)	81

4.1. DESCRIPCIÓN DEL FENÓMENO DE MAREAS

El movimiento del nivel del mar en un punto determinado es la consecuencia de: a) oscilaciones libres, en donde las características (período y amplitud), son función del vaso o recipiente que constituyen los océanos, b) oscilaciones forzadas, producto de la acción (atracción) perturbadora de los astros (Luna y Sol).

Cuando se trata con el tema de mareas es importante tener conocimiento exacto de estas, ya que se emplea en una gran variedad de trabajos de ingeniería civil como son los casos de reclamación de áreas costeras, cierre o apertura de bocas, problemas de seguridad de estructuras, problemas de intrusión salina, entre otras

Conceptualmente el término de marea, se define como "la subida o bajada del nivel del mar, ya sea una vez o dos veces al día; es decir la oscilación periódica del nivel".

Es importante tener conocimiento de las mareas para: reclamar áreas costeras, cierre o apertura de bocas, problemas de seguridad de estructuras, problemas de intrusión salina, entre otros. La explicación del fenómeno de forma simplificada (no en la realidad) parte de la consideración de un sistema Tierra - Luna, cuyas suposiciones son:

- a) La Tierra está cubierta totalmente con una capa de agua.
- b) La Luna está en el plano del ecuador de la tierra.
- c) No existe rotación de la tierra.

El sistema combinado Tierra - Luna tiene su centro de gravedad en el punto A, es decir, el sistema gira alrededor del punto A en aproximadamente 27 días (Luna alrededor de la Tierra) fig. 1.

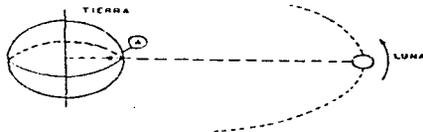


fig.1 - SISTEMA TIERRA - LUNA

Mientras giran, los dos cuerpos ejercen fuerzas gravitacionales entre ellos y por la razón de equilibrio éstos deben ser contrarrestadas por fuerzas centrífugas.

Es obvio que estas fuerzas deformarán la capa de agua que cubre la tierra (suposición "a") en la forma indicada en la fig.2

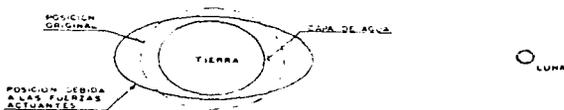


fig.2 ATRACCION DE LAS MOLECULAS LIQUIDAS.

La segunda consideración (la Luna en el plano del ecuador de la Tierra) no se cumple en realidad, debido a que el eje de la tierra hace un ángulo de 66.5° (valor promedio) con el plano de la luna. La tercera (no rotación de la Tierra) no es válido tampoco, ya que en la realidad si tiene movimiento.

Si las situaciones reales se aplican el resultado será como se muestra en la fig.3.

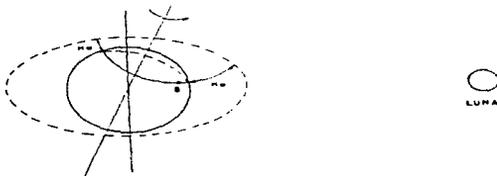


fig.3 ATRACCION Y MOVIMIENTO DE ROTACION TERRESTRE.

En el punto B de la figura anterior, habrá por lo tanto dos pleamares y dos bajamares en un periodo de alrededor de 25 horas. La marea en el punto B es llamada "marea semidiurna", lo que la caracteriza por tener su periodo un poco mayor de 12 horas, lo cual puede entenderse en base al hecho de que la marea es gobernada por dos movimientos, el rotación de la tierra y el otro de traslación de la luna alrededor de la tierra. Esto quiere decir que un cierto lugar en la tierra de cara a la luna, no será visto otra vez hasta después de un giro completo de la tierra en 24 horas. Dado que la luna se ha movido también en ese periodo, un total de $1/27.3$ partes de 360° , lo cual es alrededor de 13° , esto significa, que tarda adicionalmente $(13/360^\circ)$ 24 horas alrededor de 50 minutos para

estár en fase con la luna otra vez y, puesto que el periodo que la marea semidiurna es la mitad de este tiempo, implica que se iguala a $(24 \text{ horas } 50 \text{ minutos})/2 = 12 \text{ horas } 25 \text{ minutos}$, este valor promedio que no es constante a lo largo de un mes, debido a la órbita elíptica de la luna.

Además, debido a la influencia combinada del sol y la luna, será un poco menor de 50 minutos en marea viva y ligeramente mayor en marea muerta.

Otra característica de las mareas semidiurnas, es la denominada desigualdad diaria, que es la desigualdad entre dos pleamares (nivel más alto) ó bajamares (nivel más bajo) sucesivas. Fig. 4.

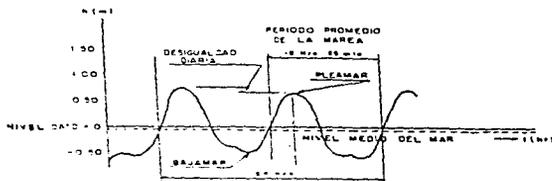


Fig. 4. ONDA DE MAREA

Además de las mareas semidiurnas existen otros dos tipos: diurna y mixta.

- Diurna . - un pleamar y un bajamar por ciclo en un periodo de 24 horas y 50 minutos.
- Semidiurna . - dos pleamares y dos bajamares durante dos sucesivos ciclos con periodo de 12 horas y 25 minutos cada uno (valor promedio).
- Mixta . - es la combinación de los dos tipos mencionados en primer término.

Las mareas diurna y mixta se deben en gran medida a que entran a los océanos por el sur que son reflejadas por los continentes, amortiguadas debido a los efectos de aguas bajas incrementadas por mareas que provienen del otro extremo del continente. Adicionalmente, hasta ahora sólo se ha considerado la influencia de la luna, pero el sol tiene un efecto similar sobre las masas de agua de la tierra, aunque su magnitud es de sólo el 46% que la de la luna. Además, debido a las órbitas elípticas de la tierra y de la luna, ya que sus declinaciones no son constantes, se

tiene que en un lugar especial se puede tener un tipo de marea diferente que en otro tanto en su tipo como en su magnitud Fig.5.

Por ejemplo, las mareas en el Golfo de México son del tipo diurno mixto diurno (amplitud media del orden de 0.45 m), mientras que en el Pacifico Mexicano se encuentran mareas mixtas semidiurnas (amplitud media del orden de 1.10 m a 1.60 m) y en la zona del Golfo de California aunque también son del tipo mixto semidiurno, sus amplitudes son bastante más grandes (mayor a 4.00 m).

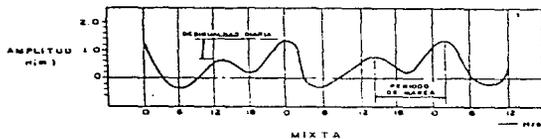
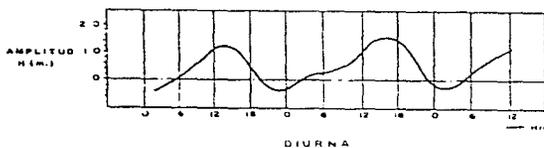
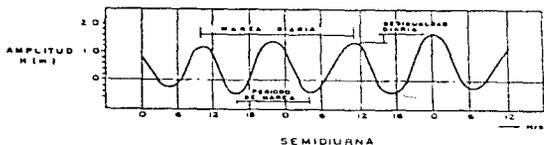


Fig. 5. TIPOS DE MAREA.

Dentro de los dos tipos de mareas mencionados existen, a su vez, dos variantes que se conocen como mareas vivas y mareas muertas las cuales dependen de la fase lunar, su definición es:

Marea Viva .- es el maximo nivel que alcanza el agua en el mes (en realidad el aumento empieza desde la marea muerta) , ocurriendo algún tiempo (la edad de la marea) después de aparecida la luna llena o nueva.

Marea Muerta .- es el minimo nivel que alcanza agua en el mes (decrece a partir de la marea viva) ocurriendo algún tiempo después que han aparecido los cuartos crecientes y menguantes. Fig 6.

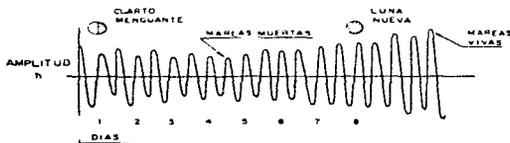


Fig. 6. MAREAS VIVAS Y MAREAS MUERTAS.

Estas mareas se deben a que en luna nueva y llena, el sol, la luna y la tierra se encuentran alineados, provocando más altos niveles de agua que el promedio, mientras que en el cuarto creciente y menguante son más bajos los niveles de agua.

De la fig.6, puede observarse que las mareas vivas y muertas ocurren algún tiempo después que la ocurrencia de la fase de la luna que las origina. Esto nuevamente, es debido al tiempo de viaje del área del Polo Sur al lugar considerado y a los efectos de amortiguamiento y reflexión, etc. esta diferencia es llamada edad de la marea.

4.2. APARATOS EMPLEADOS PARA LA MEDICIÓN DE MAREAS

Las estaciones que sirven para obtener los registros de los niveles generados por las mareas cualquiera que sea su índole, se les puede clasificar en primarias y secundarias. Las primarias cuentan con aparatos y/o instalaciones por un espacio de tiempo relativamente grande, mientras que las secundarias se instalan para cubrir necesidades específicas de algún proyecto de pequeña magnitud, siendo operadas durante corto tiempo.

Por su parte, los instrumentos destinados a la medición de las ondas de marea, se clasifican en dos tipos: Mareómetros y Mareógrafos.

Mareómetros o Regla de Mareas - Son indicadores del tipo más común y corriente, sin ningún mecanismo o dispositivo para realizar un registro automático de los niveles, por lo que es necesario que una persona efectúe las lecturas, en intervalos de tiempo (1 hora generalmente) fijados de acuerdo a las necesidades del estudio y del lugar. Consiste en una escala graduada (puede usarse un estadal), la cual es conveniente que se fije en un lugar apropiado, por ejemplo en un pilote de un muelle, algún macizo rocoso, o teniendo que instalarse en mar abierto se recurre al auxilio de una torre.

La longitud de la escala quedará en función de variación máxima que la marea pueda tener en el lugar que se trate. Fig.7

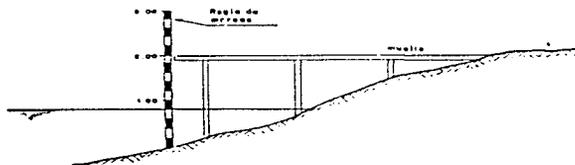


Fig. 7. REGLA DE MAREAS

Mareógrafo - Esta constituido por algún mecanismo o dispositivo, que permite obtener un registro constante de los niveles del agua para cualquier fase de la marea. Los mareógrafos, a su vez se pueden subdividir en dispositivos mecánicos, eléctricos y electrónicos, algunos de los cuales de este último tipo pueden estar bajo el agua, es decir, se fondean en algunos lugares de la costa y

periódicamente se recuperan para recoger la cinta donde gravan los datos registrados. Sin embargo los tipo mecánico y eléctrico digital son los más usados en nuestro País, inclusive es el empleado por el Sistema Mareográfico Nacional. El mareógrafo eléctrico fue empleado para las mediciones en la zona de estudio de este proyecto.

En la fig 8 se presenta el esquema de la constitución del mareógrafo mecánico. Para el caso de trabajos de medición de mareas durante corto tiempo, por ejemplo un mes, se emplea un limnigrafo, el cual viene siendo un mareógrafo mecánico o registrador de niveles.

- 1 CAJETA DE PROTECCION
- 2 MESA PARA SOSTENER EL MAREOGRAFO
- 3 MAREOGRAFO STANFORD
- 4 POLEAS FIJAS AL TECHO DE LA CAJETA
- 5 CONTRAPESO
- 6 FLOTADOR DE LATON
- 7 TUBO DE 2" Ø TRAZADO CONTRA LA ACCION DEL MAR Y CON PERFORACIONES

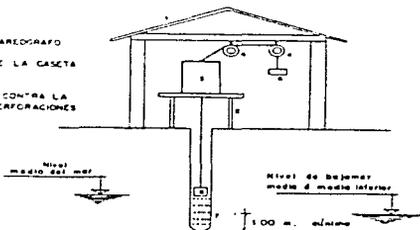


Fig. 8. MAREOGRAFO MECANICO

4. 3. SISTEMA MAREÓGRAFICO NACIONAL

En México existe un Servicio Mareográfico Nacional, el cual desde el año de 1952 es operado por el Instituto de Geofísica de la U.N.A.M., contando en la actualidad con 20 estaciones mareográficas instaladas en los principales puertos (13 en el Océano Pacifico y 7 en el Golfo de México), aunque cuenta con registros de otros lugares en donde se operaron estaciones fig 9; este servicio se encarga de la instalación, operación y mantenimiento de las estaciones, así como de la interpretación de lo mareógramas, la obtención de los planos de referencia y el pronostico de los niveles esperados, para lo cual anualmente edita las "Tablas de Predicción de Mareas".

Dependiendo del tipo de marea (diurna, semidiurna o mixta), los planos de marea que se generan son:

ESTA COPIA NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Altura Maxima Registrada : nivel más alto registrado en la estación debido al efecto de un tsunami o ciclón combinado, probablemente con el de una marea astronómica.

Pleamar Máxima Registrada (PMR o HHW*) : nivel más alto registrado debido a las fuerzas de marea periódica, o también a que tengan influencia sobre las mismas los factores meteorológicos.

Nivel de Pleamar Media Superior (NPMS o NHHW*) : promedio de la más alta de las dos pleamares diarias, durante el período considerado en la estación (mareas semidiurna y mixta).

Nivel de Pleamar Media (NPM o MHW*) : promedio de todas las pleamares durante el período considerado en cada estación; cuando el tiempo de marea es diurna, este plano se calcula haciendo el promedio de la pleamar más alta diaria, lo que equivale a que la pleamar media en este caso sea lo mismo que la pleamar media superior.

Nivel Medio del Mar (NMM o MSL*) : promedio de las alturas horarias durante el período registrado en la estación.

Nivel de Media Marea (MM o MTL*) : plano equidistante entre la pleamar media y la bajamar media; es decir se obtiene promediando éstos dos valores.

Nivel de Bajamar Media (NBM o MLW*) : promedio de todas las bajamares durante el período considerado en la estación; cuando el tipo de marea es diurna, este plano se calcula haciendo el promedio de la bajamar más baja diaria, lo que equivale a que la bajamar media en este caso sea lo mismo que la bajamar media inferior.

Nivel de Bajamar Media Inferior (NBMI o MLLW*) : promedio de la más baja de las dos bajamares diarias, durante el período considerado en la estación (mareas semidiurna y mixta).

Bajamar Mínima Registrada (BMR o LLW*) : nivel más bajo registrado debido a las fuerzas de marea periódica, o también que tenga influencia sobre las mismas los factores meteorológicos.

* siglas en inglés

CAPITULO	PÁGINA
1.- ANTECEDENTES	1
2.- OLEAJE NORMAL	34
3.- REFRACCIÓN IDEALIZADA	59
4.- MAREAS	72
5.- SISTEMAS ATMOSFÉRICOS	82

SECCIÓN	PÁGINA
5.- SISTEMAS ATMOSFÉRICOS	
5.1. ONDAS TROPICALES.	83
5.2. CLIMATOLOGÍA.	83
5.2.1. CONDICIONES ATMOSFÉRICAS EN EL ÁREA DE CANCÚN, QUINTANA ROO	83
5.2.2. VIENTOS	84
5.2.2.1. Elementos que Caracterizan al Viento	85
5.2.2.2. Áreas de Altas y Bajas Presiones	87
5.2.2.3. Relación Intensidad del Viento - Estado del Mar	89
5.2.3. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES EÓLICAS EN EL ÁREA DE CANCÚN, QUINTANA ROO (AÑO 1995)	90
5.2.3.1. Viento Dominante	90
5.2.3.2. Velocidad Media del Viento	93
5.2.3.3. Velocidad Máxima del Viento	94

5.1. ONDAS TROPICALES

Las "Ondas Tropicales" son fenómenos que se presentan en los meses de Junio a Octubre. Se originan en la zona intertropical de convergencia, el cual es el ecuador meteorológico. En los mapas del tiempo este sistema se manifiesta isobáricamente como crestas y valles longitudinales a lo largo de una amplia región en el Atlántico de donde parte, alejándose las Ondas Tropicales que se forman en las crestas, es decir, en la zona de baja presión. El desplazamiento de estos sistemas es de Este a Oeste. El tiempo característico de este fenómeno es: viento moderado a fuerte, lluvias, chubascos y mar inestable. La velocidad es de 15 nudos, aproximadamente 25-30 kms/hr.

Una característica regional de las ondas tropicales es que llegan como una especie de tren de ondas, por lo que unos días está completamente nublado y lluvioso, y otros días es soleado. Estos fenómenos se presentan de Junio a Octubre, pero se intensifican en los meses de Agosto y Septiembre.

Por su longitud de desplazamiento las ondas tropicales por regla general producen más precipitaciones que los huracanes.

5.2. CLIMATOLOGÍA

De acuerdo con García E. (1964) el clima que se presenta en la región Aw (X') (i), es decir, cálido subhúmedo, con lluvias en verano con un cociente P/T (precipitación/temperatura) entre 43.2 y 55.3 y con un porcentaje de lluvia invernal > 10.2 con respecto a la anual. La oscilación de temperatura es mínima, entre 5 y 7 grados.

5.2.1. CONDICIONES ATMOSFÉRICAS EN EL ÁREA DE CANCÚN, QUINTANA ROO.

De Enero a Mayo, masas de aire polar modificado afectaron la península de Yucatán. En el mes de Enero afectaron los días 1 al 4, del 10 al 16 y del 18 al 23. En Febrero los días 1, 6 y 7, 24 y 25, y el día 27. Este último fue el más violento, ya que ocasionó bruscos descensos térmicos, registrándose la temperatura más baja del periodo de análisis. En Marzo se detectaron los días 1, 2, 3, 7, 8, 9, 21, 22, 29 y 30, el mes de Abril las masas de aire frío afectaron únicamente los días 5, 16 y 17. El día 21 un sistema de baja presión propicio vientos fuertes del Sureste. En el mes de Abril las masas de aire polar dejaron de afectar el área.

En términos generales estos sistemas provocaron descensos en la temperatura, nublados y lluvias de carácter ligero a nublado, así como vientos del Suroeste y Norte.

El 9 de Mayo se observó la activación de la zona intertropical de convergencia consecuentemente soplaron los vientos alisos y se detectaron las primeras ondas tropicales con esta serie de fenómenos dió principio la temporada de lluvias. De Mayo a Octubre las ondas tropicales afectaron continuamente, ocasionando nublados con lluvias moderadas a fuertes. Aún cuando las ondas tropicales ocasionalmente desarrollan a tormentas, cabe mencionar que en el periodo de estudio no se registró ningún fenómeno de este tipo.

Noviembre presentó dos periodos en que se detectó la presencia de aire ligeramente frío, el primero se registró los días 6 al 15 y el segundo los días 22 y 23; mientras que el mes de Diciembre también se detectaron dos periodos de invasión de aire polar, el primero el día 6 al 12 y el segundo del día 17 al 24.

Resumiendo, de acuerdo a los parámetros meteorológicos registrados, se concluye que hay tres períodos característicos de tiempo, que son

1. - Enero, Febrero, Marzo, Noviembre y Diciembre el area se ve afectada por aire polar modificado, que ocasiona descenso térmico, nublado con lluvias aisladas y norte moderado a fuerte. En la atmósfera superior dominan los vientos del Oeste y en ocasiones se detectó la corriente de chorro subtropical.

2. - Abril es cálido y seco con poca precipitación.

3. - Los meses de Mayo a Octubre son cálidos y húmedos con invasión de ondas tropicales que favorecen nublados y lluvias, y en ocasiones vientos fuertes del Este. En los niveles inferiores de la atmósfera dominan los vientos alisos, los cuales son originados por la posición del anticlon semipermanente del Atlántico.

5 . 2 . 2 . VIENTOS

Se define al viento, en general, como el movimiento de las masas de aire, sin embargo, una definición aceptada técnicamente, apoyada en la meteorología, es: corriente horizontal (o casi) de aire que circula con relativa proximidad a la superficie terrestre, una variación a esta definición está representada por los "vientos orográficos" que circulan en forma ascendente.

El viento se atribuye a las desigualdades de la densidad del aire, o sea, a las presiones bajas y altas; el excesivo calentamiento del aire hace que este se dilate y se anime de un movimiento ascendente dejando un lugar vacío en el lugar donde se dilató, o centro de baja presión barométrica; este vacío se llena con aire más denso que procede de otras regiones o lugares de alta presión.

Atendiendo a su dirección los vientos se clasifican en:

- Constantes o Regulares.- soplan en una dirección todo el año.
- Periodicos.- invierten su dirección con las estaciones del año o con el día y la noche.
- Irregulares.- son los que carecen de penocidad y soplan en una y otra dirección indiferentemente.

Atendiendo a su extensión podemos clasificar a los vientos en:

- Generales o planetarios
- Locales.

Como ejemplo de los vientos constantes y a su vez generales, se encuentran los vientos Alisos, Contralisios y Polares o Vientos del Oeste.

El origen de estos vientos se encuentra en la región ecuatorial de la tierra, en donde existen los mayores motivos de calentamiento y humedad; a consecuencia de esto el aire se vuelve más ligero y se establece una corriente ascensional de aire caliente y húmedo; este se enfría a medida que sube y gran parte del vapor que lleva en suspensión se precipita en forma de copiosas lluvias, luego el aire va más seco y pesado de derrama por las capas superiores de la atmósfera en dirección a los polos, a este flujo de vientos se le denomina Contralisios. Para llenar el vacío que dicha corriente ascensional deja en extensa zona ecuatorial (de 300 a 1000 Km), acuden por abajo los llamados vientos Alisos que llegan del Norte y del Sur y vuelven a elevarse formando, por lo tanto, un cinturón carente de vientos horizontales en el ecuador teórico de la tierra que recibe el nombre de Calmas Ecuatoriales, nombre dado por los marinos debido a la frecuencia con que los veleros se quedaban estacionados por falta de viento.

Ahora bien, si la tierra no estuviese dotada de movimiento de rotación y no existiesen perturbaciones en la superficie de la misma, la trayectoria de estos vientos (Alisos y Contralisios), coincidiría con los meridianos, pero en virtud de este movimiento de rotación de las moléculas atmosféricas al trasladarse de los polos al ecuador, que es el caso de los vientos Alisos, estos van encontrando regiones dotadas de creciente velocidad lineal (la velocidad lineal de la tierra va en aumento a medida que se va uno acercando de los polos hacia el ecuador) lo que da por resultado que en vez de seguir trayectorias de los polos al ecuador se desvían hacia el Este en el hemisferio Norte y hacia el Oeste en el hemisferio Sur, lo que da en la zona ecuatorial vientos del Noreste al Norte del ecuador y vientos del Sureste al Sur de este.

Este fenómeno es el principal generador de oleaje y su efecto sobre la costa es permanente, provocando, además, mareas de vientos o de tormentas y fuerzas sobre las estructuras; de ahí la importancia de su estudio desde el punto de vista de las obras marítimas y la ingeniería de costas.

5. 2. 2. 1. Elementos que Caracterizan al Viento

Son tres los elementos que caracterizan al viento:

- a) dirección del que sopla.- Para definir la dirección se utiliza la denominada "Rosa de los Vientos", que no es más que un limbo circular que puede estar dividido en 4, 8, 16, y 32 partes.
- b) frecuencia o número de veces que se presenta con determinadas características durante un lapso cualquiera, utilizándose normalmente el día, mes, estación o año.

c) intensidad o velocidad con que sopla.- Se expresa en unidades de longitud sobre las de tiempo (m/seg, Km/hr, nudo); para su medición se utiliza la escala internacional llamada de Beaufort (modificada). Tabla 5A.

En relación con la intensidad del viento, cabe mencionarla que se usa en las partes meteorológicas y que es la siguiente

Perturbación Tropical.- Son circulaciones débiles que se presentan en latitudes entre los 5° y 8°.

Depresión Tropical.- Circulación sensiblemente cerrada y centro bien definido, velocidad máxima de 40 K p h.

Tormenta Tropical.- Forman nubosidades espesas y algunas perturbaciones se disipan al alcanzar esta clasificación; las velocidades aumentan, fluctuando entre 60 y 114 k.p.h

Huracán.- Velocidades de viento superiores a los 115 k p h., se explicará más adelante

TABLA 5A. ESCALA DE BEAUFORT

GRADO	NOMBRE	VELOCIDAD (m/seg)	CONDICIONES DEL MAR
0	Calma	0.0 - 0.2	mar llana
1	Ventolina	0.3 - 1.5	ondulación pequeña en la superficie, sin producción de espuma
2	Flojito	1.6 - 3.3	olas cortas y bajas que no rompen, mar rizada
3	Flojo	3.4 - 5.4	oleaje que empieza a romper, poca espuma, mar rizada
4	Bonacible	5.5 - 7.9	olas de poca altura pero de mayor longitud, borregos de espuma, marejadilla
5	Fresquito	8.0 - 10.7	se acentua la longitud de las olas, generalización de borregos de espuma, esporádicamente rociones de espumas, marejada
6	Fresco	10.8 - 13.8	se inicia la formación de grandes olas, que rompen, rociones de espuma al aire, mar gruesa
7	Frescachón	13.9 - 17.1	crece la mar, mar muy gruesa
8	Duro	17.2 - 20.7	olas de altura notable, las crestas despiden espuma pulverizada, mar arbolada
9	Muy Duro	20.8 - 24.4	olas muy gruesas, balances pronunciados, la espuma empieza a afectar la visibilidad
10	Temporal	24.5 - 28.4	olas considerables, mar blanca de espuma, balances fuertes
11	Borrasca	28.5 - 32.6	olas extraordinariamente altas, visibilidad escasa a causa de la espuma
12	Huracán	32.7 - 36.9	atmósfera y mar completamente llena de espuma, visibilidad casi nula

Los "Huracanes o Ciclones" son sistemas de baja presión que se originan en la zona intertropical de convergencia y normalmente aparecen como ondas tropicales que al encontrar situaciones meteorológicas propicias, se incrementa la baja presión y la circulación ciclónica se hace más definida; si en su desplazamiento las aguas marinas tienen valores térmicos superiores a 27 grados es muy probable que esta baja presión siga ahondándose favoreciendo la primera etapa del huracán que es la Depresión Tropical.

Cuando las condiciones atmosféricas sigue siendo propicias, el sistema meteorológico sigue evolucionando hasta alcanzar el grado de huracán. A continuación se presentan la serie de estados por la cual pasa un huracán

Nombre	Velocidad
• Onda Tropical o Zona de Intensidad Convectiva	No tiene organización
• Depresión Tropical	Hasta 33 nudos ; 63 km/h
• Tormenta Tropical	33 - 64 nudos ; 64 - 119 km/h
• Huracán	> 64 nudos ; > 120 km/h

Como se observa en la tabla, el Huracán es el grado máximo de un disturbio tropical. Estos que afectan la Península de Yucatán se originan, también en otra zona ciclogénica en el Océano Atlántico la cual se encuentra frente a las costas de Africa en donde se generan disturbios atmosféricos que en ocasiones han atravesado todo el Océano Atlántico y cuyos efectos han sido muy severos en la Península de Yucatán.

Cuando un huracán afecta la península, sus efectos generalmente son desastrosos sobre todo por la velocidad de los vientos, ya que la lluvia que produce es mínima, debido a que el viento no deja que haya nubes convectivas, que son las que provocan precipitaciones abundantes

5.2.2.2. Áreas de Altas y Bajas Presiones

Están constituidas por isobaras cerradas cuyo valor aumenta desde la periferia hasta el centro, en el que se encuentra la zona de máxima presión, la cual se suele denominar con la letra H (del inglés high). Las características de estas configuraciones son: gradientes pequeños, superficie relativamente extensa y una circulación de vientos llamados anticiclónica, sistemas anticiclónicos cálidos, nortes, entre otras

- Anticiclón:

En el Hemisferio Norte se encuentra un cinturón de altas presiones en latitudes medias conocida como "Anticiclones". En el Océano Atlántico se localiza uno de ellos llamado el Anticiclón de los Azores o de los Caballos. Este anticiclón se extiende a veces hasta la Península de Yucatán en los meses de Marzo, Abril y Mayo. Este se caracteriza por generar buen tiempo, cielo despejado con altas temperaturas y viento débil o calma. Al no existir viento o sistema de baja presión el mar se encuentra tranquilo. Este Tiempo es ideal para las actividades turísticas.

- Nortes:

Los estados del litoral del Golfo de México y de la Península de Yucatán son afectados por los fenómenos llamados "Nortes". Estos se originan en las grandes estepas de Canadá y en el Centro - Norte de Estados Unidos durante los meses de Otoño e Invierno. El sistema típico es de alta presión, también llamado Anticiclón, inicialmente permanece estacionario en la zona de origen, generando bajas temperaturas por la poca insolación que existe en invierno en el Hemisferio Norte. Por razones físicas este sistema se desplaza hacia el Sur, Suroeste, y Este; cuando suceden en las dos primeras direcciones es cuando afecta al país. Es obvio decir que lo primero que afecta es al Norte del Golfo de México o a los estados del Noreste. Cuando el sistema es débil generalmente pierde intensidad en las aguas cálidas del Golfo de México, por lo que se resiente poco en la Península de Yucatán no así cuando no es intenso, ya que avanza rápidamente sobre las aguas del Golfo de México, afectando la Península. El primer efecto es la línea turbonada, la cual se manifiesta en vientos fuertes y violentos sin dirección definida, posteriormente el viento se muestra constante del Norte o Noroeste, provocando la advección de aire frío, por lo que la temperatura desciende violentamente. Las características del cielo son de nubes cumuliformes por efecto del choque del aire frío con el cálido, provocando algunos chubascos. Una vez que predomina el aire frío este se hace estable, originando nubes estratiformes causando precipitaciones de tipo llovizna. Con la persistencia del viento el mar se muestra inestable generando mar de fondo. Los nortes más intensos se registran en los meses de Diciembre y Enero, pero la temporada es de Noviembre a Marzo, extendiéndose en algunos años desde Octubre a Abril aunque con pocos efectos debido a que los contrastes térmicos son pequeños. En conclusión, los nortes son fenómenos que provocan descensos térmicos, vientos fuertes de componente norte y oleaje de mar fondo y mar de viento. Este fenómeno es benéfico para las actividades agrícolas, no así para las actividades náuticas, ya que las impide.

Para las áreas de baja presión se constituyen por isobaras cerradas en las cuales disminuye la presión desde la periferia hacia el interior. En las cartas sinópticas suele indicarse con la letra L (del inglés low). Las características de estas formaciones son: superficie relativamente reducida, gradientes horizontales elevados y rotación ciclónica de los vientos.

5. 2. 2. 3. Relación Intensidad del Viento - Estado del Mar

Anteriormente se hizo alusión a la escala de Beaufort, la cual relaciona la intensidad del viento con la condición del estado del mar, pareciendo en primera instancia que es una función unívoca, lo cual no es verdadero.

La mar levantada por el viento o "mar de viento", es en realidad función creciente de tres variables; la fuerza o intensidad, su persistencia y su fetch, que es la extensión rectilínea sobre la que sopla un viento de dirección y fuerza teóricamente constante, es decir, es una "zona de generación" del estado del mar; el fetch delimita su longitud en forma paralela a la dirección del viento, expresándose en kilómetros o millas y para un viento dado, la altura del mar es creciente. En otras palabras, la altura del oleaje es mayor, para un viento dado, con fetchs largos que con fetchs cortos.

Internacionalmente se ha adoptado la escala de Douglas para definir el estado del mar, asociado a un nombre característico y correspondiendo a cada uno de los grados de la Beaufort. Tabla 5B.

TABLA 5B. ESCALA DE DOUGLAS			
GRADO DOUGLAS	DENOMINACIÓN	EQUIVALENCIA BEAUFORT	ALTURA DE OLA (m)
0	Calma	0	0
1	Litina	1	0 - 0.1
2	Rizada	2	0.1 - 0.5
		3	
3	Marejadilla	4	0.5 - 1.25
4	Marejada	5	1.25 - 2.50
5	Gruesa	6	2.50 - 4.00
6	Muy Gruesa	7	4 - 6
		8	
7	Arbolada	9	6 - 9
8	Montañosa	10	9 - 14
9	Confusa	11	más de 14
		12	

5.2.3. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES EOLICAS EN EL ÁREA DE CANCÚN, QUINTANA ROO, (AÑO 1995)

En el análisis de vientos, se presenta la frecuencia mensual para obtener el viento dominante considerando 16 direcciones y las calmas. Esta presentación muestra un panorama detallado de las condiciones prevalecientes en el lugar.

Así mismo, para cada dirección se presenta la velocidad media y la velocidad máxima extrema y el día de ocurrencia en el año.

5.2.3.1. Viento Dominante

Durante los meses de Junio, Agosto y Septiembre, el viento dominante anual se registró del Este - Noreste (ENE) en un 14.0%, seguido del viento del Este (E) en un 13.6% y del viento del Nor-Noroeste (NNW) y Noreste (NE) con 11.5%

Por otra parte los vientos en el cuadrante Norte, Este - Noreste, Norte, Nor - Noreste Noreste y Este - Noreste tuvieron una incidencia anual de 40% distribuidos de la siguiente forma:

Dirección	Porcentaje
Norte	7.4%
Nor - Noreste	7.1%
Noreste	11.5%
Este - Noreste	14.0%

TOTAL : 40.0%

Se proporciona en la Tabla H la distribución anual de frecuencia del viento para cada dirección respecto al cuadrante Este-Sur (este, este-sureste, sureste y sur-sureste); los vientos tuvieron una ocurrencia de 31.1% en el año, distribuido de la siguiente forma:

Dirección	Porcentaje	
Este	E	13.6%
Este -Sureste	ESE	9.0%
Sureste	SE	6.5%
Sur-Sureste	SSE	2.0%

TOTAL: 31.1%

Los vientos en el cuadrante Oeste-Norte (oeste, oeste-noroeste, noroeste y nor-noroeste) tuvieron una ocurrencia de 26.6% en todo el año, distribuido en la siguiente forma:

Dirección		Porcentaje
Oeste	W	2.8%
Oeste-Noroeste	WNW	4.2%
Noroeste	NW	8.1%
Nor-Noroeste	NNW	11.5%
TOTAL:		26.6%

Febrero, Marzo, Junio, Julio y Noviembre la intensidad dominante fue en el rango 0-4 m/s, es decir, viento moderado, correspondiente al cuadrante Sur-Oeste, en donde los vientos incidieron únicamente en 2.2%. Según el rango de velocidad la distribución es:

DEFINICIÓN	RANGO m/s	FRECUENCIA %
Calma	0	0.1
Viento Débil	0-4	34.1
Viento Moderado	4-8	55.6
Viento algo Fuerte	8-12	10.0
Viento Fuerte	12-16	0.2
TOTAL		100.00

El 55.6% de los vientos se encuentran en el rango de 4-8 m/s, el 34.1% en el rango de 0-4 m/s, el 10% en el rango de 8-21 m/s, el 0.2% vientos fuertes

Como era de esperarse los vientos en general son débiles y moderados, únicamente de mayor velocidad cuando se presentan sistemas climáticos de importancia, y estos en ocasiones son de cuidado. En la tabla I se puede observar la distribución anual de los vientos según su intensidad.

Tabla II Distribución Anual de Frecuencia según la Dirección del Viento
Distribución Anual de Frecuencias

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOT
C	0.1												0.1
N		1.7	0.7	0.4	0.5	0.9	0.9	0.5	0.6	0.4	0.8	0.7	7.4
NNE		1.1	0.1	0.3	0.5	0.8	0.4	0.2	0.1	0.3	0.2	3.1	7.1
NE		0.7	0.6	0.5	0.9	1.1	0.3	1.6	1.1	1.9	1.2	1.6	11.5
ENE		0.2	0.6	0.5	1.7	3.0	0.8	1.9	2.1	1.6	0.7	0.9	14.0
E		0.4	1.2	1.8	2.3	1.0	1.3	1.7	1.3	1.5	0.9	0.2	13.6
ESE		0.5	0.9	2.1	1.7	0.5	0.4	0.6	1.0	0.7	0.6	0.0	9.0
SE		0.6	1.5	1.9	0.4	0.6	0.4	0.4	0.4	0.1	0.2	0.0	6.5
SSE		0.4	0.6	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	2.0
S		0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.5
SW		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.4
WSW		0.6	0.1	0.1	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
W		0.8	0.1	0.4	0.0	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.8	0.2	2.8
WNW		0.7	0.1	0.4	0.0	0.2	0.5	0.1	0.0	0.0	0.7	1.5	4.2
NW		0.8	0.8	0.2	0.3	0.5	1.2	0.7	0.5	0.9	1.7	0.5	8.1
NNW		1.8	1.7	0.3	0.8	0.4	1.5	1.2	1.4	1.6	1.2	0.4	11.5
TOT	0.1	9.0	9.1	9.1	9.2	9.3	9.0	9.0	9.0	9.0	9.1	9.1	100.00

Tabla I Distribución Anual de Frecuencia según Rango de Velocidad del Viento
Rango de Velocidad m/s

MES	0	0-4	4-8	8-12	12-16	Total
Enero	---	---	---	---	---	---
Febrero		6.0	2.8	0.5		9.10
Marzo		4.0	3.9	1.1		9.00
Abril		1.8	4.9	2.4		9.10
Mayo		3.5	3.8	1.7	0.1	9.10
Junio		4.8	4.2			9.00
Julio		6.1	2.4	0.6		9.10
Agosto		0.1	8.4	0.5	0.1	9.10
Septiembre	0.1	0.3	8.3	0.4		9.10
Octubre		0.1	7.9	1.2		9.20
Noviembre		5.6	3.5	0.1		9.20
Diciembre		1.9	5.7	1.5		9.10
TOTAL	0.1	34.1	55.6	10.0	0.2	100.00

5.2.3.2. Velocidad Media del Viento

En la tabla J se puede observar que la velocidad media del viento correspondiente al periodo de análisis fue de 4.0 m/s, habiéndose obtenido el valor medio mensual máximo de 5.1 m/s, los meses de Agosto y Octubre, y el valor mensual mínimo de 2.5 m/s, en el mes de Junio. La velocidad media anual de las direcciones dominantes fueron:

DIRECCIÓN		VELOCIDAD (m/s)
• Este-Noreste	ENE	5.0
• Este	E	6.0
• Noreste	NE	5.3

Tabla J Velocidad Media del Viento
Velocidad Media m/s

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Año
N	4.0	3.1	5.9	3.0	3.1	3.4	4.9	4.6	4.9	3.0	5.9		4.3
NNE	4.2	2.6	6.4	5.7	3.8	3.5	5.1	5.2	5.9	3.5	6.7		4.8
NE	5.9	4.2	6.9	4.5	3.6	3.3	6.0	5.7	6.2	4.8	7.5		5.3
ENE	4.1	3.6	5.7	3.7	4.1	3.3	5.7	5.9	6.1	4.9	8.0		5.0
E	4.1	4.6	7.1	6.5	4.7	4.2	6.4	6.5	7.8	5.4	9.0		6.0
ESE		6.2	7.6	7.9	4.9	7.6	6.9	6.5	8.0	5.7	5.6		6.6
SE	5.1	7.4	6.9	5.5	4.1	8.0	7.1	6.8	3.0	6.4	0.0		6.0
SSE	2.7	8.0	6.9	6.7	2.9	6.6	6.8	7.5	6.0	2.6	0.0		5.1
S	1.6	6.6	7.6	4.0	0.0	9.1	9.6	6.5	5.9	5.0	0.0		5.1
SSW	1.8	0.0	0.0	9.0	0.7	5.6	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0		2.0
SW	1.2	1.9	0.0	0.0	0.0	3.0	4.0	4.1	3.0	2.4	0.0		1.8
WSW	2.0	1.3	1.9	0.5	0.0	2.6	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0		1.1
W	3.1	3.4	2.4	0.7	1.6	2.4	0.0	0.0	0.0	2.7	3.1		1.8
WNW	1.8	1.6	2.4	1.6	1.1	3.0	4.7	4.2	4.3	3.0	3.6		2.9
NW	1.1	2.1	1.5	1.6	1.6	3.6	4.7	4.7	4.9	3.5	4.1		3.0
NNW	1.8	3.1	3.7	1.9	2.4	3.4	4.9	4.9	5.1	4.8	4.2		3.6
TOTAL	3.2	3.8	4.6	3.9	2.5	4.5	5.1	4.6	5.1	3.5	3.6		4.0

5.2.3.3. Velocidad Máxima del Viento

Las velocidades altas del viento se encuentran asociadas a sistemas meteorológicos característicos, tanto de invierno como de Verano. De los primeros se tienen las masas de aire polar, que afectan a los meses de Enero, Febrero, Marzo, Noviembre, y Diciembre. Los sistemas de Verano que originan vientos fuertes son los sistemas tropicales, en el año en estudio únicamente hubo efectos procedentes del Caribe.

Se observa en la tabla K las velocidades máximas registradas en cada dirección, para cada mes del año, así como los de la velocidad máxima registrada a nivel mensual y los valores máximos anuales registrados en cada dirección

La velocidad máxima extrema se registró del Sur - Sureste con 20.8 m/s. este viento fue ocasionado por un sistema de baja presión situado en el Golfo de México

Tabla K Velocidad Máxima del Viento
Velocidad Máxima m/s

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
N		10.0	12.4	9.7	9.3	7.2	10.5	8.3	11.2	8.2	7.5	11.1	13.2
NNE		13.3	5.8	9.1	12.9	6.7	10.6	7.5	9.4	10.7	8.6	18.0	18.0
NE		13.9	11.0	10.5	11.7	13.2	10.6	12.0	11.8	10.2	8.6	16.7	16.7
ENE		8.3	12.2	11.1	14.8	10.0	7.3	18.8	12.3	10.9	8.7	11.8	18.8
E		10.6	12.6	11.7	13.7	13.1	14.7	16.0	14.9	13.5	12.7	12.0	16.0
ESE		13.9	15.6	18.0	14.6	11.5	15.7	16.1	11.6	14.1	8.5	5.8	18.0
SE		13.3	15.4	16.1	11.8	11.9	14.2	14.2	13.0	12.8	8.5	0.0	16.1
SSE		6.9	19.2	10.6	10.6	9.2	20.8	15.0	14.8	11.1	7.0	0.0	20.9
S		2.2	12.6	7.1	8.6	0.0	11.5	9.6	10.8	8.8	5.8	0.0	12.6
SSW		3.3	0.0	0.0	9.0	0.9	11.8	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8
SW		2.2	1.7	0.0	0.0	0.0	7.2	4.0	4.1	4.0	5.4	0.0	7.2
WSW		10.2	1.7	3.6	0.8	0.0	4.3	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0	10.3
W		10.6	8.6	8.1	11.8	1.8	5.9	0.9	0.0	0.0	8.7	6.5	11.8
WNW		6.7	8.9	7.8	5.3	3.0	9.8	6.1	4.3	4.6	7.3	8.4	9.8
NW		6.0	11.8	8.6	7.2	5.7	14.2	7.1	8.3	7.0	9.5	6.7	14.0
NNW		9.7	11.4	12.9	5.9	3.0	9.0	12.6	6.9	8.0	11.0	11.5	12.9
MAX.		13.9	19.2	18.0	14.8	13.3	20.8	18.8	14.9	13.5	12.7	18.0	20.8

En la tabla L se observa que los vientos máximos, que procedieron del Oeste, abarcando del Nor-Noreste al Sur-Sureste. Los valores máximos indican que los principales fenómenos que afectan el área se originan en el Océano Atlántico o en el Mar Caribe

<u>MES</u>	<u>VELOCIDAD</u>	<u>DIRECCIÓN</u>	<u>DÍA</u>
	<u>km/h</u>		
ENERO			
FEBRERO	13.9	NE Y ESE	27
MARZO	19.2	SSE	23
ABRIL	18	ESE	8
MAYO	14.8	ENE	16
JUNIO	13.3	E	16
JULIO	20.8	SSE	29
AGOSTO	18.8	ENE	31
SEPTIEMBRE	14.9	E	8
OCTUBRE	13.5	E	27
NOVIEMBRE	12.7	E	18
DICIEMBRE	18	NNE	28

SECCIÓN	PÁGINA
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	97
ANEXOS	101
BIBLIOGRAFIA.	118

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Del análisis realizado, tomando en cuenta los atractivos naturales y su ubicación, se postula un objetivo final, para desarrollar en el lado del corredor Cancún - Tulum, fajas turísticas con viviendas mixtas que cubran todos los niveles de ingreso en forma ordenada, teniendo como guía principal la conservación del ecosistema para proporcionar la base económica del desarrollo del estado de Quintana Roo
 - A partir del estudio anterior se puede definir en principio una estrategia de desarrollo sustentada en el turismo como medio de atracción hacia un posible desarrollo de las áreas naturales y la industrialización de las mismas. Pero a su vez, la estrategia debe señalar cambios cualitativos en la forma de explotación turística. Primeramente se debe lograr un crecimiento anual sostenido y constante de la oferta turística. Por otra parte, habrá de estimularse prioritariamente la creación de oferta de alojamiento más dirigida hacia los conjuntos habitacionales en condominios que hacia los hoteles, con el objeto de dar opciones flexible para llenar necesidades de viviendas en arrendamiento, en un momento dado, para la industrialización náutica.
 - El recurso más recomendable que lograría incrementar el desarrollo del Estado de Quintana Roo es el Turismo, no sólo por sus atractivos naturales y arqueológicos (se ha estimado que en toda la entidad existen entre 1 500 y 2000 zonas arqueológicas potenciales) sino porque simplemente los recursos minerales no se han explotado y además los recursos forestales no son tomados en cuenta para su uso industrial.
 - Por su posición geográfica del estado de Quintana Roo en particular la ciudad de Cancún, que convierte a esta zona en el pivote que conecta a la cuenca del Golfo de México, con la cuenca del Mar Caribe, se dan las condiciones para un posible centro de desarrollo náutico. Es evidente que esta componente de estrategia no será factible en la ausencia de una infraestructura hotelera, del transporte aéreo y terrestre.
 - El impulso sostenido a la actividad turística, cuyo potencial es muy amplio, según señalan las cifras de demanda probable, generará a su vez una demanda de construcción constante y sostenida, con un atractivo crecimiento anual. Esta demanda de construcción es lo que podrá brindar una singular oportunidad al gobierno estatal para impulsar empresas constructoras locales en expansión y/o establecer filiales y subsidiarias de las medianas y grandes empresas que operan en el ámbito nacional.
-

- Pensar que el Estado de Quintana Roo es un orgullo de los mexicanos, principalmente para los quintanarroenses, no significa que se tengan todas las condiciones en un momento dado sociales, culturales, económicas y políticas favorables para el desarrollo de productos náuticos, se debe buscar ingeniosa y creativamente el empleo de los recursos que se tengan para satisfacer a un mercado parecido o diferente, siempre y cuando el beneficio económico sea para bien de la sociedad tanto del lugar como externa a nosotros
 - La perfecta planeación de los recursos, ya que de estos depende en buena medida el éxito o fracaso del proyecto, garantizará que los resultados esperados económicos originen la rentabilidad de un producto de tipo náutico que se reflejará en el bolsillo de usuarios y en la permanencia de fuentes de empleo
 - No se puede confiar en las circunstancias del pasado o en informaciones manejadas en medios de comunicación acerca de las condiciones económicas futuras de un determinado lugar. Siempre que se quiera hacer un proyecto de esta magnitud, lo primero que se debe hacer es pensar en las necesidades que tendrá un posible visitante o residente o de lo que buscan, así como tomar muy en cuenta su placentera visita, y en su confort, sobre todo en ofrecer servicios de calidad que sean reales a su bolsillo
 - Como se observó de las dos fuentes de información estadística de oleaje analizadas, la correspondiente al Sea and Swell presenta sus datos para zonas mucho más reducidas que las del Ocean Wave, por lo cual se considera que en este sentido la primera de ellas merece mayor confianza. Por otra parte, se puede considerar hasta cierto punto desfavorable que el Sea and Swell disgregue al oleaje en local y distante, lo que ocasiona mayores dificultades en su propio entendimiento y más importante, en las aplicaciones prácticas
 - El Ocean Wave ofrece dentro de su información los periodos de oleaje, lo cual en la práctica es muy importante, no siendo así para el caso del Sea and Swell, al menos para la versión de 1967, aunque de una forma que se considera no muy precisa y tan sólo para la costa de Atlántico
 - Los periodos del oleaje, e importancia de la dirección del oleaje hay uniformidad en las tres fuentes de información alrededor del 50% de todas las observaciones por lo que son confiables para la evaluación del proyecto, así como la ejecución del mismo, ya que las alturas mayores del oleaje se presentan en Invierno y Otoño, mientras que las pequeñas en Primavera lo que hace ideal a la zona en esta época para la actividad náutica; esto justifica en mayor grado la factibilidad de la construcción de la marina.
-

- En la medida en que México empiece a planear, desarrollar y promover sus recursos para el turismo Náutico, muchos factores ecológicos deben ser considerados, puesto que las Marinas, frecuentemente ubicadas cerca de grandes ciudades debido a su clientela urbana, también pueden causar contaminación. La descarga por parte de embarcaciones de plomería, aceites quemados, de las aguas aceitosas de su fondo, o el contenido de sus tanques sépticos en las aguas de la Marina pueden ocasionar grandes daños. Se recomienda para la solución al problema de aceites usados, que en los muelles de combustible, debe ser obligatorio recibir estos cuando se cargan las embarcaciones, también los desechos orgánicos de la embarcación, sean tratados o no, deben ser bombeados por una estación de bombeo a la red de alcantarillado o a una planta de tratamiento de desechos.
 - Debe controlarse estrictamente la contaminación ambiental, con objeto de que las marinas vayan a tener aguas limpias en el futuro, tanto para el turista náutico como para turismo en general que busca sol y diversión en la playa.
 - La información técnica que comprendió el presente trabajo, no indica que únicamente el Ingeniero Civil se limita al entendimiento matemático sino, que además es un ser capaz de plantearse desde el punto de vista administrativo y contable - financiero en un mundo globalizado y muy exigente a las necesidades internacionales, la realización de obras marítimo-portuarias y que mejor a menor escala como lo es una marina.
 - El papel del Ingeniero Civil, especialmente dentro de las actividades portuarias, juega un papel muy importante no sólo porque a través de la perfecta planeación que este realiza, puede alcanzar los objetivos más difíciles preestablecidos, sino que por las facultades otorgadas en dicha disciplina puede diseñar, dirigir y construir cualquier obra marítimo recreativo, ya sea desde el punto de vista técnico como administrativo, en especial el logro financiero de obras de este tipo.
-

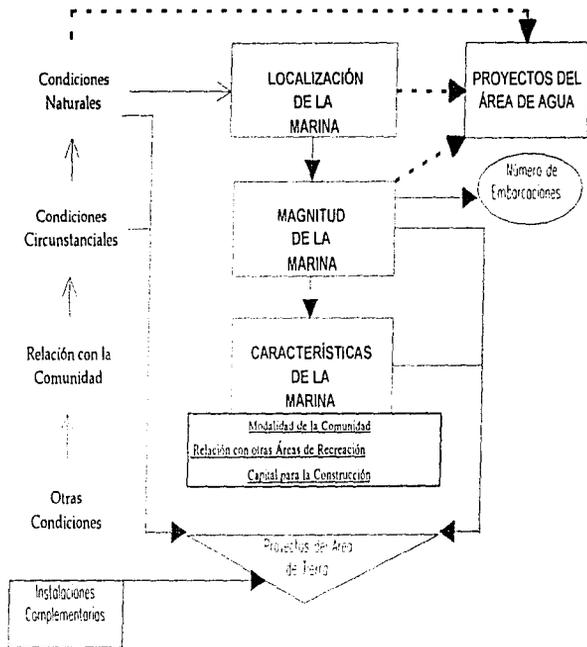
SECCIÓN	PÁGINA
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	97
ANEXOS	101
BIBLIOGRAFÍA	118

SECCIÓN	PÁGINA
ANEXOS	
ANEXO 1.	102
ANEXO 2.	105
ANEXO 3.	115

SECCIÓN	PÁGINA
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	97
ANEXOS	101
BIBLIOGRAFIA	118

SECCIÓN	PÁGINA
ANEXO 1	
Diagrama de Flujo (Factores para la Planeación de una Marina)	103
Figura 1. Croquis de Localización del Sitio de Estudio	104

DIAGRAMA DE FLUJO
FACTORES PARA LA PLANEACIÓN DE UNA MARINA



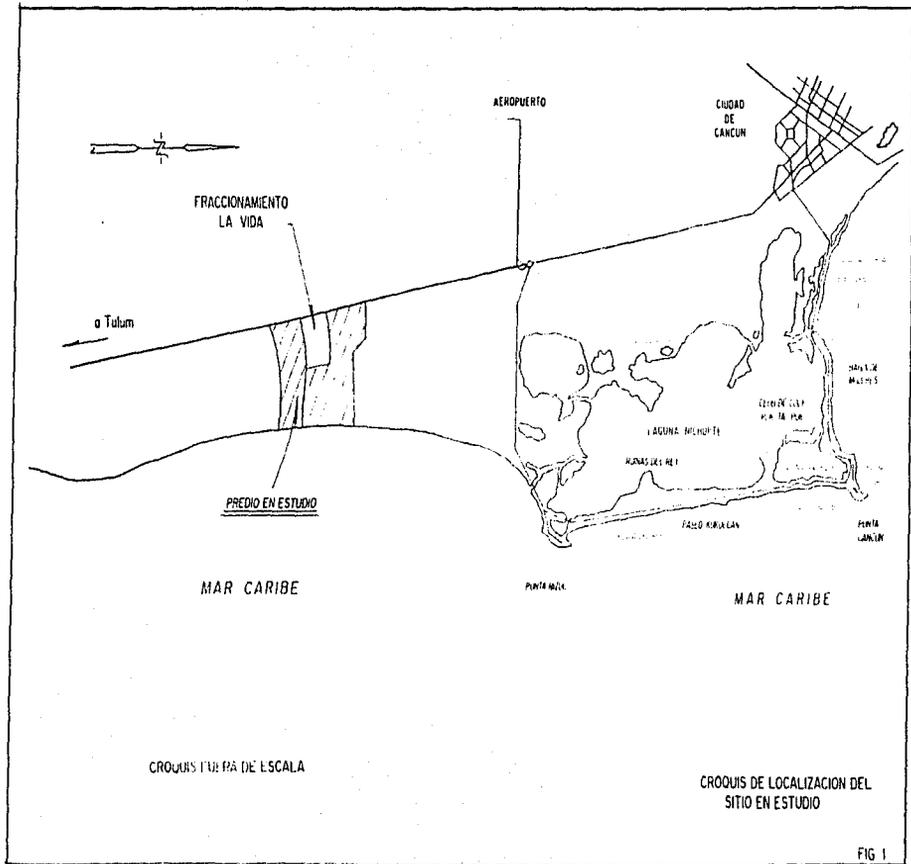


FIG 1

SECCIÓN	PÁGINA
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	97
ANEXOS:	101
BIBLIOGRAFÍA.	118

SECCIÓN	PÁGINA
ANEXO 2	
Tabla 1 Teorías del Oleaje	106
OCEANOGRAPHIC ATLAS OF THE NORTH ATLANTIC OCEAN (SEA AND SWELL).	
Tabla No. 2.1. Porcentaje de Ocurrencia de alturas y Períodos de oleaje por Rango Anual Para Todas Direcciones	107
Tabla No. 2.2. Porcentajes para Ponderación de tiempos de Presentación para el Total de Observaciones (Local + Distante)	107
Tabla No. 2.3. Tiempo de Acción en Horas del Oleaje Local por Dirección. Régimen Medio Anual. (Calmas)	107
Tabla No. 2.4. Tiempo de Acción en Horas del Oleaje Distante por Dirección. Régimen Medio Anual. (No Distante)	108
Tabla No. 2.5. Alturas de Olas. Régimen Anual. Porcentaje Medio de Ocurrencia de Oleaje Local por Dirección	108
Figura No. 2.1. Rosa de Frecuencias por Rangos de Oleaje Anual. Local	109
Gráfica No. 2.1. Frecuencia de Ocurrencia del Oleaje. Régimen Medio Anual.	109
Tabla No. 2.22. Alturas de Olas. Régimen Anual. Porcentaje Medio de Ocurrencia de Oleaje Distante por Dirección	108
Figura No. 2.18. Rosa de Frecuencias por Rangos de Oleaje Anual. Distante.	111
OCEAN WAVE STATICS.	
Tabla No. 2.39. Porcentajes de Ocurrencia de Alturas y Períodos de Oleaje por Rangos. Anual para Todas las Direcciones	110
Tabla No. 2.40. Tiempo de Acción en Horas del Oleaje por Dirección. Régimen Medio Anual	110
Tabla No. 2.41. Alturas de Olas. Régimen Anual. Porcentaje Medio de Ocurrencia de Oleaje por Dirección	110
Figura No. 2.35. Rosa de Frecuencias por rangos de Oleaje Anual	111
Gráfica No. 2.11. Frecuencia de Ocurrencia del Oleaje. Régimen Medio Anual	112
SUMMARY OF SYNOPTIC METEOROLOGICAL OBSERVATIONS. (S.S.M.O.)	
Tabla No. 2.46. Porcentajes de ocurrencia de Alturas y Períodos de Oleaje por Rango Anual para Todas las Direcciones	113
Tabla No. 2.47. Tiempo de Acción en horas del Oleaje por Dirección. Régimen Medio Anual	113
Tabla No. 2.48. Alturas de Ola. Régimen Medio Anual. Porcentaje Medio de Ocurrencia de Oleaje por Dirección	113
Figura No. 2.40. Rosa de Frecuencias por Rangos de Oleaje Anual	114
Gráfica No. 2.17. Frecuencia de Ocurrencia del Oleaje. Régimen Medio Anual	114

Tabla. 1 TEORIAS DEL OLEAJE

TEORIAS LINEALES		TEORIAS NO LINEALES				
Teoría de la Onda Larga	Teoría de Pequeña Amplitud	Teoría de Pequeña Amplitud	Teoría Trocoidal	Teoría Cnoidal	Teoría de la Onda Solitaria	Teoría de la Onda Larga
AIRY	AIRY	STOKES	GERSTNER	KORTEWEG Y DEVPRES	SCOTT Y RUSSELL	AIRY
OSCILATORIA	OSCILATORIA	CUASI OSCILATORIA	OSCILATORIA	CUASI OSCILATORIA	TRASLACION	TRASLACION
NO	NO	PEQUEÑO	NO	PEQUEÑO	SI	SI

TABLA No. 2.1.
PORCENTAJE DE OCURRENCIA DE ALTURAS Y PERIODOS DE OLEAJE POR RANGO ANUAL
PARA TODAS DIRECCIONES

CALMAS + DETERMINADAS = 0.00

H (m)	RANGOS					T O T A L E S	
	< 0.90	0.90 a 1.50	1.50 a 2.40	2.40 a 3.60	> 3.60	Parcial	Acumulado
T (seg)							
< 5	20.91	17.56	7.86	1.87	0.11	48.31	91.00
6 a 7	6.73	10.49	8.11	2.19	0.00	27.52	42.69
8 a 9	2.07	2.56	2.78	1.30	0.00	8.71	15.17
10 a 11	1.23	0.74	0.74	0.28	0.00	2.99	6.46
> 11	2.51	0.73	0.23	0.00	0.00	3.47	3.47
Total Parcial	33.45	32.08	19.72	5.64	0.11	91.00	
Total Acumulado	33.45	65.53	85.25	90.89	91.00		

FUENTE: OCEAN ATLAS OF NORTH ATLANTIC OCEAN P/B No. 730, SECCION IV, SEA AND SWELL (FG IV-100, IV-101, IV-102, IV-103)

TABLA No. 2.2.
PORCENTAJES PARA PONDERACION DE TIEMPOS DE PRESENTACION PARA EL TOTAL DE OBSERVACIONES (LOCAL + DISTANTE)

TIPO DE OLEAJE	A N U A L				E S T A C I O N A L				T O T A L
					INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	
LOCAL									
REAL CALMAS	56.90				13.22	14.61	14.99	14.08	
	2.06	59.96			0.31	0.40	0.91	0.44	58.96
DISTANTE									
REAL	30.68				7.27	7.69	7.69	8.03	
NO DISTANTE	10.36	41.04	100.00		1.67	2.35	3.83	2.51	41.04
									100.00

FUENTE: OCEAN ATLAS OF NORTH ATLANTIC OCEAN P/B No. 730, SECCION IV, SEA AND SWELL (FG IV-100, IV-101, IV-102, IV-103)

TABLA No. 2.3.
TIEMPO DE ACCION EN HORAS DEL OLEAJE LOCAL POR DIRECCION REGIMEN MEDIO ANUAL

CALMAS (m/m)

H (m)	< 0.90	0.90 a 1.50	1.50 a 2.40	2.40 a 3.60	> 3.60	TOTAL
DIRECCION						
N	296.47	132.74	66.25	22.21	8.26	545.93
NE	817.08	384.76	129.63	41.84	10.85	1384.19
E	1042.28	458.16	130.16	10.33	6.71	1648.64
SE	522.17	218.99	80.57	3.62		825.35
S	143.58	45.48	10.34			200.40
SV	73.86	16.53				90.39
VV	64.56	20.14	3.62			88.32
NW	90.39	61.46	36.67	12.39		200.91
TOTAL	3050.39	1340.29	477.24	90.39	25.82	4564.13

FUENTE: OCEAN ATLAS OF NORTH ATLANTIC OCEAN P/B No. 730, SECCION IV, SEA AND SWELL (FG IV-100, IV-101, IV-102, IV-103)

TIEMPO PONDERADO EN FUNCION DEL NUMERO TOTAL DE OBSERVACIONES LOCAL + DISTANTE

TABLA No. 2.4
TIEMPO DE ACCIÓN EN HORAS DEL OLEAJE DISTANTE POR DIRECCIÓN
RÉGIMEN MEDIO ANUAL

DIRECCIÓN	MOLISTANTE			TOTAL
	0 30 a 1 60	1 80 a 3 60	> 3 60	
N	125 83	111 81	37 03	274 67
NE	393 66	240 15	30 92	664 73
E	612 25	293 36	19 41	925 02
SE	336 50	184 79		521 29
S	78 73	29 48	2 88	111 09
SW	24 45	14 02		38 47
W	19 41	5 75	2 88	28 04
NW	54 29	52 13	17 97	124 39
TOTAL	1645 12	931 49	111 09	2687 70

FUENTE: OCEAN ATLAS OF NORTH ATLANTIC OCEAN PLS IN THE SECTION V SEA AND SWELL
TIEMPO PROMEDIADO EN FUNCIONES DEL NÚMERO TOTAL DE OBSERVACIONES DIARIAS (DÍSTANTE)

TABLA No. 2.5
ALTURAS DE OLAS RÉGIMEN ANUAL PORCENTAJE MEDIO DE OCURRENCIA DE OLEAJE LOCAL POR DIRECCIÓN

DIRECCIÓN	CALMAS 19%										TOTAL
	< 0 90		0 90 a 1 50		1 50 a 2 40		2 40 a 3 60		> 3 60		
H (m)	%	I %	%	I %	%	I %	%	I %	%	I %	
N	5 74	10 57	2 57	4 83	1 67	2 26	0 43	0 59	0 16	0 16	10 57
NE	15 62	26 90	7 45	10 99	2 51	3 53	0 81	1 02	0 21	0 21	26 90
E	20 19	31 92	8 69	11 74	2 52	2 85	0 20	0 33	0 13	0 13	31 92
SE	10 11	15 98	4 24	5 87	1 56	1 63	0 07	0 07			15 98
S	2 78	3 88	0 90	1 10	0 20	0 20					3 88
SW	1 43	1 75	0 32	0 32							1 75
W	1 25	1 71	0 39	0 46	0 07	0 07					1 71
NW	1 75	3 69	1 19	2 14	0 71	0 95	0 24	0 24	0 00	0 00	3 69
TOTAL	59 06	96 50	25 95	37 44	9 24	11 49	1 75	2 25	0 50	0 50	96 50

FUENTE: OCEAN ATLAS OF NORTH ATLANTIC OCEAN PLS IN THE SECTION V SEA AND SWELL

TABLA No. 2.22
ALTURAS DE OLAS RÉGIMEN ANUAL PORCENTAJE MEDIO DE OCURRENCIA DE OLEAJE DISTANTE POR DIRECCIÓN

DIRECCIÓN	MOLISTANTE						TOTAL
	0 30 a 1 60		1 80 a 3 60		> 3 60		
H (m)	%	I %	%	I %	%	I %	
N	3 50	7 64	3 11	4 14	1 03	1 03	7 76
NE	10 95	18 49	6 68	7 54	0 85	0 86	18 49
E	17 03	25 73	8 16	8 70	0 54	0 54	25 73
SE	9 36	14 50	5 14	5 14			14 50
S	2 19	3 09	0 82	0 90	0 08	0 08	3 09
SW	0 68	1 07	0 39	0 39			1 07
W	0 54	0 78	0 16	0 24	0 08	0 08	0 78
NW	1 51	3 46	1 45	1 95	0 50	0 50	3 46
TOTAL	45 76	74 76	25 91	29 00	3 09	3 09	74 76

FUENTE: OCEAN ATLAS OF NORTH ATLANTIC OCEAN PLS IN THE SECTION V SEA AND SWELL

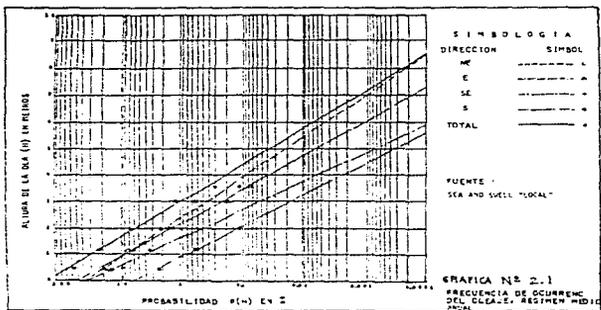
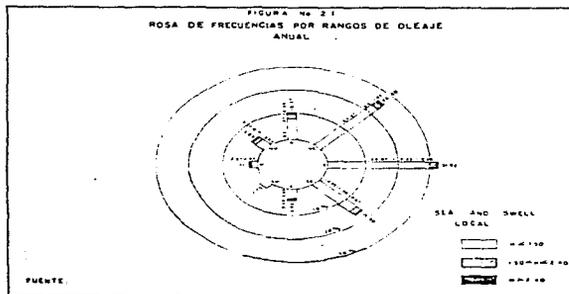
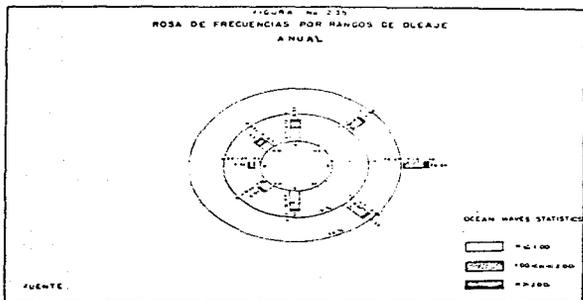
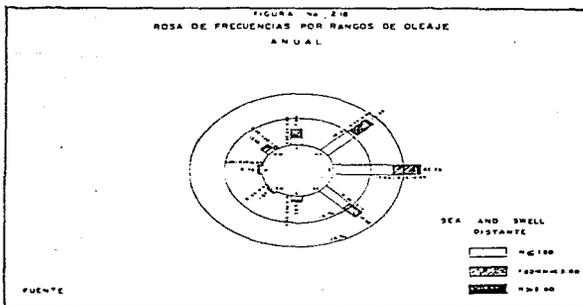


TABLA No 238
PORCENTAJE DE OCURRENCIA DE ALTURAS Y PERIODOS DE OLASEA POR RANGO ANUAL PARA TERCERAS DIRECCIONES

H (m)	DIRECCION															TOTAL		
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	Parcel	Acumulado
0.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												6.38	6.38
1.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												10.20	16.58
1.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												13.33	29.92
2.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												15.70	45.62
2.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34										0.04	0.11	17.09	62.71
3.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												17.81	80.52
3.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	98.67
4.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	116.82
4.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	134.97
5.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	153.12
5.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	171.27
6.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	189.42
6.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	207.57
7.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	225.72
7.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	243.87
8.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	262.02
8.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	280.17
9.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	298.32
9.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	316.47
10.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	334.62
10.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	352.77
11.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	370.92
11.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	389.07
12.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	407.22
12.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	425.37
13.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	443.52
13.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	461.67
14.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	479.82
14.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	497.97
15.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	516.12
15.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	534.27
16.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	552.42
16.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	570.57
17.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	588.72
17.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	606.87
18.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	625.02
18.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	643.17
19.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	661.32
19.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	679.47
20.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	697.62
20.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	715.77
21.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	733.92
21.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	752.07
22.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	770.22
22.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	788.37
23.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	806.52
23.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	824.67
24.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	842.82
24.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	860.97
25.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	879.12
25.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	897.27
26.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	915.42
26.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	933.57
27.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	951.72
27.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	969.87
28.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	988.02
28.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1006.17
29.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1024.32
29.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1042.47
30.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1060.62
30.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1078.77
31.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1096.92
31.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1115.07
32.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1133.22
32.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1151.37
33.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1169.52
33.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1187.67
34.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1205.82
34.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1223.97
35.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1242.12
35.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1260.27
36.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1278.42
36.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1296.57
37.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1314.72
37.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1332.87
38.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1351.02
38.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1369.17
39.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1387.32
39.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1405.47
40.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1423.62
40.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1441.77
41.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1459.92
41.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1478.07
42.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1496.22
42.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1514.37
43.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1532.52
43.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1550.67
44.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1568.82
44.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1586.97
45.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1605.12
45.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1623.27
46.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1641.42
46.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1659.57
47.0	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1677.72
47.5	0.04	0.11	0.24	0.34	0.34												18.15	1695.87
48.0																		



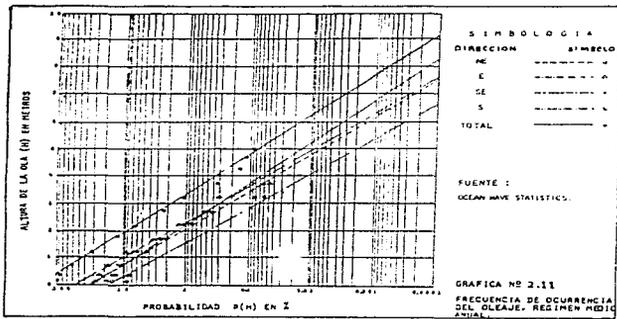


TABLA No. 2-46.
PORCENTAJE DE OCURRENCIA DE ALTURAS Y PERIODOS DE OLEAJE POR RANGO ANUAL PARA TODAS DIRECCIONES

H (m)	CLASIFICACION										TOTAL
	0.75 a 0.75	0.75 a 1.25	1.25 a 1.75	1.75 a 2.25	2.25 a 2.75	2.75 a 3.25	3.25 a 3.75	> 3.75			
T (seg)	1.8	3	4	0.3	0.1				Parcial	Acumulado	
INDETERMINADAS									8.7	8.7	
4 a 5	16.70	21.50	4.70	1.70	0.40	0.10	0.10	0.10	48.6	55.50	
6 a 7	2.10	9.20	9.70	3.60	1.30	0.20	0.10	0.10	28.3	81.60	
8 a 9	0.30	1.50	2.50	2.00	1.00	0.10			7.4	89.20	
10 a 11	0.20	0.10	0.60	0.50	0.30	0.30	0.10	0.10	2.2	91.40	
12 a 13		0.30	0.20	0.10					0.6	92.00	
> 13			0.10	0.10	0.10				0.3	92.30	
Total Parcial	21.10	35.60	27.10	9.30	3.20	0.70	0.40	0.30	92.30		
Total Acumulado	21.10	56.70	79.40	87.70	90.90	91.60	92.00	92.30			

HOJA 1180

TABLA No. 2-47.
TIEMPO DE ACCIÓN EN HORAS DEL OLEAJE POR DIRECCION REGIMEN MEDIO ANUAL

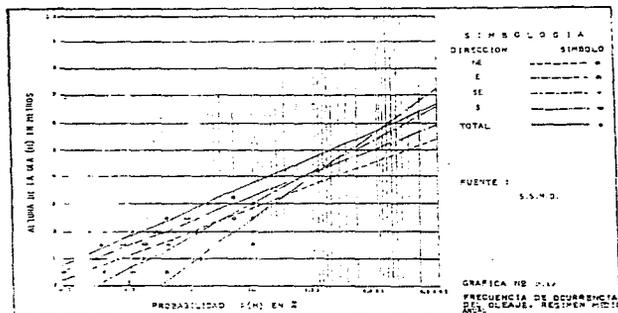
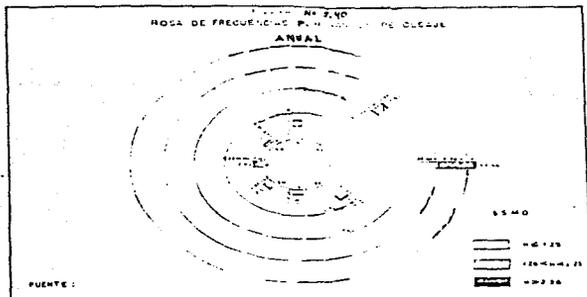
DIRECCION	CLASIFICACION							TOTAL
	0.75 a 0.75	0.75 a 1.25	1.25 a 1.75	1.75 a 2.25	2.25 a 2.75	2.75 a 3.25	> 3.25	
N	219.00	245.25	122.64	26.28	17.52	8.76	8.76	648.74
NE	489.72	902.28	400.28	57.56	17.52			2,242.38
E	1093.64	1638.12	832.20	245.78	87.60	8.76		3,645.64
SE	183.96	289.08	131.40	61.32	6.76	8.76		683.28
S	96.36	57.56					8.76	157.68
SW	96.36	70.08	35.04	17.52				219.00
W	131.40	43.82	26.28	26.28	17.52			245.28
NW	61.32	96.36	35.04	26.28	26.28			245.28
TOTAL	2671.40	3337.56	1772.88	455.52	175.20	26.28	17.52	8,286.76

HOJA 1180

TABLA No. 2-48.
ALTURAS DE OLAS REGIMEN ANUAL PORCENTAJE MEDIO DE OCURRENCIA DE OLEAJE POR DIRECCION

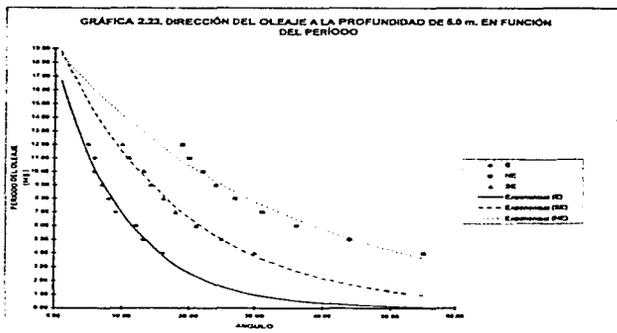
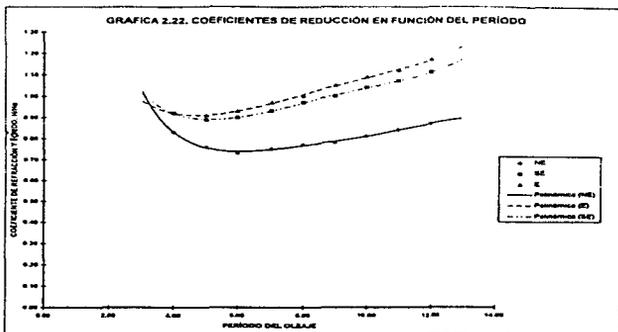
DIRECCION	CLASIFICACION												TOTAL
	0.75 a 0.75		0.75 a 1.25		1.25 a 1.75		1.75 a 2.25		2.25 a 2.75		> 3.25		
H (m)	%	1%	%	1%	%	1%	%	1%	%	1%	%	1%	
N	2.50	7.30	2.50	4.80	1.40	2.00	0.30	0.60	0.20	0.30	0.10	0.10	7.40
NE	3.70	23.60	10.30	19.90	4.80	9.60	0.60	0.80	0.20	0.30	0.10	0.10	25.60
E	11.80	43.90	18.70	32.10	9.50	19.40	2.80	3.90	1.00	1.10	0.10	0.10	43.90
SE	3.10	1.80	3.30	5.70	1.50	2.40	0.10	0.60	0.10	0.20	0.10	0.10	5.80
S	1.10	1.70	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.10	1.80
SW	1.10	2.50	0.80	1.40	0.40	0.80	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	2.50
W	1.50	2.80	0.50	1.30	0.30	0.80	0.30	0.50	0.20	0.20	0.00	0.00	2.80
NW	0.70	2.80	1.10	2.70	0.40	1.00	0.30	0.80	0.30	0.30	0.00	0.00	2.80
TOTAL	30.50	84.40	38.10	63.90	18.30	25.80	5.20	7.50	2.30	2.30	0.30	0.30	84.60

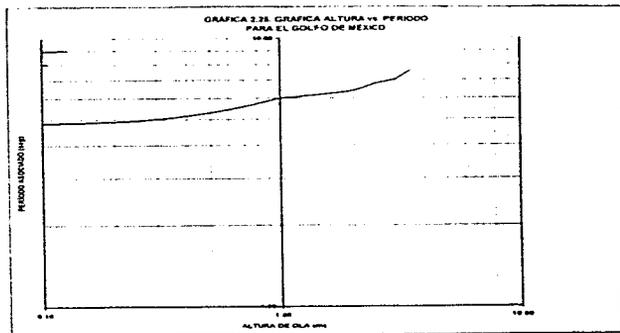
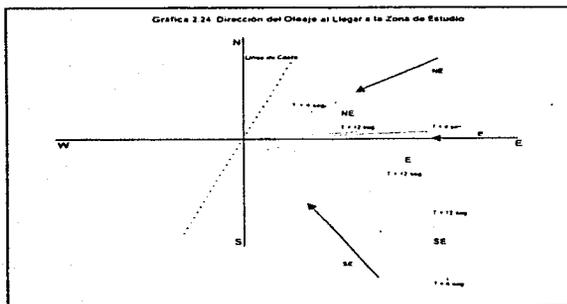
HOJA 1180



SECCIÓN	PÁGINA
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	97
ANEXOS	101
BIBLIOGRAFIA	118

SECCIÓN	PÁGINA
ANEXO 3	
Gráfica 2.22. Coeficiente de Reducción en Función del Período	116
Gráfica 2.23. Dirección del Oleaje a la Profundidad de 5.0 m. en Función del Oleaje	116
Gráfica 2.24. Dirección del Oleaje al Llegar a la Zona de Estudio.	117
Gráfica No. 2.25. Alturas vs. Período para el Golfo de México	117





SECCIÓN	PÁGINA
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	97
ANEXOS	101
BIBLIOGRAFIA	118

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Atlas of Sea and Swell Charts U.S. Navy Oceanographic Office, Washington, D.C., 1967
- 2.- Coastal Engineering Vol.I y II, Delft University of Technology, Holland, 19981
- 3.- Desarrollo Portuario en el Estado de Quintana Roo. Dirección General de Puertos Mexicanos, 1989.
- 4.- Diagnóstico de la Infraestructura Marítimo-Turístico. Dirección General de Puertos Mexicanos, 1993
- 5.- Estudio de la Infraestructura Marítima para el Turismo en México. Secretaría de Manna, 1982
- 6.- General Climatology Howar J. Critchfield, 1989.
- 7.- Ingeniería de Costas. Armando Frias V. Asociación Mexicana de Ingeniería Portuana, 1986
- 8.- Iniciación a la Meteorología. Mariano Medina, C.E.C.S.A., 1993
- 9.- Introducción a la Meteorología. Pettetssen Suarre, Mc Graw Hill, 1990
- 10.- Inventario de Infraestructura Náutico-Turística Vol.IV. FONATUR, SECTUR, 1993.
- 11.- Inventario de Infraestructura Náutico-Turística Vol.V. FONATUR, SECTUR, 1993.
- 12.- Las Tormentas. Jon Erickson, Mc. Graw Hill, 1987
- 13.- Oceanographical Engineering R.L. Wiegel, Prientice Hall, Englewood Cliffts, U.S.A., 1964.
- 14.- Ocean Wave Statics. Laboratorio Nacional de Física Ministerio de Tecnología de la Gran Bretaña, 1967.
- 15.- Programa de Desarrollo de Infraestructura Turística Portuaria de Altura. Dirección General de Puertos Mexicanos, 1980
- 16.- Proyecto Cancún Territorio de Quintana Roo, Dragados y Rellenos. Banco de México, Fondo de Promoción de Infraestructura Turística, 1988
- 17.- Proyecto Ejecutivo para la Construcción de una Manna en Punta Nizuc, Quintana Roo, México. Consultores en Ingeniería Civil, S.A. de C.V. (CINC)
- 18.- Shore Protection Manual Vol. I, II, III, U.S., Army Coastal Engineering Research Center, 1977
- 19.- Summary of Synoptic Meteorological Observations. Departamento de Comercio de los E.U.A., 1967.
- 20.- Tabla Estadísticas del Comercio Turístico. CONCANACO, 1995.
- 21.- Tesis Profesional, Proyecto de la Marina en Punta Nizuc, Quintana Roo, México. Ponce de León Galeana Miguel Angel, Diciembre 1996.
- 22.- The Atmospher an Introduction to Metereology. Lutgens Hardbuck, 1993