



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN**

**OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL
MUELLE CRUCEROS PUNTA LANGOSTA
COZUMEL, QUINTANA ROO.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

ANDRÉS FENTANES BANDA



DIRECTOR: M. en C. LUIS POMPOSO VIGUERAS MUÑOZ.

San Juan de Aragón, Estado de México 2012.



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.

D E D I C A T O R I A S
Y
A G R A D E C I M I E N T O S

PARA MI MADRE BANDA RAMÍREZ CAROLINA.

Te doy gracias por apoyarme en la carrera, no ha sido fácil, se han hecho muchos sacrificios en casa para lograr este título que no es mío, si no tuyo.

PARA MI HERMANO GÓNGORA BANDA EMMANUEL.

Siendo mi hermano menor espero que te llame la atención de seguir adelante en tus estudios, no desistas en la carrera, sé que es largo y duro el camino, espero verte pronto terminar una carrera, espero ser un ejemplo de vida para ti.

PARA MIS PROFESORES DE LA CARRERA.

Gracias por sus conocimientos otorgados a lo largo de la carrera, ha sido la mejor herencia de un profesor a un alumno.

PARA MI ASESOR MTRO. LUIS POMOSO VIGUERAS MUÑOZ

Gracias por su apoyo y su conocimiento en realización de este trabajo, con su ayuda se presenta un trabajo para futuras generaciones en apoyo académico.

PARA LOS PROFESORES DE JURADO.

ING. PASCUAL GARCIA CUEVAS

ING. MARIDEL ZARATE MORALES.

MTRO. MARIO SOSA RODRIGUEZ

MTRO. MARJORIE MARQUEZ VAZQUEZ

Gracias por su apoyo, no tengo con que pagarles, les agradezco mucho por todas las molestias que les haya hecho pasar, son grandes profesionistas y un ejemplo de vida.

PARA MI CARIÑO KAREN FABIOLA MICHEL MARTINEZ

Gracias por apoyarme en este momento más importante de mi vida, no tengo palabras para agradecerte, solo que este trabajo sea algo que te inspire hacer una gran mujer.

PARA MI ABUELITA CECILIA RAMIREZ LIRA.

No pensé agregar el nombre de una persona que ya no está con nosotros, gracias por apoyarme en la vida te daría mucho gusto al verme todo un profesionalista.

PARA MI ABUELITA REYNALDA MARTINEZ AGUAS.

Gracias por el apoyo, se que te da mucho gusto el que tu nieto saliera adelante a pesar de que todo estuviera en contra, pero salí adelante, la verdad veo que la fortaleza la herede de ti.



Í N D I C E G E N E R A L

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	6
I. ANTECEDENTES.....	8
OBJETIVO.....	15
II. CONCEPTOS FUNDAMENTALES.....	16
2.1 <i>Elementos que compone un puerto.</i>	16
2.2 <i>Tipos de muelles.</i>	24
III. ESTUDIOS PREVIOS PARA LA REALIZACIÓN DE UNA MARINA.....	27
3.1 <i>Topo hidrografía.</i>	27
3.2 <i>Estudio de impacto ambiental.</i>	30
3.3 <i>Vientos.</i>	31
3.4 <i>Mareas.</i>	33
3.5 <i>Oleajes.</i>	34
3.6 <i>Corrientes.</i>	35
3.7 <i>Mecánica de suelos.</i>	36
IV. PARÁMETRO DE SELECCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL A EMPLEAR.....	37
4.1 <i>Características de la ola.</i>	37
4.2 <i>Teorías del oleaje.</i>	41
4.3 <i>Diferentes cargas y usos de puertos.</i>	46
4.4 <i>Tipos de cimentación.</i>	48
V. MUELLE DE CRUCEROS PUNTA LANGOSTA EN COZUMEL, QUINTANA ROO.....	51
5.1 <i>Ubicación.</i>	51



5.2	<i>Una breve descripción de la obra hecha en 1997.</i>	56
VI.	ANÁLISIS Y DISEÑO PARA LA REPARACIÓN DEL MUELLE DE CRUCEROS PUNTA LANGOSTA EN COZUMEL, QUINTANA ROO.	58
6.1	<i>Temporadas de ciclones en el océano Atlántico en el periodo 1997 a 2005.</i>	58
6.2	<i>Impacto económico.</i>	71
6.3	<i>Muelle de cruceros Punta Langosta antes, durante y después del paso del huracán Wilma.</i>	71
6.4	<i>Dictamen para la reparación del muelle de crucero Punta Langosta Cozumel.</i>	73
6.5	<i>Descripción de la estructura.</i>	73
6.6	<i>Comportamiento de la cimentación y de la superestructura</i>	74
6.7	<i>Recomendaciones del dictamen.</i>	79
VII.	REPORTE DE OBRA Y REPARACIÓN DE MUELLE.	85
7.1	<i>proyecto topográfico.</i>	85
7.2	<i>Procedimiento constructivo.</i>	85
7.3	<i>Instalaciones auxiliares.</i>	85
7.4	<i>Elaboración de planos auxiliares.</i>	88
VIII.	DISEÑO DE INSTALACIONES PARA EL MUELLE DE CRUCERO PUNTA LANGOSTA EN CONZUMEL.	93
IX.	DISEÑO DEL CUARTO DE MAQUINAS.	99
X.	CONCLUSIONES.	101
	BIBLIOGRAFÍA.	102



I N T R O D U C C I Ó N .

Dentro de las especialidades de la ingeniería civil, se cuenta con una denominada puertos, que está relacionada con la hidráulica marítima. Esta disciplina orienta sus estudios a la planeación, diseño y operaciones de un puerto, una marina turística o un puerto pesquero (incluyendo el diseño de muelles, elementos de amarre y obras de defensa y entre otros).

En este tipo de estudio se debe de tomar en cuenta ciertos tipos de fenómenos naturales, tales como el viento, el oleaje, las precipitaciones y varios más. Sin duda uno de los fenómenos de mayor relevancia en el ámbito portuario es el viento, ya que de acuerdo a su intensidad llegan a formarse desde tormentas tropicales hasta huracanes de diferentes categorías.

En el presente trabajo se aborda la problemática sobre los daños ocasionados a los muelles del puerto "punta Langosta" en Cozumel de Estado de Quintana Roo, por el impacto del huracán Wilma. Así también se trata sobre la reconstrucción de estas estructuras.

En el capítulo de antecedentes se comenta sobre la importancia que tienen los puertos en el ámbito comercial desde épocas pasadas a las actuales, como es el caso de Alejandría en el pasado y actuales como en Nueva York o Singapur que destaca por su tamaño y nivel de operación respectivamente.

Dentro del ambiente portuario se hacen necesario y convenientes el empleo de un lenguaje propio para poder comunicarse con propiedad por lo tanto el capítulo número dos se describen algunos elementos que constituyen el sistema portuario.

En el capítulo tres se resalta la importancia que tiene la realización de los estudios previos a la construcción ya sea de una marina turística o un puerto como son: estudios batimétricos, vientos, mareas, oleaje, entre otros.

Dentro de la zona de estudio los fenómenos de mayor importancia en la zona de estudio, suelen ser el oleaje y el viento, por lo que tomaron en cuenta los parámetros propios de cada fenómeno para la reconstrucción de los elementos dañados durante el paso del huracán Wilma.

Para tener una referencia de la ubicación de la zona de proceso se presenta su localización geográfica.



En el capítulo seis se presenta el análisis y diseño de los elementos que fallaron, con los resultados obtenidos del capítulo anterior se procedió a realizar los planos de detalles para la reparación de los elementos dañados.

Además de la reparación de daños estructurales también se llevaron a cabo las renovaciones de las líneas correspondientes, como son redes de agua y electrificación.

Unos de los aspectos importantes dentro de las instalaciones del muelle, es la posición del cuarto de máquinas, la cual se destaca en el presente trabajo.

Finalmente se presentan las conclusiones de la elaboración del presente trabajo.



I. ANTECEDENTES.

Dentro de la historia los puertos han sido de mayor importancia para la comunicación en el mundo mucho antes que el sistema carretero y aeroportuario. Haciendo referencia a la cultura fenicia hacia el año 1200 A.C. los primeros muelles eran elaborados con madera así como los barcos, en esa época cuando se navegaba por el mar Mediterráneo; donde hubo mucha comunicación para el intercambio de comercio y trueque de varios productos. No se tiene bien definido que Fenicia fuera la primera cultura que suministró a los puertos, sin embargo, la cultura egipcia tuvo también mucho auge por ser una de las culturas que promovió las embarcaciones más grandes de su época y la creación de muelles en el río Nilo, los egipcios transportaban variedad de mercancía como: incienso, plata y madera fina como cedro tanto en el Nilo como en el Mediterráneo, los puertos y muelles de esa época ya no existen en nuestros días, pero algunos puertos importantes de la época serían: Arados, Smyrna, Trípoli, Yubayl - Biblos, Beritos, Sidón, Tiro y 'Akka. La cultura egipcia, al paso del tiempo, se modernizó más, principalmente en la época del imperio romano que tuvo auge en el año 600 A.C. Donde se creó el gran faro de Alejandría y los puertos que hoy en día aún operan, se puede admirar el llamado Gran Puerto, y el puerto del Buen Regreso.

Con este avance el mar Mediterráneo tuvo un gran apogeo de vías marítimas en todo el mundo. En los amplios muelles del gran puerto atracaban barcos que habían surcado el Mediterráneo y el Atlántico. Traían mercancías que se apilaban en los muelles: lingotes de bronce de España, barras de estaño de Bretaña, algodón de las Indias, sedas de China. El famoso faro construido en la isla de Faros por Sustrato de Cánido, en 280 a. C., dispuso en su cúspide un fuego permanentemente alimentado que guiaba a los navegantes, hasta el año 1340, cuando fue destruida la edificación.

Los grandes puertos de la antigüedad y del imperio romano, con obras de infraestructura: dársenas, muelles, almacenes fueron los de Tiro y Cartago (para las flotas fenicia y púnica), el del Pireo (para los griegos), Alejandría (para griegos y ptolomeos) y los cercanos a Roma.

Por mencionar algunos de los puertos de esa época se encuentran:



El Pireo fue la base del comercio marítimo de Atenas. Se comenzó a construir en el siglo V A.C. y en su máximo esplendor disponía de tres dársenas, dos de ellas militares, y la mayor comercial, dotada de amplios almacenes.

El puerto de **Ostia**, sobre el río Tíber cumplió las funciones de puerto de la Capital del Imperio. Recibía y enviaba mercancías a todos los puertos del Mediterráneo, así como la documentación y personas oficiales - cónsules, funcionarios y soldados - y las embarcaciones de guerra. Sin embargo tenía problemas técnicos de acceso y resultaba insuficiente para una actividad tan intensa.

Pouzzoles, en la bahía de Nápoles sirvió de puerto base para los grandes barcos. Inició sus actividades al servicio de la ciudad de Roma en el siglo II A. C. y tuvo su mayor actividad en el cambio de era.

Portus se inició a construir en el año 42, en tiempos del emperador Claudio, pese a ser conocido como el puerto de Augusto. Tenía dos grandes dársenas. La primera tenía diques de resguardo de 800 m. De longitud y 15 de ancho que cerraban una dársena de 65 hectáreas. La segunda dársena, llamada Trajano, fue construida a partir del año 62, con forma hexagonal con lados de 358 m. Que delimitaban una dársena de 33 hectáreas. Se comunicaba con la primera (el puerto de Claudio) por un canal interior.

Además de estos grandes puertos, el comercio mediterráneo y las comunicaciones marítimas contaban con un amplio sistema de puertos e infraestructuras impulsadas por los ingenieros romanos. Así, otros puertos importantes fueron Leptis Magna, Siracusa, Massalia, Ampurias y Tarraco.

En ese amplio sistema, los **puertos de las Baleares** - Palma, Pollentia, Lamo, Mago, Sanicera y Ebusus - tuvieron su papel de puertos de municipios nuevos o medianos, como Palma y Pollentia. Eran puertos de islas con pocos recursos naturales para exportar y, por tanto, puertos de transborde y de comercio. Supieron aprovechar sus posibilidades. Probablemente no dispusieran de obras artificiales ya que eran refugios naturales.



Ya en la época media, A fines del siglo XI el aumento de la demografía; el incremento de la agricultura, con nuevos cultivos como el arroz; el progreso de la industria, agrupando a los patrones y obreros en gremios, el resurgimiento del comercio marítimo, como resultado de las Cruzadas, provocaría un inusitado desarrollo urbano. En las proximidades de los castillos o de los monasterios, en los cruces de caminos comerciales o en puertos de mar, se agrupó la población constituyendo las villas; y en las afueras de las arruinadas ciudades antiguas se formaron los burgos. A los habitantes de estos burgos, generalmente comerciantes, industriales y gente que no se dedicaba a trabajos manuales, se les llamó burgueses.

El descubrimiento de América hace que se desplacen al Atlántico las rutas comerciales, con lo que será la costa atlántica quien toma la primacía en el comercio. Se produce el desarrollo de los puertos del Norte de Europa, especialmente de la Liga Hanseática. Ya en el comercio marítimo y fluvial: las condiciones son mejores que las del comercio terrestre ya que pueden transportarse fácilmente mercancías y durante la Era Moderna se desarrolla extraordinariamente.

En esta época también se ampliaron los puertos en oriente de Europa al igual que en América, tras la llegada de los europeos, los puertos fueron una mejor fuente de comunicación entre ambos continentes, ya que gracias a ello, se dio el transporte de un sin número de productos como de animales, alimentos, esclavos, etc.; con esto proliferó el desarrollo de los puertos en América.

La actividad portuaria en México se remonta a la llegada de los conquistadores, aunque las crónicas señalan que los aztecas ya conocían el uso de la canoa, el remo y la vela para el transporte de personas y mercancías entre puertos ribereños. Sin embargo, fue a la llegada de éstos, donde se da inicio a la actividad marítima de manera importante. Se han encontrado evidencias de que los antiguos pobladores ya utilizaban el transporte marítimo en la Península de Yucatán; en la Isla de Cozumel hay vestigios de faros que por sonido producidos por conchas de caracol dirigían a los navegantes a puerto seguro. En la época colonial, para la salida de minerales valiosos, fue necesario fundar los primeros puertos del país: Veracruz y Campeche en el Golfo, y muchos años después, Acapulco, San Blas y Salina Cruz, en el Pacífico.



En el siglo XVI, se establece con Fray Andrés de Ubarreta y Don Miguel López de Legaspi la ruta marítima entre la Nueva España y las Islas Filipinas, abriendo para Acapulco y México una etapa de gran florecimiento comercial al convertirse de manera conjunta, con la ciudad de Puebla, en los centros de distribución de las mercancías provenientes de Oriente y de España. Así, la Ruta Acapulco – México – Puebla – Veracruz operó hasta inicios del proceso de Independencia.

Las primeras formas de Administración de los puertos, a partir del México Independiente, tuvieron su origen en la Marina de Guerra, ya que originalmente estaban fusionadas estas actividades con la de la Marina Mercante.

En los comienzos del Siglo XX, especialmente en los diez primeros años del siglo, el puerto de Salina Cruz construido por Porfirio Díaz fue la puerta clave a muchos países y el comercio transítmico entre Coatzacoalcos en el Golfo y Salina Cruz, en el Pacífico, lo que permitía avizorar un desarrollo del Istmo de Tehuantepec, que se frustró debido a la guerra revolucionaria y a la construcción del Canal de Panamá, que estaba dominado por intereses norteamericanos.

Luego de empezar el funcionamiento del Canal de Panamá en agosto de 1914, el comercio de los puertos del Istmo termina en crisis y el puerto de Salina Cruz por el azolve llega a cerrarse. Se comprueba que los puertos vienen ligados a los ciclos económicos y que la bonanza relativa no asegura una permanente expansión, como ocurrió con los puertos ya mencionados.

De acuerdo a la historia, hay factores que hacen exitosos a los puertos. Estos dependen de las rutas internacionales que tocan sus costas, de la presencia de empresas en su Hinterland*, de convenios comerciales que firman los países y que acelera el intercambio de mercancías; o dependen de los costos y tarifas. Con esta información el empresario marítimo toma la decisión de tocar o no a un puerto.

*El **hinterland** es un territorio o área de influencia. Este concepto se aplica específicamente a la región o distrito interno situada tras un puerto o río, donde se recogen las exportaciones y a través de la cual se distribuyen las importaciones. La palabra *hinterland* proviene del idioma alemán, y significa literalmente "tierra posterior" (a una ciudad, un puerto, etc.). En un sentido más amplio al anterior el término se refiere a la esfera de influencia de un asentamiento. Es el área para el cual el asentamiento central es el nexa comercial. Como *hinterland* se conocieron asimismo las zonas que rodeaban a las antiguas colonias europeas en África, que, aunque no pertenecían a la colonia, fueron influenciadas por ésta.



En general, la elección de utilizar un puerto comercial fue una decisión económica que buscó minimizar el tiempo de espera y reducir los costos del manejo de carga, en donde la empresa naviera sigue los intereses de la empresa extranjera que representa.

Las rutas internacionales, los asentamientos de las empresas en ciertos territorios, los convenios comerciales firmados y los costos y tarifas que tienen los puertos, exigen que éstos se vuelvan competitivos. Esto le imprime una dinámica al mercado marítimo y portuario que explica por qué los clientes cambian muy rápidamente, volviendo un puerto que era exitoso, a uno que ya no mueve carga.

En contraste, el puerto de la globalización, ya vigente desde los ochenta del siglo XX, exigía nuevos requisitos a los puertos de México que muchos de los mismos no podían cumplir. El proceso "justo a tiempo", la presencia del post-fordismo, el uso del transporte multimodal y el requisito de integrarse a las redes internacionales hacían que solo algunos puertos conservaran su liderazgo. Los demás puertos quedaron estancados y se mantuvieron solo con carga local o mediante el transporte de petróleo, bajo la modalidad de enclave (caso Salina Cruz).

Una nueva etapa de privatización de los transportes y de los puertos exigía un manejo empresarial de los mismos y demandaba algunas condiciones de eficiencia económica, que los puertos antiguos no podían cumplir. Bajo este mundo globalizado la eficiencia de algunos puertos principales de México, Veracruz y Manzanillo, demuestran que esta modernidad les exige contar por ejemplo, con redes, puertos, carreteras y ferrocarriles modernos, que faciliten el comercio internacional, que en las actuales condiciones viene muy ligado a los Tratados de Libre Comercio (TLCAN, TLMUE, MERCOSUR, entre otros) y a la nueva dinámica del comercio mundial en donde resalta China, se da el dominio relativo de Estados Unidos y se realiza un proceso de triangulación con México, gracias a la presencia de maquiladoras que ensamblan productos de consumo para el mercado de California, de Texas y de Arizona, principalmente.

En la actualidad en el mundo ha llevado a clasificar a los puertos en generaciones de acuerdo a la función que cumplen.



Puertos de primera generación.

Corresponden a aquellos que realizan la función simple de transferencia entre el transporte terrestre y el marítimo, sin mayores consideraciones de eficiencia que la deriva de las maniobras de transferencia misma.

Puertos de segunda generación.

Aparecieron cuando por razones del inicio de la globalización del comercio, las industrias exportadoras de países como Japón o algunos países europeos, empezaron a buscar ubicaciones estratégicas que, aprovechando la necesidad de reconstruir su planta industrial, después de la Segunda Guerra Mundial, les permitiera tener una posición competitiva internacional. Esto dio origen a los llamados puertos industriales que con base en el principio de ubicar industrias ancla empezaron a crear complejos formados por otras de carácter secundario que aportaban insumos a dichas industrias o se abastecían de ellas.

Puertos de tercera generación.

Son también llamados puertos logísticos, porque siguen los principios de la logística internacional referidos a la rapidez, frecuencia, oportunidad y el bajo costo en el que se manejan mercancías en flujos internacionales de comercio. La importancia de este tipo de puertos está asociada con la ubicación estratégica respecto de las corrientes de distribución internacional de carga, atrayendo dichas corrientes en procesos de concentración de volúmenes importantes de productos, lo cual los convierte en lo que se ha dado en llamar *puertos concentradores*.

El esquema más común es el sistema compuesto por puertos como los de Singapur o Hong Kong, que concentran por vía marítima cargas en contenedores provenientes de centros productores ubicados en áreas relativamente cercanas. Una vez concentrado un cierto volumen, lo reexpiden en barcos celulares de gran capacidad hacia otros puertos concentradores, Los Ángeles, por ejemplo, donde se recibe la carga, enviándola luego en



trenes de doble estriba hasta los grandes centros distribuidores ubicados tierra adentro, desde donde se expide a su destino final a los distintos usuarios. También puede enviarse la carga directamente al destinatario desde el puerto mismo. En este caso la determinación para instalar un puerto de tercera generación es totalmente exógena al país donde se ubica, ya que es la conveniencia de los consorcios que participan en los flujos mencionados quienes determinan y seleccionan las rutas más ventajosas a los grandes mercados internacionales.

Por lo que toca a su desarrollo, el puerto, actuando como empresa, realiza inversiones respaldadas por el gobierno local, para atraer organizaciones comerciales que realizan servicios logísticos multimodales, principalmente líneas navieras, que en asociación con el puerto o por sí mismas construyen y operan terminales especializadas en el manejo de contenedores y, además, ofrecen el transporte en tierra hasta el destino final de la carga. Adicionalmente, el propio puerto propicia una coordinación con las autoridades aduanales para facilitar el paso de las mercancías por él.



O B J E T I V O

El objetivo que pretende con la realización de este trabajo, es presentar la solución para la reparación de los daños en muelles con la finalidad de reactivar su operación;

Que permita reanudar las actividades propias del muelle esta representa su única fuente de ingreso a los pobladores de la región.

Como objetivo general, es presentar dentro del contenido del trabajo, el tipo de información necesaria para la realización de este tipo de proyectos, que tienen que ver dentro del ámbito portuario.

II. CONCEPTOS FUNDAMENTALES.

Definición de algunos conceptos fundamentales de la ingeniería marítima.

2.1 Elementos que compone un puerto.

Puerto: El lugar de la costa o ribera habilitado como tal por el Ejecutivo Federal para la recepción, abrigo y atención de embarcaciones, compuesto por el recinto portuario y, en su caso, por la zona de desarrollo, así como por accesos y áreas de uso común para la navegación interna y afectas a su funcionamiento; con servicios, terminales e instalaciones, públicos y particulares, para la transferencia de bienes y transbordo de personas entre los modos de transporte que enlaza como se muestra en la fotografía No 1.



Fotografía No 1.- Puerto Veracruz, México.

Muelle: Estructura de un puerto que sirve para cargar, descargar y avituallar* barcos, existen muelles destinados al turismo, el término se utiliza tanto en los canales de agua en donde se amarran los barcos junto al malecón o un embarcadero.

Un espigón consiste en una estructura que se adentra en el agua, en dirección perpendicular a la costa. Un embarcadero está construido en paralelo a la línea de costa como se muestra en la *fotografía No 2*.



Fotografía No 2.- Muelle, Puerto Mío, Uruguay.

***Avituallar:** Abastecer, proveer, suministrar, aprovisionar, proporcionar, dotar, equipar, surtir, facilitar.

Bitá: Cada uno de los postes de madera o de hierro, que fuertemente asegurados a la cubierta del muelle, sirven para dar vuelta a los cables del ancla cuando se atraca la nave, fotografía No 3.



Fotografía No 3.-Bitá.

Defensa: Son elementos flexibles fijos en la pantalla de atraque, absorben energía al deformarse durante el impacto, estas Bitá pueden ser de estructuras de concreto armado, de acero estructural, de hule, etc.

El tipo depende del impacto que absorberá la defensa y el tamaño de la embarcación a atracar, el impacto de las embarcaciones se presentan en dos formas.

a) Atraque bajo condiciones normales. Las fuerzas varían de acuerdo con las condiciones de la marea.

b) Atraque por maniobra. Debido a la dirección del impacto sobre la defensa, esto por la maniobra de los remolcadores al momento de atracar el barco fotografía No 4 y 5.



Fotografía No 4.- Atraque.



Fotografía No 5.- Defensa.

Duque de alba: Es aquella estructura diseñadas para amarrar las embarcaciones o absorber la energía cinética y disminuirla por efecto del choque de un barco. Los duques de alba de atraque protegen a la plataforma de operación, que únicamente se diseñara por cargas

verticales. Es importante la construcción de estas estructuras flexibles con pilotes verticales o inclinados con un sistema de Defensa efectivo para evitar la probabilidad de grandes impactos fotografía No 6.



Fotografía No 7.- Marina.

Boyas de amarre:

Estas estructuras están diseñadas para amarrar las embarcaciones. Esta estructura se construye cuando presenta el atraque de dos cruceros en un mismo tiempo, ver figura No 1 y en la *fotografía No 8*.



Fotografía No 8.- Boya de amarre, Acapulco.



Fotografía No 6.- Duque de Alba.

Marina: El conjunto de instalaciones portuarias y sus zonas de agua y tierra, así como la organización especializada en la prestación de servicios a embarcaciones de recreo o deportivas fotografía No 7.

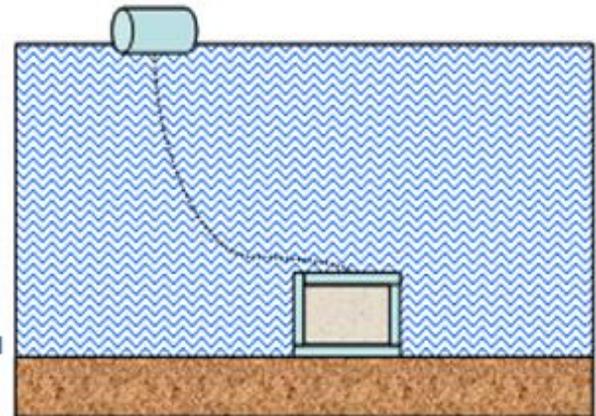


Figura 1.- Esquema general de la boya de amarre.

Instalaciones portuarias: Las obras de infraestructura y las edificaciones o superestructuras, construidas en un puerto o fuera de él, destinadas a la atención de embarcaciones, a la prestación de servicios portuarios y a la construcción o reparación de embarcaciones.

Batimetría: La batimetría mide las profundidades marinas para determinar la configuración del fondo marino, actualmente las mediciones son realizadas por GPS diferencial para una posición exacta.

Para la realización de esta actividad se requiere de una ecosonda conectada a una computadora y a la vez deberá conectarse a la lancha, una antena de un posicionador.

El aparato ecosonda se calibrará antes de efectuar las mediciones. Todos los días antes y después de haber realizado los recorridos batimétricos se leerán las elevaciones del nivel del agua. La ecosonda se ajustará para obtener una precisión de $\pm 25\text{cm}$.

La velocidad que tendrá la lancha será del orden de 10 km/h.

Todas las mediciones batimétricas se realizarán apoyadas en la poligonal trazada perimetralmente en tierra por posicionamiento (GPS) y que forma parte de la poligonal cerrada (figura No 2).

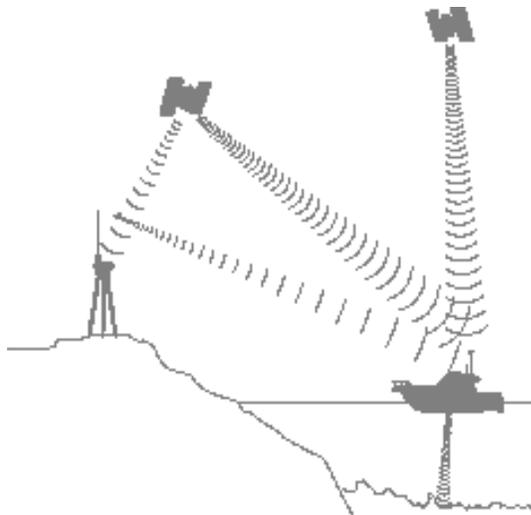


Figura No 2.- Batimetría.

Para la realización de la batimetría se plantearán de ser posibles trayectos de norte-sur y este-oeste o a rumbos definidos a cada 50 m. definiendo una cuadrícula a cada 50 m. en ambos sentidos, así como la medición del contorno de la presa. Se digitalizará la posición (x, y, z) a cada 3 s. En cada uno de los trayectos, graficando además el perfil del mismo. Para lo cual se deberá de apoyar en la poligonal trazada.

Dentro de este concepto está incluida la realización de las curvas elevaciones - áreas - capacidades, de metro en metro, en cada uno de los vasos en cuestión (figura No 3). Para la elaboración de las curvas antes citadas deberá hacerse el cálculo tanto de las áreas como de los volúmenes en elevaciones equidistantes a cada metro.

Huracán:

Un ciclón tropical es un remolino gigantesco que cubre cientos de miles de kilómetros cuadrados y tiene lugar, primordialmente, sobre los espacios oceánicos tropicales.

Cuando las condiciones oceánicas y atmosféricas propician que se genere un ciclón tropical, la evolución y desarrollo de éste puede llegar a convertirlo en huracán.

El término huracán tiene su origen en el nombre que los indios mayas y caribeños daban al dios de las tormentas visto en la (figura No 4.)

La formación de los ciclones en los océanos se ve favorecida cuando la temperatura de la capa superficial de agua supera los 26°C , lo anterior, aunado a la existencia de una zona de baja presión atmosférica, hacia la cual convergen vientos de todas direcciones. Los vientos en la zona circundante fluyen y aumenta el ascenso del aire caliente y húmedo que libera vapor de agua; el calor latente, ganado por la condensación del vapor de agua, es la fuente de energía del ciclón.

Una vez que se inicia el movimiento del aire hacia arriba, a través de la columna central, se incrementa la entrada de aire en los niveles más bajos, con la correspondiente salida en el nivel superior del fenómeno.

Por la influencia de la fuerza de rotación de la Tierra, el aire converge, gira y comienza a moverse en espiral, en sentido contrario a las manecillas del reloj, en el caso del Hemisferio Norte.

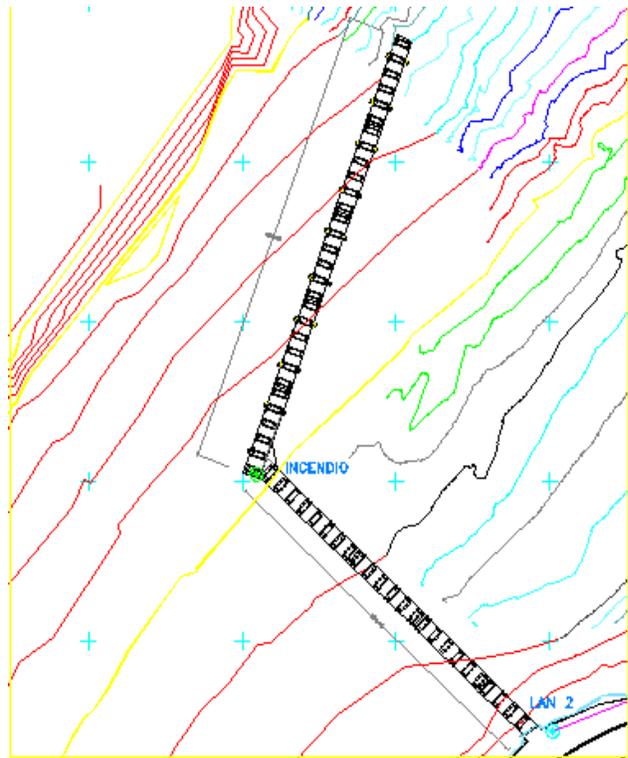


Figura No 3.- Plano batimétrico.

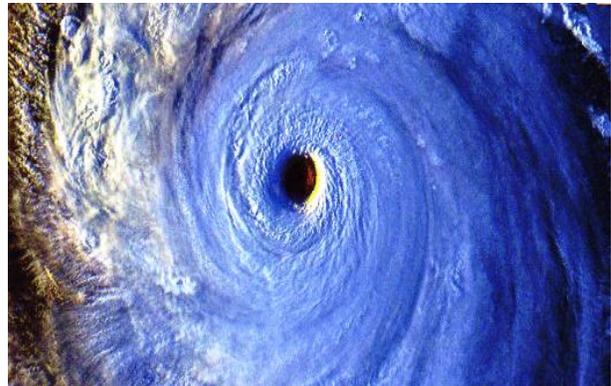


Figura No 4.- Huracán.



La evolución de un ciclón tropical puede ser dividida en las cuatro etapas siguientes:

1. Perturbación Tropical: Zona de inestabilidad atmosférica asociada a la existencia de un área de baja presión, la cual propicia la generación incipiente de vientos convergentes cuya organización eventual provoca el desarrollo de una depresión tropical.

2. (Nacimiento) depresión tropical. Primero se forma una depresión atmosférica, que se caracteriza porque el viento empieza a aumentar en la superficie con una velocidad máxima (media en un minuto) de 62 km/h o menos; las nubes comienzan a organizarse y la presión desciende hasta cerca de las 1000 hpa (hecto pascales)*.

3. (Desarrollo) tormenta tropical. La depresión tropical crece o se desarrolla y adquiere la característica de tormenta tropical, lo que significa que el viento continúa aumentando a una velocidad máxima de entre 63 y 117 km/h, las nubes se distribuyen en forma de espiral y empieza a formarse un ojo pequeño, casi siempre en forma circular, y la presión se reduce a menos de 1000 hpa.

4. (Madurez) huracán. Se intensifica la tormenta tropical y adquiere la característica de Huracán, el viento alcanza el máximo de la velocidad, pudiendo llegar a 370 km/h, y el área nubosa se expande obteniendo su máxima extensión entre los 500 y 900 km de diámetro, produciendo intensas precipitaciones. El ojo del huracán cuyo diámetro varía entre 24 a 40 km, es un área de calma libre de nubes. La intensidad del ciclón en esta etapa de madurez se gradúa por medio de la escala de Saffir-Simpson (ver tabla No 1).

5. (Disipación) fase final. Este inmenso remolino es mantenido y nutrido por el cálido océano hasta que se adentra en aguas más frías o hasta que entra a tierra firme, en la que el ciclón pierde rápidamente su energía y empieza a disolverse debido a la fricción que causa su traslación sobre el terreno.

***HECTOPASCALES.**- Unidad de presión igual a 100 pascales y equivalente a 1 milibar; siendo el milibar equivalente a 0.750062 mm de mercurio normal. El milibar (mb) fue la medida técnica utilizada hasta que últimamente se adoptó el hectopascal. El Pascal es la unidad de presión en el sistema MKS, y corresponde a la presión que ejerce la fuerza unidad (1 Newton) sobre la superficie unidad (1 m²)



Estructura física:

Núcleo cálido: expulsión de grandes cantidades de aire húmedo que es elevado y produce la condensación de su vapor de agua. Este calor es distribuido verticalmente, alrededor del centro de la tormenta. Por ello el ambiente dentro del ciclón es más cálido que en su alrededor.

Revestimiento Central: el Revestimiento Central es un escudo de actividad tormentosa que compone la porción interna del huracán. Contiene la pared del ojo, y el ojo en sí mismo.

Ojo: un ciclón tropical presentará un área de aire en hundimiento en el centro de la circulación. La temperatura en el ojo es normalmente cálida y libre de nubes.

Los ojos son el hogar de las temperaturas más frías de la tormenta en superficie, y de las temperaturas más cálidas en altura. El ojo es normalmente de forma circular, y puede variar desde los 3 a los 320 kilómetros de diámetro.

Pared del ojo: una banda alrededor del ojo de mayor velocidad de viento, donde las nubes alcanzan la mayor altura y la precipitación es más intensa.

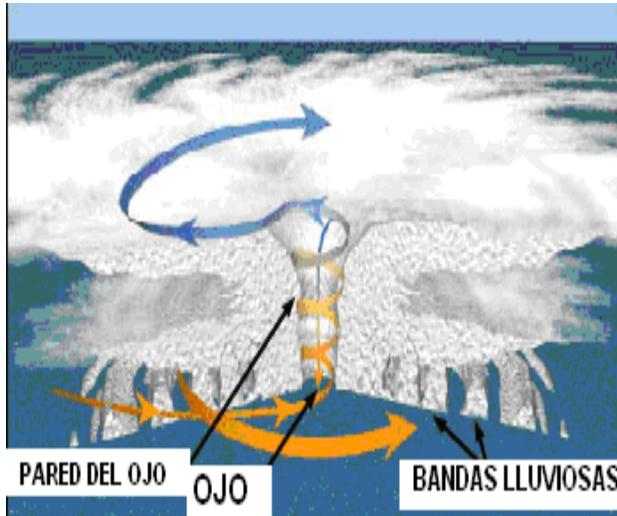
El daño más grave por viento ocurre mientras la pared del ojo de un huracán pasa sobre la tierra.

Bandas lluviosas: las bandas de precipitación y tormentas que giran ciclónicamente hacia el centro de la tormenta. Las rachas de viento más fuerte y las mayores precipitaciones suelen ocurrir en bandas de lluvia individuales, con bandas entre ellas de tiempo relativamente tranquilo. Normalmente, en las bandas de lluvia se forman tornados al entrar en tierra.

Salida: los vientos en capas altas de un ciclón tropical se alejan del centro de la tormenta. Los vientos en la superficie son fuertemente ciclónicos, se debilitan con la altura, y se invierten a sí mismos. Los ciclones tropicales le deben esta característica única al núcleo cálido del centro de la tormenta.

Formación:

Temperatura del agua de al menos 26.5 °C hasta una profundidad de al menos 50 m. Las aguas a esta temperatura provocan que la atmósfera sea lo suficientemente inestable como para sostener convección y tormentas eléctricas (figura No 5).



Enfriamiento rápido con la altura.

Esto permite la expulsión de calor latente, que es la fuente de energía en un ciclón tropical. Alta humedad, especialmente en las alturas baja a media de la troposfera, cuando hay mucha humedad en la atmósfera, las condiciones son más favorables para que se desarrollen perturbaciones.

Figura No 5.- Estructura de un Huracán.

Escala de huracanes de Saffir-Simpson

La **escala de huracanes de Saffir-Simpson** es una escala que clasifica los huracanes según la intensidad del viento, desarrollada en 1969 por el ingeniero civil Hervert Saffir y el director del Centro Nacional de Huracanes de Estados Unidos, Bob Simpson.

La escala original fue desarrollada por Saffir mientras pertenecía a una comisión de las Naciones Unidas dedicada al estudio de las construcciones de bajo coste en áreas propensas a sufrir huracanes.

En el desarrollo de su estudio, Saffir se percató de que no había una escala apropiada para describir los efectos de los huracanes. Apreciando la utilidad de la escala sismológica de Richter para describir terremotos, inventó una escala de cinco niveles, basada en la velocidad del viento, que describía los posibles daños en edificios. Saffir cedió la escala al

Centro Nacional de Huracanes de Estados Unidos; posteriormente Simpson añadiría a la escala los efectos del oleaje e inundaciones. No se consideran ni la cantidad de precipitación ni la situación geográfica, así que no depende del lugar en donde se origine el huracán.

Las cinco categorías, en orden ascendente de intensidad son:

ESCALA DE HURACANES DE SAFFIR-SIMPSON			
CATEGORIA	VELOCIDAD DEL VIENTO (Km/h)	OLEAJE (m)	NIVEL DE DAÑOS
1	119-153	1.2-1.5	Sin daños en las estructuras de los edificios. Daños básicamente en casas flotantes no amarradas, arbustos y árboles. Inundaciones en zonas costeras y daños de poco alcance en puertos.
2	154-177	1.8-2.4	Daños en tejados, puertas y ventanas. Importantes daños en la vegetación, casas móviles, etc. Inundaciones en puertos así como ruptura de pequeños amarres.
3	178-209	2.7-3.7	Daños estructurales en edificios pequeños. Destrucción de casas móviles. Las inundaciones destruyen edificaciones pequeñas en zonas costeras y objetos a la deriva pueden causar daños en edificios mayores. Posibilidad de inundaciones tierra adentro.
4	210-249	4.0-5.0	Daños generalizados en estructuras protectoras, desplome de tejados en edificios pequeños. Alta erosión de bancales y playas. Inundaciones en terrenos interiores.
5	>250	≥ 5.5	Daños generalizados en estructuras protectoras, desplome de tejados en edificios pequeños. Alta erosión de bancales y playas. Inundaciones en terrenos interiores.

Tabla No 1.- Escala de huracanes de Saffir - Simpson.

2.2 Tipos de muelles.

En general los muelles para el movimiento de carga en forma mecanizada son tipo L o T y normales a la costa o tipo espigón, buscando un calado adecuado para el acceso de grandes barcos, sin que se requieran dragados excesivos.

A diferencia de los muelles para carga general o las terminales para pasajeros, en los cuales es conveniente acortar la distancia entre la banda de atraque y los edificios en los muelles que tienen instalaciones mecanizadas, la plataforma de operación o estructura del muelle

en sí, resultará robusta en el caso de que el atraque o el amarre de las embarcaciones se realice sobre ella, recibiendo en consecuencia cargas horizontales considerables, teniendo que absorber energía.

Es muy importante en este tipo de muelle estudiar cuidadosamente la forma en que se absorberá estructuralmente la energía de las embarcaciones que atracarán.

Muelles Fijos: Son los muelles cuyo sistema estructural no permite el desplazamiento, es decir, son estructuras rígidas, cimentadas a base de pilas o muros de concreto (fotografía 9).



Fotografía No 9.- Muelle fijo.

Muelles Flotantes: Se denominan así ya que la pasarela está formada a base de pontones o flotadores que pueden ser de diferentes materiales, como lo son la fibra de vidrio, el concreto, etc.

Estos muelles se usan principalmente en aquellos lugares en donde la variación de mareas es importante, el costo de estas estructuras es muy variado de acuerdo al material de su construcción, y de la longitud del muelle.

En este tipo de muelles se necesita la colocación de rodillos en los pilotes para que cuando suba o descienda la marea permita su desplazamiento (fotografía 10a - 10b).



Fotografía No 10a.



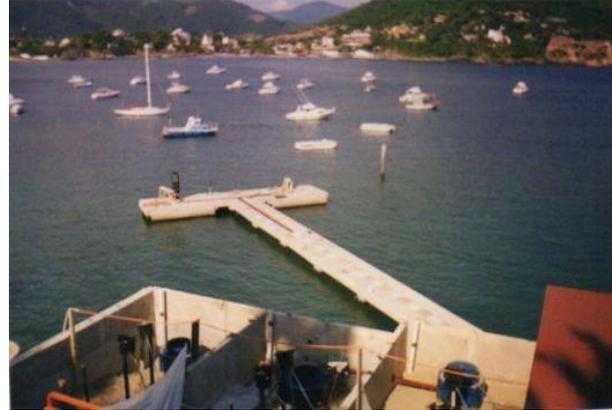
Fotografía No 10b.

Muelle flotante a base de pontones de concreto.

Muelles para abastecimientos de combustibles: Este una estructura que se construye de manera tal que las instalaciones dentro del muelle puedan dar servicio a las embarcaciones, en este caso de abastecimiento de combustibles (fotografía 11a - 11b).



Fotografía No 11a.



Fotografía No 11b.

Muelle de combustibles.



III. ESTUDIOS PREVIOS PARA LA REALIZACIÓN DE UNA MARINA.

Los estudios previos para la construcción de una marina son básicamente los siguientes:

- Topo hidrografía.
- Estudio de impacto ambiental
- Vientos
- Mareas
- Oleaje
- Corrientes
- Mecánica de suelos.

Con estos estudios se definen las alternativas de solución como las orientaciones, el tipo de estructura, la operación, el mantenimiento y el costo de la misma, los métodos de análisis y diseños a emplear, las condiciones de construcción para operar con el menor riesgo posible, de aquí se analizarán los costos de construcción para poder seleccionar las alternativas y los procedimientos constructivos más convenientes.

3.1 Topo hidrografía.

Este estudio es importante para llevar a cabo el proyecto, ya que nos dará la configuración del fondo marino, obteniéndose las curvas batimétricas y tener una idea de la profundidad del fondo marino y las pendientes del mismo.

Se deberá obtener un levantamiento general de la zona, de preferencia haciendo sondeos por medios acústicos y trazando curvas de nivel, ya que la configuración del fondo sufre cambios frecuentes.

Para conocer la topografía del fondo marino es necesario contar con una embarcación en la cual se coloque un equipo capaz de medir la profundidad bajo la misma y a determinados intervalos de tiempo y de distancia.

Actualmente se obtiene por medio de GPS, obteniéndose una precisión de hasta centímetros.

Posicionamiento por satélite (GPS).

La tecnología GPS (Global Positioning System) fue desarrollada por el departamento de defensa de EEUU como un recurso global para navegación y posicionamiento de uso militar y civil.

El sistema se basa en una constelación de 24 satélites en órbita a una distancia de más de veinte mil kilómetros, estos satélites funcionan como puntos de referencia, con los cuales un receptor en tierra puede "triangular" su propia posición.

Los satélites funcionan como puntos de referencia ya que sus órbitas son monitoreadas con gran precisión desde estaciones en tierra.

Al medir el tiempo de viaje de las señales transmitidas desde los satélites, un receptor GPS en tierra puede determinar la distancia entre éste y cada satélite.

Al utilizar las mediciones de distancia de cuatro satélites distintos, y algunos cálculos matemáticos, el receptor reconocerá la latitud, longitud, y altura en que se encuentra, la dirección que presenta y la velocidad de movimiento. De hecho, los receptores más avanzados pueden calcular su posición en cualquier lugar del orbe con una diferencia de error menor a 10 centímetros.

Trimble:

Dentro de esta marca existen infinidad de modelos entre los cuales están (fotografía 12):

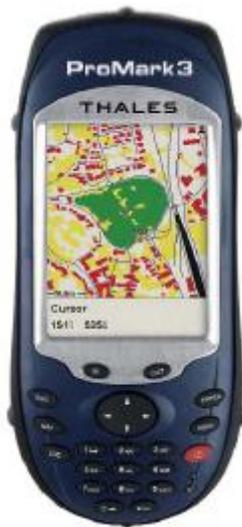
5800 RTK ROVER.

Fotografía No 12

SISTEMA TRIMBLE 5800 LIMITED GPS.



GPS MARCA THALES



Fotografía No 13.

El uso del GPS, reduce los tiempos de levantamientos topográficos y la ubicación de puntos con aproximaciones de 10 cm en cuestión de segundos

El concepto de posicionamiento empleando los satélites GPS, consiste en medir las distancias en tierra a cada uno de los vehículos, que se encuentren visibles sobre el horizonte. Conociéndose la distancia a tres puntos en el espacio, de coordenadas conocidas, se puede calcular la posición de cualquier punto en forma tridimensional (fotografía 13).

Para el cálculo de las distancias se emplea:

$$d = vt .$$

Donde:

d= distancia.

v=velocidad de las ondas electromagnéticas en el espacio, que es constante.

t= tiempo en segundos desde que sale la señal del satélite, hasta que es recibida por el receptor.

El GPS se debe de conectar directamente a una computadora y a través de una interfaz poder alimentar también a la computadora con la información de la ecosonda. Se necesita

de un programa para el manejo de la información ir obteniendo en tiempo real la trayectoria de la embarcación, sus perfiles y los datos para seguir caminos predefinidos o encontrar puntos, para la realización de planos batimétricos.

La ecosonda es un instrumento de medición de profundidades de agua, que computa el intervalo de tiempo requerido para que una onda de sonido, que viaja a una velocidad constante, vaya desde un punto, se refleje en la superficie y regrese.

Si se mide el tiempo entre la transmisión del sonido por medio de un traductor y la recepción del mismo, y la distancia es calculada, se está en condiciones de conocer el tirante de agua (fotografía 14).



Fotografía No 14.- Ecosonda.

3.2 Estudio de impacto ambiental.

En cumplimiento a las disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en su artículo 28, primer párrafo, que establece que la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) define las condiciones a que se sujetarán la realización de las obras y actividades que pueden causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente y que en relación a ello quienes pretendan

llevar a cabo alguna de las obras y actividades que dicho lineamiento enlista, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT.

Que la misma LGEEPA en su artículo 30, establece que para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de dicha Ley los interesados deberán presentar a la SEMARNAT una manifestación de impacto ambiental (MIA).

La SEMARNAT contestará mediante un oficio resolutivo en el cual indicará las acciones de resguardo y prevención y en su caso la afectación que puede afectar al medio ambiente, durante el proceso de la obra y en la operación de ésta.

El incumplimiento de estas resoluciones implicará sanciones económicas y en casos graves la suspensión de la obra o la suspensión de la operación.

3.3 Vientos.

El viento es el movimiento del aire. Los vientos globales se generan como consecuencia del desplazamiento del aire desde zonas de alta presión a zonas de baja presión.

Se clasifican en viento reinante y dominante.

Viento reinante: Es la dirección que presentan la mayor frecuencia del viento.

Viento dominante: es la dirección que presenta las mayores velocidades.

Rosa de los vientos: Diagrama de coordenadas polares que representan la frecuencia con la cual soplan los vientos de cada dirección (figura 6).

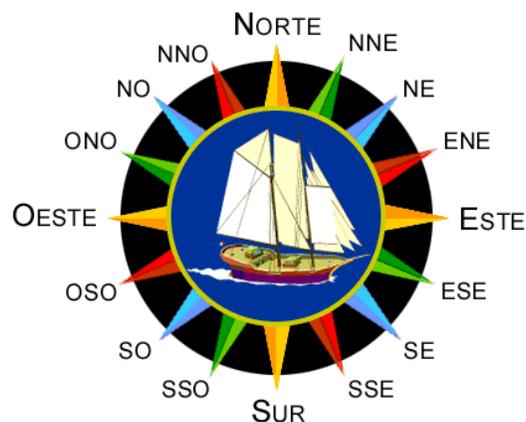


Figura No 6.- Rosa de los vientos.

DIAGRAMAS DE LENZ: Son 4 gráficas que representan la influencia del viento en una zona geográfica, determinan las características importantes que se necesitan considerar en algunos proyectos, básicamente estas características se refieren a la dirección en que se presenta el viento en la región con mayor frecuencia, esta dirección se llama dirección del viento reinante; de la misma forma se presenta las velocidades máximas que se han registrado en cada dirección, en la que se presenta, el mayor valor de la velocidad se le llama dirección del viento dominante.

La representación grafica de la frecuencia y de la velocidad sobre la rosa de los vientos determina los dos primeros diagramas de Lenz.

Este estudio es fundamental ya que las instalaciones marítimas que reciben el impacto por viento siendo ésta una carga de diseño considerable, así es que se deberá contar con registros de viento del lugar en construcción de intensidad máxima o dominante, con estos se determinará la orientación de la estructura marítima (figuras 7, 8, 9 y 10).

DIRECCION	Norte	Sur	Este	Oeste
n	100	40	70	10
Vmax (m/seg)	10	8	5	15
nV	1000	320	350	150
V ²	100	64	25	225

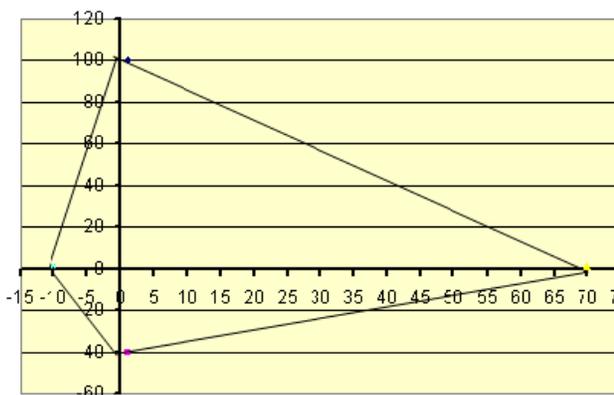


Figura No 7.- Diagrama de Lenz "n" o frecuencias.

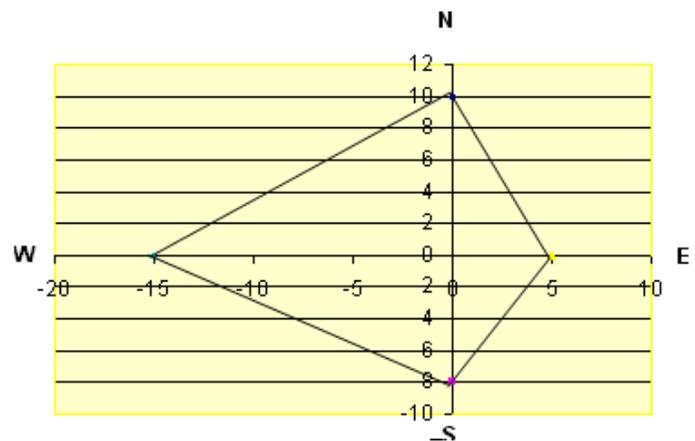


Figura No 8.- Diagrama de velocidades.

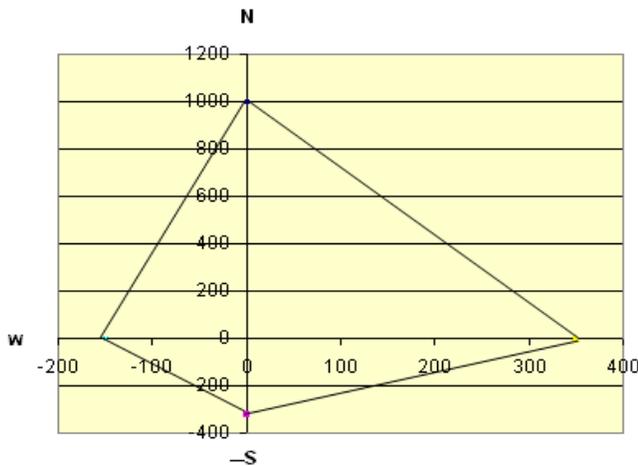


Figura No 9.- Diagrama frecuencia-Velocidad (nV).

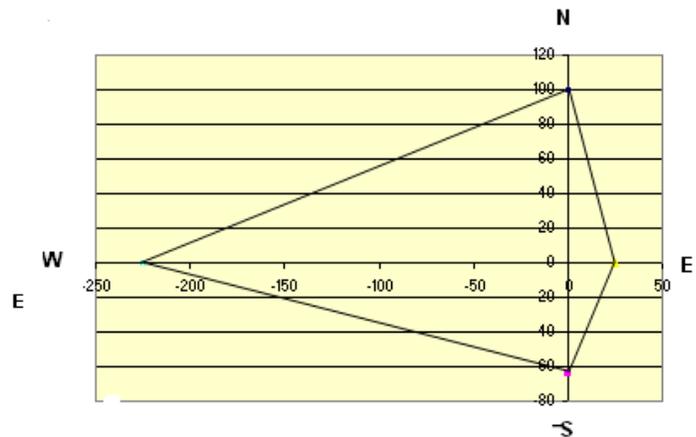


Figura No 10.- Diagrama de velocidades (V^2).

3.4 Mareas.

Las mareas son ondas creadas por la fuerza gravitacional de la Luna y en menor grado el Sol y son desplazamientos de masas del mar provocadas por efecto del viento por diferencias de temperatura y densidades.

Son importante por los niveles y por las corrientes que originan, en un proyecto es importante conocer el nivel de marea baja media (NMBM), la pleamar máxima registrada, la bajamar mínima registrada y el nivel medio del mar, estos datos pueden obtenerse de las Tablas de Predicción de mareas que publica el instituto de Geofísica de la UNAM.

Marea de tormenta: Es la disminución de la presión atmosférica del centro del ciclón tropical y los vientos de este fenómeno sobre la superficie del mar originando un ascenso de nivel medio, a esta causa puede provocar inundaciones en las zonas bajas continentales cercanas al mar y que las olas impacten sobre las estructuras costeras.

Se puede calcular a partir de la magnitud y dirección de los vientos que actúan en la superficie del mar. Estos vientos son casi nulos en el centro, luego aumentan radicalmente hasta alcanzar un máximo (a una distancia del orden de los 50 km del ojo), para que, posteriormente, disminuyan gradualmente a medida que se alejan de dicho centro.

Marea astronómica: Son ondas creadas por la fuerza gravitacional de la luna y en menor grado del sol, debido al constante movimiento de la Tierra, del Sol y de la Luna.



3.5 Oleaje.

Es aquella fuente principal de energía por efecto del viento que se generan al soplar sobre la superficie.

Con este estudio se determina la altura, la longitud, dirección, período y la probabilidad de ocurrencia del oleaje y así poder definir los programas de trabajo con base en las condiciones del mar.

Los efectos del oleaje se transmiten hasta una profundidad de aproximadamente la mitad de la longitud de la ola.

Para el diseño de plataformas se recomienda elegir, en general, una ola con un período de recurrencia de 25 años aproximadamente.

Las olas de huracán alcanzan hasta 300 m, el efecto del oleaje puede actuar en profundidades hasta de 150 m. Las olas con alturas de 2 m ya son significantes en dificultar el trabajo.

Oleaje swell: Es cuando el oleaje se genera por una tormenta muy distante.

Oleaje sea: Es cuando el oleaje de una determinada zona no sale del área de generación, sus características son irregulares, los períodos son cortos, con longitudes de onda de 10 a 20 veces la altura.

Refracción de la ola: Es el efecto que el fondo tiene sobre el oleaje, es el de un freno y éste tiende a deformarse adaptándose a la configuración de las curvas batimétricas.

Predicciones del oleaje ciclónico.

Los procedimientos de predicción de oleaje pueden ser utilizados para transformar los datos meteorológicos en características del oleaje.

Estos procedimientos se usan tanto para la planeación como para el diseño estructural.

Para efectuar una predicción es necesario delinear un Fetch (área de generación), medir su longitud, y la distancia de decaimiento si existe, y conocer la velocidad y duración del viento durante el Fetch.

Cuando se hacen predicciones para costas de océanos la forma más común de emplear los datos meteorológicos es mediante las cartas sinópticas del tiempo (sinóptico se refiere al hecho de que las cartas están elaboradas en base al análisis de muchos puntos de un área muy amplia). Estas cartas muestran curvas de igual presión atmosférica llamadas isobaras.



3.6 Corrientes.

Contrariamente a lo que se hace con los vientos, la dirección de una corriente se indica siempre por la dirección en que se desplaza.

Los mares y océanos cubren aproximadamente el 70% de la superficie de la Tierra. El volumen de los mares es enorme, y contiene una gran cantidad de calor. Las corrientes marinas llevan parte de este calor de las zonas cálidas cercanas al ecuador, a áreas más frías del norte y del sur. El transporte del calor es esencial para el clima y las condiciones meteorológicas de las zonas más frías ya que, reciben gran parte de su calor de las corrientes marinas. Las condiciones climáticas y meteorológicas dependen generalmente de los océanos.

El origen de las corrientes oceánicas se atribuye a tres causas principales:

- **variaciones de densidad** en el seno de las aguas
- **fuerzas de arrastre** producidas por el rozamiento de los vientos sobre la superficie de los mares
- **desplazamiento de masas de agua** debido a mareas y ondas internas

Las mayores corrientes superficiales oceánicas en el mundo están causadas por los vientos dominantes.

Las corrientes circulan en trayectorias llamadas giros, moviéndose como las agujas de un reloj en el hemisferio norte y al contrario en el sur.

Clasificación de las corrientes:

- **de deriva:** debidas a la acción constante del viento sobre el mar
- **de densidad:** debidas a la variación de la misma cuando cambian la temperatura y la salinidad en una considerable masa de agua



- **de gradiente o geostróficas:** cuyo origen se encuentra en una diferencia de presiones
- **de marea:** debidas a los cambios de nivel ocasionados por las mareas.

3.7 Mecánica de suelos.

es la aplicación de las leyes de la física y las ciencias naturales a los problemas que involucran las cargas impuestas a la capa superficial de la corteza terrestre. Esta ciencia fue fundada por Karl von Terzaghi, a partir de 1925.

Todas las obras de ingeniería civil se apoyan sobre el suelo de una u otra forma, y muchas de ellas, además, utilizan la tierra como elemento de construcción para terraplenes, diques y rellenos en general; por lo que, en consecuencia, su estabilidad y comportamiento funcional y estético estarán determinados, entre otros factores, por el desempeño del material de asiento situado dentro de las profundidades de influencia de los esfuerzos que se generan, o por el del suelo utilizado para conformar los rellenos.

Si se sobrepasan los límites de la capacidad resistente del suelo o si, aún sin llegar a ellos, las deformaciones son considerables, se pueden producir esfuerzos secundarios en los miembros estructurales, quizás no tomados en consideración en el diseño, productores a su vez de deformaciones importantes, fisuras, grietas, alabeo o desplomos que pueden producir, en casos extremos, el colapso de la obra o su inutilización y abandono.

En consecuencia, las condiciones del suelo como elemento de sustentación y construcción y las del cimiento como dispositivo de transición entre aquel y la superestructura, han de ser siempre observadas, aunque esto se haga en proyectos pequeños fundados sobre suelos normales a la vista de datos estadísticos y experiencias locales, y en proyectos de mediana a gran importancia o en suelos dudosos, infaliblemente, al través de una correcta investigación de mecánica de suelos.

IV. PARAMETROS DE SELECCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL A EMPLEAR.

Para la elección del sistema estructural a emplear, se determinará con base en los estudios previos para la realización de una marina, tratados en el capítulo II, ya que dependiendo de estos estudios se determina qué elementos influirán en la construcción de una marina. Otros factores importantes para la selección del sistema estructural se describen a continuación.

4.1 Características de la ola.

Un Puerto contiene un área de agua protegida de la acción del oleaje para asegurar que las embarcaciones realicen adecuadamente sus maniobras de entrada y salida, de anclaje y operaciones de carga y descarga. Para lo anterior es necesario determinar el lugar más adecuado, considerando las obras exteriores, su alineamiento y dimensiones. Asimismo, determinar la mejor orientación y las dimensiones de la entrada al puerto, y también la ubicación y dimensiones de las obras auxiliares de disipación de energía del oleaje.

La disposición de las obras del puerto, en su conjunto, define la geometría del mismo, lográndose el proyecto óptimo mediante el uso de los modelos físicos. En estos se hacen las mediciones de la agitación residual, producto de la superposición del oleaje de corto periodo que entra al puerto. Se debe tomar en cuenta la refracción, reflexión y difracción en la (figura No 11).

Haciendo las modificaciones necesarias de dicha geometría para reducir la altura de las olas al nivel de aceptación para las operaciones de carga, descarga, entrada y salida de las embarcaciones medianas y pequeñas.

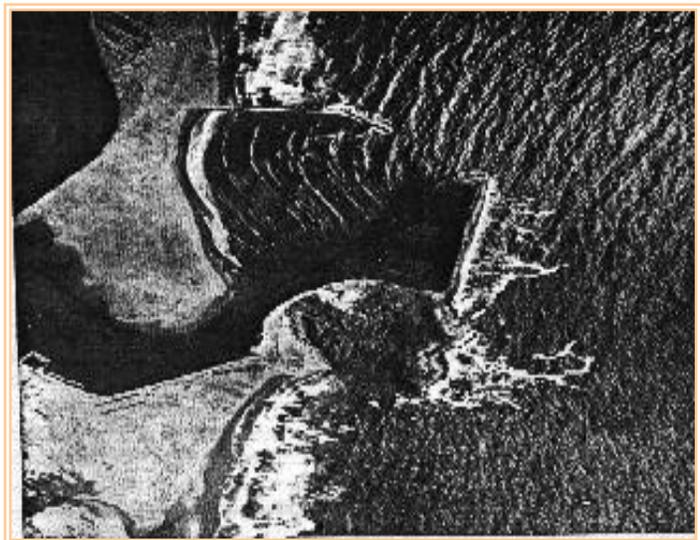
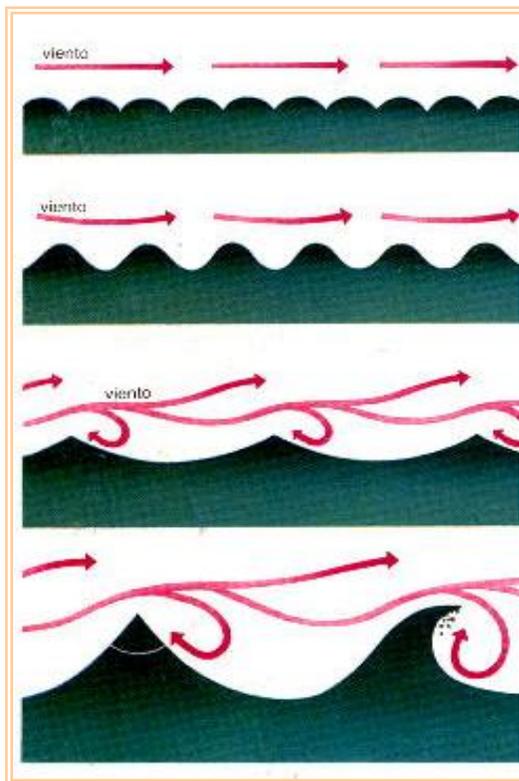


Figura No 11.- Bahía del Morro (California), fenómeno de difracción.

Las olas son movimientos ondulatorios de la superficie del mar, producido por el viento principalmente. Al contemplar el oleaje, se tiene la impresión de que el agua se traslada, en realidad no es más que un movimiento ondulatorio, fenómeno que se comprueba con cualquier objeto flotante que sólo sube o baja, sin avanzar o retroceder. Estas son las olas de oscilación.

Cuando la ola de oscilación se produce cerca de la costa, su porción inferior roza con el fondo marino, encuentra cierta resistencia y da lugar a que la parte superior sea impulsada hacia delante con fuerza y avance hasta romperse con estruendo y abundante espuma. Es la ola de traslación.



El viento provoca que se formen en el mar unas pequeñas ondulaciones llamadas "rides". Si aumenta la intensidad del viento, se acentúa la deformación en el mar, dando origen a ondulaciones de aspecto desordenado, siendo imposible distinguir la dirección de propagación produciéndose una agitación en tres dimensiones. Si el viento sigue soplando, se forma la ola y avanza en dirección que sopla el viento, produciéndose una agitación en dos dimensiones. Figura No 12.

Los registros del oleaje hechos en un punto fijo, muestran que la ola no se presenta en forma regular y continua, sino que se presenta en tres ondas más o menos regulares, las cuales contienen olas de alturas, longitud y períodos

Figura No 12.- La forma de las olas

distintos, lo cual difiere de la teoría, la cual supone una ola armónica simple. El oleaje atendiendo a sus diferentes períodos se puede clasificar de la siguiente manera:

1) **Ondas capilares.**- son aquellas ondas en donde el período es inferior a 1/10 de segundo. En este tipo de ondas las fuerzas capilares de tensión superficial son predominantes y son



provocadas por el viento. La velocidad de propagación de estas ondas es aproximadamente de 20 cm/s, teniendo una longitud de onda de algunos centímetros.

2) **Olas ordinarias.**- el período oscila de 1 a 20 segundos; normalmente van acompañadas de trenes de onda de diversos períodos, teniendo una amplitud muy pequeña. Cuando estas ondas aumentan su velocidad de propagación, pueden servir como anuncio de tempestades, siendo muy útil su estudio para la predicción del oleaje.

3) **Ondas de largo período.**- son olas de pequeña amplitud pero de largo periodo, llegando incluso a ser de varios minutos. Se forma por una oscilación debida al rompimiento de la ola y se conoce con el nombre de "seiches", resacas o resonancia.

4) **Olas de más largo período.**- Este tipo de olas se deben principalmente a un movimiento sísmico y su período varía entre 15 y 60 minutos, su amplitud es considerable dejando sentir su efecto a miles de kilómetros del epicentro del sismo. Este tipo de olas es más conocido por el nombre dado por los japoneses, "TSUNAMI".

5) **Mareas ordinarias.**- Esta clase de olas es debida a la atracción que ejercen la luna y el sol sobre la tierra, y su duración está íntimamente ligada a la rotación de la misma.

<i>Velocidad del viento, km/h</i>	<i>Altura de ola, m</i>	<i>Longitud de ola, m</i>	<i>Periodo de ola, seg</i>
43	5.3	80	7.2
56	6.6	123	8.9
68	7.9	175	10.6
80	9.4	248	12.6
95	11.4	360	15.2
109	13.7	525	18.3

Tabla No 2.- Dimensiones de olas en aguas profundas para diferentes velocidades de viento.

El oleaje generado por viento queda definido por su altura, longitud y período, como se muestra en la siguiente figura No 13.

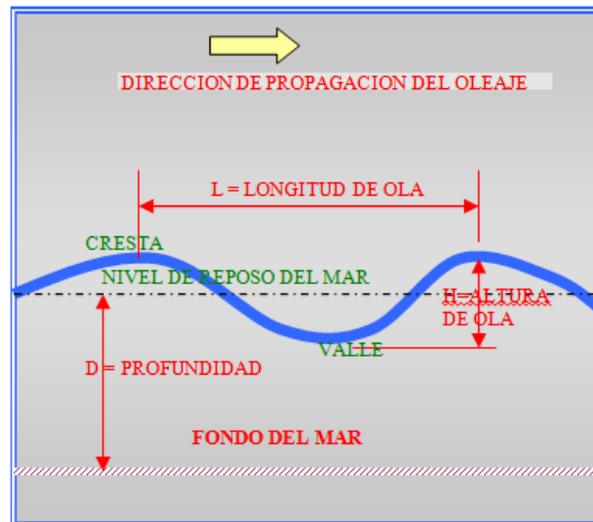


Figura No 13.- Definición de las características del oleaje.

La altura de la ola es la distancia vertical que existe entre una cresta y un valle se designa generalmente como H.

La longitud de la ola se refiere a la distancia horizontal que existe entre dos crestas o dos valles consecutivos y se designa comúnmente como L.

$$L = \frac{2\pi v^2}{g} = \frac{gT^2}{2\pi}$$

El período de la ola se refiere al tiempo que transcurre entre el paso consecutivo de dos crestas o dos valles por el mismo punto.

$$T = \sqrt{\frac{2\pi L}{g}} = \frac{2\pi v}{g}$$

La celeridad de la onda es la velocidad con que ésta se desplaza y se puede calcular como

$$C = \frac{L}{T} = \sqrt{\frac{gL}{2\pi}} = \frac{gT}{2\pi}$$

Las características anteriores en un determinado sitio del océano quedan determinadas por el "FETCH", que es la distancia en la que actúa el viento sobre la superficie del mar, la velocidad del viento, su duración que es el tiempo durante el cual actúa y la distancia de



decaimiento, que es la distancia que viaja la ola después de dejar la zona de generación y la profundidad.

Thomas Stevenson, en 1864, estableció las primeras fórmulas para la relación entre el "FETCH", F, en millas náuticas y la altura de la ola H, en pies (1 milla náutica = 1.51 millas estatuidas).

$$H = 1.5 (\sqrt{F}) \text{ para } (F > 30 \text{ millas náuticas})$$

$$H = 1.5 \sqrt{F + 2.5} - (F)^{1/4}$$

En general, para "FETCH", velocidades y duraciones grandes, el oleaje generado será también grande.

Si el oleaje en una determinada zona no sale del área de generación, sus características son irregulares y se denomina oleaje local (SEA). Los periodos son cortos con longitudes de onda de 10 a 20 veces la altura.

Cuando el oleaje se genera por una tormenta muy distante, este deberá viajar muchos cientos o miles de kilómetros antes de llegar a la playa, y en estas condiciones, el oleaje se vuelve más regular y con alturas menores. El oleaje así generado se denomina oleaje distante (fetch)

4.2 Teorías del oleaje.

El fenómeno del oleaje es muy complejo y difícil de representar de una manera matemática, sin embargo, existen teorías que pretenden interpretarlo y calcular sus efectos. Es importante cuando menos tener una idea de estas teorías y entender la mecánica del fenómeno.

El oleaje se siente a una profundidad considerable. Por tanto, la profundidad del agua tiene un efecto sobre el carácter de la ola. Las olas de aguas profundas son las que ocurren en aguas que tienen una profundidad "d" mayor que la mitad de longitud de onda L ($d > L/2$). A tales profundidades, el fondo no tiene una influencia significativa en el movimiento de las partículas de agua. Las olas de aguas bajas son las que ocurren en el agua que tiene una

profundidad menor que la mitad de la longitud de onda L ($d < L/2$). La influencia del fondo cambia la forma del movimiento orbital de circular a elíptico o casi elíptico. Figura No 14.

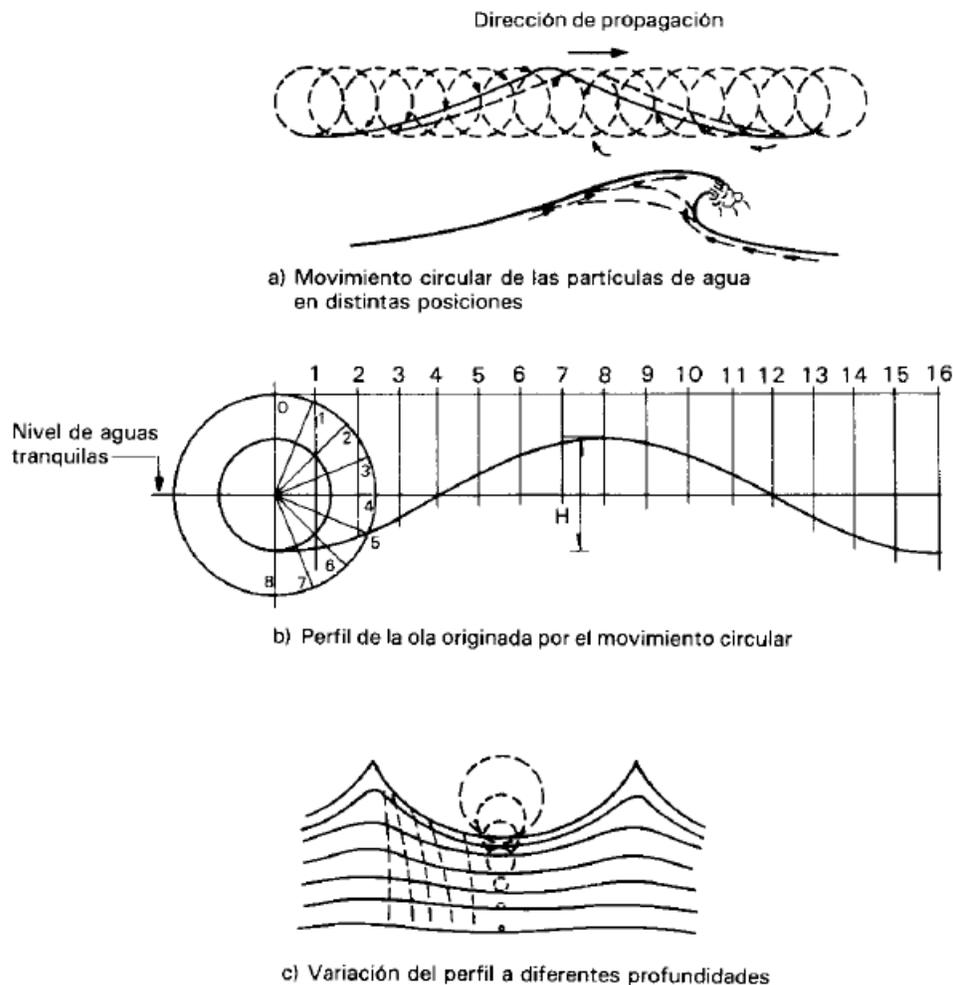


Figura No. 14.- Características del oleaje

Acerca del efecto de la ola en una estructura, se distinguen en dos casos extremos que cubren la mayoría de las estructuras marítimas:

- Empuje de la ola sobre la pared vertical rígida que provoca el rompimiento de la ola, como en rompeolas y los muros costeros.
- Efectos de la ola en elementos estructurales pequeños que no alteran el movimiento de oleaje, como en pilotes de muelles o en tubos de plataformas marinas.

El empuje en paredes verticales depende a las acciones de las olas rompientes o no. Los rompeolas se construyen usualmente en aguas suficientes profundas para que las olas todavía no rompan y se reduzcan así la fuerza que estas ejercen.

Existen diversas mediciones de las fuerzas ejercidas en paredes verticales y esto ha dado lugar al desarrollo de procedimientos de cálculo bastante sencillos y confiables. Estos procedimientos no intentan modelar en forma refinada el fenómeno, es complejo debido al efecto dinámico del impacto y a la interferencia entre las olas que llegan a la pared y las que reflejan después de un rebote sobre ella. De los procedimientos más sencillos y que dan resultados similares de los análisis más refinados, que supone que el agua alcanza una altura igual a $1.66H$ sobre el nivel de las aguas quietas y que la presión aumenta linealmente desde el punto más alto hasta el de aguas quietas donde alcanza el valor.

$$P_t = \gamma H$$

En donde γ es el peso volumétrico de agua de mar y desde ese nivel hasta el fondo marino se mantiene constante esta pared es constante a la hidrostática.

En el caso en que la ola para alrededor de un obstáculo, como puede ser tubo vertical. La desviación local del flujo de agua produce efectos muy semejantes a los vientos estudiados anteriormente, aquí el flujo es agua, en el viento.

El flujo se separa del obstáculo creando áreas de empuje y de succión y dando lugar a una fuerza de arrastre global que es la función, como en el caso del viento, del área expuesta, de la densidad del fluido y del cuadrado de su velocidad, así como el coeficiente que depende de la forma del objeto. La fuerza de arrastre, f_D por unidad de altura del objeto resulta (figura No 15).

$$f_D = C_D \frac{\gamma}{2g} D |u| u$$

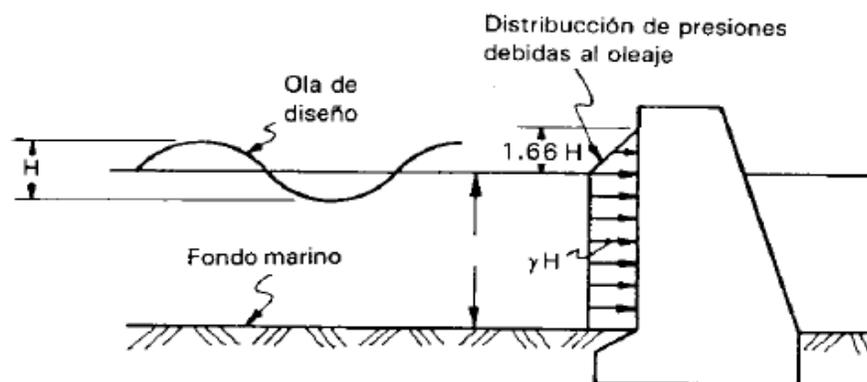


Figura No 15.- Distribución de presiones al oleaje según Minikin.



Dónde:

C_D =factor de empuje.

γ = peso volumétrico del agua de mar 1.03 ton/m³.

g = aceleración de la gravedad 9.81 m/s².

D = el diámetro del tubo o el ancho de la sección expuesta al flujo.

u = velocidad horizontal que contiene la partícula del fluido en el punto en estudio si no existiera obstáculo.

$|u|$ = se emplea en u^2 para detectar el sentido de contribución de cada partícula de agua a la fuerza de arrastre.

Si la velocidad "u" es negativa la presión f_D resultante también lo será.

La continua aceleración o desaceleración de las partículas de agua induce, además, sobre el obstáculo una fuerza de inercia que depende de la aceleración del agua en el punto en estudio, de la densidad del agua y del volumen desplazado por el objeto; la fuerza de inercia por unidad de altura del objeto resulta.

$$f_I = C_I \frac{\pi D^2}{4} \dot{u}$$

Dónde;

C_I = factor que depende la forma del objeto.

\dot{u} = aceleración del agua en el punto.

La suma de los dos efectos proporciona la presión total de la ola en un punto sobre el objeto a través de la que se conoce como la fórmula de Morrison.

$$f = f_D + f_I$$

La fuerza total sobre el objeto será la integral de las presiones sobre la longitud, la aplicación de la fórmula de Morrison implica el conocimiento del perfil completo de la ola y la velocidad y aceleración del agua en cada punto, tanto en la superficie como a diversas profundidades.

Existe un gran número de modelos apropiados para el oleaje y de distintas características, pero el más sencillo lo da la teoría de la ola lineal o de Airy, que supone que el perfil de la

ola es un senoide, de manera que las alturas de ola en el instante en que la cresta pasa por el origen quedan definidas por la expresión siguiente.

$$\eta = \frac{H}{2} \cos\left(\frac{2\pi X}{L}\right)$$

Y la velocidad horizontal en un punto cualquier por:

$$u = \frac{\pi H}{T} \frac{\cosh\left(\frac{2\pi x}{L}\right)}{\sinh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)} \cos\left(\frac{2\pi x}{L}\right)$$

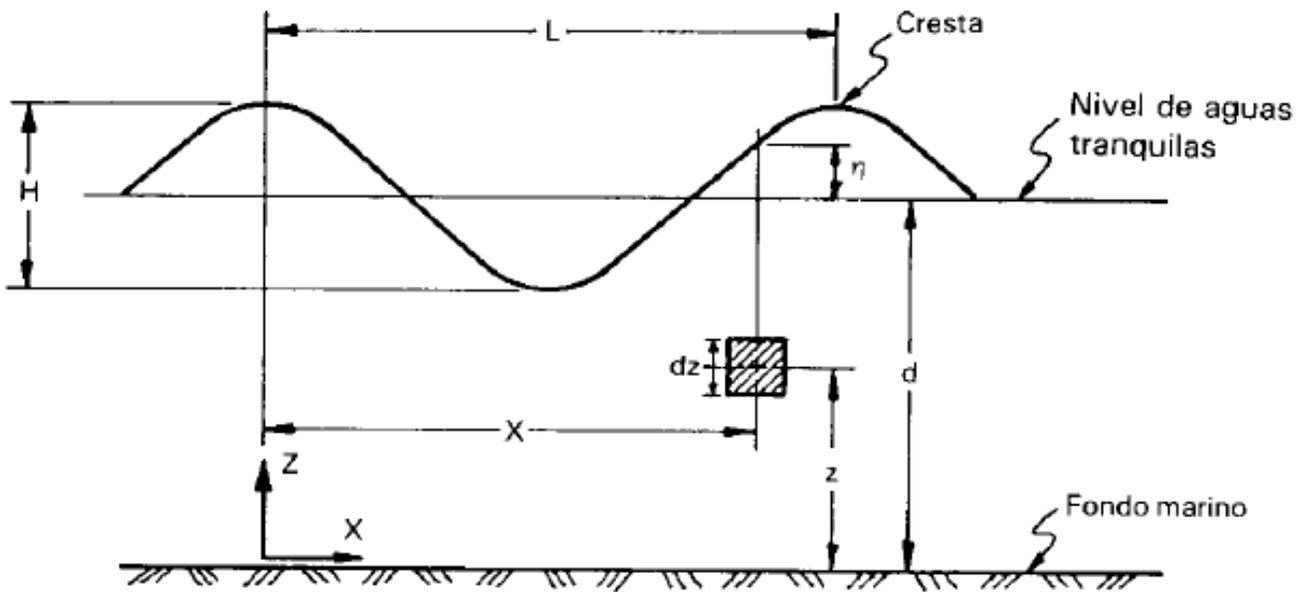


Figura No 16.- Parámetros para el cálculo de fuerzas de oleaje.

La aceleración horizontal por:

$$\dot{u} = \frac{du}{dt} = 2 \frac{\pi^2 H}{T^2} \frac{\cosh\left(\frac{2\pi x}{L}\right)}{\sinh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)} \cos\left(\frac{2\pi x}{L}\right)$$



Según la teoría de Airy resulta muy precisa para determinar el efecto de olas de altura no muy grande en aguas y en aguas profundas; Para el empleo de la fórmula de Morrison, se requiere determinar los coeficientes C_D y C_I , la cual se recomienda en varios organismos que el coeficiente C_D , cambio su valor por el número de Reynolds y de la rugosidad de la superficie, además de la forma de la sección, Las olas de gran altura la recomendación más confiable es tomar.

$$C_D = 0.7 \quad ; \quad C_I = 1.3$$

Debe recordarse que la fuerza total depende de los dos factores, el arrastre y la inercia y que los dos no toman su máximo valor para la misma posición de la ola, por lo cual la cresta de la fuerza de arrastre es máxima y la inercia nula.

4.3 Diferentes cargas y usos de puertos.

El transporte es el movimiento de personas o mercancías y los equipos que se utilizan para ese propósito. El transporte de personas es importante, sin embargo, el movimiento de mercancías, es probablemente de mayor significado para la sociedad económica en la que vivimos.

El transporte contribuye con dos clases de utilidad: la utilidad del lugar y del tiempo, que en términos simples significa tener los bienes o productos en donde se requieren y en el momento que se desea.

El sistema de transporte se compone de 5 elementos principales:

- Fuerza motriz
- Vehículo
- Ruta
- Terminales
- Sistemas de control

Los vehículos de carga en general producen tráfico comercial medido en Ton-km, y su optimización depende de usar al máximo su capacidad de carga, reducir los viajes de vacío, aumentar el recorrido, reducir las demoras en patios y terminales, tiempos de carga y descarga, reparaciones, etc.



PORTEADOR	PRODUCTO ANUAL POR VEHIC. Ton - Km	POTENC. POR TON NETA HP	TARA MEDIA DE VEHIC. Ton	VELOCIDAD Km/hr		PART. DE LA CARG. TRANSP. %	PARTIC. DEL COMB. CONSUM %
				MAX.	COMÚN		
Carga FC	40,000 - 435,000	3	22/Carro	20-100	40	52 Bruto	9
Pasaje Camión	410 - 3,850	8	2-15	120-190 30-100	65 50	15 Bruto	24
Automóvil		100	1.5	80-120	80	8 Propio	64
Barcos y Barcazas	16,100 - 435,000	0.2	1,000 - 10,000	10-20	15	12 Bruto	1
Avión y Avionetas	16,000	600	30	180-1,000	600	1 Bruto	1
Ductos	1,600 - 59,500	2	-	2-8	5	12 Neto	1

Tabla No 3.- Comparativo del transporte.

De acuerdo con el servicio que prestan; las embarcaciones se pueden clasificar en:

Mercantes

- Cargueros:
 - Carga Unitaria
 - Carga General

- Portacontenedores
- Petroleros
- Graneleros:
 - Cerealeros (bulk carrier)
 - Mineraleros (ore carrier)
- Transbordo por rodadura (Ro-Ro)
- Transbordo por flotación (Lash y Seabee)
- Otros
 - LPG(Liquefied petroleum gas)
 - OBO(oil bulk ore carrier)
 - Polivalentes
 - Perecederos

Pasajeros (Turísticos)

- Cruceros



- Trasatlánticos
- Transbordadores
- Deportivos (de vela, de motor)

Pesqueros

- Barcos pesqueros

Vigilancia, Servicio y Especiales

4.4 Tipos de cimentación.

La parte inferior de una estructura se denomina generalmente cimentación y su función es transferir la carga de la estructura al suelo en que esta descansa. Una cimentación adecuadamente diseñada es la que transfiere la carga a través del suelo sin esforzar a éste. Esforzar al suelo conduce a un asentamiento excesivo o bien a una falla cortante del suelo, provocando daños a la estructura. Por esto, los ingenieros geotecnistas y estructuristas que diseñan cimentaciones deben evaluar la capacidad de carga de los suelos, en donde se desplantará la estructura.

Por lo que respecta al tipo de cimentación la elección se basa principalmente en el estudio geotécnico que se realizó en el sitio en donde se pretenda construir, el cual determinará de acuerdo a la capacidad del terreno, qué solución será la más adecuada para el desplante de la nueva estructura.

Así con los resultados de este estudio se determinará qué elementos de cimentación podrán utilizarse.

Cabe aclarar que la profundidad y la geometría de la cimentación deberán ser elegidas por el estructurista en función de las magnitudes de carga que transmita a la estructura en condiciones estáticas y dinámicas y dependiendo del tipo de suelo encontrado, al nivel de desplante de la cimentación, los tipos de cimentación que se pueden emplear son:

a) Estructuristas sobre pilotes.

- **Estructuras sobre pilotes.**
 - Pilotes de concreto.



- Sección cuadrada.
- Sección rectangular.
- Pilotes de acero.
 - Zapatas de cimentación.
 - Cimentación mixta (pilotes-zapata).

Las cimentaciones con pilotes y pilas perforadas se usan para estructuras más pesadas cuando se requiere de gran profundidad para soportar la carga. Los pilotes son miembros estructurales hechos de concreto o acero, que transmiten la carga de la superestructura a los estratos inferiores del suelo. Según como transmiten sus cargas al subsuelo. Los pilotes se dividen en dos categorías pilotes de fricción y pilotes de punta. En el caso de los pilotes de fricción, la carga de la superestructura es soportada por los esfuerzos cortantes generados a lo largo de la superficie lateral del pilote. En los pilotes de punta. La carga soportada es transmitida por su punta a un estrato firme.

b) Estructuras sobre zapatas.

Dependerá del análisis estructural que se lleve a cabo, también si el estrato duro en donde se desplantará la obra se encuentra a poca profundidad, se recomienda este tipo de cimentación.

c) Cimentaciones Mixtas.

En caso de contar con una capacidad muy baja se recomienda la cimentación mixta. Otro punto relevante para la selección de la estructura a emplearse será el procedimiento constructivo que se seguirá, para evitar que la contaminación del lugar sea la menor posible, si es necesario construir con piezas prefabricadas o la colocación de concreto en el lugar, se deberá de tener en cuenta que los trabajos se llevarán a cabo en el mismo y por lo tanto es más susceptible que el material que se utilice en la obra caiga al mar, otro factor importante será la rapidez de la ejecución de la obra, ya que en la industria de la construcción, entre menos tiempo se lleve en ejecutarse, el costo disminuye.



También se deberán de proporcionar estructuras de fácil y rápida construcción, adecuadas a los procedimientos normales y materiales disponibles en la zona, con las dimensiones mínimas necesarias para recibir los barcos que se espera; harán uso de los muelles, y que requieran de mantenimiento mínimo además de ofrecer la amplitud necesaria para una cómoda y segura operación.

V. MUELLE DE CRUCEROS PUNTA LANGOSTA EN COZUMEL, QUINTANA ROO.

5.1 ubicación.

Las obras se realizarán en el muelle de cruceros Punta Langosta que se ubica en México, en la Isla de Cozumel en el estado de Quintana Roo. (Fotografía No 15 y 16).



Fotografía No 15.- República Mexicana.



Fotografía No 16.- Muelle de Cruceros Punta Langosta.

Para optimizar el servicio al turismo, la Administración Portuaria Integral de Quintana Roo, convocó a una licitación pública para construir, operar y explotar una terminal de cruceros en el recinto portuario de la isla de Cozumel.

La obra consiste en una estructura en espigón tipo "L" formada por una pasarela de acceso de 236 metros de longitud por 11 de ancho, la cual va en sentido paralelo a la costa. El muelle está cimentado con zapatas de concreto armado y sobre de ellas elementos estructurales llamados pilastras, éstos a su vez están anclados con cables presforzados que se hincan hasta el manto rocoso, las pilastras las unen elementos estructurales llamados trabes, y sobre éstas el sistema de piso, El cuarto de bombas está construido en el cambio de dirección del muelle, consiste básicamente de una caseta, con cuatro paredes que impiden tener una vista panorámica del lugar (fotografía No 17).



Fotografía No 17.- Cuarto de bombas se observa que se obstruía los sistemas de amarre y las vistas panorámicas. Dentro del círculo se muestra los elementos de amarre.

El puerto Punta Langosta se encuentra localizado en la isla de Cozumel, para su localización de manera rápida por el mundo ocupamos las coordenadas geográficas.

El sistema de coordenadas geográficas es un sistema de referencia que utiliza las dos coordenadas angulares, latitud (Norte y Sur) y longitud (Este y Oeste) y sirve para determinar los ángulos laterales de la superficie terrestre (o en general de un círculo o un esferoide). Estas dos coordenadas angulares medidas desde el centro de la Tierra son de un sistema de coordenadas esféricas que están alineadas con su eje de rotación. La definición de un sistema de coordenadas geográficas incluye un datum^{*}, meridiano principal y unidad angular. Estas coordenadas se suelen expresar en grados sexagesimales(figura No 17)

Ya en la actualidad y gracias a internet se puede visualizar el muelle por medio del programa Google Earth, ya dentro del programa se coloca las coordenadas $20^{\circ}30'29''$ N, $86^{\circ}57'20''$ O.

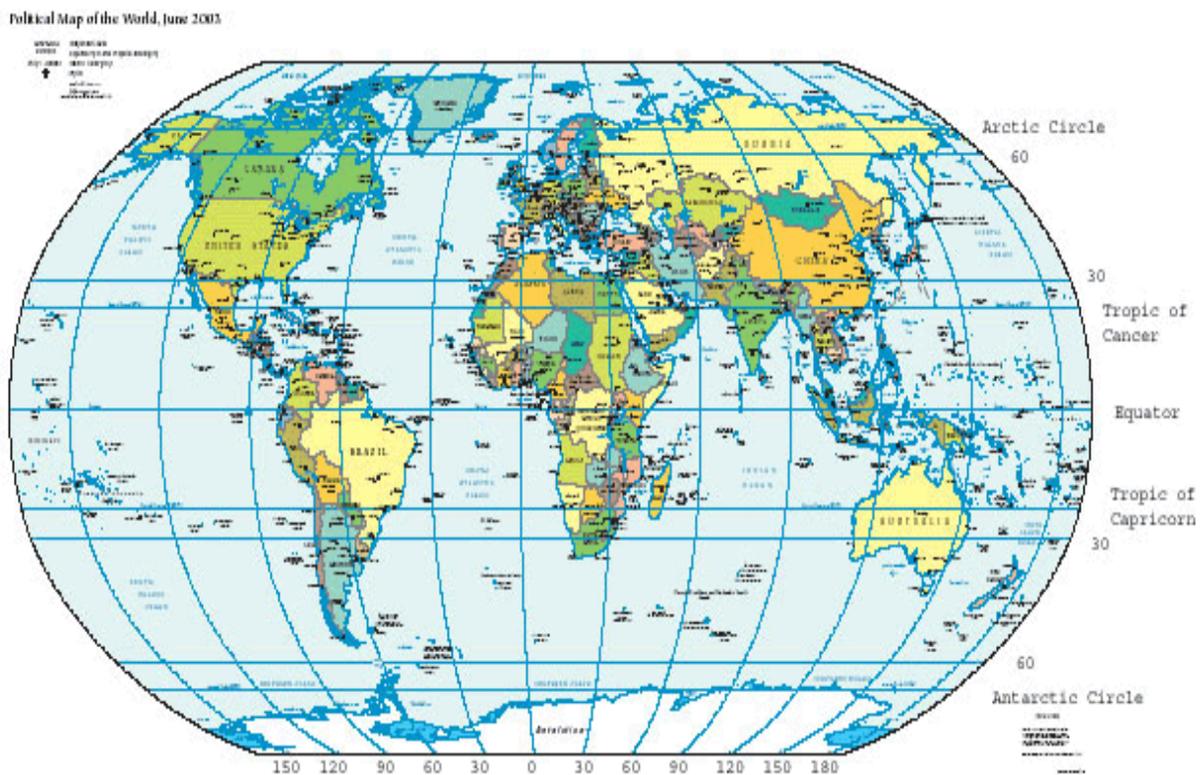


Figura No 17.- Se muestra la medición en el mundo por medio de coordenadas geográficas.

^{*}**datum**: se aplica en varias áreas de estudio y trabajo específicamente cuando se hace una relación hacia alguna geometría de referencia importante, sea ésta una línea, un plano o una superficie (plana o curva).

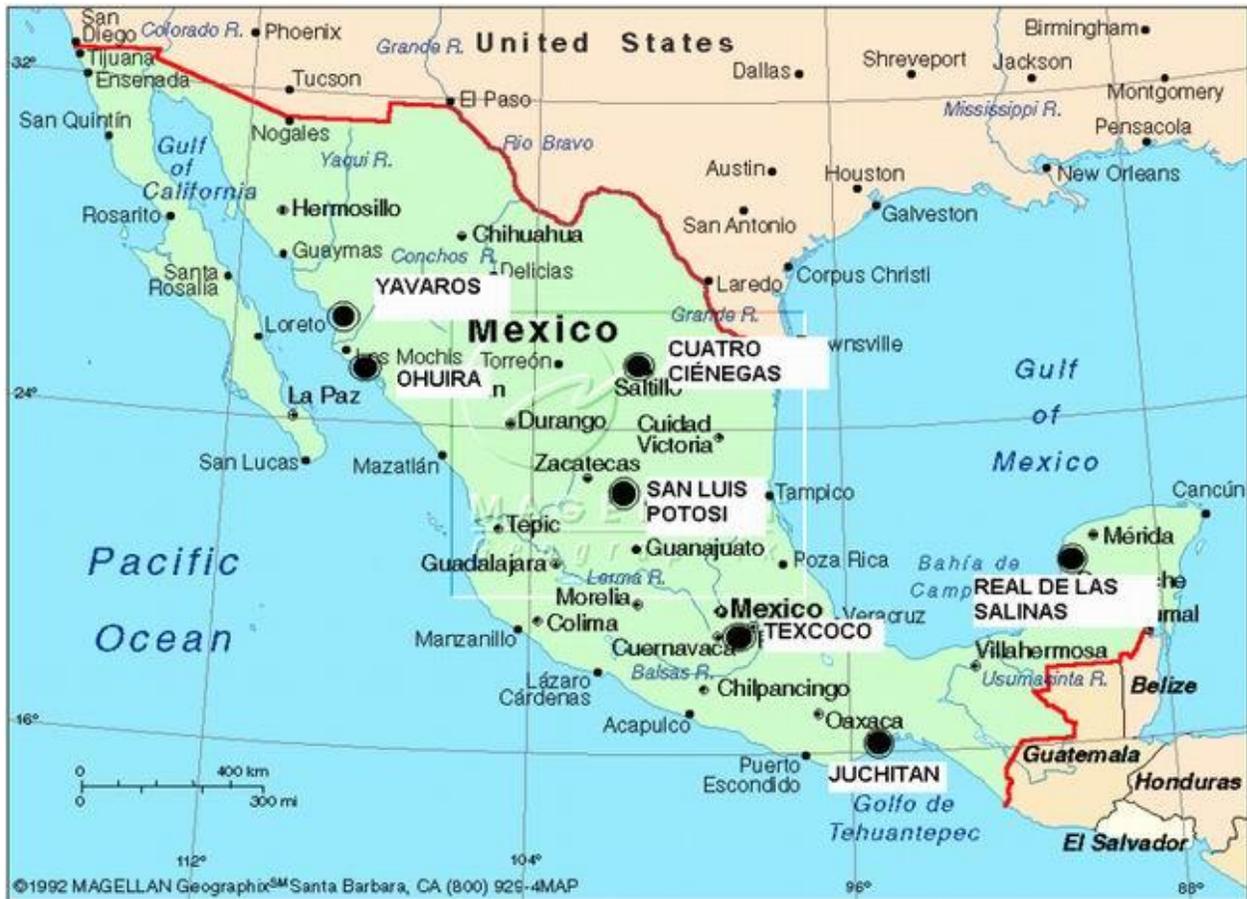


Figura No 18.- Coordenadas geográficas vistas en la Republica Mexicana.

También se maneja otro tipo de coordenadas que en la actualidad llamadas UTM, no tiene mucho tiempo de su utilidad, pero en la actualidad se maneja mucho en la ubicación de lugares.

El Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator (En inglés *Universal Transverse Mercator*, UTM) es un sistema de coordenadas basado en la proyección cartográfica transversa de Mercator, que se construye como la proyección de Mercator normal, pero en vez de hacerla tangente al Ecuador, se la hace tangente a un meridiano.

A diferencia del sistema de coordenadas geográficas, expresadas en longitud y latitud, las magnitudes en el sistema UTM se expresan en metros únicamente al nivel del mar que es la base de la proyección del elipsoide de referencia(figura No 18).

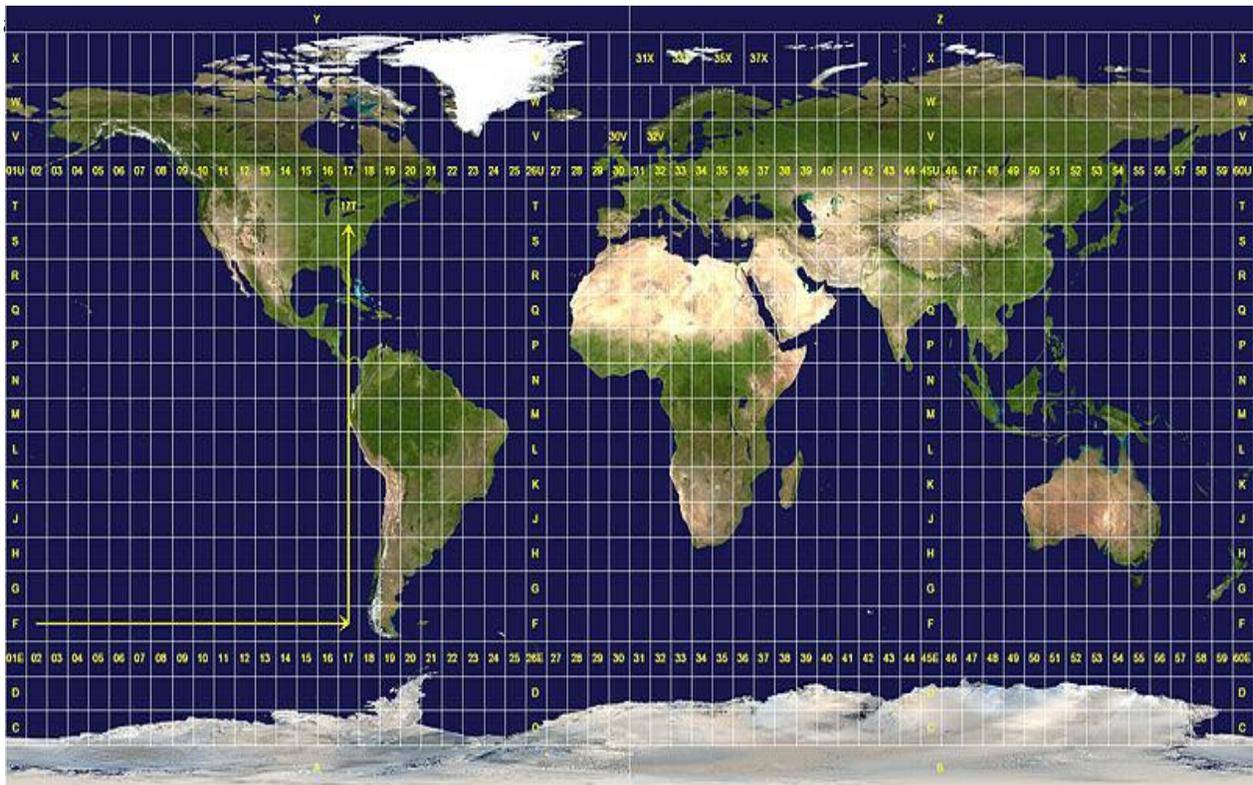


Figura No 19.- Medición en coordenadas UTM.

En México la coordenadas UTM, se diferencia mucho a las coordenadas geográfica el muelle "Punta Langosta" se localiza a 16 Q 504640m E ,2267703m N.

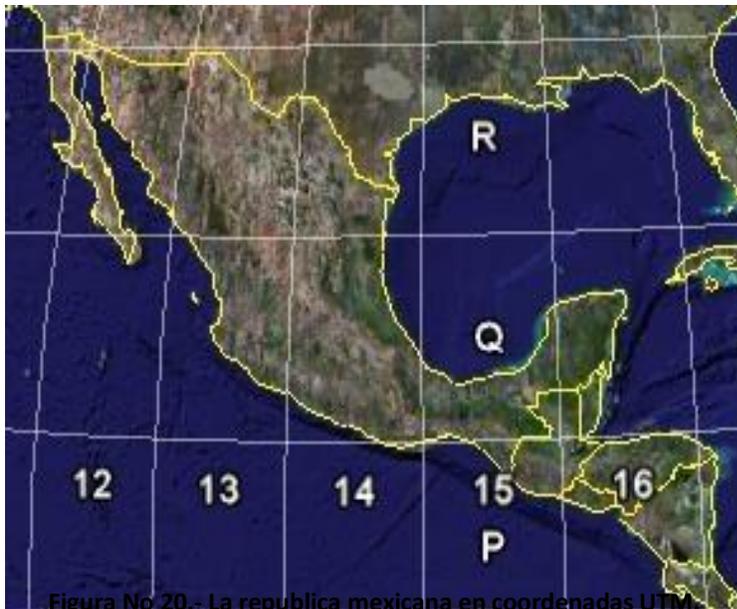


Figura No 20.- La republica mexicana en coordenadas UTM.

Estas coordenadas UTM, Se pueden visualizar en Google Earth, ya con los ejemplo dados se puede dar localización de la obra a reconstruir.



5.2 Una breve descripción de la obra hecha en 1997.

A continuación se proporciona información histórica del muelle "Punta Langosta" dando descripción desde su obra, características y el uso de la misma:

La construcción de un muelle tipo L en espigón, con plataforma de 11 m de ancho y longitud total de 540 m, de los cuales 240 m corresponden a la pasarela de acceso y 300 m a la plataforma de atraque, con profundidad máxima de 16 m, que permite el arribo de cruceros de gran eslora y calado. Esta superficie está desplantada sobre 54 pilas de tablestaca metálica rellenas de concreto simple. Se confinó el área de trabajo a través de una barrera ecológica que consistió en la instalación de una malla geotextil lastrada, desde la superficie del agua hasta el fondo del mar, para evitar que cualquier elemento en suspensión que se pudiera generar durante la construcción del muelle fuera empujado al exterior del sitio de obra. Una vez alineada la barrera ecológica, se prosiguió con las pilas del muelle, situando topográficamente un escantillón, que funciona como obra falsa en la zona de pila, con "camisas" preparadas a base de tubos para colocar los zancos de apoyo; éstos impiden el posible movimiento de la estructura.

El siguiente paso fue extraer el material atrapado dentro de la pila, hasta descubrir la superficie de roca firme, a través del sistema denominado air-lift. El relleno de concreto simple se realizó con tubería tremie, que permite colocar el concreto dentro del agua sin que se disgregue.

Al concluir esta etapa se realizó la superestructura del muelle, comenzando por el brocal de apoyo, consistente en una pieza de concreto colada en sitio que rodea el perímetro de la pila. En ella se colocaron las traveses prefabricadas que unen las pilas y dan soporte a la estructura. Luego se hizo el colado del cabezal para unir las traveses, lo que permitió montar las losas que conforman la superficie del muelle.

Al final se realizó un colado de integración, con el que se obtuvo la continuidad de la superestructura uniendo la totalidad de los elementos precolados. Adicionalmente a los trabajos del muelle, se instalaron en tierra una planta dosificadora de concreto y un patio para la fabricación y almacenaje de elementos precolados, tablestaca metálica y agregados pétreos. Finalmente, el suministro y transportación de agregados pétreos de Playa del Carmen a Cozumel, en un recorrido de 40 kilómetros, se realizó en barcas empujadas por

remolcadores de 1,200 HP. La descarga se hizo a través de una banda transportadora que cubría una distancia de 200 m, de la barcaza al patio de almacenamiento.

Este muelle en espigón fue el primero que se realizó en México con tablestaca metálica; tradicionalmente este tipo de obra se construye con una estructura piloteada. Para el montaje de traveses y losas precoladas se utilizó una estructura viajera, apoyada sobre las pilas de desplante. Esto permitió realizar las maniobras con mayor precisión y seguridad, tomando cada pieza directamente del equipo que la transportaba y colocándola en su posición definitiva dentro del muelle, aumentando el rendimiento de montaje, lo cual permitió ejecutar la obra en 10 meses.

Gracias a este muelle la infraestructura portuaria de la isla cuenta con una terminal apropiada y funcional para atender la gran demanda de arribo de cruceros. La obra es de gran trascendencia, ya que Cozumel es el primer destino turístico en México y el tercero en la zona del Caribe. (fotografía No 18).



Fotografía No 18.- Muelle de Cruceros Punta Langosta, obra realizada en 1997.



VI. ANÁLISIS Y DISEÑO PARA LA REPARACIÓN DEL MUELLE DE CRUCEROS PUNTA LANGOSTA EN COZUMEL, QUITANA ROO.

La Isla de Cozumel se ha visto afectada por el paso de ciclones en el Océano Atlántico, con intensidades diferentes cada uno de ellos, pero estos ciclones de menor o mayor grado han ido afectando a las estructuras que encuentran a su paso, en este caso el muelle de cruceros "Punta Langosta" en Cozumel, en este capítulo se puntualiza el análisis de los daños ocasionados y el diseño en planos para su reparación de la obra.

A continuación se presenta un resumen de la temporada de ciclones en el Océano Atlántico del periodo entre(1997-2005), destacando sólo aquellos que han afectado de manera directa al estado de Quintana Roo y en particular a la Isla Cozumel.

6.1 Temporadas de ciclones en el océano Atlántico en el periodo 1997 a 2005.

A continuación se mencionan los huracanes que han azotado la Isla de Cozumel en el periodo de 1999 al 2005.

DT: Depresión Tropical

TT: Tormenta Tropical

H1-H5: Huracán y categoría alcanzada en la escala de intensidad Saffir-Simpson.

(*) Entraron a tierra en México y/o afectaron a México.

(**) Estados Unidos de América y otros países.

RESUMEN DE CICLONES TROPICALES EN EL ATLÁNTICO 1997.

Los ciclones tropicales del Atlántico fueron de relativamente poca vida y débiles. Únicamente los huracanes "Danny" y "Erika" fueron de más de 5 días de duración, y "Erika" fue el único huracán intenso, alcanzando la categoría 3 en la escala de Saffir-Simpson. Durante esta temporada, ninguno de los ciclones que se generaron en el Atlántico afectó en forma directa en México.

CICLONES TROPICALES DEL OCEANO ATLANTICO EN 1997					
Número	Nombre	Categoría	Periodo	Vientos Máximos	Rachas Km/h
1	Ana	TT	30 Jun-3 Jul	75	95
2	Bill	H1	11-12 Jul	120	150
3	Claudette	TT	13-16 Jul	75	90
4	Danny	H1	16-26 Jul	130	160
5	DT-5	DT	17-19 Jul	55	75
6	Erika	H3	3-15 Sep	205	250
7	Fabian	TT	7-8 Oct	75	90
8	Grace	TT	16- 17 Oct	75	90

Fuente: SMN, 1997, Tabla No 4.- Ciclones del Océano Atlántico en 1997.

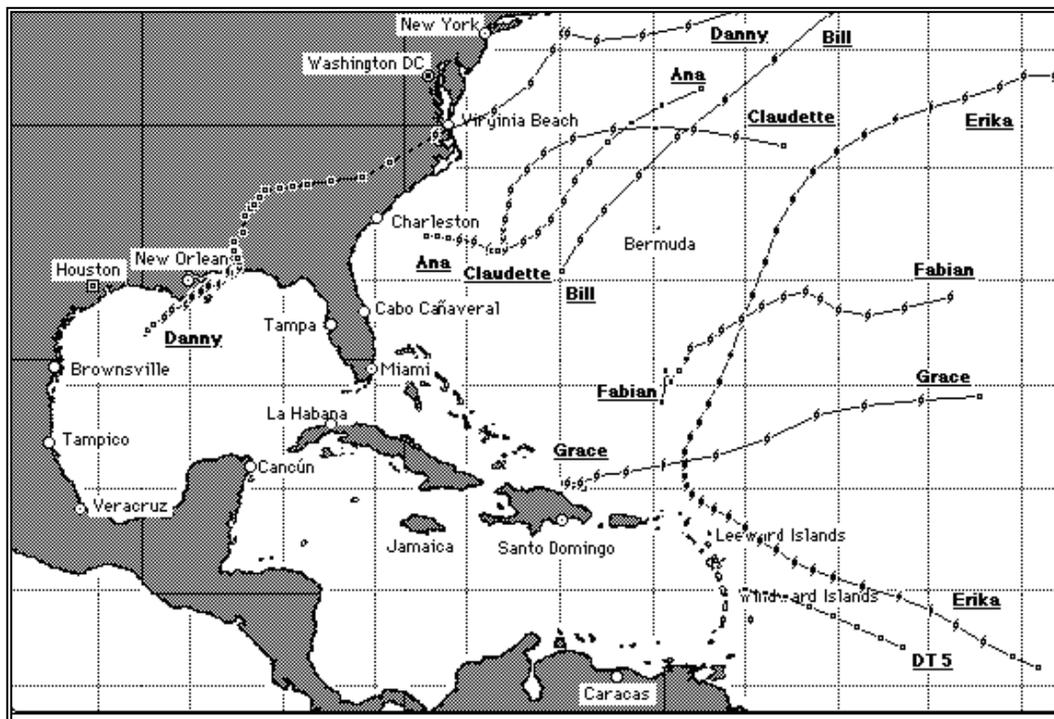


Figura No 21.- Trayectoria de huracanes en el Océano Atlántico en 1997.

RESUMEN DE CICLONES TROPICALES EN EL ATLANTICO 1998.

En el Atlántico, durante la temporada de ciclones de 1998, se generaron cuatro tormentas tropicales y diez huracanes. De estos últimos, el más intenso fue "Mitch", el cual alcanzó la categoría 5 de intensidad en la escala Saffir-Simpson, seguido por "Georges", que alcanzó categoría 4.

Durante esta temporada, sólo uno de los ciclones que se generaron en el Atlántico tocó tierra en las costas de México. Después de afectar fuertemente en los países centroamericanos de Honduras, Nicaragua, El Salvador y Guatemala, "Mitch" se desarrolló a tormenta tropical en el Golfo de México y entró a tierra en el estado de Campeche, cruzando la parte Noroeste de la península de Yucatán.

CICLONES TROPICALES DEL OCEANO ATLANTICO EN 1998					
Número	Nombre	Categoría	Periodo	Vientos Máximos	Rachas Km/h
1	Alex	TT	27 Jul-2 Ago	85	100
2	Bonnie	H3	19-30 Ago	185	220
3	Charley(**)	TT	21-22 Ago	90	110
4	Danielle	H2	24 Ago-U3 Sep	165	205
5	Earl(**)	H2	31 Ago-U3 Sep	160	195
6	Frances(**)	TT	08-11 Sep	100	120
7	Georges(**)	H4	15-29 Sep	240	305
8	Hermine(**)	TT	17-20 Sep	75	90
9	Iván	H1	20-26 Sep	150	175
10	Jeanne	H2	21-30 Sep	165	205
11	Karl	H2	23-27 Sep	165	205
12	Lisa	H1	05-09 Oct	120	150
13	Mitch(*)(**)	H5	21 Oct-U5 Nov	285	345
14	Nicole	H1	24 Nov-1 Dic	140	165

Fuente: smn, 1998. Tabla No 5.- Ciclones tropicales en el Atlántico en 1998.

RESUMEN DE CICLONES TROPICALES EN EL ATLANTICO 1999.

Durante la temporada de 1999 en la cuenca oceánica del Atlántico se registró una actividad arriba de la normal con dieciséis ciclones tropicales, de los cuales, doce alcanzaron la designación con nombre. En suma, ocho ciclones se convirtieron en huracanes, cuatro llegaron a tormenta tropical y cuatro en depresión tropical, ningún ciclón tuvo contacto con México, sin embargo se marcan las distancias que estuvieron los ciclones más próximos en hacer contacto con México, en especial en el estado de Quintana Roo.

CICLONES TROPICALES DEL OCEANO ATLANTICO EN 1999					
Número	Nombre	Categoría	Periodo	Vientos Máximos Km/h	Distancia más cercana a México km
1	Arlene	Tormenta	11-17 Jun	100	2630 ENE Q Roo
2	DT 2	Depresión	02-03 Jul	55	20 S Tuxpan (Tierra)
3	Bret	Huracán IV	18-24 Ago	220	100 N Matamoros (Tierra)
4	Cindy	Huracán IV	18-31 Ago	220	2990 ENE Q Roo
5	Dennis	Huracán II	23 Ago-05 Sep	165	1170 E Q Roo
6	Emily	Tormenta	24-28 Ago	100	3085 E Q Roo
7	DT 7	Depresión	05-08 Sep	55	65 E Cd. Victoria (Tierra)
8	Floyd	Huracán IV	08-17 Sep	250	1115 NE Q Roo
9	Gert	Huracán IV	11-23 Sep	240	2535 ENE Q Roo
10	Harvey	Tormenta	19-21 Sep	95	405 NNE Yuc
11	DT 11	Depresión	04-06 Oct	55	90 NE Coahuila (FTE INF)
12	DT 12	Depresión	05-08 Oct	55	4115 E Q Roo
13	Irene	Huracán II	13-18 Oct	170	320 E Cancún
14	Jose	Huracán II	17-25 Oct	160	2130 E Q Roo
15	Katrina	Tormenta	28 Oct- 01 Nov	65	45 NNW Chetumal(Tierra)
16	Lenny	Huracán IV	13-21 Nov	240	725 SE Cozumel

Fuente: SMN, 1999. Tabla No 6.- Ciclones tropicales en el Atlántico en 1999.

RESUMEN DE CICLONES TROPICALES EN EL ATLANTICO 2000.

Los más intensos fueron "Isaac" y "Keith" de categoría 4 en la escala de intensidad Saffir-Simpson y "Alberto" con categoría 3.

Durante esta temporada, tres de los ciclones que se generaron en el Atlántico afectaron directamente en el país. El día 15 de agosto, después de avanzar del centro hacia el Oeste del Golfo de México, la tormenta tropical "Beryl" entró a tierra, a 50 km al Noroeste de La Pesca, Tamaulipas

Posteriormente, el día 14 de septiembre, inmediatamente después de generarse frente a las costas de Quintana Roo, entró a tierra la depresión tropical No. 11 del Atlántico, a 25 km al Sur-Suroeste de Tulum, Quintana Roo.

El tercero de los ciclones que afectó directamente por el lado del Atlántico, fue el huracán "Keith", el cual tocó tierra el día 1° de octubre por la mañana, sobre Punta Buenavista, Belice.

CICLONES TROPICALES DEL OCEANO ATLANTICO EN EL 2000					
Número	Nombre	Categoría	Periodo	Vientos Máximos	Rachas Km/h
1	DT-1	DT	07 - 08 Jun	45	65
2	DT-2	DT	24 - 25 Jun	55	75
3	Alberto	H3	04 - 23 Ago	205	250
4	DT-4	DT	09 - 11 Ago	55	75
5	Beryl(*)	TT	13 - 15 Ago	85	100
6	Chris	TT	17 - 19 Ago	65	85
7	Debby(**)	H1	19 - 24 Ago	120	150
8	Ernesto(**)	TT	01 - 03 Sep	65	85
9	DT-9	DT	08 - 09 Sep	55	75
10	Florence	H1	11 - 17 Sep	120	150
11	Gordon(*/***)	H1	14 - 18 Sep	120	150
12	Helene(**)	TT	15 - 22 Sep	100	120
13	Isaac	H4	21 Sep - 01 Oct	220	270
14	Joyce	H1	25 Sep - 06 Oct	150	175
15	Keith(*)	H4	28 Sep - 06 Oct	215	260
16	Leslie(**)	TT	04 - 07 Oct	65	85
17	Michael	H1	16 - 19 Oct	140	165
18	Nadine	TT	19 - 22 Oct	90	110

Fuente: SMN, 2000. Tabla No 7.- Ciclones tropicales en el Atlántico en el 2000.

RESUMEN DE CICLONES TROPICALES EN EL ATLANTICO 2001.

El día 20 de agosto por la tarde, después de haber cruzado todo el Caribe, la tormenta tropical "Chantal" tocó las costas orientales de Quintana Roo, avanzando sobre Boca Bacalar Chico, en la frontera entre México y Belice, con vientos máximos sostenidos de 115 km/h, rachas de 130 km/h y presión mínima de 1001 hPa. Al iniciar el día 21, "Chantal" ya se encontraba en tierra, a 15 km al Suroeste de Chetumal, QR. con vientos máximos sostenidos de 110 km/h

El día 8 de octubre por la noche, después de varios días de trayectoria a lo largo de todo el Caribe, el huracán "Iris" entró a tierra, localizándose a 130 km al Sur-Sureste de Chetumal,

Quintana Roo., con vientos máximos sostenidos de 220 km/h, rachas de 270 km/h y presión mínima de 954 hPa. Al entrar a tierra, "Iris" empezó a debilitarse.

CICLONES TROPICALES DEL OCEANO ATLANTICO EN EL 2001					
Número	Nombre	Categoría	Periodo	Vientos Máximos	Rachas Km/h
1	Allison (**)	TT	05-06 Jun	95	110
2	DT-2	DT	11-12 Jul	45	65
3	Barry (**)	TT	02-06 Ago	110	140
4	Chantal (*)	TT	15-22 Ago	110	140
5	Dean	TT	22-28 Ago	95	110
6	Erin	H3	01-14 Sep	195	240
7	Felix	H3	07-18 Sep	185	220
8	Gabrielle (**)	H1	11-18 Sep	130	155
9	DT-9 (**)	DT	19-sep	55	75
10	Humberto	H2	21-27 Sep	165	205
11	Iris (*)	H4	04-09 Oct	235	270
12	Jerry (**)	TT	06-08 Oct	85	100
13	Karen	H1	13-15 Oct	130	150
14	Lorenzo	TT	27-31 Oct	65	85
15	Michelle (**)	H4	29 Oct-06 Nov	215	265
16	Noel	H1	05-06 Nov	120	150
17	Olga	H1	26 Nov-04 Dic	150	185

Fuente: smn.2001. Tabla No 8.- Ciclones tropicales en el Atlántico en el 2001.

RESUMEN DE CICLONES TROPICALES EN EL ATLANTICO 2002.

Durante esta temporada, sólo uno de los ciclones que se generaron en la cuenca del Atlántico afectó directamente en territorio de México. El intenso huracán "Isidore" afectó fuertemente sobre la península de Yucatán y posteriormente como tormenta tropical en el Sur de Estados Unidos.

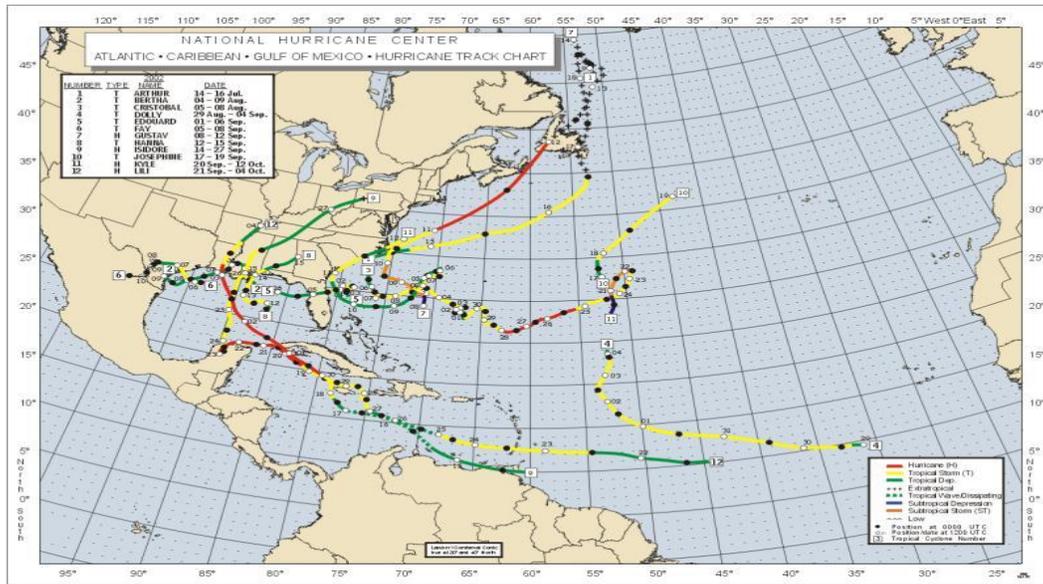


Figura No 22.- Trayectoria de ciclones tropicales en el Atlántico en el 2002.

CICLONES TROPICALES DEL OCEANO ATLANTICO EN EL 2002					
Número	Nombre	Categoría	Periodo	Vientos Máximos	Rachas Km/h
1	Arthur	TT	14-16 Jul	90	110
2	Bertha	TT	4-9 Ago	65	85
3	Cristobal	TT	5-8 Ago	75	90
4	Dolly	TT	29 Ago-4 Sep	100	120
5	Edouard	TT	1-6 Sep	100	120
6	Fay	TT	5-7 Sep	90	110
7	DT-7	DT	7-8 Sep	55	75
8	Gustav	H1	8-12 Sep	150	175
9	Hanna	TT	11-14 Sep	85	100
10	Isidore (*)	H3	14-26 Sep	205	250
11	Josephine	TT	17-19 Sep	90	110
12	Kyle	H1	20 Sep-12 Oct	140	165
13	Lili	H4	21 Sep-4 Oct	230	285
14	DT-14	14	14-16 Oct	55	75

Fuente: SMN.2002. Tabla No 9.- Ciclones tropicales en el Atlántico en el 2002.

RESUMEN DE CICLONES TROPICALES EN EL ATLANTICO 2003.

Durante esta temporada, tres de los ciclones que se generaron en el Atlántico afectaron directamente en territorio de México.

El primero de los ciclones que afectó las costas de México por el lado del Atlántico, fue el huracán "Claudette", cuya trayectoria se desarrolló del 8 al 16 de julio. En la madrugada del día 11 de julio, todavía como tormenta tropical, "Claudette" tocó tierra en la costa del estado de Quintana Roo, a 25 km al Sur-Suroeste de Cancún, Quintana Roo., con vientos máximos sostenidos de 90 km/h y rachas de 110 km/h.

Otro de los ciclones que afectaron directamente la costa de México, fue la tormenta tropical "Erika", la cual desarrolló su trayectoria del 14 al 16 de agosto. Después de avanzar con rumbo Oeste sobre la parte Norte del Golfo de México, el día 16 por la mañana, el centro del sistema tocó tierra a 55 km al Sureste de la población de Valle Hermoso, Tamaulipas.

El tercero de los ciclones que afectó a México por la cuenca del Atlántico fue la tormenta tropical "Larry", cuya trayectoria se desarrolló en el Sur del Golfo de México y Sureste del país, del 1° al 6 de octubre.

"Larry" tocó tierra en la costa del estado de Tabasco, a 15 km al Este-Noreste de la población de El Alacrán, Tab., con vientos máximos sostenidos de 95 km/h y rachas de 110 km/h.

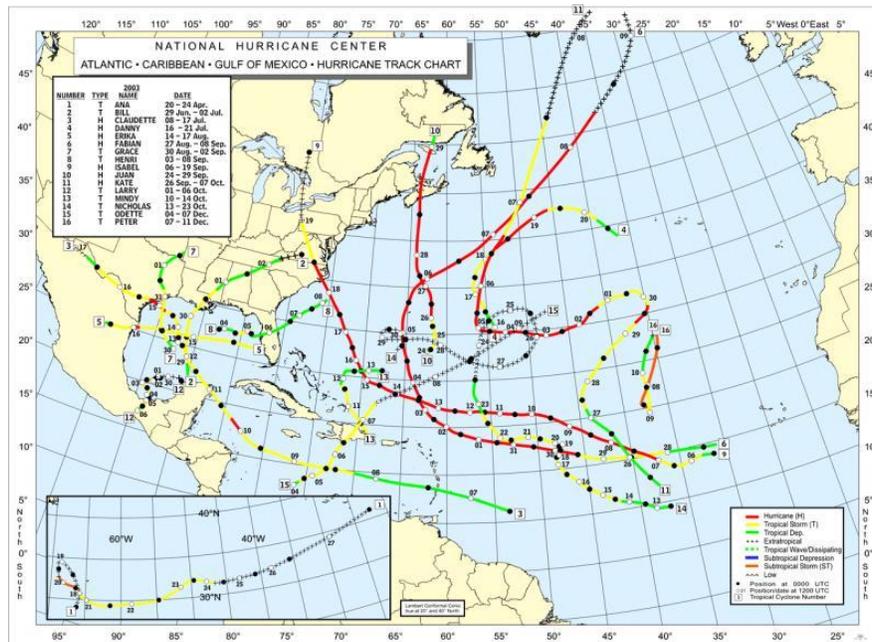


Figura No 23.- Trayectoria de ciclones tropicales en el Atlántico en el 2003.

CICLONES TROPICALES DEL OCEANO ATLANTICO EN EL 2003					
Número	Nombre	Categoría	Periodo	Vientos Máximos	Rachas Km/h
1	Ana	TT	20-23 Abr	85	100
2	DT-2	DT	10-11 Jun	55	75
3	Bill	TT	29 Jun-01 Jul	95	110
4	Claudette (*) (**)	H1	08-16 Jul	140	165
5	Danny	H1	16-20 Jul	120	150
6	DT-6	DT	19-21 Jul	55	75
7	DT-7 (**)	DT	25-26 Jul	55	75
8	Erika (*)	H1	14-16 Jul	120	150
9	DT-9	DT	21-22 Ago	55	75
10	Fabian (**)	H4	27 Ago-08 Sep	220	270
11	Grace (**)	TT	30-31 Ago	65	85
12	Henri (**)	TT	03-08 Sep	85	100
13	Isabel (**)	H5	06-19 Sep	260	315
14	DT-14	DT	08-10 Sep	55	75
15	Juan (**)	H2	25-29 Sep	165	205
16	Kate	H3	25 Sep-07 Oct	205	250
17	Larry (*)	TT	01-06 Oct	95	110
18	Mindy	TT	10-13 Oct	75	90
19	Nicholas	TT	13-23 Oct	110	140
20	Odette (**)	TT	04-07 Dic	100	120
21	Peter	TT	09-10 Dic	110	140

Fuente: SMN.2003. Tabla No 10.- Ciclones tropicales en el Atlántico en el 2003.

RESUMEN DE CICLONES TROPICALES EN EL ATLANTICO 2004.

Ningún huracán tuvo impacto directo en México en el Atlántico.

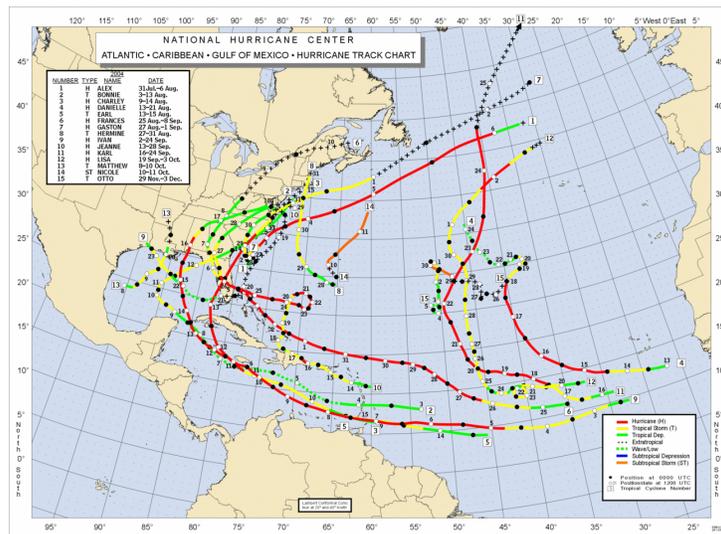


Figura No 24.- Trayectoria de ciclones tropicales en el Atlántico en el 2004.

CICLONES TROPICALES DEL OCEANO ATLANTICO EN EL 2004					
Número	Nombre	Categoría	Periodo	Vientos Máximos Km/h	Rachas Km/h
1	Alex	Huracán 3	31-Julio al 06-Agosto	205	230
2	Bonnie	Tormenta	3-Agosto al 12-Agosto	100	120
3	Charley	Huracán 4	9-Agosto al 15-Agosto	230	260
4	Danielle	Huracán 2	13-Agosto al 21 Agosto	165	195
5	Earl	Tormenta	13-Agosto al 16 Agosto	75	100
6	Frances	Huracán 4	24-Agosto al 6-Sept.	215	250
7	Gaston	Tormenta	27-Agosto al 29-Agosto	110	130
8	Hermine	Tormenta	29-Agosto al 31-Agosto	85	105
9	Ivan	Huracán 5	2-Sept. al 24-Sept.	270	325
10	DT 10	Depresión	09-Sept. Al 09-Sept.	55	75
11	Jeanne	Huracán 3	13-Sept. Al 28-Sept.	195	220
12	Karl	Huracán 4	16-Sept. Al 24-Sept.	215	250
13	Lisa	Huracán 1	19-Sept. Al 3-October.	120	150
14	Matthew	Tormenta	8-October al 10-October.	75	95
15	Nicole	Tormenta	10-October al 11-October	85	105
16	Otto	Tormenta	30-Nov. Al 2-Diciembre	90	110

Fuente: SMN.2004. Tabla No 11.- Ciclones tropicales en el Atlántico en el 2004.

RESUMEN DE CICLONES TROPICALES EN EL ATLANTICO 2005.

En el Atlántico, durante la temporada de ciclones del año 2005, se generaron 14 huracanes, 13 tormentas tropicales y 3 depresiones tropicales. De los huracanes, los más intensos fueron Emily, Katrina, Rita y Wilma de categoría V, Dennis, de categoría IV y María y Beta de categoría III, en la escala de intensidad Saffir-Simpson. Durante esta activa temporada en el Atlántico, siete ciclones impactaron directamente en las costas de México.

El primero de ellos fue la tormenta tropical **Bret**, que tocó tierra en las cercanías de la población de Tuxpan, Ver., en las primeras horas del día 29 de junio con vientos máximos sostenidos de 65 km/h, afectando al estado de Veracruz, además de Tamaulipas, San Luis Potosí e Hidalgo.

El segundo ciclón de la temporada que afectó en México fue la depresión tropical Cindy; tocó tierra al **Sureste de Felipe Carrillo Puerto, Q. R.** en la madrugada del día 4 de julio, localizándose un poco después a 10 km al Oeste de esa misma población.

El tercer ciclón que impactó a México fue el huracán **Emily** el día 18 de julio, un poco, después de las 2:00 de la mañana, Emily tocó tierra en las inmediaciones de Tulum, **Q. R.**, como huracán de categoría IV.



La tormenta tropical Gert; el día 24 de julio en las primeras horas de la noche, impactó tierra a 10 km al Sureste de Pánuco, Ver., en la parte Norte del estado de Veracruz, con vientos máximos sostenidos de 15 km/h y rachas de 95 km/h.

El quinto ciclón que afectó directamente las costas de México fue la tormenta tropical José, el cual entró a tierra a la medianoche entre el 22 y el 23 de agosto, en las cercanías de la población de Vega de Alatorre, Ver., a 80 km al Nor-Noroeste del Puerto de Veracruz, Ver., con vientos máximos sostenidos de 85 km/h y rachas de 100 km/h.

CICLONES TROPICALES DEL OCEANO ATLANTICO EN EL 2005					
Número	Nombre	Categoría	Periodo	Vientos Máximos Km/h	Rachas Km/h
1	ARLENE	TORMENTA	8-JUNIO-11-JUNIO	110	130
2	BRET	TORMENTA	28-JUNIO-29-JUNIO	65	85
3	CINDY	HURACAN 1	3-JULIO-6-JULIO	110	130
4	DENNIS	HURACAN 4	4-JULIO-12-JULIO	240	270
5	EMILY	HURACAN 5	10-JULIO-21-JULIO	250	305
6	FRANKLIN	TORMENTA	21-JULIO-29-JULIO	110	140
7	GERT	TORMENTA	23-JULIO-25-JULIO	75	95
8	HARVEY	TORMENTA	2-AGOSTO-6-AGOSTO	100	120
9	IRENE	HURACAN 2	4-AGOSTO-18-AGOSTO	160	190
10	DT10	DREPRESION	13-AGOSTO-14-AGOSTO	55	75
11	JOSE	TORMENTA	22-AGOSTO-23-AGOSTO	85	100
12	KATRINA	HURACAN 5	23-AGOSTO-29-AGOSTO	280	320
13	LEE	TORMENTA	28-AGOSTO-1-SEPTIEMBRE	65	85
14	MARIA	HURACAN 3	1-SEPTIEMBRE-10-SEPTIEMBRE	185	205
15	NATE	HURACAN 1	5-SEPTIEMBRE-10-SEPTIEMBRE	150	180
16	OPHELIA	HURACAN 1	6-SEPTIEMBRE-17-SEPTIEMBRE	150	180
17	PHILIPPE	HURACAN 1	17-SEPTIEMBRE-23-SEPTIEMBRE	130	150
18	RITA	HURACAN 5	17-SEPTIEMBRE-24-SEPTIEMBRE	280	320
19	DT19	DEPRESION	30-SEPTIEMBRE-2-OCTUBRE	55	75
20	STAN	HURACAN 1	1-OCTUBRE-5-OCTUBRE	130	150
21	TAMMY	TORMENTA	5-OCTUBRE-6-OCTUBRE	85	100
22	DT22	D SUBTROP	8-OCTUBRE-8-OCTUBRE	55	75
23	VINCE	HURACAN 1	9-OCTUBRE-11-OCTUBRE	120	150
24	WILMA	HURACAN 5	15-OCTUBRE-25-OCTUBRE	280	345
25	ALPHA	TORMENTA	22-OCTUBRE-24-OCTUBRE	85	100
26	BETA	HURACAN 3	26-OCTUBRE-30-OCTUBRE	185	205
27	GAMMA	TORMENTA	13-NOVIEMBRE-20-NOVIEMBRE	75	90
28	DELTA	TORMENTA	23-NOVIEMBRE-26-NOVIEMBRE	110	130
29	EPSILON	HURACAN 1	29-NOVIEMBRE-8-DICIEMBRE	140	170
30	ZETA	TORMENTA	30-DICIEMBRE-6-ENERO	100	120

Fuente: SMN.2005. Tabla No 12.- Ciclones tropicales en el Atlántico en el 2005.

El huracán Stan, vigésimo ciclón de la temporada en el Atlántico, fue el sexto que afectó directamente las costas nacionales por el Oriente del país; tocó la costa de Quintana Roo,

como tormenta tropical, aproximadamente a las 7:00 horas del día 2 de octubre, a 33 km al Este-Noreste de Felipe Carrillo Puerto con vientos máximos sostenidos de 75 km/h y rachas de 95 km/h.

El último ciclón tropical que afectó directamente las costas de México por el lado del Atlántico fue el intenso huracán "Wilma". El día 19 por la mañana, cuando estaba a 520 km al Este-Sureste de Punta Allen, mantenía vientos máximos sostenidos de 280 km/h y registro la presión más baja en toda la historia de los ciclones en el Atlántico con 882 hPa. presión más baja en toda la historia de los ciclones en el Atlántico con 882 hPa.

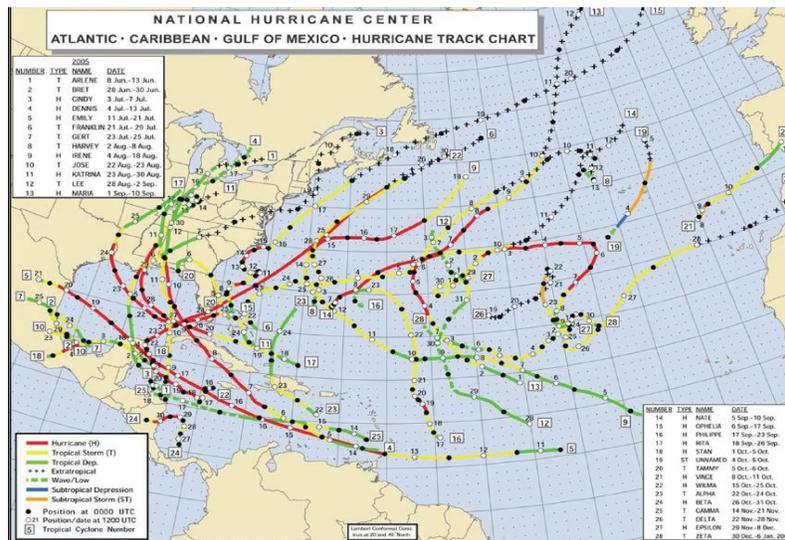


Figura No 25.- Trayectoria de ciclones tropicales en el Atlántico en el 2005.

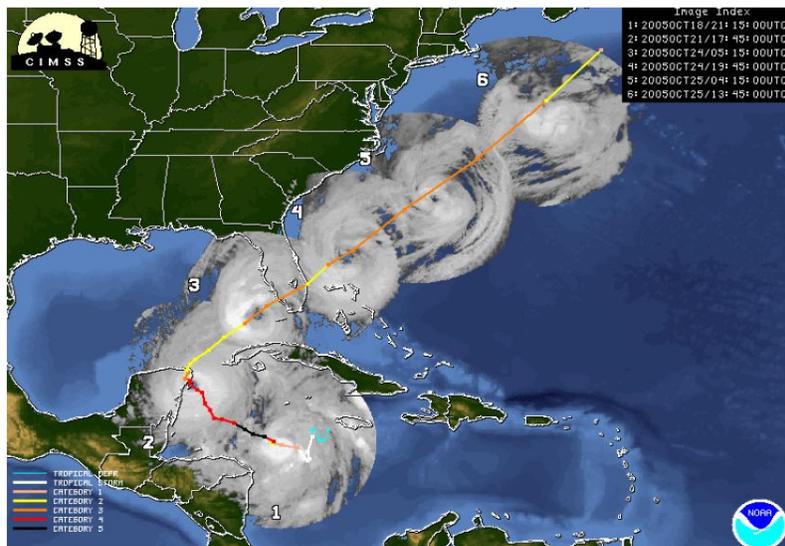


Figura No 26.- Trayectoria del huracán Wilma.

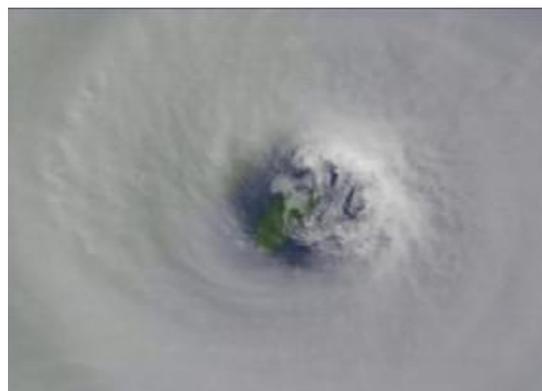
A continuación se presenta la trayectoria de los huracanes moderados e intensos registrados en el Golfo de México.



Figura 27.- Los huracanes moderados e intensos registrados en el Golfo de México de 1970 a 2005.

El muelle de cruceros Punta Langosta se vio afectado, por el paso del huracán Wilma, este fenómeno azotó la isla de Cozumel, el huracán Wilma comenzó su intensificación el martes 18 de octubre de 2005, El 19 de Octubre, Wilma tocó tierra en Quintana Roo, el gobierno declaró la alerta roja esa misma noche, como un poderoso huracán categoría 4, con vientos por encima de las 150 millas por hora.

A continuación se muestra la trayectoria del huracán Wilma, así mismo se podrá observar la fuerza del huracán por medio de los puntos marcados.



Fotografía No 18.- vista satelital al momento que toca tierra el huracán Wilma.

La Categoría 4 que fue la fuerza con la cual el huracán Wilma azotó la isla de Cozumel, en la figura No 22 se muestra la trayectoria del huracán en color naranja para la categoría 4, y los daños potenciales de dicha categoría son:

Daños generalizados en estructuras protectoras, desplome de tejados en edificios pequeños. Alta erosión de bancales y playas. Inundaciones en terrenos interiores.

6.2 Impacto ambiental.

Los daños que Wilma provocó a las importantes zonas turísticas de Cancún, Cozumel y Playa del Carmen, además de traducirse en un gran costo para la reconstrucción de las zonas con daño estructural, significaron una importante pérdida de ingresos para las temporadas vacacionales de fin de año, no se tiene el dato de pérdida de millones de dólares, pero si sabemos que son pérdidas millonarias en cuanto en la entrada de turismo y que en México y mas para la región es una entrada de dinero.

Por ello se lleva a cabo la reconstrucción del Muelle Punta Langosta, esta con la labor de reactivar las operaciones de turismo de forma inmediata y de vital importancia para la zona.

6.3 Muelle de crucero Punta Langosta antes, durante y después del paso del huracán Wilma.



El sistema estructural es por medio de cimentación con zapatas de sección rectangular, sobre las zapatas hay elementos llamados dovelas, la estructuración consiste en elementos estructurales prefabricados para evitar la caída de concreto en al mar, y por la rapidez de la construcción ver fotografías No. 19, 20 y 21.

Fotografía No 19.- Muelle de cruceros Punta Langosta, Cozumel.



Fotografía No 20.- Pasarela de acceso del muelle, estructura original.



Fotografía No 21.- Bitas de amarre, en la pasarela de acceso.

En las siguientes fotografías se muestra el choque de las olas ciclónicas con el muelle. Fotografía No 22 y 23.



Fotografía No 22.- Se muestra el oleaje ciclónico chocando sobre la estructura del muelle.



Fotografía No 23.- Se aprecia ya el desprendimiento de las losas, esto en la pasarela de acceso.

En la fotografía siguiente se muestra que las losas quedaron totalmente colapsadas, y como se ve no se aprecia ninguna instalación para el muelle, la propuesta de Obras Especializada de México es volver a diseñar las losas, ahora con las instalaciones coladas dentro de las losas. Esto visto en la fotografía No 24.



Fotografía No 24.- Losas totalmente colapsadas.

6.4 Dictamen para la reparación del muelle de cruceros Punta Langosta Cozumel.

El día 31 de octubre del 2005, se realizó una visita técnica, a las instalaciones del Muelle de Cruceros de Punta Langosta, ubicado en la Isla de Cozumel, Edo. De Quintana Roo, para ver los daños causados por el huracán Wilma, que asoló la isla los pasados días 27 a 29 de octubre del 2005.

6.5 Descripción de la estructura.

1. Se encuentra compuesto por dos cuerpos, el primero denominado pasarela de acceso y el segundo pasarela de atraque. En general ambos aparecen estructurados de forma similar. El primero cuenta con 4 módulos y el segundo de 5. Cada módulo posee una longitud de 58.36 m y un ancho de la pasarela de 11.00 m. De esta forma la plataforma de acceso muestra una longitud de 235.63 m y la de atraque de 291.88 m.
2. Cada módulo posee 6 pilastras, de 8.60 m de largo por 4.10 m de ancho, y una longitud media de 17.80 m. Estas pilastras funcionan como cimentación del muelle y existe una separación entre ellas de 12.20 m a ejes. Estos elementos están



desplantados sobre suelos de una alta resistencia al esfuerzo cortante y muy baja deformabilidad (coral arenoso cementado). Las pilas se construyeron de concreto simple con agregado máximo de 15 cm. Para ello se empleó una tablestaca metálica como cimbra.

3. La cubierta se encuentra estructurada por: dos traveses principales de concreto reforzado, denominadas "T-1", apoyadas entre cada dos pilas. Asimismo aparecen dos traveses secundarios "T", y dos cabezales (por pila) denominados M-3. La parte superior la constituye, en primer término, una capa de nivelación sobre las traveses T1, y sobre los cabezales M3, que a su vez envuelve a las traveses secundarios "T". Entre cada dos pilas aparecen dos losas de concreto moduladas en tableros pre colados, de forma tal que cada tablero se encuentra ligado a una sola traveses secundaria "T", y a su vez están simplemente apoyadas sobre los cabezales M3. En las bandas de atraque existe una losa pre colada con apoyos hacia los voladizos de los cabezales M3. Todo lo anteriormente descrito, se encuentra unido por una capa de compresión, que sirve como diafragma. El espesor total de la cubierta es de 30 cm. Entre cada dos módulos descansa una losa de conexión del mismo espesor.

6.6 Comportamiento de la cimentación y de superestructuras.

1. Del 90 al 95% de la cimentación se encuentra sin daño.
2. La erosión de la arena fue del orden de 3.50 m en la pasarela de acceso y de 1.00 m en la de atraque (figura No 25). Al perderse el empotramiento que proporciona la arena (por empuje pasivo), el factor de seguridad contra el deslizamiento disminuye considerablemente. También disminuye el factor de seguridad contra el giro por las mismas razones. De esta forma la pila pasa de una condición de semi - empotramiento a una de apoyo simple.
3. Con el fin de restablecer los factores de seguridad contra el deslizamiento y el volteo se procederá al anclaje de las pilas contra el suelo competente.

Lo anterior también servirá para reducir los esfuerzos de contacto durante eventos dinámicos transitorios (oleaje y corrientes), ya que los anclajes, fijos al terreno, tomarán un porcentaje del momento de volteo. En total se introducirán 8 anclas de 117 ton de capacidad, cada una instaladas 4 en cada uno de los extremos cortos de las pilastras.

Cada una de las anclas constará de 9 cables de preesfuerzo de 13 ton de capacidad. Las anclas se introducirán 12 m en el terreno firme y se inyectarán en toda su longitud.



Fotografía No 25.- Erosión de la arena en el fondo marino causado por el paso del huracán.

4. La inyección de las anclas se efectuará a alta presión, con el fin de empaquetar los cables de preesfuerzo, y generar la fricción requerida para el anclaje. Esta inyección también tendrá como fin inyectar el contacto entre el suelo firme y la pilastra de concreto, con lo cual se rellenarán las fracturas y porosidades en el coral y se tendrá un apoyo firme y uniforme.
5. Para corroborar las características del subsuelo de apoyo después del huracán, en dos de las pilastras de la pasarela de acceso y en dos de las de atraque, se realizarán sondeos exploratorios con obtención de muestras. También se muestreará el concreto de las pilastras para verificar sus propiedades. Los sondeos tendrán una longitud de 25 m. Las muestras obtenidas serán enviadas al laboratorio para su análisis.
6. La tablestaca metálica tuvo una función importante en el procedimiento constructivo de la cimentación.

Trabes principales. El 80% de ellas se encuentran en buen estado. En el 20% restante existen fisuras que pueden inyectarse con epóxicos. También se observan, sobre todo en la pasarela de acceso, erosión lateral producida por el oleaje ciclónico. Esta erosión se reparará de la siguiente forma: Limpieza y retiro del concreto afectado. Limpieza o sustitución del acero de refuerzo. La sustitución se realizará cuando el acero de refuerzo se encuentre muy afectado (pérdida de más de un 5% del área). Recubrimiento con mortero epóxico*, como el SIKADUR 35 o similar (fotografías No 26, 27, 28 y 29).



Fotografía No 26.- Trabes principales dañadas.



Fotografía No 27.- Fisuras en las trabes principales.



Fotografía No 28.- Trabes principales.



Fotografía No 29.- Pilastras del muelle con un deterioro en la parte inferior.

Trabes secundarias (2 "T" por claro). Desapareció el 40% de las piezas. El resto, así como las nuevas que se repongan, deberán fijarse a la estructura con mayor anclaje. En algunos casos las varillas de unión fueron degolladas. En otros, falló el anclaje, ya que las varillas se deslizaron.

Epóxico: es un material usado especialmente para la industria, principalmente metalmecánica, farmacéutica, de alimentos y química, por sus características califica como un piso industrial.



Fotografía No 30.- Losas totalmente destruidas.



Fotografía No 31.- Sin losas ni traveses secundarios.

Para poner las anclas de las nuevas traveses "T" será necesario demoler parte del tapón sobre las pilastras o recurrir a los anclajes con epóxicos.

Losas Precoladas de tableros centrales (fotografías No 30 y 31). Estas losas precoladas se encuentran íntimamente ligadas con las traveses "T", es más, están monolíticamente unidas. Un tablero con cada una de las traveses "T". La fuerza del oleaje ciclónico fue tal que prácticamente las arrancó del muelle, degollándose el acero que las unía con las pilastras a través del diafragma que formaba la capa de compresión. Para fines prácticos existen 106 piezas de las cuales habrá que reponer en su totalidad 41, lo que representa casi el 40% de las mismas (fotografías No 32 y 33).



Fotografía No 32.- Bloque de losa totalmente colapsado.



Fotografía No 33.- Losas totalmente colapsadas.

En las uniones de módulos, existían 9 losas precoladas de las que desaparecieron 8 (90%), por lo que habrá de sustituirlas en su totalidad. Las laterales faltan las 9 (fotografías No

34,35 y 36).



Fotografía No 34.- Losas precoladas en la unión de
módulos colapsadas.



Fotografía No 35.- Colapso de losas precoladas.



Fotografía No 36.- Desprendimiento de las losas recoladas.

De las tabletas laterales largas faltan 52 de las 106 (50%), y de las laterales cortas (en la zona de la pilastra), faltan 29 de 106, que representan el 27% (fotografía No 37).



Fotografía No 37.- Tabletas laterales

Falta la losa al final de la cubierta (fotografía No 38).



Fotografía No 38.- Losa final totalmente colapsada.

Se cayeron 10 bitas (fotografía No 39) que se encuentran en el fondo marino, por lo que habrá que rescatarlas y rehabilitarlas.



Fotografía No 39.- Bita a punto de caerse al mar.

6.7 Recomendaciones del dictamen.

Como puede observarse de las fotografías mostradas, las bandas interiores son las que sufrieron más daño por el oleaje y viento ciclónico. A su vez éstas mismas sirvieron para amortiguar el fenómeno y evitar un mayor daño en las bandas exteriores.

Como se ha mencionado en el cuerpo de este escrito es factible rehabilitar la banda exterior de la pasarela de acceso la obra se elaboro en espacio de 3 meses, para ello debió de iniciarse de inmediato los siguientes trabajos:



- Remoción de los escombros.
- Demolición de las partes afectadas que ya no es posible reparar.
- Demoler lo necesario para obtener las longitudes de anclajes de los nuevos elementos.
- Anclaje de las pilastras al coral.
- Inyección de los anclajes y del contacto coral-pilastra.
- Demoler con cincel las partes dañadas por erosión en las traveses T-1.
- Limpieza y en su caso reposición del acero de refuerzo dañado en las traveses T-1.
- Fabricación de los nuevos elementos faltantes en la banda exterior.
- Colocación de bitas y defensas.
- Revisión del sistema de señalamiento, instalaciones eléctricas e hidráulicas.

Paralelamente se iniciarán los estudios de detalle siguientes:

- Revisión de la ola de diseño.
- Revisión del estudio de cargas, tanto estáticas como dinámicas, a considerar en el diseño, ante la nueva información aportada por el huracán Wilma.
- Revisión de la cimentación del muelle, verificando la capacidad de carga y las deformaciones, tanto verticales como horizontales. Se harán cuatro sondeos profundos a 25 m de profundidad, y ensayos de laboratorio para revisar las condiciones del terreno bajo las pilastras que se vieron más afectadas. También se revisará la resistencia del concreto y su módulo de elasticidad.
- Análisis estructural de la cubierta, sujeto al nuevo sistema de cargas, con el fin de determinar que miembros se sobre-esforzaron, o si se generaron articulaciones plásticas.



- Revisión y en su caso rediseño estructural de la cubierta, con el fin de garantizar su estabilidad a largo plazo.
- Revisión del diseño estructural de las estructuras complementarias del muelle, como son escaleras, pantallas, placas, etc.
- Revisión del diseño de las bitas y defensas.
- Se generarán las especificaciones del procedimiento constructivo a seguir en la reparación.
- Revisión del Sistema de señalamiento.
- Revisión de las Instalaciones eléctricas.
- Formulación del Catálogo de Conceptos para la reparación final.
- Presupuesto base de la reparación final.
- Elaboración de planos definitivos estructurales y de instalaciones, así como entrega de las memorias de cálculo de la reparación y reforzamiento.

A continuación se muestra el catalogo de conceptos su contemplado en presupuesto y soluciones realizadas:

	CATALOGO DE CONCEPTOS	CONTEMPLADO EN PRESUPUESTO	SOLUCIONES REALIZADAS
1.-	ANCLAJE DE PILASTRAS	SE CONTEMPLABA PERFORAR EN CONCRETO Y EL NÚCLEO ES DE GRAVA	1.- ADEMÉS METÁLICOS PARA PERFORAR EN GRAVAS NO CONTEMPLADOS
			2.- CONSUMO DE BROCAS Y ROTURAS ADICIONALES



			3.- 4 EQUIPOS DE PERFORACIÓN EN LUGAR DE 2 ÁNALIZADOS
			4.- 6 MESES DE EJECUCIÓN EN LUGAR DE 3 MESES
			5.- 3 VECES EL CONSUMO DE MEZCLAS
2.-	TUBERÍAS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS E ILUMINACIÓN	1,050.00 METROS LINEALES	5,800 METROS LINEALES
	CONDUCTORES ELÉCTRICOS	1,050.00 METROS EN DUCTOS	5,800 METROS LINEALES
3.-	REGISTROS PARA INSTALACIONES	30 PZAS	131 PZAS
4.-	TUBERÍAS PARA SISTEMA DE SEGURIDAD (CAMARAS)	NINGUNA	1,600 METROS LINEALES
5.-	TUBERÍAS PARA INSTALACIONES DE AGUA	1,010.00 MTS LINEALES	2,370 MTS LINEALES
6.-	CONEXIONES ELÉCTRICA Y DE AGUA PARA YATES	NO EXISTIAN	SE TIENEN 2 TOMAS EN ESCALERAS
7.-	CONEXIONES DE AGUA PARA CRUCEROS	16 TOMAS	16 TOMAS
8.-	COLOCACION DE BITAS	BITAS CHICAS DE TUBOS DE 20 TON (16 BITAS)	BITAS GRANDES DE PATENTE 100 TON (16 BITAS)
9.-	TUBERIAS PARA BOMBEO DE AGUA CONTRA INCENDIO	346.50 MTS LINEALES	375 MTS LINEALES
10.-	TOMAS PARA CONEXIÓN CONTRA INCENDIO	3 TOMAS	5 TOMAS DOBLES
11.-	CADENAS, PLACAS Y GRILLETES DE DEFENSAS	NO EXISTIAN	12 PZAS
12.-	ESCALERAS EN ZONA DE YATES.	ESCALERAS DE CONCRETO ARMADO	ALFARDAS DE CONCRETO CON ESCALONES Y PISOS DE FIBRA DE VIDRIO.
13.-	SALIDAS DE INSTALACIONES	EN GUARNICION DE CONCRETO	PEDESTALES DE CONCRETO POLIMERICO
14.-	ILUMINACION	ILUMINACION INTERIOR	ILUM. INTERIOR Y EXTERIOR



A continuación se presenta el desglose de conceptos y volúmenes de obras realizados y junto el costo de la obra.

Nº	CONCEPTO	OBRA REALIZADA			IMPORTE
		CANT.	UNI.	P. U.	
DEMOLICIONES Y RETIROS					<u>\$ 1,474,254</u>
7	EXTRACCIÓN DE LOSAS CENTRALES DEL FONDO MARINO.	69	PZA	7,037.80	\$485,606
8	EXTRACCIÓN DE LOSAS LATERALES DEL FONDO MARINO.	125	PZA	5,411.30	\$676,408
11	RETIRO POR TIERRA DE LAS LOSAS CENTRALES	44	PZA	1,917.10	\$84,350
12	RETIRO POR TIERRA DE LAS LOSAS LATERALES	57	PZA	1,413.70	\$80,581
13	REACOMODO ENTRE PILASTRAS DE ESCOMBRO	16	PILAS	9,206.80	\$147,309
FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE NUEVOS ELEMENTOS					<u>\$127,204</u>
ADI	LOSA DE CONCRETO TIPO "L2"	54	PZA	3,879.80	\$209,507
ADI	COLOCACIÓN DE LOSA TIPO "L2"	108	PZA	6,557.30	\$708,191
ANCLAJE DE PILAS					<u>\$7,374,190</u>
PRECIO ADICIONAL POR PERFORAR EN GRAVAS					
1	PERFORACIÓN EN GRAVAS DE LAS PILASTRAS	2,560	M.L.	1,842.70	\$4,717,286
3	INYECCIÓN DE CONSOLIDACIÓN	16	PILA	166,681.50	\$2,666,904
BITAS Y DEFENSAS					<u>\$1,216,061</u>
2	SUMINISTRO DE HERRAJES BITAS RECUPERADAS.	12	PZA	27,887.30	\$334,648
4	COLOCACIÓN DE BITAS.	29	PZA	19,218.80	\$557,344
5	APLICACIÓN DE PINTURA A BITAS.	13	PZA	1,198.10	\$15,576
ADI	DEMOLICIÓN DE BASES DE BITAS EXISTENTES	24	PZA	3,628.70	\$87,090
ADI	COLOCACIÓN DE BITAS EN ZONA DE TENDERS.	8	PZA	4,258.60	\$34,069
ADI	DEFENSAS EN PANTALLAS EN ZONA DE TENDERS.	10	JGOS	14,562.80	\$145,628
ADI	COLOCACIÓN DE DEFENSAS PARA TENDERS.	12	JGOS	3,475.60	\$41,707



INSTALACIONES					\$3,097,421
1	DUCTOS Y REGISTROS.	1,038	M.L.	309.8	\$321,552
	CABLES INTERRUPTORES Y TOMAS DE CORRIENTE.	1,038	M.L.	1,241.30	\$1,288,418
2	TUBERÍAS PARA AGUA POTABLE.	71	M.L.	816.9	\$58,001
3	TUBERÍAS CONTRA INCENDIO.	26.5	M.L.	816.9	\$21,648
ADI	DUCTOS ENERGÍA ELÉC. (AMPLIACIÓN MUELLE)	3,162	M.L.	201.4	\$636,700
ADI	DUCTOS PARA VIDEO, TELÉFONO, ETC.	1,050	M.L.	201.4	\$211,428
ADI	DUCTOS PARA AGUA (AMPLIACIÓN DEL MUELLE)	1,054	M.L.	531	\$559,674
				TOTAL =	\$14,089,624.67

CONCEPTOS Y VOLUMENES DE OBRA ADICIONALES REALIZADOS

CONCEPTO	IMPORTE	
DEMOLICIONES Y RETIROS	\$ 1,474,254	
EXTRACCIÓN DE LOSAS DEL FONDO MARINO Y REACOMODO ENTRE LAS PILASTRAS		
FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE NUEVOS ELEMENTOS	\$ 1,127,204	
FABRICACION Y COLOCACION DE LOSA DE CONCRETO TIPO "L2"		
ANCLAJE DE PILAS	\$ 7,384,191	
PERFORACIÓN EN GRAVAS DE LAS PILASTRAS E INYECCION.		
BITAS Y DEFENSAS	\$ 1,216,061	
SUMINISTRO Y COLOCACION DE BITAS Y HERRAJES.		
INSTALACIONES	\$ 3,097,421	
INSTALACIONES DE AGUA POTABLE, CONTRA INCENDIO, ELECTRICA, ILUMINACION, TELEFONO Y CAMARAS DE VIDEO.		
TOTAL =		\$ 14,299,131



VII. REPORTE DE OBRA Y REPARACIÓN DE MUELLE.

7.1 Proyectos previos.

Proyecto topográfico: Con los proyectos batimétricos y topográficos se tiene la información necesaria en el diseño y reparación del muelle de cruceros Punta Langosta, en Cozumel.

Proyecto geométrico: El sistema de levantamiento batimétrico que se utilizó para conocer la configuración del fondo marino fue por medio de un GPS diferencial y el equipo de sondeo utilizado fue ecosonda marca knudsen de doble frecuencia.

7.2 Procedimiento constructivo.

La descripción de la estructura en forma general es la siguiente:

Es a base de pilastras de 8 X 4 metros. Cada una de ellas llevará una zapatas en el fondo marino con un candelero, esta zapata irá apoyada en pilotes desde el fondo marino a la roca.

Estas pilastras se formarán con dovelas de concreto huecas de 8 x 4 metros y 1 metro de altura y se irán colocando una sobre otra hasta una altura que sobre salga del nivel del mar.

El interior de las pilastras se rellenará con roca seleccionada para darle mayor peso a la estructura del muelle.

7.3 Instalaciones auxiliares.

Los elementos estructurales del muelle serán a base de pilastras formadas por bloques huecos prefabricados en tierra y la plataforma del muelle estará constituida por losas también prefabricadas.

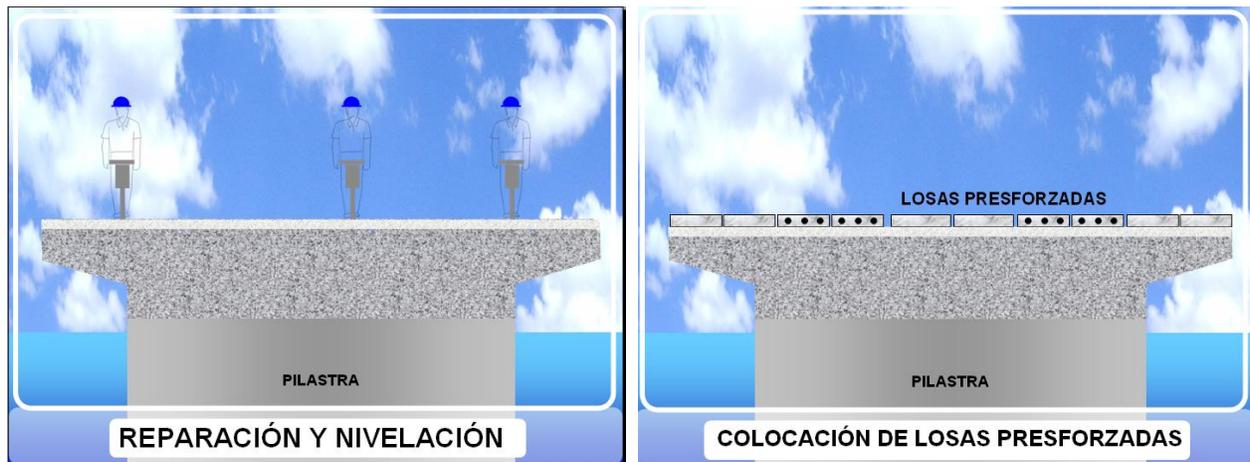
Estos elementos se prefabricarán en tierra en patios designados para este trabajo y de aquí se trasladarán en remolques hasta la playa donde desde una plataforma se colocarán en chalanés con dispositivos de izaje para su transporte marítimo y se colocarán en el sitio de proyecto.

Las pilastras irán rellenas de rocas, para su colocación se realiza un procedimiento similar al de los elementos prefabricados; las rocas se obtendrán de sitios autorizados para su

explotación, se trasladan por tierra en camiones hasta el sitio de carga en agua, aquí son colocadas sobre chalanes con tolvas y serán trasladadas al sitio de su colocación donde al llegar son depositadas directamente sobre las pilastras huecas abriendo las compuertas de la parte inferior de las tolvas.

Esta obra se caracteriza principalmente en que casi todos los elementos estructurales que la forman serán fabricados en tierra en patios especiales para este fin y serán trasladados e instalados en su lugar por medios mecánicos con el fin de no afectar el ecosistema del lugar.

Para la colocación de los elementos prefabricados que conformarán el muelle, se utilizarán chalanes con estructuras y diferenciales eléctricos, no se usarán grúas con lo cual se evita la posibilidad de contaminación por derrames de aceite y combustible y en el caso de equipos menores como son plantas generadoras de energía y compresores se colocarán charolas para captar cualquier tipo de escurrimiento de combustible o aceite.



ETAPAS DE REPARACIÓN



ETAPAS DE REPARACIÓN

Para la ejecución de la obra se requerirán de dos instalaciones provisionales, estas son: patios para la fabricación de elementos de concreto armado y un muelle para la carga en chalanes de los mismos elementos (fotografías No 40 y 42).

Para construir el patio de colado se hará una rastreada de la superficie con moto conformadora, almacenando el material extraído, con el fin que cuando se termine la obra retornar el material a su lugar.



Fotografía No 40 y 41.- Patio de fabricación de losas presforzadas.

7.4 Elaboraciones de planos auxiliares.

En el trabajo desarrollado tuve la oportunidad de participar en la elaboración de los planos estructurales del muelle, la modificación de los planos consistió en las losas prefabricadas en las cuales las tuberías de las instalaciones del muelle van ahogadas, se diseñaron los tres tipos diferentes de losas.

El ancho del muelle es de 11 metros las losas son de 1 metro de ancho por sección variable a la que se le designó una nomenclatura de losas L1, L2, L3.

LOSAS L-1

Las losas L-1 son losas presforzadas entre pilastras, el diseño de las losas, se hizo a base de 9 cables de $\frac{1}{2}$ ", estribos del numero 4, las secciones de las losas se muestran en la figura No 28.

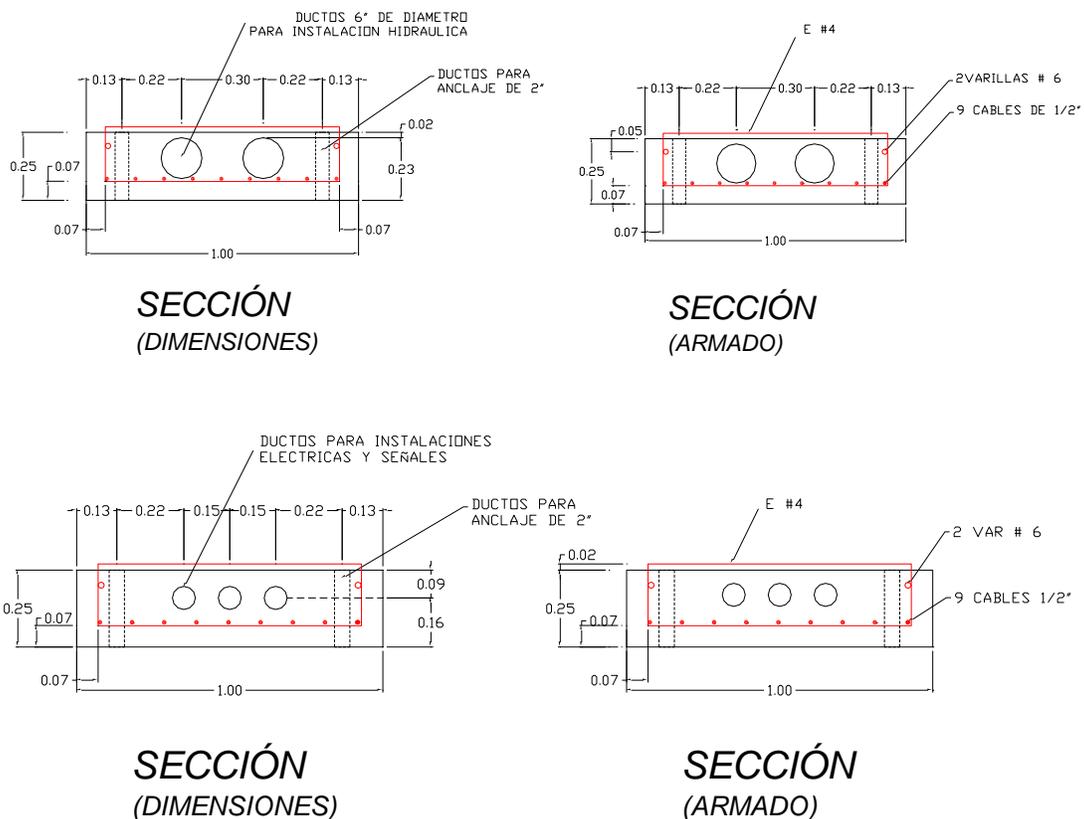


Figura No. 28.- Sección y armado de losas L1.

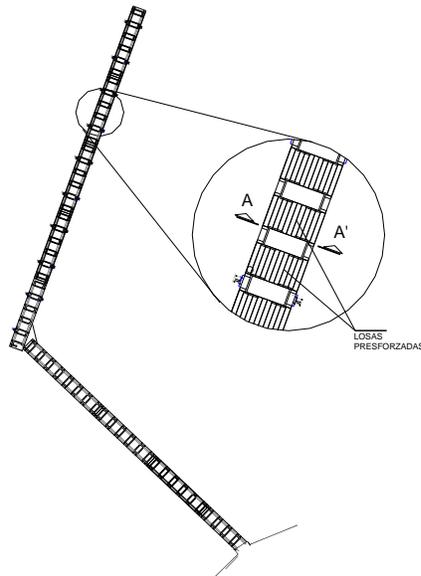


Figura No 29.- Ubicación de losas presforzadas L1.

LOSAS L-2.

Las Losas L-2 son tienen las siguientes dimensiones 1.40m x 2.90m y estas losas se diseñaron con 5 varillas del No.5 y estribos del No.3., la planta y las secciones de estas losas se muestran en la figuras No. 29 y 30 respectivamente.

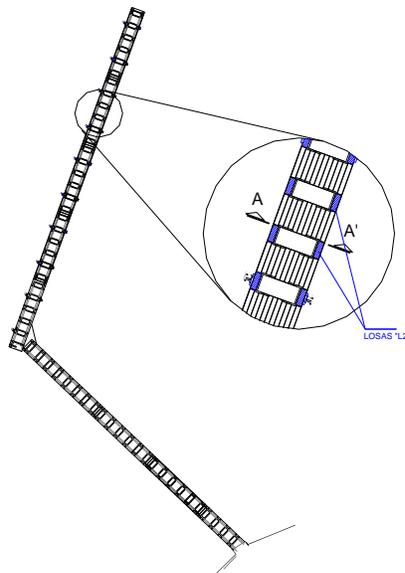


Figura No. 30.- Ubicación en planta de las losas L-2.

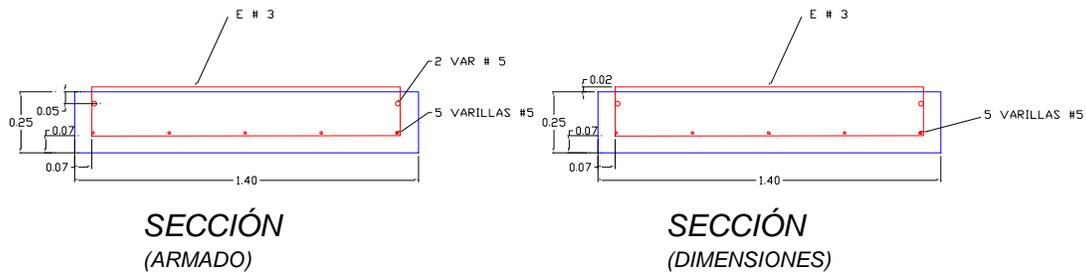


Figura No. 31.- Secciones de las losas L-2.

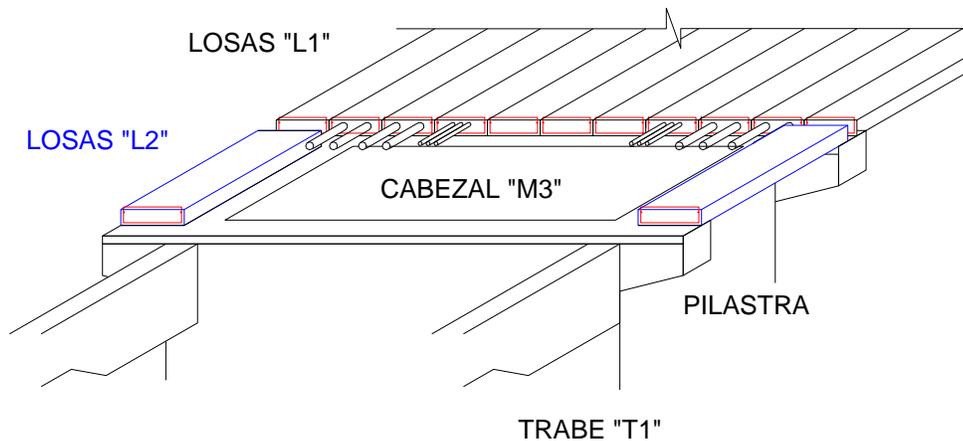


Figura No. 32.- Isométrico de ubicación de losas L-2.

LOSAS L-3.

Las losas L-3 tienen las siguientes dimensiones 1.00mX4.00m, tienen el siguiente armado 5 varillas del No 6, estribos del No 3, en la figuras 33y 34, se muestra la planta y las secciones de las losas L-3.

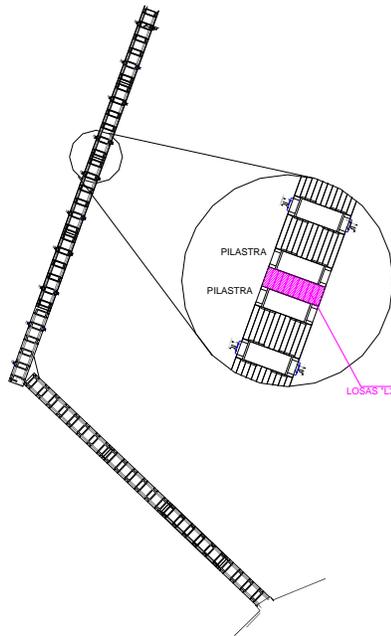


Fig. No. 33.- Ubicación en planta de Losas L-3.

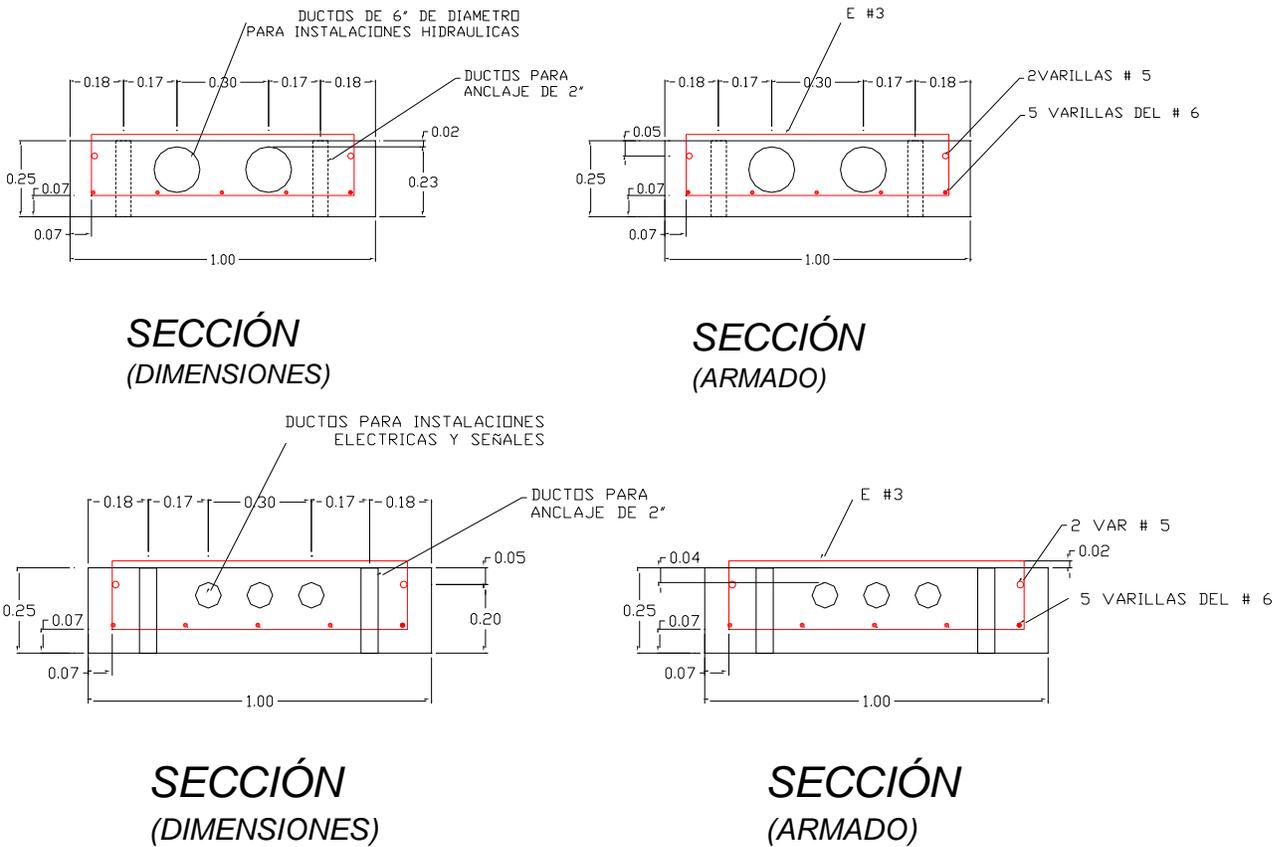


Figura No. 34.- Secciones de las losas L-3.



Las etapas de reparación consisten en:

- Demolición de la parte afectada.
- Limpieza del acero expuesto.
- Aplicación de aditivo para unión de concreto.
- Colocación de concreto armado para nivelación de las losas a colocarse.
- Colocación de losas L-1, L-2, L-3.
- Perforación para el anclaje de las losas.
- Colocación de las anclas de acero de $\frac{1}{2}$ " de diámetro.
- Capa de compresión y relleno sobre la pilastra.

El espesor de la capa de compresión es de 7 cm.

Durante la elaboración de los planos estructurales se hicieron varias adecuaciones al proyecto original y una de éstas y la más importante era la ubicación de las tuberías de las instalaciones del muelle, las cuales quedarían ahogadas en las losas prefabricadas, estas tuberías tenían diámetros de 2", 4" y 6", a este problema se le sumaba las perforaciones que iba tener cada una de las losas para posteriormente anclarlas al muelle, este problema se vio resuelto en la ubicación adecuada de dichas tuberías expresando además del diámetro nominal el espesor de pared de dicha tubería, ya fuera de PVC, polietileno, acero.



VIII. DISEÑO DE INSTALACIONES PARA EL MUELLE DE CRUCERO PUNTA LANGOSTA EN COZUMEL.

El problema de contar con una idea generalizada de la ubicación de las tuberías representadas por medio de líneas fue que no se sabían las ubicaciones de las mismas, lo cual repercutía en la localización de las tuberías en las losas prefabricadas y se contaba con poco tiempo para tomar la decisión, para empezar a fabricar las losas, mientras se decidía la ubicación exacta, se comenzaron a fabricar los moldes de las losas que no llevarían ninguna tubería. Por lo tanto se vio en la necesidad de expresar a escala 1:1, las instalaciones en planta con el diámetro adecuado, además de representar las losas ancho por largo.

En total se tendrían 11 losas L1 entre pilastras, las instalaciones que tiene el muelle son las siguientes:

Instalaciones en pasarela

Pilastra 1-16

- | | |
|-------------------|--|
| Losa 1 | No existen ductos en losa. |
| Losa 2 | 1 Ducto de polietileno de 2" para iluminación. |
| Losa 3 | 2 Ductos de P. V. C. para agua potable 6", tubería de polietileno 4". |
| Losa 4 | 2 Ductos de polietileno 4" para energía 440 V y energía 220V. |
| Losa 5 y 6 | 3 Ductos en cada losa para energía eléctrica ampliación de 4" de polietileno. |
| Losa 7 | 3 Ductos de polietileno 4", para video, adicional, teléfono. |
| Losa 8 y 9 | 2 Ductos de P.V.C. en cada losa 6" de diámetro para agua potable. |
| Losa 10 | 3 Ductos, Polietileno 4" para energía 220V, P.V.C. 2" para agua (mantenimiento) y polietileno 2" para iluminación. |
| Losa 11 | No existen ductos en losa. |



Pilastra 17-24.

- Losa 1** No existen ductos en losa.
- Losa 2** 1 Ducto de polietileno de 2" para iluminación.
- Losa 3** 2 Ductos de P. V. C contra incendio 4", tubería de polietileno 4".
- Losa 4** 2 Ductos de polietileno 4" para energía 440 V y energía 220V.
- Losa 5 y 6** 3 Ductos en cada losa para energía eléctrica ampliación de 4" de polietileno.
- Losa 7** 3 Ductos de polietileno 4", para video, adicional, teléfono.
- Losa 8 y 9** 2 Ductos en cada losa de P.V.C. 6" de diámetro para agua potable.
- Losa 10** 3 Ductos, Polietileno 4" para energía 220V, P.V.C. 2" para agua (mantenimiento) y polietileno 2" para iluminación.
- Losa 11** No existen ductos en losa.

Instalaciones en muelle.

Pilastra 2-24.

- Losa 1** No existen ductos en losa.
- Losa 2** 1 Ducto de polietileno de 2" para iluminación.
- Losa 3** 2 Ductos de P. V. C contra incendio 4", tubería de polietileno 4".
- Losa 4** 2 Ductos de P.V.C de 6" de diámetro para agua potable.
- Losa 5 y 6** 3 Ductos en cada losa para energía eléctrica ampliación de 4" de polietileno.
- Losa 7** 3 Ductos de polietileno 4", para video, adicional, teléfono.
- Losa 8** No existen ductos en losa.
- Losa 9** 2 Ductos en cada losa de P.V.C. 6" de diámetro para agua potable.
- Losa 10** 1 Ducto de Polietileno 4" para energía 220V y 1 ducto de polietileno 2" para iluminación.
- Losa 11** No existen ductos en losa.



Fotografía No 42.- Colocación de losas con ductos.

SALIDAS DE INSTALACIONES

Conjuntamente a la elaboración de los planos de instalaciones se estaban diseñando las salidas de las mismas, para las salidas se propusieron varias soluciones.

Para las salidas de agua potable se diseñaron con piezas llamadas "T Condulet, esto para darle continuidad a la tubería y para permitir la salida de estas, y para ser una solución innovadora se diseñaron piezas llamadas pedestales, esto para las diferentes salidas de las instalaciones, son dos tipos de pedestales el primero de 0.90mX0.25m y el segundo de 1.40X0.35m, a continuación se mencionan las salidas que se tienen para la pasarela de acceso y para la pasarela de atraque (figuras No 35, 36, 37, 38, 39 y 40).

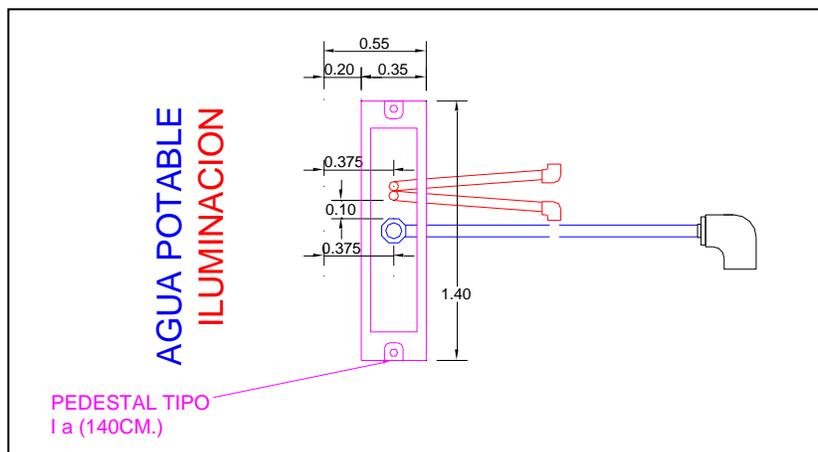


Figura 35.- Salida para iluminación y agua potable o contra incendio.

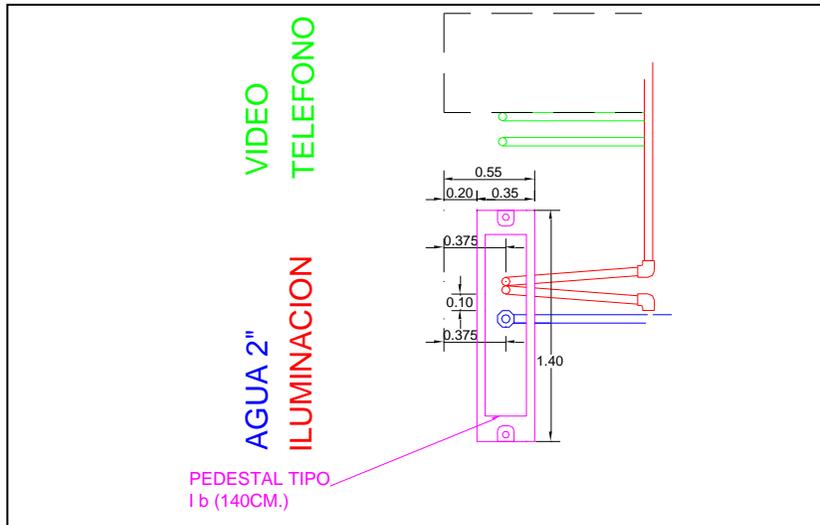


Figura 36.- Salida para iluminación y salida de agua para mantenimiento 2".

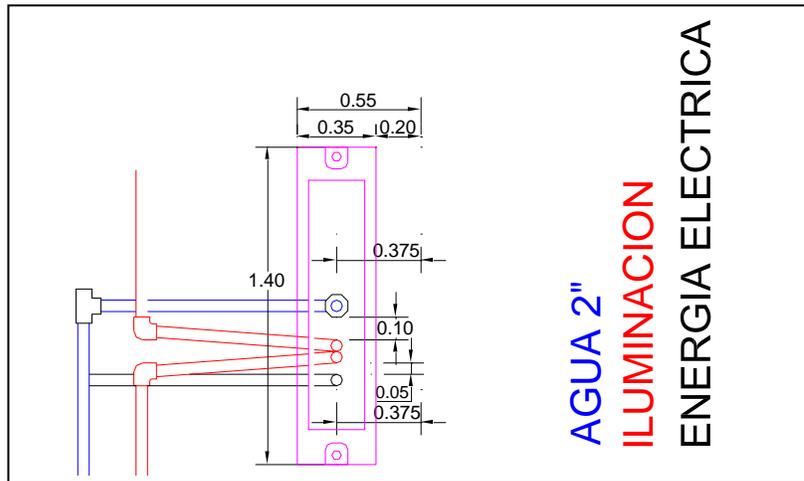


Figura No 37.- Salida de agua 2", iluminación y energía eléctrica.

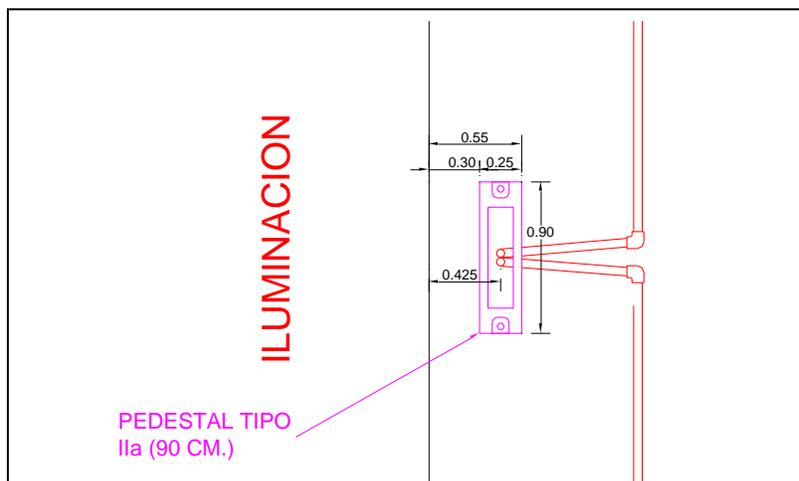


Figura 38.- Salida para iluminación.

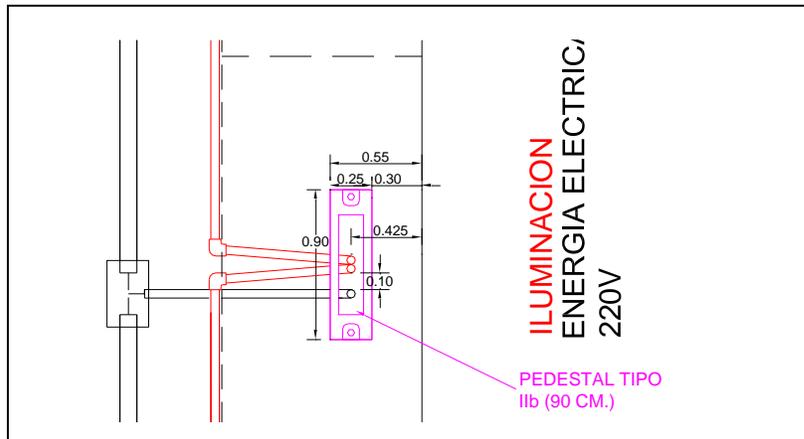


Figura No 39.- Salida para iluminación y energía eléctrica.

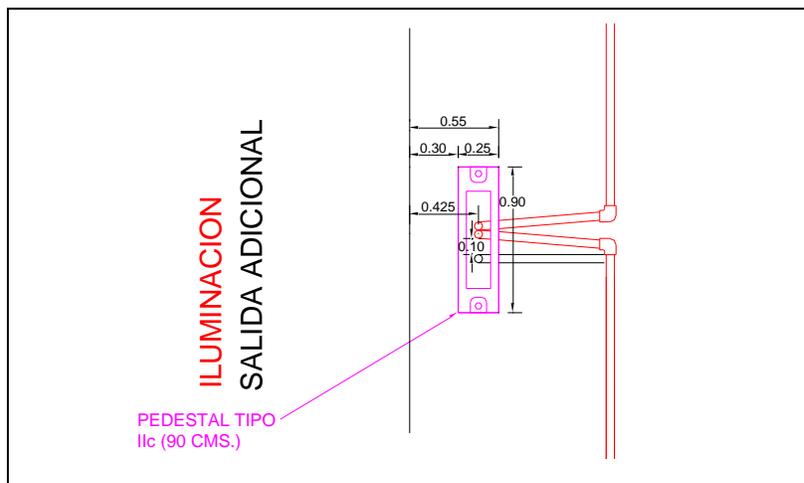
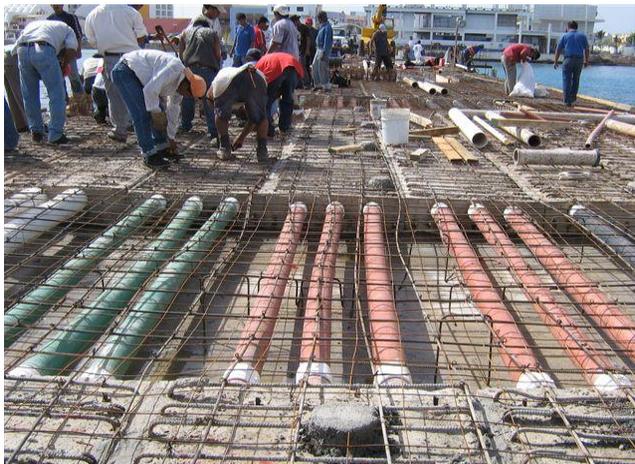


Figura No 40.- Iluminación y salida adicional.



Fotografía No 43.- Ductos ocultos en las nuevas estructuras.



Fotografía No 44.- Salidas de instalaciones.



Fotografía No 45.- Pedestales de concreto polimérico.



Fotografía No 46.- Colocación de bitas en losas L4



Fotografía No 47.- Bitas de patente.
polimérico.



Fotografía No 48.- Registros de concreto

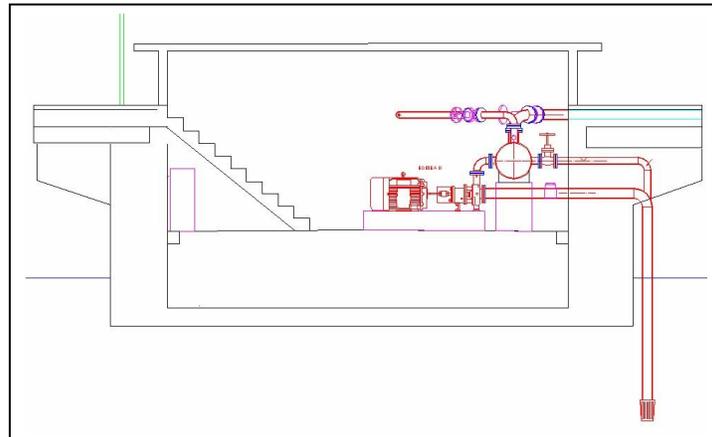


Figura No 42.- Cuarto de bombas alzado.

Las medidas del cuarto de maquinas es de 2.90 metros de largo x 1.40 metros de ancho, en este lugar es muy importante para el muelle ya que de aquí se controla todas sus funciones en instalaciones.



X. CONCLUSIONES.

Los daños que se presentaron en la estructura de los muelles, hace notar la fragilidad del ser humano, ante la magnitud de éstos fenómenos.

Ante la premura de solucionar el problema presentado, fue fundamental elegir la opción más viable, dado que la economía de la región depende del turismo.

El empleo de elementos prefabricados permitió la reparación de los muelles en un tiempo relativamente corto.

Finalmente se concluye que es importante tomar en cuenta los efectos de estos fenómenos y las estructuras de los puertos considerando sus parámetros en análisis y diseño que recomienda las autoridades correspondientes.



BIBLIOGRAFÍAS.

- Macdonel Martínez Guillermo,
Pindter Vega Julio,
Herrejón de la Torre Luís,
Pizá Ortiz Juan,
López Gutiérrez Héctor
(2000) Ingeniería Marítimo y Portuaria.
Mexico D.F.: Ed. Alfaomega

- Secretaría de Marina
(1971) Protección de costas. Planificación y diseño Tomo I.
Mexico.

- Roberto Meli.
(1985) Diseño Estructural
México D.F.; Ed. LIMUSA.

- Servicio Meteorológico Nacional
Resumen de la temporada de ciclones tropicales (1997)
Recuperado el 28 de mayo 2007
 - <http://smn.cna.gob.mx/ciclones/tempo1997/RTCT-1997.pdf>.
 - <http://smn.cna.gob.mx/ciclones/tempo1998/RTCT-1998.pdf>.
 - <http://smn.cna.gob.mx/ciclones/tempo1999/RTCT-1999.pdf>.
 - <http://smn.cna.gob.mx/ciclones/tempo2000/RTCT-2000.pdf>.
 - <http://smn.cna.gob.mx/ciclones/tempo2001/RTCT-2001.pdf>.
 - <http://smn.cna.gob.mx/ciclones/tempo2002/RTCT-2002.pdf>.
 - <http://smn.cna.gob.mx/ciclones/tempo2003/RTCT2003.pdf>.
 - <http://smn.cna.gob.mx/ciclones/tempo2004/RTCT2004.pdf>.
 - <http://smn.cna.gob.mx/ciclones/tempo2005/rt2005a.pdf>.

- Gobierno de quintana roo.
Recuperado el 28 de mayo 2007
 - www.qroo.gob.mx/qroo/estado/historia.php
 - www.blumarine.com.mx/blue_public/es/node/31
 - blogs.periodistadigital.com/marinodigital.php/2005/12/13/p6076
 - e-mar.sct.gob.mx/fileadmin/biblioteca/revista/numerotres/maritima.pdf