



# UNIVERSIDAD VILLA RICA

---

---

ESTUDIOS INCORPORADOS A LA UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

“PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y  
OPERACIÓN DE ROMPEOLAS DE LA MARINA  
VERAMAR”

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO CIVIL**

PRESENTA:

**MIGUEL VARGAS ARCEO**

DIRECTOR DE TESIS

ING. JORGE ANTONIO MIRANDA MORENO

REVISOR DE TESIS

ING. GILBERTO NICOLAS GARCÍA TORRES

BOCA DEL RÍO VER

JULIO 2014



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

## ÍNDICE

CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO II	
ANTECEDENTES	
II.1 Generalidades .....	2
CAPÍTULO III	
PROYECTO EJECUTIVO	
III .2 Datos Generales del Proyecto .....	5
III .3 Naturaleza del Proyecto .....	6
III .4 Justificación del Proyecto .....	7
III .5 Inversión Requerida.....	8
III. 6 Descripción de Obras y Actividades. ....	9
CAPÍTULO IV	
CONDICIONES DE DISEÑO	
IV .1 Parámetro de Diseño .....	13

IV .1.2 Oleaje normal.....	21
IV .1.3 Alcance de Ola.....	27
IV .2 Diseño Hidráulico del Rompeolas.....	33
IV .3 Diseño estructural del Rompeolas.....	34
IV .3.1 Peso de elementos de coraza, capa secundaria y núcleo.....	34
IV .3.2 Geometría definitiva de la corona.....	36
IV .4 Diseño estructural de Bordos.....	37
IV .4.1 Diseño de capa de protección.....	37
IV .4.2 Geometría definitiva de los bordos.....	38
IV .5 Diseño de Rellenos.....	38

## CAPÍTULO V

### PROCESO CONSTRUCTIVO

V.1 Banco de material.....	41
V.2 Suministro de roca en cuerpo de rompeolas.....	42
V.2.1 Piedra natural para estructuración de Rompeolas de la Marina Veramar y la protección temporal para el relleno en la zona comercial.....	42
V.2.1.1 Descripción y alcances de la especificación.....	42
V.2.1.2 Datos Informativos.....	43
V. 3 FABRICACIÓN DE ELEMENTOS PREFABRICADOS DE CONCRETO EN CORAZA DE ROMPEOLAS.....	45
V.3.1 Fabricación de cubos de concreto.....	45
V.3.1.1 Descripción y alcances de la especificación.....	45
a) Características de los Cubos	
b) Fabricación del Concreto	
1) Resistencia a la Compresión	
2) Revenimiento	
3) Peso Volumétrico del Concreto	

c) Tolerancia Permisible para el Concreto	
d) Condiciones Climáticas	
<b>V.4 Acarreo y colocación de elementos prefabricados de concreto.....</b>	<b>48</b>
V.4.1 <i>Descripción y alcances de la especificación</i> .....	49
a) Transporte	
b) Colocación y Consideraciones de los Cubos de Concreto	
c) Aceptación	
V. 4.2 Equipo utilizado.....	56
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	57
VII. GLOSARIO.....	59
VIII. BIBLIOGRAFÍA .....	63

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

A lo largo de la historia el hombre ha buscado formas para facilitar la comunicación por medios de transportes ya sea terrestre, aéreo o marítimo e incluso rebasando su espacio exterior para satisfacer sus necesidades.

En este trabajo daremos a conocer la problemática que se presentó para la realización de una obra de la magnitud y complejidad de la aquí tratada, en la cual se emplearon tanto los recursos técnicos para dar solución a los problemas que se presentaron durante la ejecución de los trabajos.

## **CAPÍTULO II ANTECEDENTES**

### **II.1 GENERALIDADES**

A lo largo de la historia el puerto de Veracruz ha sido una plataforma fundamental para el crecimiento de la economía del mismo Estado, pues ha permitido el desarrollo de sectores claves como el agropecuario, la industria manufacturera y el comercio con el exterior, especialmente con Estados Unidos, Centroamérica y el Caribe además de que es un importante elemento para el abastecimiento de combustible de la región.

Por otro lado, el puerto de Veracruz ha favorecido la orientación exportadora de la región, con el consecuente efecto positivo sobre el resto de la economía del Estado en la generación de empleos.

Los principales productos que se manejan por el puerto son agrícolas, productos congelados, mieles, automotrices, cítricos, madera, metales, pescados y mariscos, textiles, cerveza, papel, maquinaria, cantera, turbosina, gasolina y diesel.

Cabe destacar que el puerto recibe barcos de distintas líneas navieras con arribos regulares, que apoyan el comercio de la zona.

El auge experimentado por los diferentes sectores de la economía de la entidad y la mejora significativa de los servicios portuarios han impulsado de manera muy importante el incremento del movimiento de mercancías y de embarcaciones por el puerto de Veracruz.

Ante el crecimiento mostrado por los diversos sectores económicos y con la finalidad de dar un mayor crecimiento a la región, el gobierno Estatal en el año de 2010, a través de la Dirección General de Puertos dependiente de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, determinó la realización de la construcción de la Marina Veracruz para así aumentar la atracción turística marítima de la región y fomentar aun más el comercio.

### **CAPÍTULO III**

#### **PROYECTO EJECUTIVO**

Debido a las fuertes corrientes y vientos dominantes y reinantes que se suscitan anualmente en el Puerto de Veracruz es necesario ofrecer refugio al mal tiempo a las embarcaciones, por lo tanto se proponer la colocación de una escollera para minimizar el oleaje y así poder ofrecer una zona segura y confiable para embarcaciones menores.

Complementariamente es necesario ofrecer refugio a las embarcaciones ya que por la ubicación de la marina Veracruz con respecto a la incidencia de los vientos llámense reinantes, dominantes o en dados casos huracanados, se tiene que tener un sitio de resguardo contra estos embates de la Naturaleza.

Las oportunidades que se pueden desarrollar en dicho proyecto, es convertir la escollera en un andador turístico y mirador donde los visitantes gocen de una placentera caminata frente al mar y puedan relajarse con el sonido y la brisa del mismo.

## III.2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO



### NOMBRE DEL PROYECTO

- Construcción y Operación de la Marina Veracruz.



### DATOS DEL SECTOR Y TIPO DE PROYECTO

- Sector: Servicios
- Subsector: Turismo
- Tipo de proyecto. B: Marinas y Muelles.



### ESTUDIO DE RIESGO Y SU MODALIDAD.

- Dadas sus características, no se requiere un estudio de riesgo para el presente proyecto.



### UBICACIÓN DEL PROYECTO.

- Dirección. Bulevar Ávila Camacho, S/N. Colonia Flores Magón.
- Código postal: 91700
- Entidad federativa. Veracruz.
- Municipio. Veracruz.
- Localidad. Veracruz.
- Coordenadas geográficas y/o UTM:

El proyecto se ubicará en las coordenadas 19° 11´ 9.75" de latitud N y 96° 7´ 12.38"" de latitud W, correspondientes a las coordenadas (región 14) UTM 802,501.1 en el eje X (al Este), y 2'124,148.6 en el eje Y (al Norte).



### DIMENSIONES DEL PROYECTO.

- El proyecto en su totalidad abarcará un área de 9.52 Has

### **III.3 NATURALEZA DEL PROYECTO**

El proyecto a desarrollarse se encuentra clasificado como TIPO B en la Guía para Elaborar la Manifestación del Impacto Ambiental, Modalidad Particular del Sector Turismo.

Una marina como la Marina Veracruz es un sitio destinado a resguardar embarcaciones menores, principalmente de tipo deportivo o recreativo. En estos lugares se proporcionan los suministros esenciales, como alimentos, combustible y agua potable. Proporcionan acceso directo a cada embarcación, cuentan con profundidad adecuada, sitios para estacionamiento de vehículos, sanitarios, servicio técnico, talleres, tiendas y otras facilidades. Las marinas pueden ubicarse en la línea de costa, o en estuarios, lagos y ríos.

El diseño de cualquier obra marítima o costera requiere estudios previos y análisis de información existente, para establecer los parámetros de diseño derivados de los procesos físicos dominantes en la zona, tales como corrientes, oleaje, vientos dominantes y reinantes, incidencia de huracanes, etc., de tal forma que se cuente con los elementos suficientes para el diseño, la construcción y la operación de las instalaciones de las marinas.

El proyecto Marina Veracruz está conformado de un conjunto de obras que comprenden: construcción y operación de instalaciones de abrigo (rompeolas), una serie de muelles y slips (muelles flotantes) para atraque de pequeñas embarcaciones, y por último construcción y operación de un edificio que se utilizará como Casa club.

Adicionalmente a lo anterior, se dejará preparada una zona contigua al sitio para construcción y operación futura de locales para una pequeña zona comercial. Asimismo, como proyecto a mediano plazo, se planea construir una estación de servicio marino (gasolinera marina), para proveer de combustible a las

embarcaciones con mayor facilidad y seguridad. Esta última fase del proyecto no ha sido analizada en el presente documento, ya que falta el proyecto ejecutivo y no es un hecho su realización ni la fecha de ésta.

Como puede apreciarse este proyecto turístico consiste en un conjunto de obras y actividades del mismo tipo. Es una obra de infraestructura asociada al Plan de Desarrollo Veramar del Gobierno del Estado de Veracruz

#### **III.4 JUSTIFICACION Y OBJETIVO**

México es un país destino para el turismo mundial. Su riqueza cultural y sus bellezas naturales atraen anualmente a millones de turistas de todo el mundo, especialmente de Norteamérica. Este turismo por lo general tiene capacidad económica de moderada a alta, y demanda servicios de calidad y diversidad.

Entre los atractivos turísticos nacionales están los sitios de playa. Existe una gran diversidad de destinos, desde las zonas templadas del Pacífico mexicano, hasta las playas tropicales del Caribe. Cada sitio ofrece atractivos diferentes, acomodándose a los diversos gustos y capacidades económicas del turismo. Las actividades que se realizan en estos destinos varían desde la pesca deportiva al buceo autónomo. La mayoría de las actividades de gran turismo en playa requieren embarcaciones, por lo que existe una red de marinas a nivel nacional.

Todas estas embarcaciones requieren de preferencia de un sitio apropiado para su botado al agua, aprovisionamiento, refaccionamiento, reparación, estancia por períodos prolongados en aguas protegidas, vigilancia, control, etc. Este tipo de servicios los proporciona una Marina Turística.

Actualmente en Veracruz existe el Club de Yates, fundado en julio de 1964 y que se encuentra ubicado en el Bulevar Ávila Camacho S/N, en el Fraccionamiento Faros, aproximadamente 1.3 km en línea recta al Norte de la ubicación propuesta para la Marina Veracruz. Este club cuenta con la participación de aproximadamente 90 socios y tiene inscritas a 70 embarcaciones menores. Sin embargo, el club no cuenta con la infraestructura necesaria para proveer de servicios mínimos a los usuarios y sobre todo un mayor control de sus actividades y destinos.

Por otro lado se encuentran tres marinas secas en la zona de la Isla del Amor y el Estero, en el municipio de Alvarado, a 15 km al Sur del Puerto de Veracruz. Estas instalaciones, aún cuando prestan un servicio indispensable para el turismo, tienen ciertas carencias como dificultad de acceso por agua y por tierra, espacios muy limitados, personal no calificado y poca capacidad de maniobra (una embarcación a la vez).

La carencia de un sitio con instalaciones apropiadas para recibir embarcaciones menores de tipo turístico en el Puerto de Veracruz, el presente proyecto viene a cubrir una necesidad muy importante para el sector turístico.

### **III.5 INVERSION REQUERIDA**

El costo total de la construcción de la Marina se estima en \$ 180'000,000.00 pesos, equivalentes a aproximadamente \$ 163, 636.00 dólares americanos.

El costo anual del mantenimiento del proyecto será variable, dependiendo del deterioro que se vaya presentando cada año a las obras e instalaciones de la Marina. Este costo puede estimarse en un 2 a 5% de la inversión inicial anualmente, lo que arroja entre y por año (Moneda Nacional).

### III.6 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES

El proyecto corresponde a un conjunto de obras y actividades del mismo tipo, por lo cual la información descriptiva será presentada de manera sintética, a manera de catálogo de las obras o actividades a realizarse.

En el caso particular de la construcción de una marina se describen a continuación las características de la siguiente infraestructura involucrada en el proyecto:

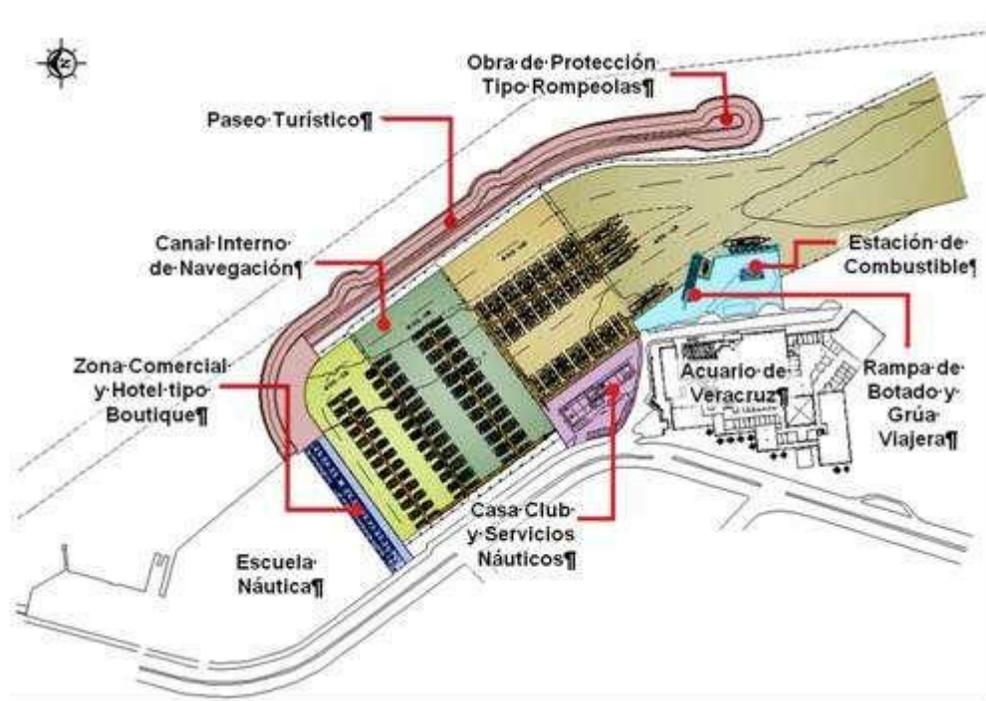


Figura 3.1 Plano de diseño y Ubicación de la Marina VeraMar  
En este proyecto se tienen considerados los siguientes elementos:

- Obra de Protección Tipo Rompeolas
- Obras de Atraque (Muelle Flotantes) para embarcaciones de diferentes tamaños
- Casa Club y Servicios Náuticos

- Zona Comercial
- Hotel Tipo Boutique
- Estación de Combustible Tipo Marina
- Rampa de botado
- Grúa Fija con opción de Grúa Viajera (Travel-Lift)
- Paseo Turístico

Instalaciones que proporcionan protección son: rompeolas, escolleras, espigones, sufrideras, etc.

Las escolleras y rompeolas se construyen generalmente con enrocamiento protegido con rocas de gran tamaño o elementos artificiales de concreto, están formadas por dos partes: un cuerpo o tronco y un morro, el cuerpo se inicia desde el arranque (inicio) en la playa o costa hasta un poco antes del final de la estructura. El morro lo constituye la zona final y es la parte más expuesta al oleaje, se considera como morro los últimos 20 a 50 metros de la obra, en el que se colocan los elementos más pesados y su sección transversal debe ser simétrica colocando los mismos elementos tanto en el lado exterior como en el interior (igual peso), y su longitud debe ser mayor de 5.0 metros en el lado opuesto al oleaje y de 1.5 a 2.0 m en el lado protegido. Para este caso en particular de proporcionar abrigo a las posiciones de atraque de la marina será necesario construir un rompeolas, cuya longitud de diseño es de 360 m. Aunado a esto, se pretende utilizar la corona de esta estructura para alojar un paseo turístico, su sección se adecuará para tales fines.





## **CAPÍTULO IV**

### **CONDICIONES DE DISEÑO**

#### **IV.1 PARÁMETROS DE DISEÑO**

Dentro de los parámetros que influyen en el diseño hidráulico de las obras de defensa contra oleaje se encuentran además de la marea astronómica, la marejada de tormenta y el alcance de la ola, componentes que influyen de manera importante en la fijación de los niveles de desplante y coronamiento máximo y mínimo de las estructuras de defensa, para evitar parcial o totalmente, el rebase y salpique del oleaje en su embate sobre dichas estructuras.

#### **TIPO DE CLIMA.**

El tipo de clima para la zona de estudio, según la clasificación de Köppen, modificada por García (1973) es Aw1(w)e. Este tipo de clima es cálido, subhúmedo, con lluvias de verano y sequía en invierno, estación en que se presenta únicamente menos del 5% de la precipitación anual.

Esta zona climática es intermedia en cuanto a grado de humedad, con un coeficiente P/T (precipitación total anual en mm dividido entre la temperatura media anual en °C) de entre 43.2 y 55.3.

### **TEMPERATURAS.**

Las temperaturas promedio mensual en la zona varía entre los 21.3 °C en enero y los 28.2 °C en agosto, con un promedio anual de 25.4 °C. El registro de temperatura más alta para la zona conurbada Veracruz-Boca del Río es de 42.7 °C en Marzo de 1983, y el de la más baja fue de 7.9 °C en Diciembre de 1989.

### **PRECIPITACIÓN.**

La precipitación promedio mensual en la zona conurbada Veracruz-Boca del Río, Ver., varía entre los 14.1 mm en marzo, y 373.6 mm en julio, con un promedio anual de 1,676.6 mm. La precipitación más alta registrada en un día fue de 398.0 mm el 5 de Julio de 1955.

### **VIENTOS.**

Regionalmente se tiene que durante los meses de abril a agosto, los vientos dominantes son del Este, con velocidades promedio mensual de entre 3.1 y 4.4 m/seg. En los meses de "norte" (Septiembre a Marzo), el viento dominante cambia al Norte, con velocidades medias mensuales de 4.9 a 6.0 m/seg.

Considerando que uno de los fenómenos de mayor relevancia en la zona en estudio lo conforman los vientos. Para la realización de su análisis, fue recopilada información proveniente de la Estación Climatológica Veracruz, dependiente de la Comisión Nacional del Agua. Esta información comprende el registro de los valores medios mensuales del viento reinante y dominante en el período 1960-1997

### **Vientos Reinantes**

Para el caso del viento reinante, es decir, aquel que se presenta con mayor frecuencia en la zona, fueron elaboradas las rosas de vientos en cuatro períodos estacionales y uno anual, mismas que están ilustradas en la Figura 4.1.

La observación de los registros ordenados de forma estacional nos indica que la temporada más activa en lo que se refiere a este proceso físico corresponde al invierno, donde la ocurrencia de nortes se manifiesta predominante con magnitud de 12.4 m/s (24.8 nudos ó 44.6 km/h), seguidos por vientos provenientes del noroeste con mayor magnitud, 13.3 m/s (26.6 nudos ó 47.9 km/h), pero menor frecuencia; asimismo, las componentes del noreste y del este, se manifiestan con menor influencia tanto en magnitud como en frecuencia. Durante la primavera, los vientos son menos intensos y su distribución frecuencial se equilibra para el caso del cuadrante N-E, en donde las componentes provenientes del norte (9.9 m/s, 19.8 nudos, 33.7 %), del noreste (6.6 m/s, 13.2 nudos, 35.6 %) y del este (6.6 m/s, 13.2 nudos, 21.1 %) prácticamente representan las principales manifestaciones eólicas en la zona.

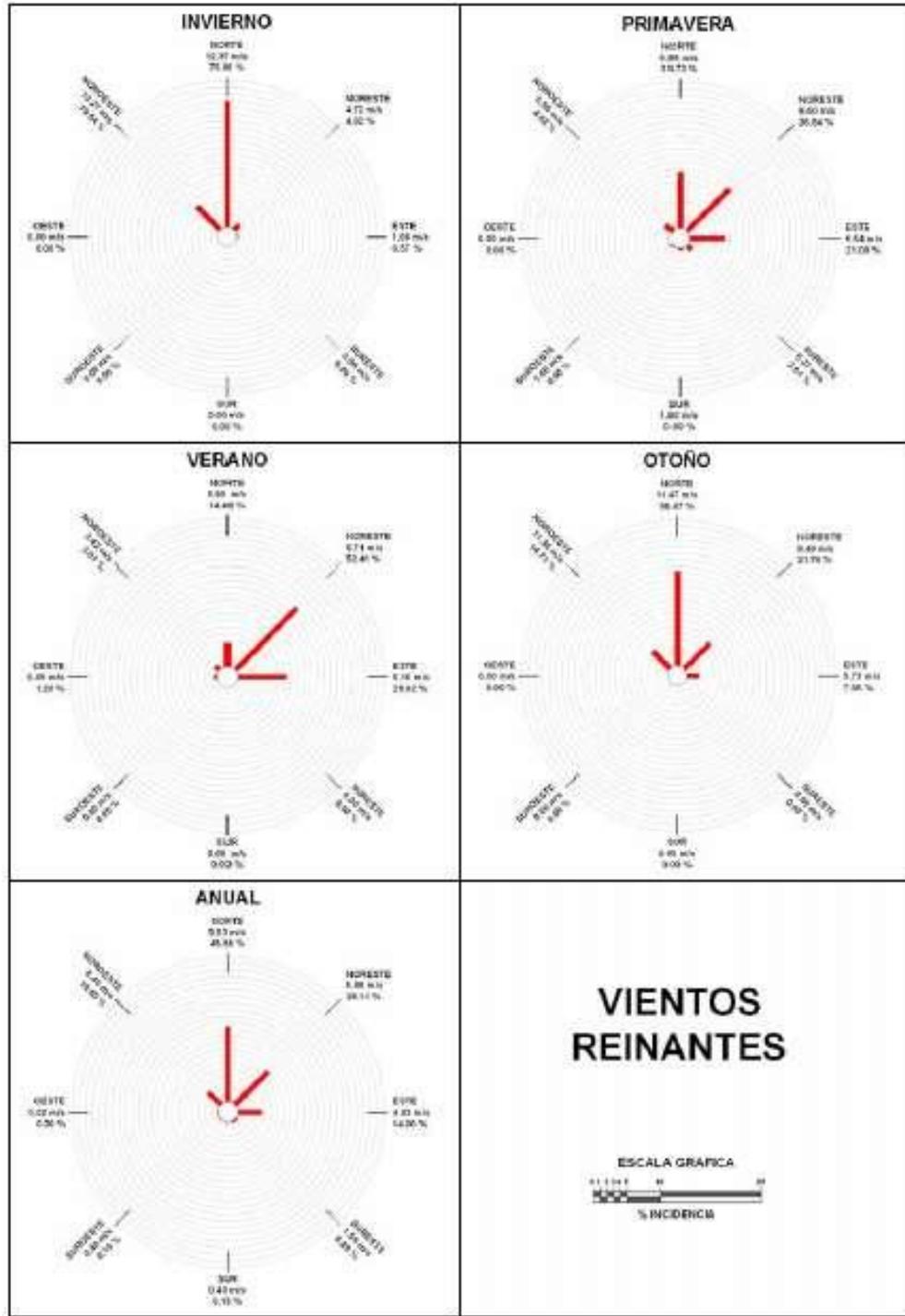


Figura 4.1 Rosa de Los Vientos Reinantes  
Estación Meteorológica Veracruz. Servicio Meteorológico Nacional

En el verano, los vientos se comportan de manera similar a la primavera y las mismas componentes varían en rango comprendido entre los 5.9 a 5.2 m/s (11.8 a 10.4 nudos), pero el viento proveniente del noreste es más frecuente, con un 52.4 % del total de observaciones.

Finalmente, durante el otoño, las componentes del noroeste y del norte alcanzan magnitudes mayores, es decir, 11.4 y 11.5 m/s respectivamente, resultando más frecuente el norte, con un 56.5% del tiempo de acción contra 14.7%. La componente del noreste nuevamente se manifiesta importante en presencia (21.8 %), pero con menor magnitud (6.5 m/s).

Estas manifestaciones estacionales quedan también representadas en las tendencias anuales, siendo las condiciones más significantes para ese período las mostradas en la Tabla 4 e ilustradas en la Figura 4.1.

**Tabla 4.1.** Direcciones del Viento Reinante más Significantes. Período Anual.

Dirección	Velocidad Media			Frecuencia Total (%)
	(m/s)	(nudos)	(Km/h)	
Norte	9.90	19.80	35.60	45.56
Noreste	5.90	11.80	21.20	28.11
Este	4.60	9.20	16.60	14.20
Noroeste	8.40	16.80	30.20	10.65

Como puede apreciarse, resulta predominante el viento proveniente del norte, tanto en magnitud como en frecuencia, seguido en orden de ocurrencia por los vientos provenientes del noreste y este, aunque con menor magnitud media (5.9 y 4.6 m/s respectivamente); la componente proveniente del noroeste, de menor ocurrencia, resulta mayor en magnitud (8.4 m/s).

## **Vientos Dominantes**

Por lo que se refiere a la intensidad máxima de los vientos, fue elaborada una rosa de vientos dominantes considerando la intensidad mayor de este evento físico asociada a una dirección determinada, con base en valores medios mensuales proporcionados por la misma estación climatológica Veracruz. Las rosas de viento dominantes también fueron formuladas para cada uno de los períodos estacionales así como para el anual, mismas que están ilustradas en la Figura 4. 2.

La rosa de viento que corresponde al régimen anual, indica que los vientos mas intensos corresponden a las direcciones Noroeste, Norte y Noreste, con velocidades de 45.23, 38.46 y 31.49 m/s respectivamente (90.5, 76.9 y 63.0 nudos), mientras que para el resto de las direcciones la intensidad de los vientos dominantes es del orden de 15.0 m/s (30.0 nudos).

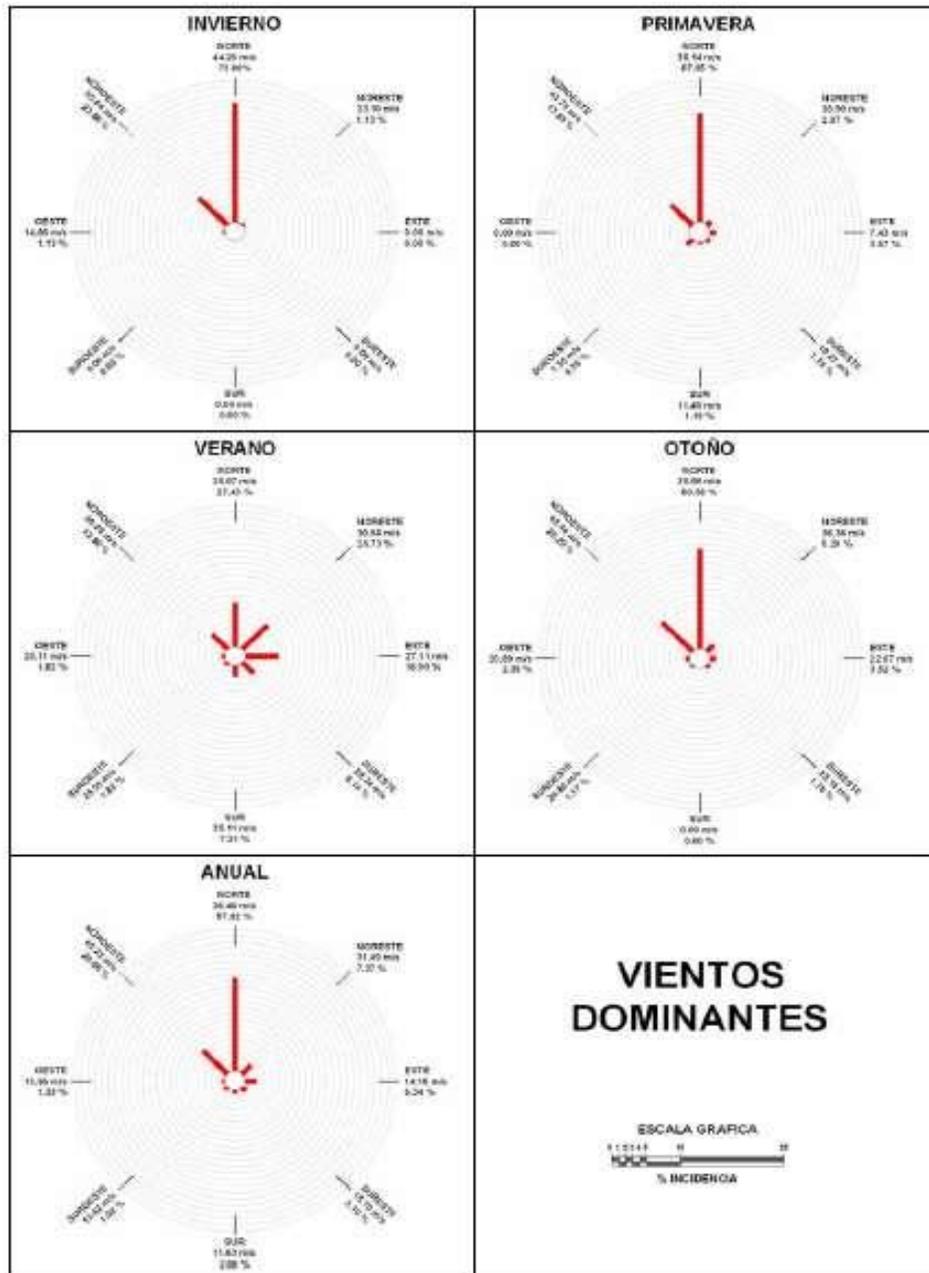


Figura 4.2 Rosa de Los vientos Dominantes Estación Meteorológica Veracruz. Servicio Meteorológico Nacional

## Nortes

Conocemos como "nortes" a los vientos de gran intensidad que se presentan en la zona del Golfo de México durante los meses de octubre a mayo, originados por el movimiento de grandes masas de aire frío provenientes de latitudes altas. En los Estudios Físicos Generales para el Plan de Desarrollo del Puerto de Veracruz, existe un análisis cuidadoso sobre la mecánica de estos eventos, indicando que las perturbaciones más severas que originan se presentan desde mediados de octubre a mediados de abril, con duraciones del orden de 6 a 12 horas (nortes rápidos y profundos), alcanzando en algunas ocasiones duraciones de más de 72 horas (nortes lentos), con menores velocidades. De esta referencia, fue tomada la Tabla 4.2 que presenta las velocidades del viento originado por los nortes para duraciones de 6, 3 y 1 hora con períodos de retorno de 100 años.

**Tabla 4. 2.** Velocidad de Nortes para  $T_r=100$  años a una Profundidad de 25 m

<b>Duración (Horas)</b>	<b>Velocidad Media (m/s)</b>
6	30.77
3	31.28
1	34.86

**Fuente:** Estudios Físicos Generales para el Plan de Desarrollo del Puerto de Veracruz

## HUMEDAD.

La humedad relativa promedio mensual varía de 79% en Noviembre a 83% en Febrero. El récord máximo es de 100% y se ha registrado en todos los meses del año, siendo más común en Diciembre y Enero, y menos común en Abril (2 de Abril de 1980) y Mayo (29 de Mayo de 1935). La humedad relativa más baja ha sido de

33%, y se registró para los días 10 de Enero de 1919, 9 de Febrero de 1925 y 17 de Octubre de 1967.

La humedad absoluta promedio anual es de 18 g de agua por m<sup>3</sup> de aire, variando de 33 (Enero, Febrero y Octubre) a 83 (febrero y marzo). El punto de rocío promedio anual es de 21.6°C, variando de 17.9°C en enero a 23.9°C en Junio, Julio y Agosto. La tensión de vapor promedio anual es de 25.8 mB, variando de 20.4 en Enero a 28.9 en Septiembre.

### **FRECUENCIA DE FENÓMENOS CLIMÁTICOS EXTREMOS.**

Se presenta un promedio anual de 100 días con “nortes”, de los cuales en promedio 7 presentan rachas huracanadas (mayores de 29 m/seg.). El récord de vientos se registró el 3 de marzo de 1971 con rachas huracanadas de 70.2 m/seg (casi 273 km/h) (Luna, *op. cit.*).

#### **IV.1.2 Oleaje Normal**

Para el caso de Veracruz, existen diferentes fuentes de información, mismas que fueron analizadas con objeto de fundamentar con bases suficientemente sólidas el comportamiento del régimen de oleaje. Estas fuentes de información son:

- Ocean Wave Statistics
- Estación WIS (Wave Information Studies)
- La Oficina Oceanográfica de los Estados Unidos de América
- Cartas del Sea and Swell
- World Wave Atlas

Los datos de cada una de estas fuentes de información fueron procesados para determinar las características del oleaje completamente desarrollado. A partir

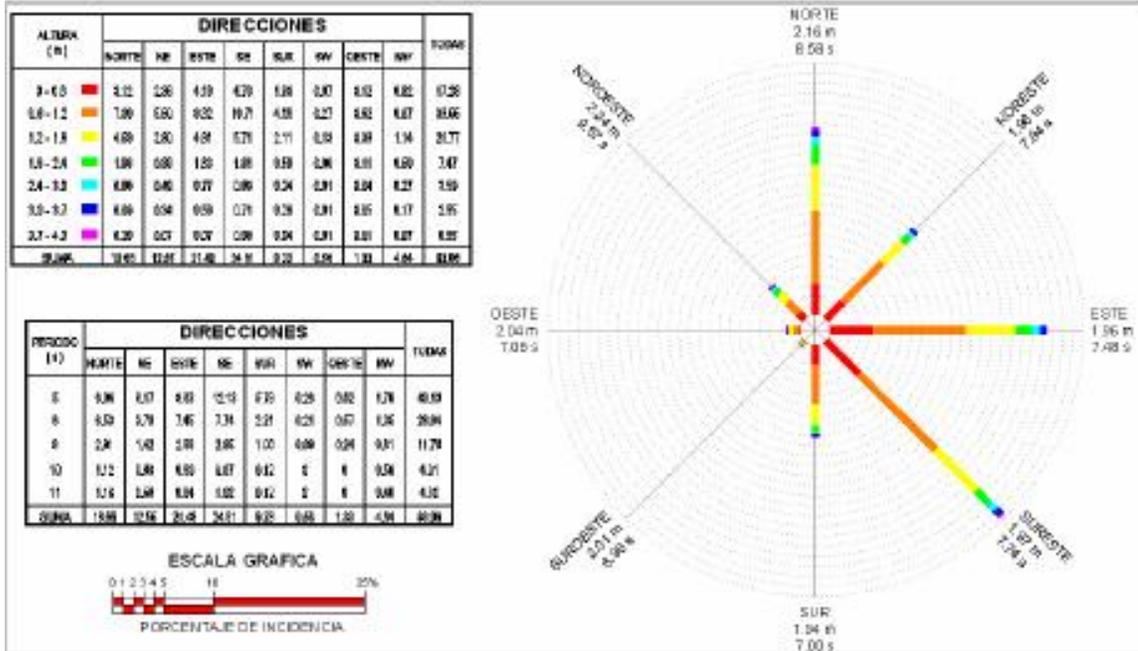
de ese procesamiento de datos, fue formulada la Tabla 4.3 que muestra una comparación de resultados, específicamente referida a la altura de ola y período significativo para cada una de las direcciones de incidencia.

Dado que cuenta con la distribución de sus registros por períodos, alturas y direcciones, además de concordar en términos generales con las frecuencias observadas en la zona en estudio y en otras fuentes tales como los de la Oficina Oceanográfica de los E.E.U.U. La Rosa de Oleaje Normal Anual correspondiente a esta fuente de información se muestra en la FIGURA 4.3

**Tabla 4. 3.** Comparación de Datos de Oleaje para el Puerto de Veracruz.

Dirección	Ocean Wave Statistics		Estación WIS 107		Oficina Oceanográfica de Los Estados Unidos de América		Sea and Swell Oleaje distante		World Wave Atlas
	Altura de Ola (m)	Periodo (s)	Altura de la Ola (m)	Periodo (s)	Altura de la Ola (m)	Periodo (s)	Altura de la Ola (m)	Altura de la Ola (m)	Altura de la Ola (m)
N	2.15	8.11	2.35	9.15	2.16	8.58	3.28	1.96	Resumen Anual, registros mensuales en un rango entre 0.8m a 2.0m
NNE	2.4	8.6	1.92	8.78					
NE	2.26	8.67	0.99	7.98	1.98	7.94	2.26	1.62	
ENE	2.12	8.74	0.53	6.92					
E	1.79	8.31	0.74	4.13	1.96	7.84	2.61	1.83	
ESE	1.98	7.97	0.53	3.68					
SE	1.88	8.83	0.50	3.45	1.97	7.74	2.08	1.7	
SSE	1.78	9.7	0.65	3.65					

**Fuente:** Ocean Wave Statistics, Wave Information Studies (WIS) Station 107, Oficina Oceanográfica de E.E.U.U., World Wave Atlas.



Derivado de este análisis, se detectó que los oleajes provenientes de las direcciones Noreste (NE), Este (E) y Sureste (SE) son las que influyen con mayor significado en la zona de estudio. Por tal motivo estas direcciones fueron propuestas para el análisis de propagación de oleaje acorde a lo presentado en la Tabla 4.4, cabe hacer mención que las condiciones mostradas dicha tabla, son propias del oleaje en aguas profundas, por lo que su consideración en los escenarios de simulación deben considerar el fenómeno de propagación del oleaje hacia aguas poco profundas así como en el interior del puerto, con el auxilio de técnicas de refracción y difracción.

**Tabla 4.4.** Direcciones de Oleaje Normal Influyente en la Zona de Estudio.

Dirección	H <sup>1/3</sup> (m)	Ts (s)
NE	1.98	7.9
E	1.96	7.8
SE	1.97	7.7

**Fuente:** Elaboración Propia

Para la determinación de las características del oleaje resulta necesario considerar la zona de acción del viento en cuanto a extensión (fetch), tiempo durante el cual actúa (duración) y su velocidad, parámetros que influyen en el desarrollo de las olas. Con base en lo anterior, fueron elaborados los pronósticos de oleaje local para la zona de estudio, considerando un fetch variable entre 3 y 5 km, distancia aproximada entre la costa y los arrecifes existentes, mismos que proporcionan protección natural a la costa en la zona de estudio. Estos pronósticos se fundamentan en la aplicación del Método de Sverdrup-Munk-Bretschneider (Shore Protection Manual, 1984), considerando la generación de oleaje tanto para viento reinante como para viento dominante.

Los resultados obtenidos muestran que la altura y el período de las olas determinadas por la acción del viento reinante son notoriamente menores a las características definidas en el análisis de oleaje normal completamente desarrollado.

Por lo que se refiere al oleaje generado por vientos dominantes, a pesar de que aumenta la magnitud de la altura de ola sus períodos son siempre menores a los obtenidos para oleaje completamente desarrollado y por consiguiente, son oleajes de menor energía y no serán considerados para el análisis de propagación hacia el interior de la Marina Veramar.

## Oleaje Ciclónico

Por lo que respecta al oleaje extremo o ciclónico, el estudio comprendió el análisis de más de 30 tormentas y huracanes que se han presentado en la zona del Golfo de México y particularmente con influencia en Veracruz en el período comprendido entre 1960 a 1996.

Este análisis consistió en determinar las características del oleaje ciclónico (altura y período) y de su decaimiento, de acuerdo con la metodología propuesta en el Shore Protection Manual.

El análisis realizado permitió identificar 10 eventos extremos y sus oleajes asociados. De estos, los huracanes que han tenido mayor influencia en el puerto son Roxanne (1995), Inga (1961) y Diana (1990).

Cabe mencionar que para el presente proyecto, se actualizó el análisis de huracanes y tormentas tropicales con influencia en el Puerto de Veracruz, encontrándose que Roxanne sigue siendo el de mayor influencia en el puerto.

El método empleado fue el propuesto en el Shore Protection Manual (SPM-1984). Con base en los registros de presión en el ojo, localización al momento de aviso y velocidad del viento de las perturbaciones atmosféricas analizadas, fueron determinadas las características de altura y periodo de ola extremar, utilizando las siguientes expresiones:

$$H_s = 5.03e^{-\left[ \left( \frac{R(P_{atm} - P_o)}{4700} \right) \left( \frac{1 + 0.29Vt}{\sqrt{Uf}} \right) \right]}$$

$$T_s = 8.60e^{-\left[ \left( \frac{R(P_{atm} - P_o)}{9400} \right) \left( \frac{1 + 0.145Vt}{\sqrt{Uf}} \right) \right]}$$

Donde:

HS = es la altura de ola significativa en la zona de generación (m)

R = es el radio del huracán (m)

Patm = es la presión atmosférica (bar)

Po = es la presión en el ojo del huracán (bar)

Vt = es la velocidad de traslación (m/s)

Ur = es la velocidad real del viento (m/s)

Ts = es el periodo de ola significativa en la zona de generación (seg)

Una vez calculado los valores característicos de oleaje en la zona de generación, fueron decaídos hasta aguas profundas, considerándolo la localización del aviso para el cual corresponden los mismos.

Fue construida la curva de probabilidad de excedencia de alturas de ola, para ligar las mismas contra su periodo de retorno asociado, considerando las siguientes expresiones:

$$P_{exc} = \frac{1}{T_i}$$

$$T_i = \frac{n+1}{m_i}$$

$$p(x) = 1.1743 + 1.462e^{(3.2363(x))^{-1.087}}$$

Donde:

Pexc = es la probabilidad de excedencia

(%) TI = es el periodo de retorno (años)

n = es el número de datos

mi = es el numero de orden, es decir, el número correspondiente a cada evento y determinado al ordenar los valores de altura de ola, de mayor a menor.

p (X) = es la probabilidad de excedencia de una altura de ola dada en porcentaje

X = es la altura de ola dada (m).

La ecuación fue obtenida al buscar mediante **regresión lineal**, la curva que mejor se ajustara a los datos de altura de ola que incluye corroborando la bondad de ajuste (**0.999 en nuestro caso**). El cuadro IV.1 muestra los valores obtenidos al aplicar la ecuación, para encontrar las alturas de ola correspondientes a magnitudes típicas de periodo de retorno.

*Cuadro IV.1* Periodo de Retorno y Probabilidad de Excedencia para una Altura de Ola dada

Altura de Ola (m)	Probabilidad de Excedencia (%)	Periodo de Retorno (años)
6.76	19.961	5.00
8.70	10.006	10.00
10.40	4.007	25.00
11.11	1.995	50.00
11.50	0.997	100.00
11.74	0.397	250.00
11.82	0.198	500.00
11.87	0.099	1,00.00

### IV.1.3 Alcance de la Ola

Con la metodología presentada en el Shore Protection Manual para el cálculo del alcance de la ola, fue determinada dicha magnitud, considerando que el talud presenta una inclinación 1:1.50 y que el material de la coraza es de concreto (cubos ranurados), además de las siguientes características:

$$H = 4.25$$

$$T = 9.20 \text{ s}$$

$$d = 8.50 \text{ m (profundidad de desplante del rompeolas)}$$

De acuerdo con dicha metodología y los valores antes mencionados fueron leídas (graficas 7.11 y 7.15, SPM, 1984) las siguientes relaciones:

$R/H'0 = 2.50$  (pendiente suave e impermeables)

$R/H'0 = 0.95$  (pendiente rugosa e impermeable)

Entonces:

$$r = 0.95/2.50 = 0.38$$

El valor de alcance de la ola sin factor de escala es  $R = 2.50 * H'0 = 10.81$

El factor de escala es  $k = 1.14$  (gráfica 7.13, SPM, 1984)

El valor de alcance real es  $R = R * r * k = 10.81 * 0.38 * 1.14 = 4.68$

## **MAREA ASTRONÓMICA**

El régimen de mareas en la zona es de tipo diurno. Las corrientes en el Sistema Arrecifal Veracruzano fluyen en general al Norte en verano y hacia el Sur en invierno. Casos especiales se han encontrado entre Isla de Sacrificios y la costa del municipio de Boca del Río, donde se ha registrado flujo hacia el Norte durante eventos climáticos conocidos como "nortes". La probable explicación es la acumulación de agua dentro de la Bahía Mocambo, que evite la circulación en dirección del viento y genere un contraflujo.

Los principales niveles de marea correspondientes a la zona se obtuvieron de las Tablas de Predicción de Mareas del Golfo de México y el Caribe 2007, editadas por la Secretaría de Marina. Del análisis de estas tablas se obtiene que el régimen de marea en el Puerto de Veracruz es de tipo mixta diurna, con amplitud media de 0.52 m y amplitud máxima de 1.67 m. (ver Tabla 4.5).

**Tabla 4.5.** Niveles Principales de Marea en el Puerto de Veracruz.

<b>Planos de Marea</b>	<b>(m)</b>	<b>(ft)</b>
Pleamar Máxima Registrada	0.800	2.625
Nivel de Pleamar Media Superior	0.423	1.388
Nivel de Pleamar Media	0.392	1.286
Nivel Medio del Mar	0.208	0.682
Nivel de Bajamar Media	0.000	0.000
Nivel de Bajamar Media Inferior	-0.101	-0.331
Bajamar Mínima Registrada	-0.870	-2.854
• Carrera de Marea Máxima	1.670	5.479
• Carrera de Marea Media	0.524	1.719
• Tipo de Marea	Mixta Diurna	
• Nivel de Referencia (Golfo de México)	NBM	
• Localización (Latitud / Longitud)	19°12'13' / 96°07'51'	

**Fuente:** Secretaría de Marina. Tablas Numéricas de Predicción de Mareas Golfo de México y Mar Caribe 2007.

La distribución del tamaño medio de los sedimentos, su grado de dispersión y el contenido de residuos insolubles en el SAV permiten sugerir que existe una fuerte corriente que entra desde el Sur entre los arrecifes **Isla de En medio y Anegada de Afuera**, aunque no se indica su magnitud ni persistencia. Las velocidades promedio registradas son: 40 cm/seg en Bahía Vergara, 35 cm/seg en la Anegada de Afuera, 37.5 cm/seg entre Isla Verde y la Anegada de Adentro y de 40 cm/seg entre Isla de Sacrificios y la costa.

### **CIRCULACIÓN COSTERA Y PATRONES DE CORRIENTES.**

Otro de los fenómenos que actúan en la zona en estudio lo conforman las corrientes. Las corrientes cuando son importantes provocan un efecto de arrastre y deriva de una embarcación, similar al que pueden provocar los vientos. Esto debido a la gran

superficie de contacto que tiene una embarcación en su parte sumergida, con las corrientes.

Las corrientes en la zona fueron descritas por el método euleriano por Vázquez (1983), y por el método lagrangiano por Hernández (1995). En términos generales, se puede afirmar que la dirección de las corrientes en temporada de norte es hacia el Sureste, con excepción del canal entre Punta Mocambo y la Isla de Sacrificios, donde fluye en contra de la dirección del viento, tal vez debido a acumulación de masas de agua en la Bahía de Mocambo, que impiden su libre flujo hacia el Sur. En otras épocas del año, e incluso en época de nortes, cuando el aire no sopla del norte, la dirección de las corrientes se mantiene siguiendo el contorno de la costa del Golfo de México hacia el Noroeste. Las velocidades promedio registradas son: 40 cm/seg en Bahía Vergara, 35 cm/seg en la Anegada de Afuera, 37.5 cm/seg entre Isla Verde y la Anegada de Adentro y de 40 cm/seg entre Isla de Sacrificios y la costa.

El análisis de corrientes en la zona, se basó en los datos del Atlas Oceanográfico del Golfo de México y Mar Caribe, en su sección I correspondiente a mareas y corrientes (Secretaría de Marina). Estos datos, referidos en la Tabla 4.6 y Tabla 4.7, se muestran el comportamiento zonal de las corrientes durante períodos característicos estacionales, es decir, en verano y en invierno.

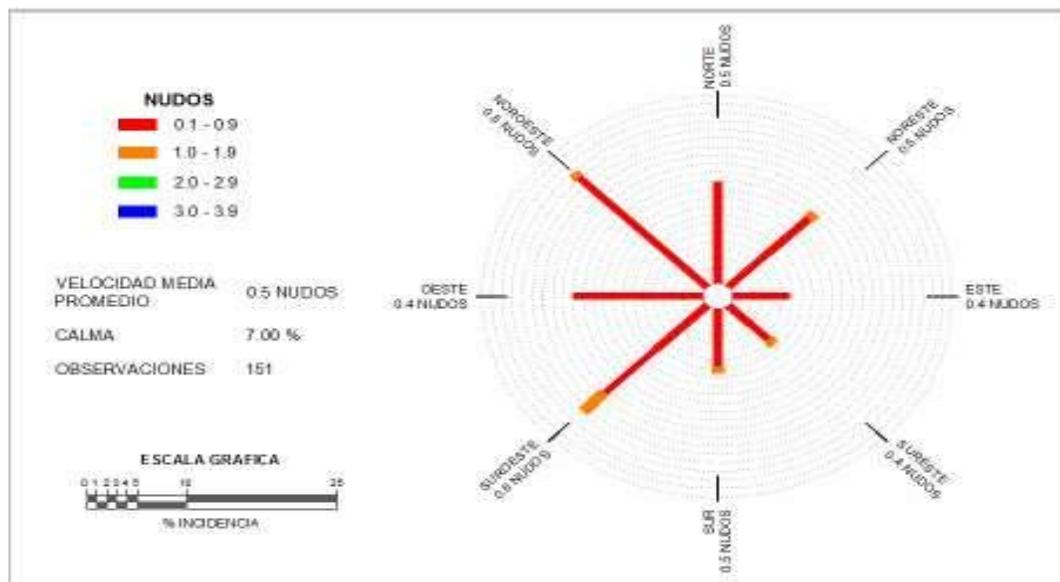
Con base en los datos de la distribución frecuencial de corrientes atendiendo a su magnitud fueron elaboradas las rosas de corrientes de la Figura 4.4 y la Figura 4.5

Como puede apreciarse, el comportamiento de las corrientes en ambos períodos resulta muy similar, ya que para el verano, su magnitud fluctúa en un rango de 0.5 a 0.6 nudos, predominantemente en dirección Noroeste, Oeste y Suroeste (18.88%, 12.95% y 17.50%), mientras que en invierno, la distribución se uniformiza en las mismas direcciones, con magnitudes entre 0.4 a 0.8 nudos. De esta revisión, las

corrientes superficiales no influirán significativamente en los parámetros de diseño dadas las magnitudes de velocidad registradas en la zona de proyecto.

**Tabla 4.6.** Corrientes Superficiales en Verano.

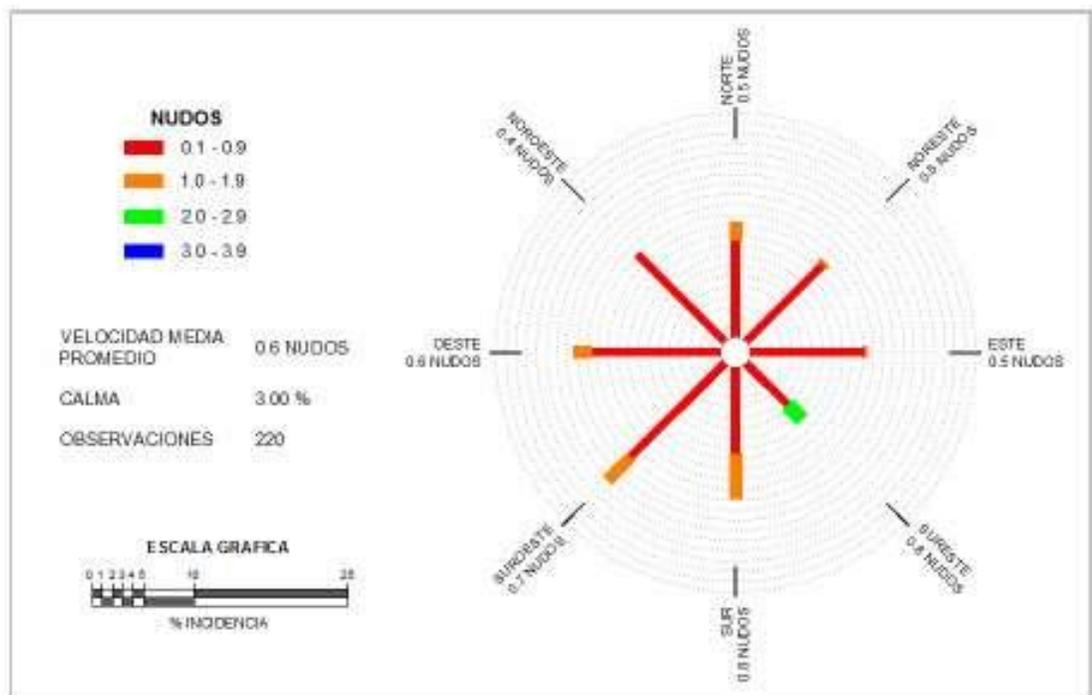
Dirección	Velocidad Media (m/s)	Frecuencia (%)		Frecuencia Total (%)
		Velocidad Media > 0.5 m/s	Velocidad Media > 1.0 m/s	
SW	0.30	14.50	3.00	17.50
W	0.20	12.95	0.00	12.95
NW	0.25	18.13	0.75	18.88
N	0.25	11.91	0.00	11.91
NE	0.25	11.39	0.75	12.14
E	0.20	5.70	0.00	5.70
SE	0.20	5.70	0.75	6.45
S	0.25	6.73	0.75	7.48
Calmas				7.00



**Figura 4. 4.** Rosa de Corrientes Superficiales. Registro Estacional Verano Secretaría de Marina. Atlas Oceanográfico del Golfo de México y Mar Caribe. Sección I: Mareas y Corrientes

**Tabla 4.7.** Corrientes Superficiales en Invierno.

Dirección	Velocidad Media (m/s)	Frecuencia (%)		Frecuencia Total (%)
		Velocidad Media > 0.5 m/s	Velocidad Media > 1.0 m/s	
SW	0.35	13.13	3.11	16.24
W	0.30	12.61	1.78	14.39
NW	0.20	12.08	0.00	12.08
N	0.25	9.46	1.78	11.23
NE	0.25	10.51	0.44	10.95
E	0.25	11.03	0.44	11.48
SE	0.40	5.78	2.00	7.78
S	0.40	8.41	4.44	12.85
Calmas				3.00

**Figura 4. 5.** Rosa de Corrientes Superficiales. Registro Estacional Invierno Secretaría de Marina. Atlas Oceanográfico del Golfo de México y Mar Caribe.

Sección I: Mareas y Corrientes

## IV.2 Diseño Hidráulico del Rompeolas

Las magnitudes de los parámetros que intervienen en la fijación de los niveles de piso de la plataforma de operaciones y patios de almacenamiento, así como los niveles de coronamiento máximo considerados fueron determinadas como a continuación se muestra:

$$N_c = N_{ad} + kA + f_c$$

$$N_{ad} = M_T + M_T$$

Donde:

$N_c$  = es el nivel de coronamiento mínimo (m)

$N_{ad}$  = es el nivel de aguas de diseño, compuesto por la suma de la marejada de tormenta y la marea astronómica (m)

$k$  = es un coeficiente que afecta el alcance de la ola, en función del grado de salpique y rebase el oleaje sobre la corona del rompeolas. Para este caso,  $k = 1.00$

$A$  = es el alcance de la ola (m)

$f_c$  = es un factor de seguridad. Para este caso  $f_c = 0.20$  m

$M_T$  = es la marejada de tormenta, determinada como el rango de variación que existe entre el nivel de bajamar mínima registrada para el puerto de Progreso (tablas numéricas de predicción de mareas 1998, de la Dirección General de Oceanografía Naval de la Secretaría de Marina).

$M_T$  = es la marea astronómica e igual a 0.60 m

Para el caso de los patios de almacenamiento y la plataforma de operaciones, el nivel de piso fue definido considerando el mismo nivel de aguas de diseño ( $N_{ad} = 2.30$  m), más un bordo libre de 1.20 para evitar inundaciones en condiciones climatológicas reinantes.

### IV.3 Diseño Estructural del Rompeolas

Para realizar el diseño estructural de la sección transversal del rompeolas, fueron considerados el empleo de elementos prefabricados de concreto para la formación de la coraza del rompeolas, con resistencia  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$  y un peso volumétrico de  $2.3 \text{ t/m}^3$ , roca para la formación de la capa secundaria y núcleo con un peso volumétrico de  $2.1 \text{ t/m}^3$ , de acuerdo con la información geotécnica disponible. Además fueron considerados como parámetros de diseño, una altura de ola de  $4.25 \text{ m}$  y un periodo de  $9.2 \text{ seg}$ ; oleaje no rompiente, condiciones de oleaje relativamente uniformes en toda la longitud de la ampliación del rompeolas debido a que diferencia en el nivel de desplante no es significativa. El diseño fue realizado con base en las disposiciones señaladas en el "Shore Protection Manual", como se describe a continuación:

#### IV.3.1 Peso de Elementos de Coraza, Capa Secundaria y Núcleo

Se consideran básicamente dos secciones transversales, el morro del rompeolas con una longitud de  $30 \text{ m}$ , y el cuerpo del rompeolas que abarca el resto de la longitud de ampliación; dentro de la longitud del cuerpo se definirán diferentes tramos, los cuales estarán restringidos por la geometría necesaria en la corona para permitir la circulación de un determinado número de vehículos.

La determinación del peso de los elementos de coraza fue realizada mediante la fórmula de Hudson, presentada en el "Shore Protection Manual" y la cual estará definida por:

$$W = r H^3 / (K_d (S_s - 1)^3 / cota)$$

Donde:

$W$ = es el peso del elemento de coraza (ton)

$r$  = es el peso volumétrico del material que forma la coraza ( $\text{ton/m}^3$ )

$H$ = es la altura de ola de diseño (m)

$K_d$ = es un coeficiente de estabilidad que depende de la geometría y características físicas del elemento de la coraza, la forma de colocación y el ángulo de talud.

$S_s$ = es la relación existente entre el peso volumétrico de los elementos de coraza y el peso volumétrico del agua de mar.

$\alpha$ = es el ángulo que se forma entre la horizontal y el talud del rompeolas.

En el cuadro mostrado a continuación se presentan los resultados obtenidos al aplicar el procedimiento descrito, en dicho cálculo se considera un peso volumétrico de  $2.3 \text{ t/m}^3$  para el concreto y un coeficiente de estabilidad  $k_d= 6.5$  para los elementos de coraza (cubos ranurados) obtenidos con base a los resultados de estudio en modelo físico, realizados por el laboratorio de Hidráulica Marítima de la S.C.T.

El peso medio requerido para los elementos de capa secundaria y núcleos fue definido como  $W/10$  y  $W/100$ , siendo  $W$  el peso de los elementos de coraza para suponiendo que esta última se encuentra constituida por roca.

El cuadro que a continuación se muestra, presenta los pesos de las diferentes capas que constituyen al rompeolas en su primera aproximación de diseño.

Cuadro IV.2 Parámetros de la Sección Transversal

Variables	Sección	
	Morro	Cuerpo
H (m)	4.25	4.25
Kd (cubos)	6.50	6.50
Kd (rocas)	3.20	4.00
W coraza para cubos (ton)	10.40	10.40
W coraza para roca (ton)	29.90	23.90
W capas secundaria (ton)	2.99	2.39
W núcleo (ton)	0.30	0.24

### IV.3.2 Geometría Definitiva de la Corona

De acuerdo con el planteamiento general del proyecto, existirá una plataforma interior (lado protegido del rompeolas) a la elevación 3.5 m respecto al nivel de bajamar media (N.B.M.) que conformara la terminal portuaria; la elevación de la corona en el interior de la prolongación del rompeolas será la elevación 3.5 m.

Por otro lado en el diseño hidráulico se definió que la máxima sobreelevación que puede alcanzar el oleaje en su condición crítica corresponde a la elevación 7.2 m, incluyendo ya el efecto de lamido de la ola y un bordo libre para evitar el rebase, de este modo queda definida la mínima sobreelevación a la cual deberá colocarse la coraza del rompeolas del lado del mar.

El ancho libre de la corona del rompeolas se encuentra condicionado, en este caso por el espacio necesario para alojar un andador de peatones. Se considero de acuerdo con el “**Manual de Dimensionamiento Portuario**” un camión de 2.46 m de ancho con un espacio libre de 0.60 m a cada lado, con el cual se obtiene un ancho de galibo o carril de 3.66 m.

La sección del morro y el primer tramo inmediato a este no tiene condicionantes de espacio, por lo que en este caso únicamente se definió un ancho libre de vía de 5.0 m

con el fin de poder dar una circulación a un vehículo y facilitar las labores constructivas del rompeolas.

Bajo las consideraciones citadas, y de acuerdo con los resultados del inciso anterior, se ajustó la geometría definitiva de cada una de las secciones transversales para la ampliación del rompeolas, considerando como límites superior e inferior para los pesos de roca en capa secundaria y núcleo de  $1,680 < W < 3,900$  kg y  $7.50 < W < 300$  kg, respectivamente.

#### **IV.4 Diseño Estructural de Bordos**

Inicialmente se fijaron los parámetros que regirán en el diseño geométrico y estructural de los bordos, principalmente la corona del bordo del núcleo, fijándola a 2.5 m de elevación sobre el nivel de bajamar medio y con un ancho de corona de 5 m, básicamente por procesos constructivos, para permitir el libre paso de equipo y maquinaria durante el proceso constructivo.

##### **IV.4.1 Diseño de las Capas de Protección**

Las características de los elementos de coraza fueron definidas con el empleo de la fórmula de Hudson, como se mencionó con anterioridad, y considerando una altura de ola de diseño de 2.1m en la región menos protegida del límite del relleno, es decir, en la esquina de suroeste de la ampliación de la terminal y prolongándose 75m por cada lado. La demás longitud fue diseñada con una altura de ola de 1.5m. Los valores de altura de ola de diseño fueron definidos considerando los resultados del análisis de agitación dentro del puerto.

#### **IV.4.2. Geometría Definitiva de los Bordos**

Para establecer el diseño definitivo del bordo, se tomo como criterio el uniformizar dentro de lo posible las características de los materiales, definiéndose de la siguiente manera:

Para el núcleo, fue propuesta una capa uniforme en todo el perímetro externo, con límites gravimétricos definidos por los pesos máximos (5 a 15 kg).

En la capa secundaria, para el perímetro se utilizan rocas de 70 a 140 kg en tanto que para la esquina se compondrá de rocas con pesos entre 200 y 380 kg; los espesores son de 0.75 m y 1.0 m. respectivamente, mientras que para la coraza, el peso de la roca varía entre 800 y 1300 kg en el perímetro y de 2,150 y 3,600 kg en la esquina.

#### **IV.5 DISEÑO DE RELLENOS**

Considerando aspectos económicos y constructivos, para el relleno fue definida una primera capa de cimentación con material de todos los tamaños (en breña), desde el nivel del fondo y hasta una elevación de 0.50 metros sobre el N.B.M. El empleo de ese tipo de materiales está fundamentado además, en el poco control que se tiene sobre la colocación del material bajo el agua. Sin embargo se limito el contenido de materiales finos (menores de 1/40 pulgadas) a menos de 8% del total, a fin de evitar efectos de plasticidad que pudieran afectar la estructura.

Para efectos de diseño se puede suponer que el tamaño máximo de grano es de 0.25 pulgadas. En cuanto a límite superior p tamaño máximo de fragmentos, estos no deberán exceder a 75cm ó 30 pulgadas, ya que además de representar un riesgo

para el comportamiento del relleno, los fragmentos mayores pueden ser utilizados en la coraza del bordo en la capa secundaria del rompeolas.

Para la sub-base, la determinación de la granulometría fue realizada considerando que el relleno de material de apoyo debe sostener el material de sub-base. Lo anterior se logra empleando en el diseño las transiciones entre bordos y rellenos. El material de transición entre la base de apoyo y la sub-base fue revisada considerando los siguientes límites granulométricos:

**Material de Apoyo:** Diámetro mínimo: 0.25 pulg.

Diámetro máximo: 30.0 pulg.

Finalmente el límite inferior de la sub-base fue fijado en 4 pulg. de diámetro y los rangos granulométricos de cada capa quedan como a continuación:

**Material de Apoyo:** Diámetro mínimo: 0.25 pulg.

Diámetro máximo: 30 pulg.

**Sub- base:** Diámetro mínimo: 4 pulg.

Diámetro máximo: 7 pulg.

**Base:** Diámetro mínimo: 0.50 pulg.

Diámetro máximo: 2 pulg.

## **CAPÍTULO V**

### **PROCESO CONSTRUCTIVO**

Para la construcción cualquier obra de ingeniería es necesario conocer las características tanto de la naturaleza y complejidad de la obra, así como las condiciones del lugar donde se realizaran los trabajos, esto con la finalidad de llevar a cabo la selección del material y equipo adecuado en cada una de las etapas del proceso constructivo lo cual representa un mayor o menor rendimiento en los equipos, repercutiendo esto en costos de operación así como en atrasos en la ejecución de los trabajos.

En el caso de la construcción de rompeolas de selecciono el equipo de acuerdo a las etapas constructivas del mismo desde el acondicionamiento de caminos de acceso hasta la colocación del último cubo del rompeolas. Por esa razón hemos clasificado dichas etapas como a continuación se describe y que finalmente fue el procedimiento constructivo que se llevo a cabo la construcción del rompeolas, bordos y rellenos.

## V.1 BANCO DE MATERIAL

***Elección del banco:*** como ya se menciona para la construcción del rompeolas fue necesario contar con roca natural como material de enrocamiento, la cual contó con las características especificadas en el proyecto. Para considerar si un banco de materiales es o no el adecuado, se debe tomar en cuenta la disponibilidad y cantidad necesaria para satisfacer el proyecto, sin olvidar evaluar las características de densidad, durabilidad y tamaño de los fragmentos, generalmente este tipo de bancos podemos encontrarlos en áreas montañosas.

Se seleccionaron dos bancos de material para obtener la piedra para relleno y construcción de la escollera y terraplenes. El primero de ellos se le conoce como “Banco Limones” y es el más cercano al sitio del proyecto, se localiza a los 19° 08’ 17” de latitud Norte y a 96° 10’ 31” longitud Oeste, a 38 km al Sur Suroeste de la obra.

El segundo sitio será el “Banco Chichicaxtle”, localizado a los 19° 20’ 46” de latitud Norte y a 96° 26’ 30” longitud Oeste, a 57 km al Oeste de la obra. La arena será utilizada principalmente para relleno y se obtendrá del banco conocido como “Campo de Golf”, localizado a los 19° 13’ 03” de latitud Norte y a 96° 12’ 18” longitud Oeste, a 18 Km al Nor Noroeste de la obra.

Todo el material será transportado en camiones de volteo de 6 m<sup>3</sup> de capacidad

## V.2 SUMINISTRO DE ROCA EN CUERPO DE ROMPEOLAS

### V.2.1 Piedra natural para estructuración de Rompeolas de la Marina Veramar y la protección temporal para el relleno en la zona comercial.

Especificación	Conceptos	Descripción	Unidad
Suministro y colocación de roca para estructuración de núcleo, capa secundaria y coraza del Rompeolas de la Marina de Veramar, así como de la protección temporal para el relleno en la zona comercial.	OP001, OP002 y OP003	Suministro y colocación de roca para estructuración de núcleo, capa secundaria y coraza del Rompeolas de la Marina de Veramar, así como de la protección temporal para el relleno en la zona comercial. Incluye: transporte, exploración de banco, carga, acarreos, descarga, colocación, almacenamiento, carga por bascula, materiales, mano de obra, herramientas, equipo, maniobras y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos. P. U. O. T.	t

#### V.2.1.1 Descripción y alcances de la especificación.

Por este concepto de trabajo, la Contratista realizará las acciones asociadas a la explotación, transporte y colocación de material pétreo para formar el Rompeolas de la Marina Veramar (núcleo, capa secundaria y coraza) y de la protección temporal para el relleno en la zona comercial. Para lo cual, además de lo señalado en estas especificaciones técnicas de construcción, la Contratista deberá cumplir lo estipulado en la normatividad vigente y aplicable, como lo es la N-CTR-PUE-1-01-007. Para la construcción del Rompeolas de la Marina Veramar se deberá tomar en consideración que la piedra natural que se empleará para el núcleo, capa secundaria y coraza, deberá tener los siguientes pesos: Núcleo piedra de 5 a 30 kg Capa secundaria piedra de 130 a 300 kg Coraza piedra de 500 a 700 kg Es importante señalar que la masa y los materiales pétreos que se utilicen en la construcción de las obras de protección cumplirán con lo establecido en el proyecto o lo aprobado por el Supervisor de Obra, serán elementos densos, resistentes y

durables y procederán de los bancos indicados en el proyecto conforme a la norma N-CTR-PUE-1-01-007.

#### **V.2.1.2 Datos informativos**

Las normas que deberán satisfacer las rocas naturales que se apliquen al proyecto, son las siguientes:

1. Resistencia a la compresión húmeda 150 kg/cm<sup>2</sup> (mínimo).
2. Resistencia a la compresión uniaxial, 150 Kg/cm<sup>2</sup> (mínimo).

3. Resistencia a la compresión en estado húmedo aplicándola paralelamente a los planos de formación cuando los haya 150 kg/cm<sup>2</sup> (mínimo).
4. Absorción en por ciento 4.0 (máxima).
5. Densidad 2.2 (mínimo).
6. Resistencia al intemperismo acelerado (sanidad), por ciento de pérdida en peso 10 (máximo).
7. Resistencia al desgaste determinado por la prueba de los ángeles en por ciento 35 (máxima).
8. La determinación de potencial de las zonas rocosas que indique el proyecto a fin de comprobar si satisfacen los requerimientos establecidos.

### V.3 FABRICACIÓN DE ELEMENTOS PREFABRICADOS DE CONCRETO EN CORAZA DE ROMPEOLAS

#### V.3.1 Fabricación de cubos de concreto.

Especificación	Conceptos	Descripción	Unidad
Fabricación de cubos de concreto de 1.38 y 6.29 toneladas para la coraza del Rompeolas de la Marina Veramar	OP009 y OP010	Fabricación de cubos ranurados de concreto, con un f'c de 250 kg/cm <sup>2</sup> y peso volumétrico de 2.2 ton/m <sup>3</sup> con revenimiento de entre 5 y 10 cm, para la estructuración del Rompeolas de la Marina Veramar. Incluye: suministro de concreto, pruebas de laboratorio, fabricación, maniobras, control de temperatura de concreto, vaciado, bombeo, vibrado, curado, limpieza y arreglo de área de trabajo al término del colado, herramienta, mano de obra, equipo, así como todos los cargos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos. P. U. O. T.	Pza.

#### V.3.1.1 Descripción y alcances de la especificación.

La fabricación de cubos de concreto de 1.38 y 6.29 toneladas para la construcción del Rompeolas de la Marina Veramar, incluye: suministro de concreto con las características, peso volumétrico y resistencia señaladas en los planos de proyecto, acondicionamiento de mesas de colado, colado, control de calidad, aditivos, curado, pruebas, almacenamiento en patios de acopio, desperdicios, mano de obra, herramientas, equipo y maniobras en general para asegurar la correcta ejecución del concepto.

Aplica en general los conceptos de la especificación del concreto, N·CTR·PUE·1·02·003/06, así como los siguientes conceptos particulares. Para el desarrollo de estos trabajos se debe tomar en cuenta:

**i)Características de los Cubos.**

Cubo ranurado de concreto resistente a sulfatos para estructurar capa de coraza en la zona del cuerpo del rompeolas, 0.96 m x 0.90 m x 0.84 m con peso de 1.38 toneladas por pieza, peso volumétrico de 2.2 ton/m<sup>3</sup> con revenimiento de entre 5 y 10 cm. Cubo ranurado de concreto resistente a sulfatos para estructurar capa de coraza en la zona del morro del rompeolas, 1.58 m x 1.48 m x 1.38 m con peso de 6.29 toneladas por pieza, peso volumétrico de 2.2 ton/m<sup>3</sup> con revenimiento de entre 5 y 10 cm.

**ii)Fabricación del Concreto.**

El material que utilizará la Contratista para la elaboración de los elementos prefabricados será concreto y tendrá una resistencia de  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup> mínima a los 28 días de edad, para lo cual usará cemento Portland Tipo II CPO 30 RS (resistente a sulfatos). La Contratista deberá verificar la dosificación a utilizar para la elaboración del concreto que se indica en planos de proyecto, para cumplir con las especificaciones en cuanto a peso y resistencia de los elementos prefabricados de acuerdo a proyecto. Para llevar a cabo el control de calidad del concreto para la fabricación de los cubos, la Contratista deberá considerar lo siguiente:

**iii) Resistencia a la compresión.**

Para el control de calidad del concreto el Supervisor de Obra, verificará que se cumpla con el control de calidad del concreto indicado en los planos de proyecto. La Contratista deberá proporcionar al Supervisor de Obra, el volumen de concreto

necesario para que conjuntamente se verifiquen las pruebas de resistencia a la compresión; para lo cual, la Contratista tomara en cuenta las muestras indicadas en el Capítulo 01.02.26 del Libro 3 de las Normas de Construcción e Instalaciones de la SCT. El Supervisor de Obra, conjuntamente con la Contratista deberá obtener cuatro cilindros de prueba en cada muestreo, para su tronado a los 7, 14, y 28 días; en el último caso se tronarán 2 cilindros. El Supervisor de Obra, conjuntamente con la Contratista deberá pesar los cilindros de 28 días para obtener el peso volumétrico del concreto fraguado, el cual deberá ser como mínimo de 2.20 t/m<sup>3</sup> y deberá tener una resistencia mínima de  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>.

#### **iiii) Revenimiento.**

El revenimiento del concreto será de entre 5 y 10 cm. El Supervisor de Obra, conjuntamente con la Contratista deberá hacer mediciones del concreto fabricado, para lo cual deberán obtenerse muestras al inicio del vaciado del primer metro cúbico del concreto y al final, en el último metro cúbico, durante las etapas de colado; para lo cual la Contratista deberá tener en la obra el número suficiente de conos.

#### **iiii) Peso volumétrico del Concreto.**

El Supervisor de Obra, conjuntamente con la Contratista deberá realizar dos pruebas para cada día de colado: en el colado de la primera pieza y en el de la última. El Supervisor de Obra, conjuntamente con la Contratista deberá establecer correlaciones de pesos volumétricos entre el concreto fresco y el concreto fraguado, a fin de controlar desde la fabricación el peso volumétrico estipulado en proyecto (2.20 t/m<sup>3</sup>).

La Contratista deberá utilizar el tipo de cemento indicado en proyecto así como la relación de agua/cemento y, en su caso, aditivos y en general la dosificación de

agregado; en consecuencia deberá especificar marcas, dosificaciones, bancos de materiales y todo lo necesario para cumplir con el peso volumétrico estipulado de 2.20 t/ m<sup>3</sup>. El Supervisor de Obra, deberá llevar a cabo la verificación de las pruebas de laboratorio hechas por la Contratista antes de que ésta última inicie los colados, esto con la finalidad de confirmar que las mezclas de concreto propuestas, cumplan con las especificaciones de proyecto en cuanto a resistencia a la compresión y peso volumétrico. Si los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio analizadas no cumplen con los requerimientos del proyecto, será motivo suficiente para que el Supervisor de Obra, ordene el retiro de dicha mezcla sin que por ello la Contratista reciba pago alguno.

La Contratista contratará su propio laboratorio para efectuar las pruebas de control de calidad del concreto, el costo de esta actividad debe ser con cargo a sus indirectos. Los cilindros que contengan las pruebas deberán estar perfectamente identificados por número, fecha y elementos colados.

#### **V. 4. Acarreo y colocación de elementos prefabricados de concreto.**

<b>Especificación</b>	<b>Conceptos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>
Acarreo y colocación de elementos Prefabricados tipo cubos de concreto	OP011 y OP012	Acarreo y colocación de elementos prefabricados tipo cubos de concreto de elementos prefabricados. Incluye: carga, maniobras, permisos, acomodo, acarreo, herramienta, control topo-batimétrico, mano de obra, equipo, así como todos los cargos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos. P. U. O. T.	Pza.

#### **V.4.1 Descripción y alcances de la especificación.**

Por este concepto de trabajo, la contratista deberá considerar el acarreo y la colocación de elementos de concreto prefabricados, del patio de almacenamiento al sitio de colocación definitiva en el Rompeolas de la Marina Veramar. Los vehículos para el acarreo de los elementos deberán tener la capacidad adecuada para la correcta realización de los trabajos. El Supervisor de la Obra indicará a la Contratista las zonas de trabajo y las vialidades por las cuales deberán circular sus equipos, esto, con el propósito fundamental de no obstruir las operaciones y el tráfico que de manera continua se presenta en el recinto portuario. Para la realización de estos trabajos la Contratista propondrá el equipo de carga y la capacidad de los vehículos que realizaran el acarreo. Además, deberá cumplir con lo señalado en la norma N-CTR-PUE-1-02-003/06

##### **i) Transporte.**

Cuando el transporte de los elementos prefabricados se haga por tierra, serán depositados en patios de descarga o de almacenamiento en la obra, o directamente en el lugar donde se ubique la estructura, según sea el caso. Cuando el transporte de los materiales o de los elementos prefabricados se haga por carretera, el Contratista gestionará con las autoridades correspondientes la autorización para circular por ellas, teniendo en cuenta la masa máxima del vehículo que podrá transitar sobre el camino por recorrer.

En el caso del transporte por agua, el Contratista será responsable de ubicar, obtener la autorización de la autoridad competente y construir o acondicionar el muelle e instalaciones que se requieran, y contará con el equipo necesario para embarcar el material o los elementos prefabricados en barcazas o chalanas y, en su caso, para su desembarque y almacenamiento en la obra.

El transporte por agua y la colocación en la obra de los elementos prefabricados, se suspenderán si se presenta lluvia, viento u oleaje extremos, que pongan en riesgo la seguridad del personal y del equipo de construcción durante esas operaciones.

La colocación de elementos prefabricados para la construcción del Rompeolas de la Marina Veramar, incluye: obras auxiliares; carga en la zona de almacenamiento; transporte del elemento al sitio de colocación; trazos y referencias; elaboración de planos con secciones a cada 10 m de distancia; buzos en caso de requerirse; colocación del elemento de acuerdo a líneas y niveles de proyecto; retiro de obras auxiliares, consumibles y maniobras; todos los materiales, mano de obra, equipo adecuado, herramientas y todos los cargos; correspondientes para la correcta ejecución de los trabajos por unidad de obra terminada; la colocación debe realizarse como sigue:

**ii) Para cubos de concreto la colocación podrá ser a al azar.**

Una vez fabricados los elementos de concreto, se procede a realizar las actividades de carga de piezas para efectuar el acarreo a la zona de colocación de acuerdo al proyecto, esto es: primero se estructuraran las capas interiores con material pétreo y finalmente se colocarán las piezas de concreto de la capa de coraza y en los sitios señalados en los planos de proyecto. Durante todo el desarrollo de estos trabajos se contará con una cuadrilla de topografía la cual inspeccionara que la colocación de las piezas de concreto sea de acuerdo a lo indicado en proyecto; así como también se contará con una cuadrilla de buzos que verificara la colocación correcta de las piezas.

El patio de almacenamiento inmediato a la obra será seleccionando de común acuerdo entre la Contratista y el Supervisor de Obra. El costo por acondicionamiento será a cargo de la Contratista. El equipo que utilice la Contratista será el adecuado para la carga y acarreo de las piezas, el cual será indicado en su propuesta de

acuerdo al procedimiento constructivo seleccionado. Si durante la fase de carga, acarreo y colocación, alguna de las piezas llegara a fracturarse, la empresa Contratista deberá reponer dicha pieza sin costo alguno para la Entidad en caso contrario se hará una deductiva igual al costo de la pieza. El elemento dañado deberá ser retirado y puesto en el sitio que indique el Supervisor de Obra.

El método constructivo que se use será el propuesto por la Contratista y aprobado por la Entidad sin que este hecho releve al Contratista de su responsabilidad para llevar a buen término la construcción de la obra en cuestión. El manejo y colocación de los elementos prefabricados se hará con el equipo que la Contratista indique en su propuesta el cual deberá ser adecuado para esta actividad. Los elementos para coraza deberán colocarse a partir del pie del talud, hasta llegar a la corona. En la formación de los taludes, el acomodo se hará con grúa o con otro equipo que garantice su correcta realización. Dicha colocación deberá efectuarse de acuerdo con el proyecto, para que haya una buena trabazón entre ellos, para lo cual la Contratista en su propuesta deberá de presentar la metodología que utilizará para la colocación.

La colocación de cada uno de los elementos prefabricados deberá ser avalada por escrito por el Supervisor de Obra, en donde indique que la pieza fue colocada sin ninguna fractura a líneas y niveles de proyecto y a su entera satisfacción. En caso de que alguna pieza quede fuera de líneas y niveles de proyecto se hará la deductiva de acuerdo al volumen faltante y la Contratista deberá colocar las piezas en la sección que se detecte el faltante.

### **iii) Colocación y Consideraciones de los Cubos de Concreto.**

La colocación de los elementos precolados de concreto para construir la obra de protección, se podrá realizar desde tierra. Los elementos precolados se colocarán de acuerdo con el trazo y niveles indicados en el proyecto, mediante la utilización de una grúa equipada con garras de dos o más dedos o con los aditamentos necesarios para izarlos y colocarlos. Los elementos precolados se colocarán a partir del pie del talud, hasta la corona o la cota que se establezca en el proyecto, acomodándolos de acuerdo con el proyecto, para que se garantice una buena trabazón entre ellos. Durante la colocación de los elementos precolados de concreto y con el propósito de no provocar su rotura, se evitará que éstos caigan libremente sobre el material o sobre los elementos de la capa subyacente.

Los elementos que sufran algún tipo de daño estructural durante el proceso de colocación, serán retirados y sustituidos por cuenta y costo del Contratista. Los atrasos en el programa de ejecución, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista. Si la capa secundaria de la obra de protección se construye con elementos precolados de concreto, antes de iniciar la construcción de un nuevo tramo, se construirá la coraza del tramo anterior, acomodando los elementos precolados correspondientes de acuerdo con el trazo y niveles indicados en el proyecto. Durante el proceso constructivo, cuando la obra se realice desde tierra, la corona de la capa secundaria o, en su caso, si así lo aprueba la Entidad, del núcleo, podrá emplearse como camino de trabajo, mediante la construcción de una capa de rodadura y, de tramo en tramo, de retornos para facilitar las maniobras del equipo de construcción, considerando que el ancho de la corona ha de permitir siempre la circulación adecuada de los camiones de volteo fuera de carretera, construyendo, en caso necesario, ampliaciones para el cruce de dos camiones o de un camión con una grúa. Cuando la corona del núcleo o, en su caso, de la capa secundaria, se utilice como camino de trabajo su elevación durante la etapa de construcción será por lo menos de uno punto cincuenta (1.50) metros sobre el nivel

de marea alta, para reducir el efecto de las rociones producidos por el oleaje. Cuando se requiera la colocación de un parapeto o muro deflector para evitar el paso de oleajes extraordinarios sobre la estructura, se harán las provisiones necesarias de espacio para la operación de los equipos requeridos para su construcción, ya sea con elementos precolados o colado en el sitio, según se haya indicado en el proyecto.

### **iii)Aceptación.**

Se verificará que los elementos precolados de concreto hayan sido colocados conforme a lo establecido en el proyecto o aprobado por la Entidad. Que el alineamiento, perfiles y secciones de la coraza, construida con los elementos prefabricados de concreto, cumplan con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Entidad, con las siguientes tolerancias:

1. Para la coraza, con una tolerancia en más, en la altura de coronamiento, equivalente a la mitad del tamaño medio de los elementos precolados de concreto, para lo que se hará el levantamiento de secciones topográficas en las estaciones cerradas a cada diez (10) metros y en estaciones singulares, como las de inicio y término de curvas, entre otras.

Para esta actividad, la Contratista deberá considerar la magnitud de los cargos por concepto de carga y acarreo del material, tiempo perdido de los vehículos entre carga y trayecto; depreciación y demás cargos derivados del uso del equipo y herramienta, accesorios, combustibles, lubricantes, maniobras y operación, señalización, conservación y limpieza del camino; señalamientos, obras de desvío y auxiliares; agua para riego de las áreas de circulación en tercerías, señalización de áreas de maniobras en caso de transporte marítimo, mismos cuyo costo deberá incluir en su análisis de precios unitarios, ya que la Entidad no hará ningún pago

adicional por este concepto. Asimismo, se señala que la Entidad no reprogramará actividades a causa de retrasos imputables a la Contratista.

La Contratista al elaborar su propuesta, deberá considerar las características del medio físico y las condiciones meteorológicas que imperan en la región, mismos cuyo costo deberá incluir en su análisis de precios unitarios, ya que la Entidad no hará ningún pago adicional por este concepto. Asimismo, se señala que la Entidad no reprogramará actividades a causa de retrasos imputables a la Contratista.

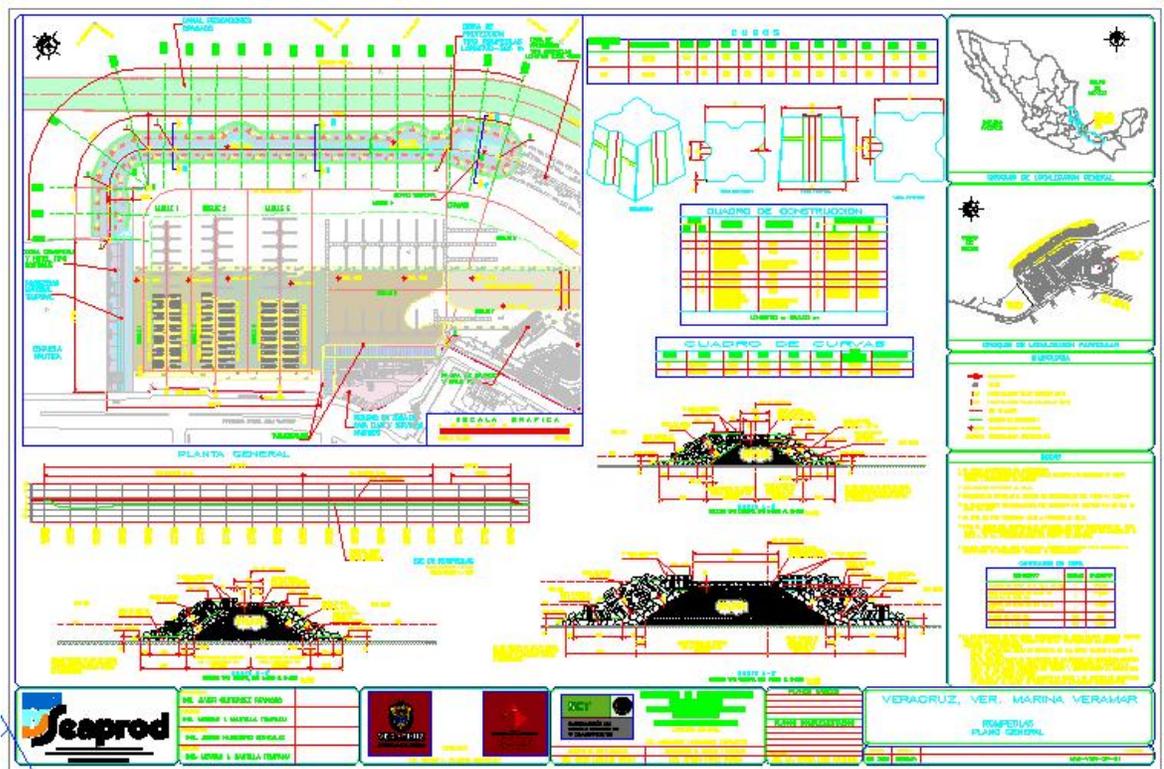
En caso de accidentes y/o daños a terceros, imputables a la Contratista, ésta será la única responsable, debiendo hacer las reparaciones necesarias por su cuenta y cargo, tomando en consideración que cualquier atraso causado por incumplimiento en las actividades, será de su exclusiva responsabilidad y no obliga a la Entidad a reprogramar los trabajos.

El Contratista deberá considerar en su propuesta los cargos asociados a todos los tiempos perdidos por el personal y vehículos tanto en el área terrestre como en el ámbito marítimo, durante las operaciones asociadas a la ejecución del presente concepto de trabajo, ya que la Entidad no hará ningún pago adicional por este concepto ni reconocerá tiempos muertos para la ejecución.

Tanto el procedimiento de ejecución como los equipos que pretenda utilizar el Contratista serán bajo su responsabilidad, pudiendo la Entidad, en cualquier momento cambiar tanto el procedimiento, como los equipo si estos no dan los resultados programados, sin reconocer cargo alguno por este concepto.

El Contratista será el único responsable de la correcta ejecución de los trabajos contratados. La reposición de la obra dañada o mal ejecutada, por causas imputables al Contratista, será por cuenta de él mismo y se ejecutará a satisfacción de la Entidad. El Contratista deberá contar con equipo adecuado para la realización

de los trabajos, así mismo, para la identificación del personal deberá tramitarse con oportunidad la credencial de cada uno de los trabajadores.



Plano de Colocación de la Escollera

### V.4.2 EQUIPO UTILIZADO.

**Tabla 11.** Equipo y Maquinaria que Será Utilizada en cada una de las Etapas del Proyecto de la Marina Veracruz.

Equipo	Etapa	Cantidad	Tiempo Empleado en la Obra	Horas de Trabajo Diario	Decibeles Emitidos
<b>Maquinaria Mayor</b>					
Pipa	Construcción	2	5 meses	8	88
Tractor	Construcción	2	4 meses	8	88
Grúa sobre Orugas	Construcción	2	4 meses	8	87
Cargador	Construcción	2	3 meses	8	88
Retroexcavadora	Construcción	2	3 meses	8	88
Vibro compactador	Construcción	1	1 mes	8	84
Martillo Hidráulico	Construcción	1	1 mes	8	70
Compresor	Construcción	1	5 meses	8	90
Dosificador de Concreto	Construcción	1	5 meses	8	88
Revolvedora	Construcción	3	5 meses	8	88
<b>Maquinaria Menor</b>					
Martillo Neumático	Construcción	3	1 mes	8	90
Planta Soldar	Construcción	2	3 meses	8	84
Vibrador Gasolina	Construcción	4	5 meses	8	90
<b>Vehículos</b>					
Camión de Volteo 6 m <sup>3</sup>	Construcción	20	8 meses	8	88
Camioneta pick-up	Construcción	3	8 meses	8	75
Camioneta 3 ton	Construcción	2	8 meses	8	78

1.- Fuentes: USEPA, 1974; MSHA 2001. Datos tabulados en forma genérica para equipos similares. En caso de que se tabulara un intervalo, se utilizó el valor 0.75 del extremo mayor. Valores en decibeles con ponderación A, medidos a distancias entre 0 y 15 m.

## **VI. CONCLUSIONES**

El análisis de los hallazgos que resultan de la Evaluación de los Impactos Ambientales posibles y probables del proyecto de construcción y operación de la Marina Veracruz, a ubicarse en el Puerto de Veracruz arroja las siguientes conclusiones:

- El proyecto ejecutivo cumple con los objetivos planteados por el promovente, ya que proporcionará instalaciones de primer nivel para beneficio de las actividades turísticas, recreativas y comerciales en la región.
- La opinión pública se ha visto muy favorable hacia la realización del presente proyecto, y opinan que en general les agradará la marina, siempre y cuando su presencia armonice con el entorno.
- La ejecución del proyecto, además, traerá beneficios colaterales para la reactivación e inclusión de otras actividades comerciales que se desarrollan actualmente en la zona.

- La operación de la Marina Veracruz no contraviene ningún ordenamiento ni reglamentación de uso de suelo o de cuerpos de agua, ni los lineamientos básicos y puntuales del Área Natural Protegida dentro de la cual será construida y operará.
- Muchos de los impactos ambientales que una marina típica genera podrán ser prevenidos utilizando buenas prácticas de operación y mantenimiento, tanto en la etapa de construcción como en la de operación.
- Algunos otros impactos potenciales pueden ser prevenidos mediante la implementación de campañas de capacitación continua al personal que operará la marina y de concientización enfocadas a los usuarios de la marina.
- La mayoría de los impactos ambientales que podrían ser ocasionados por la emisión de materia y/o energía en las etapas de construcción y operación pueden ser mitigados hasta niveles aceptables (dentro de norma) mediante la aplicación de dispositivos anticontaminantes, de los cuales se dan especificaciones en el cuerpo del documento.
- Como compensación por la construcción de la marina se obtendrá la desaparición de los drenajes que vierten aguas negras y pluviales en la dársena donde será construida la misma. A pesar de ser un proyecto independiente de la marina, la construcción de la misma acelerará las obras y se puede considerar un beneficio colateral del presente proyecto.
- El proyecto se considera ambientalmente viable siempre y cuando sean aplicadas las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos posibles y probables identificados para el presente proyecto.

## **VII. GLOSARIO**

A continuación se ofrecen algunas definiciones de los conceptos técnicos utilizados en el presente documento. Las fuentes de los que se derivan estas definiciones son variadas, y en su mayoría tomadas de documentos especializados más que de diccionarios o tesauros.

### **BENTOS.**

La parte del medio asociada con el fondo marino. Los organismos del bentos pasan la mayor parte de su ciclo de vida en o directamente asociados con el fondo marino y sus movimiento son muy restringidos o son definitivamente fijos.

### **BIOINCRUSTACIÓN.**

Grupo de organismos del bentos que forman una costra viva sobre las superficies en las cuales se adhieren. Generalmente una bioincrustación madura en aguas tropicales contiene grandes cantidades de carbonato de calcio

**BOYA.**

Estructura flotante hecha de varios tipos de materiales, que se encuentra anclada al fondo. Sirve para señalar, según su color o forma, diversos accidentes a la navegación.

**CALADO.**

Profundidad mínima que debe haber para que una embarcación determinada pueda navegar. Cada tipo y tamaño de embarcación “cala” o tiene un calado diferente.

**DRAGADO.**

Remoción por diversas técnicas del sedimento que se encuentra en el fondo de un cuerpo de agua con la finalidad de facilitar el fluir de esta o para incrementar la profundidad.

**EMBARCACIÓN MENOR.**

Embarcación recreativa o de trabajo que cuenta con pocas comodidades y menor capacidad que un yate o una embarcación menor. Por ejemplo puede tener motor dentro o fuera de borda, pero no dar cabida a más de 10 pasajeros.

**ESCURRIMIENTO PLUVIAL.**

El agua de lluvia que, después de caer sobre una superficie y lavar la suciedad que se encuentra sobre esta, va a parar a un cuerpo de agua receptor.

**ESLORA.**

Medida longitudinal de una embarcación. 299

**FARO.**

Fuente de luz intermitente, que se encuentra elevada sobre el nivel del mar, y que sirve para marcar sitios peligrosos para la navegación y como referencia.

**ROMPEOLAS.**

Estructura artificial construida con el objetivo de absorber o reflejar la energía del oleaje para generar un área de aguas más tranquilas.

**MARINA.**

Sitio destinado a resguardar embarcaciones menores, principalmente de tipo deportivo o recreativo.

**MORRO.**

La "cabeza o parte terminal de un rompeolas. Generalmente es más ancho que el cuerpo del rompeolas, y tiene rocas o componentes estructurales más pesados que el mencionado cuerpo.

**MUELLE.**

Atracadero para embarcaciones

**NECTON.**

Organismos acuáticos que viven en la columna de agua o sobre esta, y que pueden realizar movimientos horizontales y verticales significativos, en ocasiones en contra de la corriente y en ocasiones también en contra de gradientes de densidad. Los organismos del necton que viven relacionados con el fondo marino se denominan demersales, y los que no lo hacen se denominan pelágicos.

**PILOTE.**

Estructura construida de concreto, madera o acero que sostiene a los muelles por arriba del nivel del agua.

**PLANCTON.**

Organismos acuáticos, generalmente de tamaño pequeño, que viven en la columna de agua a la deriva de las corrientes, y sin un movimiento propio horizontal significativo. Los animales y vegetales del plancton son el zooplancton y el

fitoplancton, respectivamente. Algunas especies de zooplancton pueden realizar migraciones verticales importantes, generalmente impulsados por la pycnoclina, o frontera de densidad.

**SLIP.**

Muelle tipo flotante para embarcaciones menores

.

**TRANSPORTE LITORAL.**

Es la deriva de sedimentos no consolidados que ocurre a lo largo de la playa y a través de la playa gracias al movimiento generado por el oleaje. 300

**TRASEGAR (O TRASIEGO).**

Mover un líquido (por ejemplo combustible) de un recipiente a otro. En el caso de las embarcaciones menores es el llenado de sus tanques de combustible desde un recipiente mayor, usando manguera para ello.

**YATE.**

Embarcación recreativa que cuenta con ciertas características, como motor dentro de borda, cabina, instrumentos de navegación avanzada, y es apropiada para transportar más de 10 pasajeros.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

Anónimo. *Manual per Fer un Estudi D'impacte Ambiental*. Campanya Contra el Quarto Cinturó. Sitio web: <http://ccqc.pangea.org/cat/elquart/impacat.htm>

APHA/AWWA/WPCF, 1989. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. American Public Health Association/American Water Works Association/Water Pollution Control Federation.

Arenas, V. Y J. Vargas, 2000. *Programa de Manejo Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano*. Centro de Ecología y Pesquerías, Unidad de Investigaciones, Universidad Veracruzana (borrador).

Briggs, J.C. 1974. *Marine Zoogeography*. McGraw-Hill, New York. 475 pp.

Britton. J.C. and B. Morton, 1989. *Shore Ecology of the Gulf of México*. University of Texas Press, Austin, 387 pp.

Brüel & Kjær, 2000. *Environmental Noise*. Booklet, 69 pp.

Canter, L.W., 1997. *Manual de Evaluación del Impacto Ambiental*. McGraw-Hill, Madrid, 841

Carricart Ganivet, J. P. y A. U. Beltrán Torres, 1996. Consideraciones generales sobre el impacto ambiental en el Sistema Arrecifal Veracruzano. AvaCient en prensa.

Chávez E. y E. Hidalgo, 1988. Los arrecifes coralinos del caribe noroccidental y Golfo de México en el contexto socioeconómico. *An Inst Cienc del Mar y Limnol Univ Nal Auton México* 15: 167-176

Chávez, E., and J.W. Tunnel, 1993. Needs for management and conservation of the southern Gulf of México. *Proc. 8th Symp. Coastal and Ocean Manag.*, pp. 2040-2053.

Choucair, P.C., 1992. A Quantitative Survey of the Ichthyofauna of Arrecife de Enmedio, Veracruz, México. *Master's Degree Theses, Texas A & M University, Corpus Christi*, 59 pp.

Clifton, C.B., E.J.A. McCoy and L.T. Johnson, 1995. *Marina Pollution Prevention Manual*. University of California Cooperative Extension, County of San Diego Farm and Home Advisor Department, Sea Grant Extension Program, CUIMR-N-95-002-C3, 48 pp.

CONAPO, 2001. Índices de marginación, 2000. (Archivo de documento portátil o PDF por sus siglas en inglés).

Cózar-Angulo, C., A. del R. Ortega Navarro, P. Rodríguez Torres, G. J. Fuentes Capistrán, V. Vázquez Torres, J. M. Vargas Hernández, 2000. Lista florística de las principales especies de Isla Sacrificios, Veracruz, México. 1er. Cong. Nac. Arrec. Coral. Pág. 31

Dukes, M., 1997. *Best Management Practices for Delaware Boat Maintenance Facilities*. Dept. Nat. Res. & Environ. Control, Delaware Doc. 40-01/97/12/07, 30 pp.

ELASTEC/AMI, 2000. *Turbidity Curtains*. Elastec/American Marine Inc., 28 pp.

Emery, K.O., 1963. Estudios regionales de arrecifes coralinos en Veracruz, México. *Geofís. Int. México*. 3(1): 11-17

Farrel, T.M., C.F. D'Elia, L. Lubbers III and L.J. Pastor. 1983. Hermatypic coral diversity and reef zonation at Cayo Arcas, Campeche Gulf of México. *Atoll Res. Bull.* 270: 1-13.

Ferreira, J.G., 2002. Oceanus 2000. Versión 3.0. Software oceanográfico para cálculo de variables y constantes.

Fonseca, M.S., 1994. *A Guide to Planting Seagrasses in the Gulf of México*. Texas A&M University Sea Grant Publication no. 94-601, 26 pp.

Fosberg, F.R. 1962. A brief study of the cays of Arrecife Alacran, a Mexican atoll. *Atoll Res. Bull.* 93: 25 pp.

Freeland, G. 1971. Carbonate sediments in a terrigenous province: the reefs of Veracruz, México. *Ph.D. Dissertation. Rice University, Houston, Texas.* 253 pp.

Galt, D. and D. Hiller, 2000. *Soundkeeper Clean Boater Guide*. Long Island Sound Keeper Fund Inc., 30 pp.

GEV, 2000. Página web <http://www.veracruz.gob.mx>. Gobierno del Estado de Veracruz.

Glenn, P., 1999. *Hurricane Preparedness Guidelines for Georgia Marinas*. Savannah State University/The Georgia Marine Bussiness Association, 70 pp.

Goreau, T.F., 1959. The physiology of skeleton formation in corals. I. A method for measuring the rate of calcium deposition by corals under different conditions. *Biol. Bull.* , 166, 59-75.

Grasshoff, K., K. Kremling and M. Ehrhardt (editors), 1999. *Methods of Seawater Analysis*. 3rd Edition, Wiley-VCH, Germany, 600 pp.

Gutiérrez, D., C. García, M. Lara y C. Padilla, 1993. Comparación de arrecifes coralinos: Veracruz y Quintana Roo. En Salazar, S. y N. González, editores: *Diversidad Marina y Costera de México*. CONABIO/CIQROO, México, pp. 787-806.

Henkel, D.H., 1982. Echinoderms of Enmedio Reef, Southwestern Gulf of México. *Master's Degree Theses, Texas A & M University, Corpus Christi*, 78 pp.

Hernández, C., 1990. *Determinación de la Dirección del Transporte Litoral por medio de la Variaciones de la Distribución del Tamaño de Grano de los Sedimentos en Veracruz, Ver.* Estación de Investigación Oceanográfica de Veracruz, Dirección General de Oceanografía Naval, Secretaría de Marina, México, 30 pp.

Hernández, C., 1995. *Reporte Técnico de Corrientes Marinas en la Zona Arrecifal Frente al Puerto de Veracruz, Ver.* Departamento de Oceanografía Atmosférica y Geofísica, Instituto de Investigación Oceanográfica del Golfo y Mar Caribe, Dirección General de Oceanografía Naval, Secretaría de Marina, México, 25 pp.

Horta-Puga, G., and J. P. Carricart-Ganivet. 1993. Corales pétreos recientes (Milleporina, Stylasterina y Scleractinia) de México. Pp. 64-78 in S. I. Salazar-Vallejo and N. E. González, editors. *Biodiversidad Marina y Costera de México*. CONABIO/CIQRO, México, D. F.

Huerta, M.L., M.L. Chávez y M.E. Sánchez, 1977. Algas marinas de la Isla de Enmedio, Veracruz. *Memorias del V Congreso Nacional de Oceanografía, Guaymas Son., México*, pp. 313-324.

INEGI, 1987a. *Carta Estatal de Climas, Veracruz*. escala 1:1'000,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

INEGI, 1987b. *Carta Geológica, Veracruz E14-3*. escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México, 2<sup>a</sup>. Impresión.

INEGI, 1987c. *Carta Estatal de Regionalización Fisiográfica, Veracruz*, escala 1:1'000,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

INEGI, 1987d. *Carta Estatal de Suelos, Veracruz*, escala 1:1'000,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

INEGI, 1987e. *Carta Estatal de Hidrología Superficial, Veracruz*, escala 1:1'000,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

INEGI, 1987f. *Carta Estatal de Hidrología Subterránea, Veracruz*, escala 1:1'000,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.  
INEGI, 1987G. *Carta Estatal de Vegetación y Uso Actual, Veracruz*, escala 1:1'000,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

INEGI, 1990a. *Climatología*. Guías para la Interpretación de la Cartografía, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México, 2ª. Reimpresión, 50 pp.

INEGI, 1990b. *Edafología*. Guías para la Interpretación de la Cartografía, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México, 2ª. Reimpresión, 50 pp.

INEGI, 1990c. *Hidrología*. Guías para la Interpretación de la Cartografía, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México, 2ª. Reimpresión, 50 pp.

INEGI, 1990d. *Uso del Suelo*. Guías para la Interpretación de la Cartografía, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México, 2ª. Reimpresión, 50 pp.

INEGI, 1997. Cuaderno Estadístico Municipal Boca del Río, Ver. Edición 1996. México, 131 pp.

INEGI, 1999. *Carta Topográfica Veracruz E14B49*, escala 1: 50,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México, 1ª. Reimpresión.

INEGI, 2001. *Sistema para la Consulta del Anuario Estadístico del Estado de Veracruz-Llave*, (SCAE). México. (Información digital).

INEGI, 2001. *Tabulados Básicos Nacionales y por Entidad Federativa. Base de Datos y Tabulados de la Muestra Censal. XII Censo General de Población y Vivienda, 2000*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

IUCN. 1988. *Coral Reefs of the World. Vol. 1. Atlantic and Eastern Pacific*. IUCN Conservation Monitoring Center (CMC), Cambridge, UK. 203-223.

JDAA, 1995. *Noise and Vibration Control*. Joint Departments of the Army and the Air Force Technical Manual TM 5-805-4/AFJMAN 32-1090, 149 pp.

Jernelov, A. and O. Linden, 1981. *Ixtoc 1: a case study of the world's largest oil spill*. *Ambio* 10(6): 299-306.

Lang, J., P. Alcolado, J.P. Carricart, M. Chiappone, A. Curran, P. Dustan, G. Gaudian, F. Geraldles, S. Gitting, R. Smith, J.W. Tunnel and J. Wiener, 1998. *Status of Coral Reefs in the Northern Areas of the Wider Caribbean*. pp. 123-134.

Lara, M., C. Padilla, C. García, and J. J. Espejel. 1992. Coral reef of Veracruz México I. Zonation and Community. *Proceedings of the Seventh International Coral Reef Symposium*, Guam 1:535-544.

Lehman, R.L. and J.W. Tunnel, 1992. Species composition and ecology of the macroalgae of Enmedio reef, Veracruz, México. *The Texas Journal of Science*, 44(4): 445-457.

Leopold, L.B. et al., 1971. *A procedure for evaluating environmental impact*. Circular 645, US Geological Survey, Washington, D.C., USA.

Lot-Helgueras, A., 1971. Estudios sobre fanerógamas marinas en las cercanías de Veracruz, Ver. An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Bot. México. 42(1): 2-48.

Lowell, L., 1997. *Harbor Electrical Guidelines*. Alaska Department of Transportation and Public Facilities, 53 pp.

Luna, C, 1987. *70 Años de Datos Climáticos de la Ciudad de Veracruz, 1917-1986*. (Actualizado a 1992). H. Ayuntamiento de Veracruz, 41 pp.

Medellín, A. 1955. *Exploraciones en la Isla de Sacrificios*. Informe. Gobierno del Estado de Veracruz, Dirección General de Educación, Departamento de Antropología, Xalapa, Veracruz.

Metcalf & Eddie, Inc. (1991). *Wastewater Engineering*. 3rd. Edition, McGraw-Hill Book Co., N.Y.

Mercury, 2001. *Mercury MerCruiser-The Power of Innovation*. Mercury Marine Brochure, part # 90-11304-02.

Miliken, A.S. and V. Lee, 1990. *Pollution Impacts from Recreation Boating: A Bibliography and Summary Review*. NOAA, Rhode Island Sea Grant Publ. RIU-G-90-002, 26 pp.

Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. *Los tipos de vegetación de México y su clasificación*. Boletín de la Sociedad Botánica de México 28: 29-179.

Morelock, J. and Koenig, K.J. 1967. Terrigenous sedimentation in a shallow-water coral reef environment. *J. Sed. Petrol.* 37(4): 1001-1005.

MSHA, 1994. *Interpretation, Application and Guidelines on Enforcement Of 30CFR. Volume IV: Metal and Nonmetal Mines*. U.S. Department of Labor, Mine Safety and Health Administration, 9 pp.

National Imagery and Mapping Agency, 1998. *Punta del Morro to Barra de Tupilco. Carta batimétrica 28310, escala 1:300,000*, United States Government, U.S.A.

Nelson, T.J., T.L. Stinett and J.W. Tunnel, 1988. Quantitative assessment of an unusually dense octocoral community in the southwestern Gulf of México. Proc. 6th. Intl. Coral Reef Symp., Australia, (2):791-796.

Nixon, S.N., C.A. Oviatt, and S.L. Northby, 1973. *Ecology of Small Boat Marinas*. Marine Technical Report Series no. 5, University of Rhode Island, 20 pp.

NOAA. 1976. *Coastal Facility Guidelines: A Methodology for Development with Environmental Case Studies On Marinas and Power Plants*. U.S. Dept. of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration Working Paper.

PEMEX, 1987. *Evaluación de los corales escleractinios del Sistema Arrecifal de Veracruz*. PEMEX –Sria de Mar. México. 119 pp.

Pitt Penn, 2000. *Pitt Penn Premium Motor Oil SAE 10W40 API SJ Material Safety Data Sheet*. 4 pp.

Rau, J.G., and D.C. Wooten, 1980. *Environmental Impact Analysis Handbook*. McGraw-Hill Gook Co., N.Y.

Rice, S.A., 1984. *Effects of Suspended Sediment and Burial Upon Survival and Growth of Eastern Gulf of México Corals*. Camp Dresser & McKee, Inc., Mote Marine Laboratory Technical Report no 87, 58 pp.

Ricono, N.A., 1999. *Seasonal water quality impacts of riverine and coastal waters on coral reefs of Veracruz, México*. Master's Degree Theses, Texas A & M University, Corpus Christi, 49 pp.

Ruiz, S.C., Zepeda, P.P. FIDENA Torres, J.S., Muriel, C.L., Morales, M.A., 1999. *La educación náutica mercante nacional*, FIDENA, México

Santiago, V. 1967. *Estudio taxonómico y algunos aspectos ecológicos sobre las madreporas (Coelenterata: Hexacoralia) del arrecife "La Blanquilla", Veracruz, México*. B.Sc. Tesis. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 103 pp

Secretaría de Desarrollo Social, 2000. *México 2020, Un Enfoque Territorial del Desarrollo; Vertiente Urbana*. SEDESOL/Colegio de Arquitectos de la Ciudad de México, A.C., 100 pp. (Archivo de documento portátil o PDF por sus siglas en inglés).

Secretaría de Marina, 1991. *Propuesta Parque Marino Nacional "Chalchicueye"*. Dirección General de Oceanografía Naval, Secretaría de Marina, México, 129 pp.

Secretaría de Marina, 1997. *Fondeadero Antón Lizardo. Carta batimétrica SM 825*, escala 1:25,000, Dirección General de Oceanografía Naval, México. (Versión digitalizada).

Secretaría de Marina, 1997. *Veracruz a Puerto de Alvarado. Carta batimétrica SM 822*, escala 1:60,000, Dirección General de Oceanografía Naval, México. (Versión digitalizada).

Secretaría de Marina, 1999. *Puerto de Veracruz. Carta batimétrica SM 824*, escala 1:7,500, Dirección General de Oceanografía Naval, México. (Versión digitalizada).

Secretaría de Marina, 2000. *Veracruz y Proximidades. Carta batimétrica SM 823*, escala 1:25,000, Dirección General de Oceanografía Naval, México. (Versión digitalizada).

Secretaría de Marina., 2000a. *Programa de manejo del Parque Marino Nacional "Sistema Arrecifal Veracruzano"*. México. 126 pp.

SCT, 2000. Página web <http://www.infoport.com.mx>. Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México

SEDUVER, 1998. *Actualización del Programa de Ordenamiento de la Zona Conurbada de los Municipios de Veracruz, Boca del Río, Medellín y Alvarado, Veracruz*. Secretaría de Desarrollo Urbano de Veracruz.

Siegel, S., 1986. *Estadística no Paramétrica*. 2ª Edición en Español, 10ª Reimpresión, Editorial Trillas, México, 344 pp.

Simmons, J.F., 1999. *A Guidebook for Marina Owners and Operators for the Installation and Operation of Sewage Pumpout Stations*. Commonwealth of Pennsylvania Fish and Boat Commission, Bureau of Boating and Education, 36 pp.

Servín, A., y A. Niembro, 1994. Zonas conurbadas del estado de Veracruz y la alteración de los ecosistemas. En Aceves, J.L. y A. Niembro, 1994 (Editores): *Ecología y Desarrollo Urbano*. Serie Problemática Ambiental en el Estado de Veracruz. Colegio Profesional de Biólogos del Estado de Veracruz, A.C. pp 41-45.

Strickland, J.D.H. and T.R. Parsons, 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Fish.Res.Board Can.* 167, 2nd Edition, 310 pp.

Sumich, J.L., 1976. *An Introduction to the Biology of Marine Life*. Wm. C. Brown Company Publishers, Iowa, 359 pp.

Sverdrup, H.U., M.W. Jonson and R.H. Flemming, 1942. *The Oceans*. Prentice-Hall, Inc., N.J., 1,086 pp.

Tunnel, J.W., 1985. Environmental stresses of the Veracruz coral reefs (southwestern Gulf of México). *Proc. 5th. Intl. Coral Reef Symp., Tahiti*, (2):384 (abstract).

Tunnel, J.W., 1988. Regional comparison of southwestern Gulf of México to Caribbean Sea coral reefs. *Proc. 6th. Intl. Coral Reef Symp., Australia*, (3):303-308.

Tunnel, J.W., 1992. Natural versus human impacts to southern Gulf of México coral reef resources. *Proc. 7th Intl. Coral Seef Symp., Guam*, (1): 300-305.

Tunnel, J.W., 1996. Driling for History. *Coral Reefs* 15: 176.

Tunnel, J.W. and T.J. Nelson, 1989. A high density-low diversity octocoral community in the southwestern Gulf of México. *Diving For Science*, 325-335.

USACE, 1983. *Dredging and Dredged Material Disposal*. U.S. Army Corps of Engineers, Engineer Manual 1110-2-5025, 132 pp.

USACE, 1984. *Hydraulic Design of Small Boat Harbors*. U.S. Army Corps of Engineers, Engineer Manual 1110-2-1615, 132 pp.

USACE, 1993. *Environmental Engineering for Small Boat Basins*. U.S. Army Corps of Engineers, Engineer Manual 1110-2-1206, 40 pp.

USEPA, 1974. *Information on Levels of Environmental Noise Requisite to Protect Public Health and Welfare with an Adequate Margin of Safety*. EPA/ONAC Publication no. 550/9-74-004

USEPA, 1991. *Nonroad Engine and Vehicle Emission Study-Report*. U.S. Environmental Protection Agency Document no. EPA-21A-2001, 120 pp.

USEPA, 1993. *Guidance Specifying Management Measures for Sources of Nonpoint Pollution in Coastal Waters*. Chapter 5: Management Measure for Marinas and Recreational Boating. US Environmental Protection Agency document no. EPA-840-B-93-001c.

USEPA, 1997. *Emission Standards Reference Guide for Heavy-Duty and Nonroad Engines*. U.S. Environmental Protection Agency Reference Guide 420-F-97-014, 16 pp.

USEPA/USACE, 1991. *Evaluation of Dredged Material Proposed for Ocean Disposal*. U.S. Environmental Protection Agency/U.S. Army Corps of Engineers Publication no. EPA503-8-91/001.

USEPA/USACE, 1992. *Evaluating Environmental Effects of Dredged Material Management Alternatives*. U.S. Environmental Protection Agency, U.S. Army Corps of Engineers Publication no. EPA842-B-92-008.

U.S. Oil & Refining Co., 1999. *Low Sulfur Diesel, Off Road Material Safety Data Sheet*, 6 pp.

Vargas, J. M., 1992. El Sistema Arrecifal Veracruzano: Conocimiento Actual y Perspectivas para su uso y conservación. *I Simp. Prob. Amb. en Veracruz. México* Pág. 12

Vargas, J. M., A. Hernández-Gutiérrez y L. F. Carrera-Parra. 1993. Sistema Arrecifal Veracruzano. In *Biodiversidad Marina y Costera de México*. S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González (eds.) Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO. México. 559-575 pp.

Vázquez, A. y E. César, 1994. *Impacto Ambiental*. Facultad de Ingeniería, UNAM y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México, 258 pp.

Villalobos, , A., 1971. Estudios ecológicos en un arrecife coralino en Veracruz, México. *Symp.Inv.Resour.Caribb Sea Adj.Reg. UNESCO* 1:531-545.

Ward, D.V., 1978. *Biological Environmental Impact Studies: Theory and Methods*. Academic Press, N.Y., 157 pp.

Wells, S.M. (ed.) 1988. *Coral Reefs of the World*, Vols. 1-3. UNEP/IUCN.