



**UNIVERSIDAD LA SALLE**

**ESCUELA DE INGENIERIA**

Incorporada a la U. N. A. M.

**"ESTUDIO Y DISEÑO DE MARINAS"**

TESIS CON  
FALLA LE ORIGEN

**TESIS PROFESIONAL**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO CIVIL**  
P R E S E N T A  
**PILAR DEL CARMEN ENRIQUEZ DELGADO**



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 está 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.

## I N D I C E

### INTRODUCCION.

1	GENERALIDADES DE UNA MARINA.	
1.1	Terminales marítimas para recreo/deporte acuático.	1
1.2	Definición de Marina.	1
1.3	Clasificación de Marinas.	4
1.4	Usos asociados de una Marina.	5
2	SELECCION DEL SITIO.	
2.1	Estudio de la oferta y la demanda en los puestos de atraque.	8
2.2	Verificación de usos y actividades prioritarias en las zonas marítimas y terrestres.	9
2.3	Estudio de las características oceanográficas.	10
2.4	Estudio climatológico.	12
2.5	Estudio ecológico y ambiental.	13
2.6	Estudio estético y paisajístico.	14
2.7	Estudio económico - financiero.	15
3	OBRAS EXTERIORES.	
3.1	Obras de protección.	18
3.1.1	Aspectos generales.	18
3.1.2	Clasificación de los rompeolas.	20
3.1.3	Diseño de rompeolas y escolleras en talud.	22
	I) Introducción.	22
	II) Calculo de un rompeolas de talud.	23
3.1.4	Construcción de rompeolas.	29
3.2	Bocana y canal de entrada.	33
3.2.1	Orientación.	33
3.2.2	Amplitud de la bocana.	38

3.2.3	Profundidad.	38
3.3	Dragado.	39
4	OBRAS INTERIORES.	
4.1	Superficies interiores de navegación.	45
4.2	Dársenas y fondeaderos.	46
4.3	Muelles.	47
4.4	Atraques.	51
5	SERVICIOS.	
5.1	Servicios en muelle.	62
5.2	Instalaciones especializadas.	66
5.2.1	Aprovisionamiento de combustible.	66
5.2.2	Varadero.	67
5.3	Servicios en tierra.	69
5.3.1	Sanitarios.	69
5.3.2	Estacionamiento de vehículos.	69
5.3.3	Almacenaje de embarcaciones.	70
5.3.4	Reparaciones.	71
5.3.5	Vigilancia.	71
5.4	Servicios en mar.	72
5.5	Servicios complementarios y conexos.	73
5.6	Servicios comerciales.	73
6	MARINAS EN MEXICO.	75
	Proyecto "Marina Juluapan".	
6.1	Selección del sitio.	79
6.1.1	Estudio de la oferta y la demanda en los puertos de atraque.	86
6.1.2	Verificación de usos y actividades prioritarias en las zonas marítimas y terrestres.	86
6.1.3	Estudio de las características oceanográficas	87
6.1.4	Estudio climatológico.	88

6.1.5	Estudio estético y paisajístico.	89
6.1.6	Estudio económico y financiero.	90
6.2	Obras exteriores.	90
6.2.1	Rompeolas.	91
6.2.2	Dragado.	101
6.3	Obras interiores.	106
6.4	Servicios.	108
	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b>	<b>110</b>
	<b>VOCABULARIO.</b>	<b>114</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA.</b>	<b>116</b>

## INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

### FIGURAS

3.1	Ubicación de rompeolas.	21
3.2	Sección transversal de un rompeolas con ta- lud de enrocamiento.	25
3.5	Peso de los elementos del núcleo y capa se- cundaria en relación con el peso de los ele- mentos de la coraza.	30
3.6	Colocación de los elementos de la capa se- cundaria y el núcleo.	32
3.7	Orientación de la bocana.	35
4.1	Muelle flotante.	48
4.2	Módulos de flotación para muelles flotantes	49
4.3	Atraque de costado a muelle.	52
4.4	Atraque de costado y abarloado.	54
4.5	Atraque de popa con amarre a pilotes.	55
4.6	Atraque de popa con amarre a boya o muertó.	57
4.7	Atraque de popa con peine lateral.	59
4.8	Sistema de peine lateral con bisagra.	60
6.1	Zona turística internacional.	81
6.2	Desarrollos turísticos nacionales.	82
6.3	Desarrollos turísticos regionales.	83
6.4	Localización.	84
6.5	Ubicación.	85
6.6	Obtención de las áreas de núcleo, capa se- cundaria y coraza.	95
6.7	Obtención de las áreas de núcleo, capa se- cundaria y coraza.	96

6.8	Obtención del volumen de material del núcleo en el morro de la escollera sur.	98
6.9	Obtención del volumen de material de capa secundaria en el morro de la escollera sur.	99
6.10	Obtención del volumen de material de la coraza en el morro de la escollera sur.	100
6.11	Dragado.	105

#### TABLAS

3.3	Valores del coeficiente $k_A$ .	27
3.5	Nomograma.	28
3.8	Calados mínimos en bocana y canal de entrada para cada tipo de embarcación.	37

## INDICE DE PLANOS

	Carta de Información Geográfica de la zona.
Plano No. 1	Batimetría de la Laguna Juluapan.
Plano No. 2	Batimetría requerida para el proyecto y ubicación de los rompeolas.
Plano No. 3	Planta, perfil y secciones de las escolleras.
Plano No. 4	Distribución de los puestos de atraque dentro de la dársena.
Plano No. 5	Usos de suelo.



## I N T R O D U C C I O N

En la antigüedad la vida consistía tan solo, en satisfacer las necesidades básicas de los individuos, tales como el alimento, el vestido y quedar cubiertos de la intemperie en una cueva o refugio. Toda civilización ha progresado al grado de crear sus propias necesidades, muchas de ellas derivadas de las necesidades básicas, y otras más, cuyo único fin es la recreación. Estas últimas han tomado diferentes facetas, como las artes, los eventos deportivos, el baile, los juegos de azar, e incluso, las que antes se consideraban tareas fundamentales para la supervivencia, como la horticultura, la cacería y la pesca, hoy en día son medios de descanso para el espíritu y el cuerpo, como una recreación indispensable de la vida.

Para muchos, la tentación del mar mantiene una enorme fascinación; el propósito de mantenerse lejos de la rutina y las tensiones que experimenta diariamente el organismo humano, ha despertado un interés muy grande que se ha venido desarrollando desde mucho tiempo atrás, en la propiedad de pequeñas embarcaciones para satisfacer los deseos y relajar una vida tan llena de complejidades y molestias.

Mucho se ha escrito y se escribirá sobre botes o pequeñas embarcaciones; sin embargo, en conjunción con la pequeña propiedad de un bote, viene la imperiosa necesidad de un

lugar apropiado para recibirlo con seguridad, ese lugar lo constituye una Marina.

La navegación deportiva, entendida como una práctica de ocupación del ocio en la actividad social, es un fenómeno con punto de partida en este siglo. Su infraestructura es pues reciente y persiste en su crecimiento. Los movimientos de población mundiales han tenido un fuerte carácter centrífugo hacia los bordes costeros durante las últimas décadas.

El hombre se acerca paulatinamente al mar y éste empieza a ser objeto de su trabajo, de su disfrute y de su ocio. La navegación deportiva es una actividad de amplio futuro por sus valores propios y su creciente accesibilidad a un mayor número de personas, aunque la infraestructura para su práctica está todavía en desarrollo. Las instalaciones para embarcaciones deportivas y de recreo representan un eslabón fundamental en la cadena de la actividad náutica.

El presente trabajo pretende hacer una recopilación de la información necesaria para la realización del diseño de una marina, en donde se plantea un seguimiento de los pasos básicos para la formación del proyecto tomando en cuenta estudios, análisis, instalaciones necesarias y presentando posibles alternativas de solución a escoger dependiendo de las exigencias y características propias del sitio elegido. De esta manera se lleva al lector de la mano para que conozca y sepa aplicar los procesos necesarios para la realización de una instalación de este tipo.

En los primeros capítulos se presentan de manera teórica - los pasos necesarios para el desarrollo del diseño de una marina y en el último, un diseño de este tipo de instalación poniendo en práctica los conceptos desarrollados con anterioridad.

Se hace incapié en que el desarrollo de marinas en nuestro país es recomendable dado el gran potencial costero que - posee. Los litorales de México presentan condiciones ade - cuadas para la implementación de este tipo de obras, las - cuales proporcionarían un alto atractivo dentro del entor - no en que se sitúen y contribuirían de manera importante - en el desarrollo económico tanto de la región como del - país.

Tales aspectos y consideraciones hacen de una Marina un es - tudio de pensamiento original.

# C A P I T U L O 1

## GENERALIDADES DE UNA MARINA

### 1.1 TERMINALES MARITIMAS PARA RECREO/DEPORTE ACUÁTICO.

El concepto de terminal marítima para recreo/deporte acuático, como aquí se contempla, abarca todas aquellas instalaciones con abrigo natural o artificial en las que se realiza una función específica de apoyo y servicio al deporte acuático.

Estas instalaciones van desde aquellas que únicamente cumplen con las funciones mínimas de fondeadero y embarcadero como los puertos de abrigo ó puertos de escala, hasta aquellos que además cuentan con todo lo necesario en instalaciones, servicios en muelle y tierra, complementarios y conexos, así como comerciales, como los complejos náutico-recreacionales, embarcaderos turísticos, boteles o marinas.

### 1.2 DEFINICION DE MARINA.

Los sitios costeros que albergan las facilidades que se derivan de la navegación de recreo deportivo se les conocen como marinas, las cuales suministran áreas protegidas, servicios de energía eléctrica, agua potable, combustible, re

paraciones, avituallamiento, facilidades para alojamiento, alimentación, recreo, así como el guardar embarcaciones - dentro y fuera del agua durante los periodos en que no están en uso.

La terminal consiste esencialmente de una superficie de agua abrigada que puede ser natural, como una bahía, o artificial, formada con elementos de infraestructura que proporcionan protección al oleaje como escolleras o rompeolas. Las embarcaciones que utilizan este tipo de instalaciones son las de recreo, sean remolcables (menores de 8 m de eslora), o de altura de mediana o gran autonomía, pero el tipo que compone la mayor incidencia es el de eslora menor a 8 m.

Como guía, se presentan a continuación las diferentes áreas involucradas en las terminales:

#### Instalaciones

- Rompeolas
- Señalamiento
- Canales, darsena, fondeadero
- Muelles

#### Servicios

\* En muelle

- Atraque
- Amarre
- Defensa
- Agua potable
- Iluminación

- Electricidad
- Teléfono
- Televisión
- Basureros
- Contra fuego

Complementarios en  
instalaciones especia  
lizadas.

\* En tierra

- Combustible
- Varadero
- Sanitarios y baños
- Estacionamiento de vehículos
- Reparación de embarcaciones
- Vigilancia

Complementarios y  
conexos

- Oficinas administrativas
- Aduana
- Sanidad
- Capitanía de puerto
- Enfermería
- Información general
- Avituallamiento
- Migración

Comerciales

- Centro de convenciones y  
exhibición
- Hoteles
- Fraccionamientos



dencial.

- Renovación urbana.

#### 1.4 USOS ASOCIADOS DE UNA MARINA.

Deportes acuáticos. Proveer los medios adecuados para la práctica de deportes como buceo, esquí, canotaje, natación pesca, etc, en un ambiente seguro.

Clubes y organizaciones de yates y/o navegación.

Centros comunales. En marinas de propiedad gubernamental, generalmente se necesita de un centro de convivencia con fines no de navegación o relacionados con el mar.

Centros de convenciones o conferencias. Los lugares en la costa son tradicionalmente populares para congresos, dada su variedad y adaptabilidad hacia todo tipo de gente.

Zonas históricas. En caso de existir, pueden ser de alto potencial remunerativo y atractivo especial dentro del complejo de una marina.

Hoteles. La planeación de la marina debe contar con áreas para el desarrollo de hoteles suficiente para dar servicio y alojamiento a la posible población turística, así como ofrecer actividades de descanso no totalmente ligadas a la navegación o actividades marinas.

Urbanización. Necesaria para la población fija que habitará la zona, pudiendo ofrecer los servicios básicos.



Museos. Para la exhibición de la historia, tradición, arte etc, de la localidad a las personas que acuden a la marina

Restaurantes. Las ventajas de estos comercios dentro de una marina pueden ser muchas y los beneficios mutuos.

Industrias. Tales como; manufactura de partes de navegación, fabricación de embarcaciones, fabricación de ropa náutica, artes y oficios locales, etc.

Tiendas y comercios. Un plan de un puerto frecuentemente contempla zonas comerciales. La relación entre marina y comercio presenta buenas posibilidades económicas y financieras.

Usos miscelaneos. estos dependen de las características propias de cada sitio. Pueden ser por ejemplo, acuarios, espectáculos marinos, etc.

## C A P I T U L O 2

### SELECCION DEL SITIO

La creación de una instalación náutico deportiva persigue fines cuya consecución plena implica la correcta disposición y funcionamiento de todo el conjunto de obras, instalaciones y servicios dependientes de ella.

La concepción y diseño de una marina no es el simple cálculo de obras de abrigo y atraque, sino también el conjunto de estudios de índole diversa; sociológicos, oceanográficos, estéticos, climatológicos, constructivos, etc, que exigen una respuesta completa y especializada del ingeniero proyectista.

Para la ejecución del proyecto se deben destinar medios suficientes para su realización cuidadosa, máxime cuando debe incluir y justificar la viabilidad de la instalación y sus posibles alternativas, la inversión económica que supone una obra de este tipo así lo aconseja.

El proyecto de una instalación náutico deportiva puede fraccionarse en dos etapas: la de localización y la de diseño de las obras y servicios.

El presente capítulo describe únicamente los estudios necesarios para encontrar la localización adecuada del sitio. Lo referente al diseño de obras y servicios se expondrá en los siguientes capítulos.

Siendo la localización física un paso previo al planteamiento del diseño de la marina, no por ello requiere un estudio menos detenido, de hecho, una gran parte del éxito o fracaso funcional de un puerto deportivo se debe a la importancia dada al estudio de su localización.

En un primer caso, el organismo promotor, tras una intuitiva prospección de la demanda de atraques, se constituye como tal y determina el marco geográfico de ubicación de la futura instalación.

Es evidente que, a priori, es deseable que el marco señalado tenga la mayor extensión posible y que permita la elección entre varias alternativas concretas de localización. Tras esta premisa, el equipo proyectista debe abordar una serie de estudios que se pueden concretar en lo siguiente:

## 2.1 ESTUDIO DE LA OFERTA Y LA DEMANDA EN LOS PUESTOS DE ATRAQUE.

Nadie se da a la tarea de escoger la mejor localización para un puerto de yates sin tener a la mano la demanda de los puestos de atraque; pues de nada sirve una preciosa marina con numerosos puestos de atraque, inmejorables servicios y otros similares, si está ubicada en una zona donde no existe ni es posible atraer una sola embarcación. Un criterio muy obvio y simple puede ser la cantidad de gente

poseedora de yates en un área de influencia razonable, y con posibilidades de ir al lugar donde se ubique la marina. Los resultados que se obtengan son de gran importancia para continuar con el examen de todos los aspectos que pueden significar una viabilidad en la construcción de la marina.

Este estudio se realiza básicamente mediante encuestas y cuadros estadísticos, en base al nivel económico de los habitantes del área y un posible número de propietarios de yates y su probable desplazamiento al sitio elegido como adecuado para una marina.

## 2.2 VERIFICACION DE USOS Y ACTIVIDADES PRIORITARIAS EN LAS ZONAS MARITIMAS Y TERRESTRES.

Su objeto es comprobar y analizar las tendencias de uso de la zona costera próxima, así como asumir las previsiones de uso establecidas o indicadas por los organismos competentes de la Administración Pública Federal o Estatal. El grado de compatibilidad entre la actividad recreativa propia de una marina y las restantes, ya existentes o previstas, es un factor decisivo en la elección y decisión para la ubicación de la instalación.

Los usos más frecuentes de un litoral se pueden resumir en los siguientes: turístico, industrial, portuario-comercial

pesquero, reserva natural, zona militar.

La compatibilidad de una marina con cada uno de estos usos es variable. Su mejor adaptación coincide con el uso turístico, pudiéndose considerar un factor de promoción del mismo. Así, una marina puede tener, además de la función turística, otras de tipo comercial; en principio puede ser un puerto comercial cuyas instalaciones ya no se usen por obsolescencia en avances tecnológicos, pero que pueden desarrollarse en un lugar de recreo. Respecto al uso pesquero, no existen, por lo general, grandes inconvenientes de adaptación. El uso portuario comercial facilita la existencia de dársenas de carácter deportivo en el interior del área abrigada por las obras exteriores del propio puerto comercial.

### 2.3 ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS OCEANOGRAFICAS.

El tratamiento que precisa un puerto deportivo, en cuanto a los distintos fenómenos oceanográficos es por lo general similar al de cualquier otro tipo de puerto u obra marítima.

Es absolutamente preciso estudiar las características de los fenómenos siguientes:

- Oleaje
- Niveles del mar

- Corrientes

- Relieve y características del fondo marino

Oleaje. Su estudio debe comprender el análisis de la previ -  
sión del oleaje y la modificación del mismo en su propaga -  
ción hasta las proximidades de la obra exterior, si exis -  
te. Todo ello se verifica en la determinación del régimen  
direccional del oleaje y del régimen de temporales extre -  
mos para la zona de ubicación.

Niveles del mar. Comprende el estudio de las mareas meteo -  
rológicas y de los distintos tipos de sobrelevaciones que  
pueden ocurrir en un momento dado en la zona, o en el inte -  
rior de la dársena.

Corrientes. Dejando a un lado las corrientes de tipo gene -  
ral, cuya incidencia en la funcionalidad de un puerto de -  
portivo es prácticamente nula en casi todos los casos, el  
estudio se centrará en las de tipo de marea o costeras.

Topografía del fondo marino. Su estudio debe hacerse en ba -  
se a las cartas náuticas ya existentes. En ellas, junto -  
con las cotas batimétricas e isobatas figura una descrip -  
ción suscita del tipo de fondo. De una manera simplista,  
se puede decir que la topografía óptima para la ubicación  
de una marina es aquella en la que las líneas batimétricas

tienen una pendiente uniforme hacia mar adentro. En principio esto hace más fácil la consecución de calados y disminuye la energía del oleaje sobre las obras de abrigo y la bocana.

#### 2.4 ESTUDIO CLIMATOLOGICO.

Consiste en recoger y analizar los datos referentes a los siguientes fenómenos:

- Pluviosidad
- Vientos
- Temperaturas
- Días promedios anuales con sol

Las fuentes normales de información son los centros o estaciones meteorológicas pertenecientes a la red nacional. En los casos en que no hubiera estaciones próximas a la zona de ubicación, o esta presentara condiciones particularmente notables, es conveniente instalar una pequeña estación que registre las anteriores variables durante un período suficientemente amplio para obtener una idea de los valores medios anuales.

Entre estos factores, el relativo a los vientos tiene especial importancia por su aplicación en el diseño de la bocana, atraques y canal de navegación de embarcaciones de vela.

## 2.5 ESTUDIO ECOLOGICO Y AMBIENTAL.

El estudio de la contaminación en la zona de una marina ha de abordarse desde dos puntos de vista:

- Contaminación que soporta la marina proveniente del exterior.

- Contaminación generada por la propia marina.

Las variables que inciden en uno y otro caso dependen fundamentalmente de la zona en que se sitúa la instalación.

Las formas y niveles de contaminación de un río, de un lago o del mar son diferentes, dependiendo de la forma que los origina. Las capacidades de reacción y autodepuración de uno y otro medio lo son también, por lo tanto, los mecanismos artificiales de defensa contra la contaminación que haya que disponer también lo serán.

La contaminación puede venir caracterizada por diversos agentes como son: productos químicos, basura, algas, aceites y gasolinas, ruido.

Todas estas formas de contaminación influyen en la localización del sitio, tanto para preservar el ecosistema de la zona de la posible contaminación generada por el puerto como para lograr niveles de funcionalidad y comodidad de las instalaciones.



## 2.6 ESTUDIO ESTETICO Y PAISAJISTICO.

Los lugares de ubicación de una marina presentan calidades paisajísticas muy variadas. En una escala de valores muy simple, pueden situarse desde zonas urbanas o turísticas - muy deterioradas estéticamente hasta lugares naturales muy bellos. El puerto deportivo en conjunto de obras exteriores e interiores, áreas terrestres y edificaciones, está obligado a servir de núcleo polarizador de actividades de recreo y distracción, por todo ello, ha de procurar satisfacer unas condiciones estéticas elevadas que, en unos casos se conjuntarán con las del entorno, y en otros, aislarán al usuario de las perspectivas desfavorables exteriores.

La hipótesis de que, por estar situado en una zona de paisaje degradado, la instalación náutico deportiva puede descuidarse en sus aspectos estéticos, es un caso de claro error que puede dar al traste con el éxito de la misma. En este caso, conviene estudiar la creación de un espacio aislado por medio de barreras arboladas o zonas verdes o edificaciones bien concebidas.

Otro caso es el de una instalación con entorno natural o artificial de gran belleza. En este caso, la arquitectura y diseño de la marina deberá armonizar con la línea y tono del paisaje que lo circunda.

## 2.7 ESTUDIO ECONOMICO - FINANCIERO.

La construcción de una marina corresponde en muchos casos al sector privado, por lo tanto, tras la concesión de la zona marítimo terrestre, todos los pasos relativos a su construcción y mantenimiento corren por cuenta de las sociedades promotora y explotadora de la misma.

Hoy en día se estima que la construcción de una marina no es rentable por sí misma si esta no sobrepasa los 400 atraques. No obstante, su poder de atracción puede generar mayores beneficios que la simple venta o alquiler de atraque si alrededor de la instalación náutico deportiva se crea un conjunto urbanizado. De hecho, en una gran parte de los casos, las marinas surgen como iniciativa de las urbanizadoras que poseen los terrenos circundantes, buscando la revalorización y el prestigio que tal iniciativa aporta al conjunto.

Dentro del estudio económico-financiero se han de contrastar todos los capítulos de gastos e ingresos que se pueden desglosar de la siguiente forma:

### Gastos.

- Infraestructura del propio puerto (rompeolas, muelles, redes de distribución, balizamiento, etc).
- Superestructura del puerto (edificios de dirección, talleres, locales comerciales, etc).

- Equipos y maquinarias del puerto (grúas, barcas de limpieza, etc).
- Urbanización (accesos, estacionamientos, áreas verdes, etc).
- Gastos de diseño y proyecto (toma de datos, estudio previo, proyecto, promoción, imprevistos, etc).
- Gastos generales (licencias de obra, gastos financieros, publicidad, etc).

Todos estos gastos pueden ser considerados como de construcción o iniciales, y son, por lo general, previos a la entrada en servicio de las instalaciones.

Dentro del apartado de gastos, ocupan un lugar destacado los de explotación y mantenimiento. La previsión y estudio detallado de los mismos son fundamentales cuando se estima la rentabilidad futura de la marina. Los rubros que intervienen en este tipo de gastos son;

- Personal ( 65 por ciento )
- Conservación ( 10 por ciento )
- Consumos ( 10 por ciento )
- Impuestos ( 5 por ciento )
- Seguros ( 10 por ciento )

y su monto anual medio se estima próximo al 4 ó 5 por ciento del valor de las obras.

#### Ingresos.

- Venta de sitios de atraque durante el plazo que du-

ra la concesión.

- Venta de talleres.
- Venta de estaciones de combustible.
- Venta de locales comerciales.
- Venta de departamentos, casas, condominios, etc.
- Venta de terrenos adyacentes al desarrollo.

Los ingresos que comprende la explotación del puerto se derivan de los siguientes conceptos principales:

- Alquiler de sitios de atraque.
- Alquiler de instalaciones, locales, etc.
- Gastos comunitarios (agua, luz, dirección, administración, etc).

## C A P I T U L O 3

### OBRAS EXTERIORES

#### 3.1 OBRAS DE PROTECCION.

##### 3.1.1 ASPECTOS GENERALES.

Cuando las costas no ofrecen lugares con las condiciones adecuadas de protección para que se construya una marina, resulta conveniente crearlos formando lo que se ha definido como un puerto artificial, para tener un área adecuadamente protegida de los efectos del oleaje, y las embarcaciones puedan realizar sus operaciones con seguridad y comodidad.

La creación de condiciones favorables para permitir el acceso de las embarcaciones a los puertos, implica alterar las condiciones existentes de la costa, lo cual se logra con las estructuras llamadas rompeolas y escolleras, ambas similares en su forma y estructura.

Son ROMPEOLAS si se construyen en la costa para crear las áreas de calma y la protección adecuada que necesitan las embarcaciones; ESCOLLERAS si se construyen en la desembocadura de un río y tienen como función encauzar la corriente evitando que se deposite el material en suspensión que trae el río en la bocana y detener el avance de los sólidos a lo largo de la costa, motivado por las corrientes

marítimas, para así mantener permanentemente abierta la -  
bocana del puerto.

Las escolleras generalmente se presentan en parejas, una -  
en cada margen del río, con cierta convergencia para redu-  
cir el área hidráulica y provocar mayores velocidades, por  
lo tanto, disminuir la posibilidad de que los sólidos que  
acarrear los ríos se acumulen en la desembocadura formando  
barreras y bajos.

Por lo que respecta a los rompeolas, estos pueden ser:

- \* De un brazo unido a la costa.
- \* De dos brazos, uno de ellos más o menos paralelo a  
la costa y el otro perpendicular, formando dos en -  
tradas al puerto.
- \* De dos brazos convergentes.

Los tres diferentes tipos de ubicación de los rompeolas, -  
mencionados anteriormente, se muestra en la figura 3.1

La selección de la protección con uno o dos brazos de rom-  
peolas, dependerá básicamente de la dirección del viento y  
del máximo oleaje.

En forma similar a la de las escolleras, los rompeolas se  
construyen con varios propósitos: romper el oleaje y pro -  
porcionar calma interior, detener el avance de los sólidos  
producto del acarreo litoral a lo largo de la costa, etc.

Es evidente que para el usuario que habita en la embarca -  
ción atracada, es preferible un nivel de agitación lo más  
bajo posible, por ello, los niveles de agitación admisi -

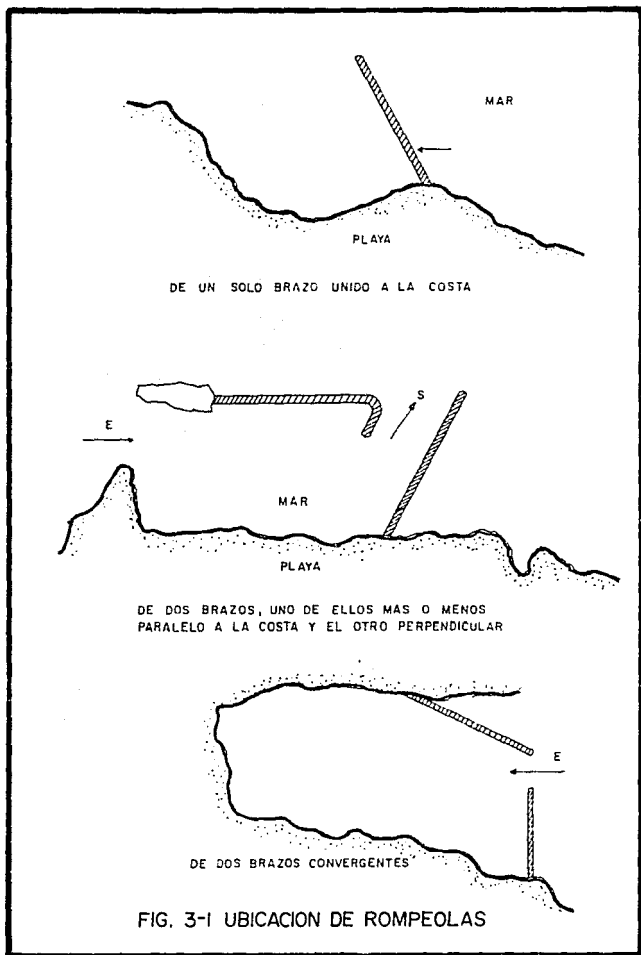
bles en las zonas de atraque oscilan entre 0.2 y 0.4 m. Es función del rompeolas o escolleras proporcionar estas condiciones de agitación admisibles tanto en la entrada al puerto como en la zona de atraques.

### 3.1.2 CLASIFICACION DE LOS ROMPEOLAS.

#### Pór su geometría :

- \* De paredes inclinadas, con taludes que disipen el oleaje que incide sobre el rompeolas.
- \* De pared vertical. Cabe anotar que este tipo de estructura no permite que el oleaje rompa, sino más bien que se refleje, regresando la energía al mar y produciendo un comportamiento de la ola que se llama chapoteo, o sea, la ola al pegar baja de golpe y tiende a socavar el pié del muro vertical; sin embargo, la denominación genérica de rompeolas se ha aceptado tanto para los de talud como para los de pared reflejante.
- \* Mixtos, poco recomendables en la práctica, pues no facilitan la ruptura del oleaje luego de chocar con el muro vertical. se aplican donde hay una altura de ola reducida y se pretende economizar en su construcción.

Desde el punto de vista estructural se considera que son flexibles si son de talud, rígidos si son de pared vertical y semirígidos si son mixtos.



DE UN SOLO BRAZO UNIDO A LA COSTA

DE DOS BRAZOS, UNO DE ELLOS MAS O MENOS PARALELO A LA COSTA Y EL OTRO PERPENDICULAR

DE DOS BRAZOS CONVERGENTES

FIG. 3-1 UBICACION DE ROMPEOLAS



De acuerdo a los materiales constitutivos :

\* De enrocamiento, material producto de explotación - de una cantera, con núcleo y coraza de protección.

\* De elementos artificiales, como bloques de concreto simple precolados, tetrápodos, hexápodos, octápodos

Cabe aquí aclarar que si el rompeolas es de pared vertical el material principal para su construcción será el concreto, y si es con talud, la piedra para formar el enrocamiento.

Dado que el comportamiento de los rompeolas de pared vertical es algo conflictivo en zonas de profundidad reducida, que son precisamente donde se ubican la mayoría de las obras exteriores de las marinas, el rompeolas con talud se ha adoptado generalmente como obra de protección en este tipo de puertos deportivos.

### 3.1.3 DISEÑO DE ROMPEOLAS Y ESCOLLERAS EN TALUD.

#### I) INTRODUCCION.

El diseño de un rompeolas o escollera toma en cuenta la geometría de la sección transversal para que sea la más económica posible; esto es, existe una estrecha relación entre el aspecto geométrico (dimensiones mínimas de la sección) y la estructura de las capas componentes del perfil (dimensiones de los elementos pétreos constitutivos en la coraza, primera y segunda capa y núcleo).

Es tan estrecha la relación entre la geometría y la estructura, que se puede establecer que, si cambia el talud de un rompeolas haciéndolo más tendido, los elementos que constituyen la coraza podrían ser de menor tamaño.

De este modo, en forma cuantitativa, para ciertas características del oleaje la solución puede ser un rompeolas con sección y talud determinados, los cuales cambiarán en función de las características del oleaje.

## II) CALCULO DE UN ROMPEOLAS DE TALUD.

Los rompeolas se construyen con diferentes tipos de sección transversal, la cual se define por las condiciones específicas del sitio, como el tipo de ataque de las olas, la profundidad y las condiciones del suelo.

El principio básico consiste en construir un corazón o núcleo y proveerlo de una capa protectora. Este núcleo debe prevenir la acción de la ola así como detener los sedimentos. Para este propósito el núcleo usualmente consiste de material fino, rocas pequeñas que puedan asegurar una buena compactación.

La capa protectora debe formarse de material que aprisione el material del núcleo sin permitirle escapar, así como dar la estabilidad necesaria para resistir la acción de las olas y también la estabilidad suficiente para prevenir un colapso aún en las peores condiciones.

El diseño de un rompeolas debe definir los siguientes ras-

gos de la estructura:

- Tamaño de las rocas de la coraza, capa secundaria y núcleo.
- Espesor de la coraza y capa secundaria.
- Ancho de la cresta.

La figura 3.2 muestra la sección transversal de un rompeolas con talud de enrocamiento con sus diferentes componentes, en donde

- Wr      peso de las rocas de la coraza.
- W2      peso de las rocas de la capa secundaria.
- Wn      peso de las rocas del núcleo.
- e1      espesor de la coraza.
- e2      espesor de la capa secundaria
- a      ángulo que forma el talud del rompeolas con el fondo del mar.
- b      ancho de la corona.

Algunas ecuaciones empíricas se han creado para determinar el tamaño de las rocas requeridas para la coraza basadas en modelos y probadas en prototipos.

La ecuación desarrollada para determinar el peso de las unidades de la coraza es:

$$W_r = (\rho_r H^3) / (kA (S_r - 1)^3 \cot a)$$

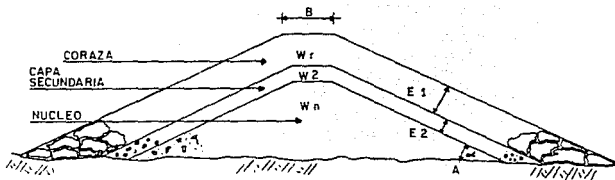


FIG. 3-2 SECCION TRANSVERSAL DE UN ROMPEOLAS CON TALUD DE ENROCAMIENTO.

SIMBOLOGIA

- $W_r$  PESO DE LAS ROCAS DE LA CORAZA .
- $W_2$  PESO DE LAS ROCAS DE LA CAPA SECUNDARIA.
- $W_n$  PESO DE LAS ROCAS DEL NUCLEO.
- $E_1$  ESPESOR DE LA CORAZA .
- $E_2$  ESPESOR DE LA CAPA SECUNDARIA
- $A$  ANGULO QUE FORMA EL TALUD DEL ROMPEOLAS -  
CON EL FONDO DEL MAR .
- $B$  ANCHO DE LA CORONA .

donde

- $W_r$  peso en libras de los elementos de la coraza.
- $pr$  peso específico del material constitutivo de la coraza en libras por pie cúbico.
- $H$  altura máxima de la ola de diseño en pies.
- $Sr$  gravedad específica de los elementos de la coraza, con relación al peso del agua, y se obtiene con la fórmula  $pr/pw$  donde  $pw$  es el peso específico del agua.
- $a$  ángulo entre el fondo del mar y el talud del rompeolas.
- $kA$  coeficiente adimensional que varía con la naturaleza de los elementos componentes de la coraza.

La selección del factor  $kA$  se hace de acuerdo al tipo de roca que forma la armadura, su acomodo y el ángulo de inclinación del talud. La tabla 3.3 da valores razonables del coeficiente  $kA$  obtenidos de forma experimental.

Para obtener el peso de las unidades que forman la coraza también se puede utilizar el nomograma 3.4 que toma en cuenta los valores de  $kA$  y  $H$ .

El diseño de los elementos que forman la capa secundaria se hace empíricamente a partir del peso calculado para la

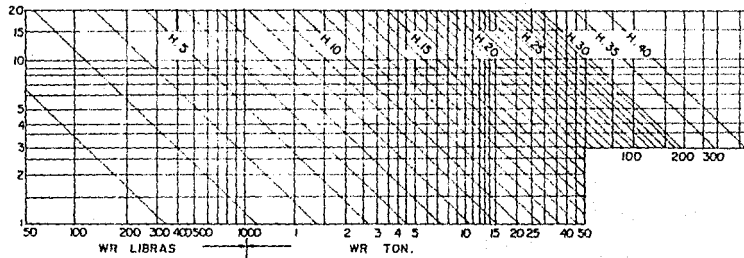
COMPONENTES	CONDICIONES			
	1	2	3	4
— PIEDRA REDONDEADA COLOCADA EN DOS CAPAS SIN ACOMODO.	2.6	2.5	2.4	2.0
— PIEDRA RUGOSA COLOCADA EN DOS CAPAS SIN ACOMODO.	3.5	3.0	2.9	2.5
— PIEDRA RUGOSA COLOCADA EN DOS CAPAS ACOMODADAS	5.5	5.0	4.5	3.6
TETRAPODOS COLOCADOS EN DOS CAPAS SIN ACOMODO	8.5	7.5	6.5	4.5

### CONDICIONES

- 1ª CUANDO NO ROMPEN LAS OLAS.  
 2ª CON ROMPIMIENTO DE OLA.  
 3ª SIN ROMPIMIENTO DE OLA Y CABEZA CONICA.  
 4ª CON ROMPIMIENTO DE OLA Y CABEZA CONICA.

BUEN ACOMODO CON EL DIAMETRO MAYOR DE LA ROCA COLOCADA EN POSICION NORMAL A LA CARA DE LA ESTRUCTURA.

**TABLA 3.3 VALORES DEL COEFICIENTE KA**



NOMOGRAMA 3.4.

coraza, así, la capa secundaria tendrá 1/10 del peso de la coraza.

El peso de los elementos del núcleo estará determinado por  $W_r/200$  (el peso de la coraza entre 200).

En la figura 3.5 se muestran los pesos de la coraza, capa secundaria y núcleo.

Los espesores de la coraza y capa secundaria se pueden obtener por medio de la expresión:

$$e = 3 (W/pr)^{1/3}$$

donde

e        espesor de la capa en pies.

W        peso de la roca de la capa en libras.

pr       peso específico de la roca en libras por pie cúbico.

El ancho b de la corona depende del procedimiento de construcción mediante el cual se fija el equipo con el que se va a mover y colocar el material.

#### 3.1.4 CONSTRUCCION DE ROMPEOLAS.

Cuando se decide construir un rompeolas con talud de enrocamiento, el procedimiento en términos generales es como sigue:



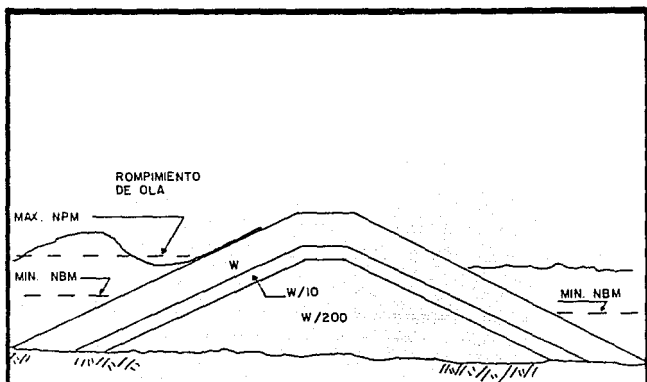


FIGURA 3.5 PESO DE LOS ELEMENTOS DEL NUCLEO Y CAPA SECUNDARIA EN RELACION CON EL PESO DE LOS ELEMENTOS DE LA - CORAZA.

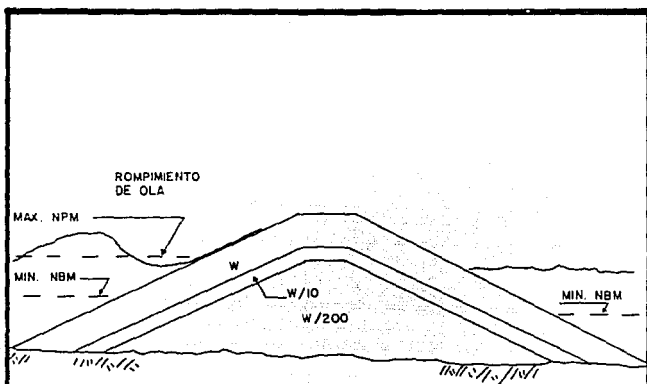
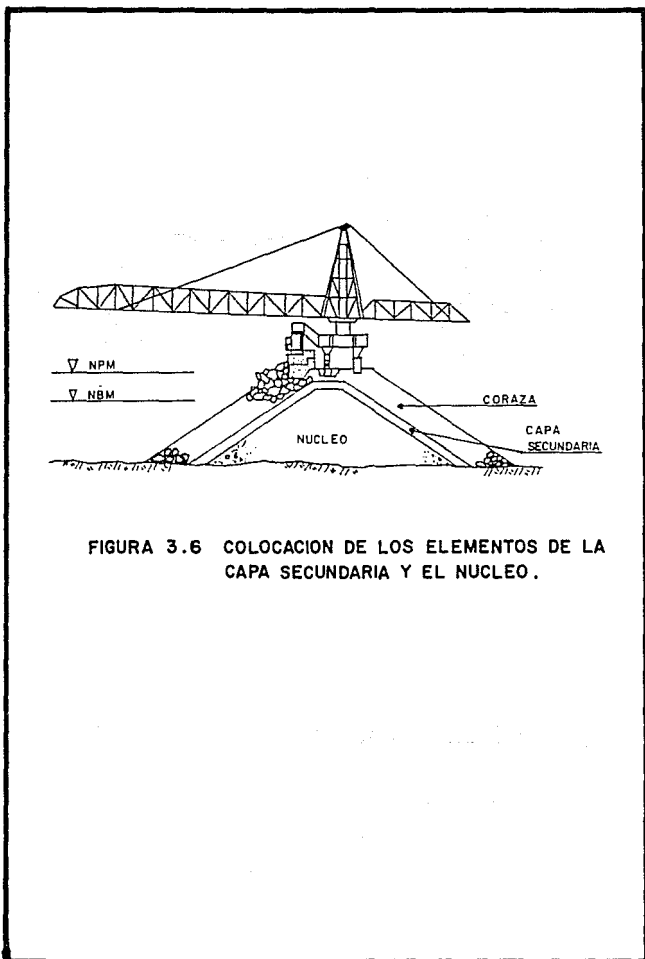


FIGURA 3.5 PESO DE LOS ELEMENTOS DEL NUCLEO Y CAPA SECUNDARIA EN RELACION CON EL PESO DE LOS ELEMENTOS DE LA CORAZA .

- 1.- Localización de la pedrera de material adecuado, lo más cercana a la obra en cuestión.
- 2.- Construcción de los accesos a la pedrera (si no los hay), carreteros o ferroviarios, siempre y cuando el volumen de piedra por extraer lo justifique.
- 3.- Ensayes de la cantera para obtener los tamaños de piedra fijados por el cálculo y formar el frente de explotación en la pedrera.
- 4.- Explotación de la cantera y selección de tamaños.
- 5.- Transporte de los volúmenes de piedras seleccionadas desde la cantera hasta la obra.
- 6.- Colocación de enfajados en el fondo para evitar que el remolino socave y aumente el volumen de material por depositar.
- 7.- Construcción del núcleo, colocando el material a volteo y cuidando que adopte el talud calculado. El material se empuja con tractor y el ancho mínimo de la corona será el de la cuchilla del tractor empleado, o el que después vaya a ser requerido por otras máquinas.
- 8.- La capa secundaria y la coraza se colocan con una grúa en la corona del rompeolas (Fig. 3.6), y su avance debe seguir de cerca al extremo descubierto del núcleo a menos que se tenga la seguridad de que no habrá un mal tiempo, que genere oleaje de gran tamaño y degrade aceleradamente el núcleo.



**FIGURA 3.6 COLOCACION DE LOS ELEMENTOS DE LA CAPA SECUNDARIA Y EL NUCLEO.**

En el caso de los rompeolas de pedraplén, se recomienda - que las piedras sean de alta densidad, sin planos de fractura, resistentes a la erosión (adecuada dureza), así como al ataque del agua del mar.

El morro constituye el extremo final del rompeolas, y lo - cierra protegiendo adecuadamente el núcleo, se construye - prolongando la piedra de la coraza sobre el extremo.

Es importante señalar que con el núcleo, deben construirse la capa secundaria y de coraza en forma paralela, de mane - ra que vaya protegiéndose el rompeolas del embate del olea - je y no se degrade.

Finalmente, la función de la capa secundaria situada entre el núcleo y la coraza, evita que los finos escapen, lo - cual, de suceder, pondría en serias condiciones de inesta - bilidad al talud de la estructura.

### 3.2 BOCANA Y CANAL DE ENTRADA.

#### 3.2.1 ORIENTACION.

La orientación de la bocana de una marina ha de estar dise - ñada bajo los siguientes criterios:

- Permitir el acceso al puerto en todo tiempo y en - condiciones seguras.
- Evitar el paso de la energía del oleaje al interior del puerto.

- Presentar buenas condiciones de navegación.
- Estar libre de azolves.
- Poseer suficiente calado para permitir la entrada a la embarcación máxima en cualquier condición de nivel del mar.

El problema planteado no es sencillo ya que algunos de estos factores conducen a soluciones contrarias. En efecto, si se piensa que la entrada al puerto de las embarcaciones es óptima con el oleaje o el viento en el caso de veleros, por popa o 1/4 de popa, ello parece aconsejar la orientación de la entrada hacia el sector de vientos reinantes. Sin embargo, esto puede favorecer la entrada en la dársena de una importante porción de la energía del oleaje con el consiguiente aumento de la agitación en la misma. (Fig. - 3.7).

Por otro lado, la propia función de la bocana exige que el paso de las embarcaciones se realice sin peligro de choque contra obstáculos en su fondo. En las primeras épocas, tras la construcción de la instalación, esto no suele revestir problema alguno, ya que si en principio no existen los calados necesarios, se procede al dragado del canal de entrada. Sin embargo, si los fondos son de naturaleza suelta, existe el peligro de que el canal de dragado vaya rellenándose hasta impedir el paso de las embarcaciones. En la práctica, esta circunstancia es el talón de Aquiles de

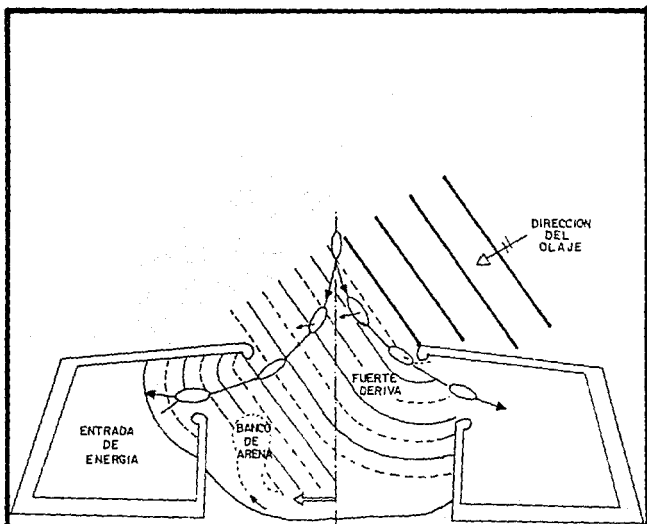


FIGURA 3.7 ORIENTACION DE LA BOCANA

muchas instalaciones que tienen que afrontar periódicamente un importante rubro de gastos para evitar los azolvamientos continuos.

Para el mantenimiento de los calados en la bocana y vía de acceso, hay que tener en cuenta los calados máximos de los tipos de embarcaciones para los cuales está pensada la marina. Según una clasificación, los calados necesarios para un puerto de tipo medio capaz de albergar embarcaciones de 18 m de eslora como máximo, alcanzan valores próximos a los 3 m.

Esto quiere decir que hay que prever una ruta de entrada con estos calados de forma estable. Si la bocana y la vía de acceso están localizadas sobre una plataforma rocosa y en una zona de costa donde no existen fondos de tipo suelto (grava, arena, limo), la estabilidad de los calados no representará ninguna clase de problemas, y se pueden adoptar los calados mínimos admisibles para el proyecto.

Sin embargo, este no es el caso de la mayoría de las marinas, ya que su ubicación, normalmente por intereses económicos, suele elegirse en zonas de playas de atractivo turístico. Aquí pueden darse con frecuencia movimientos del sedimento del fondo que provocan cambios notables de los calados del puerto.

La tabla 3.8 muestra los calados mínimos requeridos en la bocana y canal de entrada para cada tipo de embarcación, sea de vela o motor, considerando la eslora de esta. Las



CALADOS MINIMOS ENBOCANA Y CANAL DE ENTRADA PARA CADA TIPO DE EMBARCACION .	ESLORA	CALADOS	
		VELA	MOTOR
	L < 6	1.5	1.0
	6 < L < 10	1.6	1.0
	10 < L < 12	1.8	1.0
	12 < L < 15	2.0	1.3
	15 < L < 18	2.5	1.5
	18 < L < 25	3.0	2.0
	25 < L	4.5	2.5

**TABLA 3.8 CALADOS MINIMOS EN BOCANA  
Y CANAL DE ENTRADA .**

magnitudes de los calados mínimos están en función del tamaño de la embarcación y vienen expresadas en metros.

### 3.2.2 AMPLITUD DE LA BOCANA.

Al igual que la orientación, la amplitud de la boca de entrada viene determinada por factores normalmente contrapuestos. A los anteriores factores hay que añadir los relativos a las maniobras de las embarcaciones de vela.

Es evidente que, para efectos de comodidad en la navegación, un canal de entrada será mejor cuanto más ancho sea. Las limitaciones a la amplitud surgen de la necesidad de asegurar una agitación mínima en la dársena y de los criterios económicos.

Por otra parte, en una apreciación rápida se puede estimar un ancho de canal de 90 m para cada 1000 primeras embarcaciones, aumentándolo en 30 m para cada 100 barcos más.

Otros criterios de dimensionamiento son los siguientes:

- Ancho mínimo mayor a 1.5 a 3 veces la eslora del máximo barco.
- 2 vías de navegación = 10 veces la manga del barco máximo.

### 3.2.3 PROFUNDIDAD.

La profundidad de la bocana viene determinada por los siguientes parámetros:

- Calado del barco máximo.
- Niveles del mar.
- Naturaleza de los fondos.

En marinas situadas en zonas de playas con cierto transporte litoral, es recomendable situar la bocana en profundidades superiores a 4 m.

### 3.3 DRAGADO.

El desarrollo de las obras marítimas y vías navegables exige muchas veces tener que excavar y transportar grandes masas de material que generalmente está sumergido, creando problemas técnicos y económicos de importancia mayor para los ingenieros portuarios.

Dragar es la acción de remover y extraer materiales en un medio acuoso desde el fondo del mar, lagos, ríos, etc.

Con el dragado se logra dar profundidad en las áreas como dársenas y canales, para facilitar la navegación de las embarcaciones, removiendo grandes volúmenes de material, resultando ser el procedimiento más económico para mover tierra cuando existe un volumen de agua que hace posible las operaciones, depositando el material a distancias grandes, tanto como lo permita la potencia del equipo que se está empleando como el tipo de material que se está removiendo.

Los grandes volúmenes que generalmente suponen este tipo de obras, la variedad de las características del terreno a extraer, las diferentes condiciones físicas del emplazamiento de la obra, la necesidad de transportar y verter los productos hasta los puntos convenientes o disponibles que a veces se encuentran muy alejados del lugar de excavación, y por último los costos de ejecución, obligan a hacer un estudio previo muy cuidadoso de los procedimientos y maquinaria que se empleará para lograr una acertada elección de la forma y los medio de ejecución para conseguir el mejor resultado.

El conjunto de estudios sobre el terreno y emplazamiento, características de la maquinaria empleada y forma de trabajo de la misma, organización de la ejecución de la obra, rendimiento y costos resultantes, constituyen una técnica especial dentro de la construcción de puertos, a la que se le ha dado el nombre genérico de dragado.

La ejecución de la obra presenta tres facetas diferenciadas:

- Extracción
- Transporte
- Depósito

La primera es la que comprende el trabajo de extraer el material hasta depositarlo en el barco donde ha de ser transportado hasta el tiradero; la segunda es el transporte de

dicho producto; la tercera es la operación de descarga. -  
Puede ser que las tres operaciones se hagan sucesivamente por el mismo artefacto, como ocurre en las dragas de suc -  
ción que extraen el producto, lo transportan en su propia tolva y lo vierten, pero cada faceta es una operación dis -  
tinta del trabajo, y en muchos casos hay que encomendarlo a equipos diferentes.

Al proyectar una obra de dragado, las distintas clases de terreno que pueden existir y que generalmente constituyen una gama muy variada, desde las rocas o terrenos margosos duros hasta los fangos fluidos, con combinaciones entre -  
ellos, así como las distintas condiciones del punto donde está situada la obra y los problemas que ofrecen el transporte y tirado de los productos, hacen que sea muy diferen -  
te elegir en cada caso el equipo más apropiado, y algunas veces no hay más remedio que elegir uno cuyo rendimiento económico no sea el más conveniente, pero que, por la natu -  
raleza de la obra, se imponga como obligatoria.

Existe, por tanto, una relación entre la obra a realizar, características del terreno, condiciones del emplazamiento y características de los equipos que obliga a estudiar el problema en su conjunto, no pudiendo prescindir de ninguna de las partes si se desea obtener un resultado acertado. El desarrollo del estudio debe comprender las siguientes partes:

- Características y condiciones de la obra a realizar
- Características de la maquinaria de dragado
- Organización y ejecución de las obras y costos.
- El proyecto.

Características y condiciones de la obra a realizar. En primer lugar ha de determinarse qué se desea realizar, es decir, extensión de la obra en planta y profundidad, así como obtener todos los datos referentes a la misma, tanto en lo que se refiere a características del terreno como condiciones del emplazamiento y situación actual. Todos estos trabajos pueden englobarse bajo la denominación de estudios previos y dividirse en los siguientes apartados:

- Objeto y justificación de la obra.
- Identificación actual.
- Características del terreno.
- Condiciones del emplazamiento.
- Cubicación del dragado.

Características del equipo. Una draga es una embarcación con dispositivos especialmente acondicionados para extraer materiales y así profundizar la áreas de navegación en puertos y canales o para obtener materiales de relleno. Su clasificación es la siguiente:

Por su movilidad pueden ser:

- \* Dragas estacionarias.
- \* Dragas autopropulsadas.
- \* Dragas mixtas.

Por su operación pueden ser:

- \* Mecánicas.
- \* Hidráulicas.

Organización y ejecución de las obras. Terminados los estudios previos y conocido el equipo, el siguiente paso es organizar la obra, elegir la formación del plan más adecuado, calcular los rendimientos que tendrán y la forma en que ha de llevarse la obra. El camino a seguir es:

- Elección del plan.
- Rendimientos.
- Control y medición de las obras.
- Costo del dragado.

El proyecto. El proyecto de dragado es, en resumen, un estudio completo de la obra, donde de acuerdo con sus condiciones y características, se proponen la organización y forma de ejecución que se estima más adecuada y el presupuesto a que ascenderá su realización.

Su misión fundamental es, determinar las condiciones en

que ha de quedar la obra una vez realizada, las prescrip -  
ciones fundamentales que hay que observar durante su ejecu -  
ción debido a cualquier causa y el presupuesto o precio -  
máximo que se estima debe tener.



## C A P I T U L O 4

### OBRAS INTERIORES

#### 4.1 SUPERFICIES INTERIORES DE NAVEGACION.

Las superficies de navegación interior están destinadas al uso exclusivo de la embarcación en condiciones de agitación mínima; casi todos los parámetros de dimensionamiento estarán en función del número, clase y tamaño de estas.

ANCHO. El ancho de las vías de navegación estará de acuerdo con el tráfico que vayan a soportar.

CANAL PRINCIPAL. Al cual desembocan las distintas dársenas Su dimensión ha de permitir dos vías de navegación, cada una de ellas de ancho mínimo dos veces la manga del barco máximo que la utilice mas 2.0 m de resguardo por cada lado.

LONGITUD. La única limitación en longitud viene dada con el objeto de evitar una excesiva agitación interior por generación de oleaje a lo largo de la superficie de agua por incidencia directa del viento. Dicha limitación suele estimarse en 300 m de longitud.

PROFUNDIDAD. La profundidad de las áreas interiores debe ser tal que asegure el colchón de agua o profundidad adicional al calado de la embarcación, mínimo de 0.5 m para las embarcaciones de eslora inferior a 15 m y 0.8 m para las embarcaciones de eslora superior.

#### 4.2 DARSENAS Y FONDEADEROS.

El área requerida para la dársena, está en función del número y dimensiones de las embarcaciones que se atenderán. Esta superficie se estima entre 80 y 130 m<sup>2</sup> por cada embarcación. La Asociación Internacional Permanente de Congresos de Navegación estableció que, el índice de superficie de dársena y fondeadero es:

$$I_d = 80 c$$

donde

$$c = N_p + N_t + N_r$$

$N_p$  Número de embarcaciones permanentes en el puerto o que forman la flota con base en él.

$N_t$  Número de embarcaciones que utilizan el puerto temporalmente.

$N_r$  Número de embarcaciones en reparación o en carenado.

### 4.3 MUELLES.

El tipo de muelle mas usado en las marinas es el muelle flotante, que consiste en una estructura flotante que acompaña el movimiento periódico de ascenso y descenso de las embarcaciones. (Fig. 4.1)

El diseño de un muelle flotante, aparentemente sencillo, reviste muchas dificultades ya que las condiciones de flotabilidad, estabilidad y fijación de la estructura admite numerosas variantes con comportamientos dispares.

MATERIALES. Los módulos de flotación de los muelles flotantes pueden agruparse en dos tipos; los sumergibles y los insumergibles. Los materiales empleados en los de tipo sumergible son de densidad por lo general superior a la del agua, y forman un espacio hueco cerrado. Entre ellos los más comunes son: metálicos (acero, aleaciones de aluminio) concreto, plásticos (etileno, fibra de vidrio). Unos y otros presentan ventajas e inconvenientes respecto a los demás. La resistencia del acero a las acciones mecánicas está compensada por el peligro de la corrosión y el elevado mantenimiento. (Fig. 4.2)

#### DIMENSIONES.

\* Ancho. El criterio de diseño del ancho del muelle es muy variado pero se tiene como límite mínimo 1.50 m.

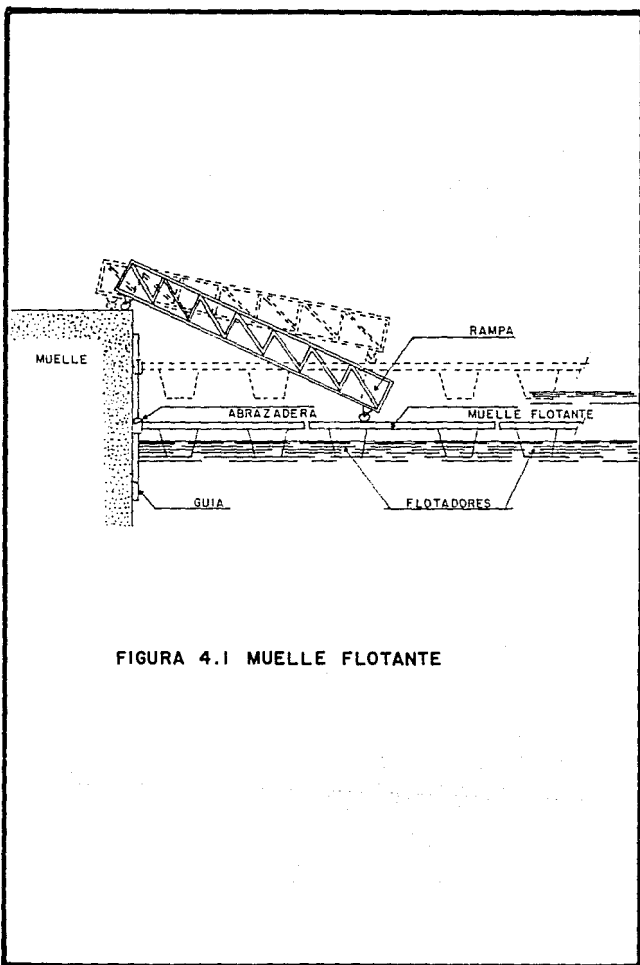
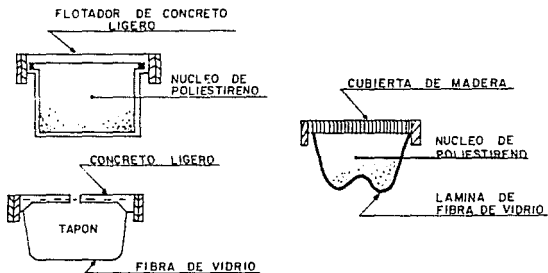


FIGURA 4.1 MUELLE FLOTANTE



**FIGURA 4.2 MODULOS DE FLOTACION PARA MUELLES FLOTANTES .**

\* Longitud. Los muelles flotantes suelen estar com -  
puestos por módulos acoplables, pudiendo obtenerse en teo-  
ría longitudes ilimitadas. No obstante, existen diversas -  
limitaciones de longitud, tanto por sistemas de sujeción -  
como por funcionalidad. Con un sistema de sujeción por an-  
claje, no es recomendable sobrepasar longitudes de 60 m, -  
mientras que la fijación por pilotes permite lograr cual -  
quier longitud. Por razones de comodidad no es conveniente  
sobrepasar longitudes de 120 m en ningún caso.

La Asociación Internacional Permanente de Congresos de Na-  
vegación, establece que la longitud necesaria de muelles -  
es de 4 o 10 m por embarcación; la primera dimensión es pa  
ra cuando está atracada en popa, o sea, perpendicular al -  
muelle, y la segunda, cuando se amarra de costado. La fôr-  
mula que presenta la longitud total de muelle necesaria es

$$L = 2.5 c$$

donde

L Longitud total de muelle.

c Coeficiente definido en el apartado de dársenas.

Definida la longitud necesaria de muelle, se tiene la se -  
lección de su distribución y para esto se presentan una -  
gran variedad de formas de atraque.

#### 4.4 ATRAQUES.

La disposición de los atraques en el interior de una marina es un factor de suma importancia en el diseño del mismo. Una mala disposición puede acarrear el desaprovechamiento de la superficie de agua abrigada, y por lo consiguiente, una mayor incidencia de costo de la marina sobre el precio de cada uno de los atraques. En el caso contrario, la excesiva acumulación de embarcaciones, o simplemente, la mala distribución de las mismas en la dársena, ocasiona múltiples molestias al usuario en las operaciones de entrada y atraque, creándose por ello el puerto una merecida fama de incomodidad, que ahuyenta el tráfico deportivo y le resta atractivo.

Hay que tener en todo momento presente que una marina es una instalación de recreo que por su propia condición ha de tener unos elevados niveles de calidad en todos sus servicios. El promotor y el técnico proyectista han de procurar el nivel de calidad requerido con un capital suficiente y un diseño avanzado y racional.

Las formas de atraque más utilizadas para el mejor aprovechamiento de la zona de atraque son las siguientes:

##### ATRAQUE DE COSTADO AL MUELLE.

La embarcación permanece apoderada a la línea de atraque - sujeta a dos puntos fijos de la misma (argollas). (Fig. 4.3)

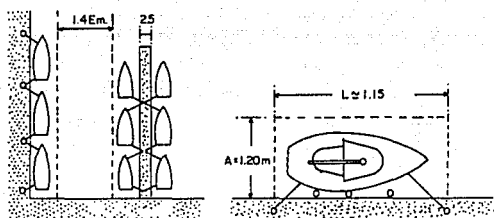


FIGURA 4.3 ATRAQUE DE COSTADO A MUELLE.



Esta disposición tiene la ventaja de permitir el atraque de embarcaciones de tamaños dispares, y facilitar el acceso desde tierra a la embarcación. Por otra parte tiene el gran inconveniente de precisar una enorme longitud de atraque, lo cual encarece mucho la construcción.

Tomando como ejemplo una embarcación de 10 m de eslora y 3.4 m de manga, se pueden obtener los siguientes índices:

Longitud de atraque ocupada:	11.50 m/emb.
Superficie ocupada:	46.90 m <sup>2</sup> /emb.

#### ATRAQUE DE COSTADO Y ABARLOADO.

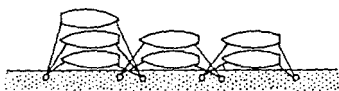
Es similar al anterior, con la variante de abarloadse dos o más embarcaciones. Los puntos de amarre siguen siendo dos. (Fig. 4.4)

Las ventajas de espacio de este sistema quedan muy reducidas por las comodidades de embarque, dificultad de desatraque de las embarcaciones interiores y excesivo rozamiento con las bordas o defensas contiguas que puedan dar lugar a suciedad o daños.

#### ATRAQUE DE POPA CON AMARRE A PILOTES.

La embarcación permanece con la popa arrimada al muelle, en dirección perpendicular a este, fijando la proa a dos pilotes aislados. (Fig. 4.5)

Este sistema requiere las condiciones precisas para el hincado de los pilotes. Es adecuado para marinas de gran dife



**FIGURA 4.4 ATRAQUE DE COSTADO Y ABARLOADO.**

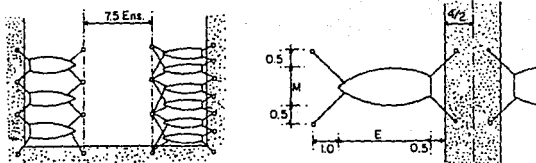


FIGURA 4.5 ATRAQUE DE POPA CON AMARRE A PILOTES.

rencia de niveles de marea. Para la embarcación tipo de -  
10 m de eslora y 3.4 m de manga se tiene:

Longitud de atraque ocupada: 4.4 m/emb.  
Superficie ocupada: 50.6 m<sup>2</sup>/emb.

#### ATRAQUE DE POPA CON AMARRE A BOYA O MUERTO.

Es similar al anterior, con la diferencia de que la fija -  
ción de la embarcación por proa se hace con un solo amarre  
a una boya anclada o a un cuerpo hundido llamado muerto.

(Fig. 4.6)

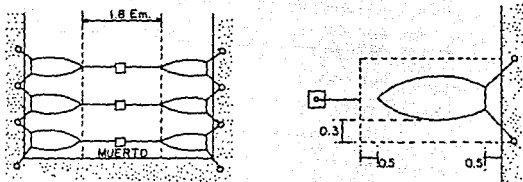
Esta forma de atraque requiere de una infraestructura muy  
sencilla y barata y ocupa poca superficie por embarcación.  
Como desventajas más notables se pueden apuntar: un posi -  
ble enganche de hélices en cabos y cadenas sumergidas, una  
discreta rigidez en la distribución por tamaños de las em -  
barcaciones, una mayor complicación en el atraque frente a  
otros sistemas y dificultades de utilización en marinas -  
con gran diferencia de niveles de marea.

Los índices que se obtienen para la embarcación tipo de -  
10 m de eslora y 3.4 m de manga son los siguientes:

Longitud de atraque ocupada: 4.0 m/emb.  
Superficie ocupada: 44.0 m<sup>2</sup>/emb.

#### ATRAQUE DE POPA CON PEINE LATERAL.

Consiste en un sistema similar a los anteriores en cuanto  
a la posición de las embarcaciones con respecto al cantil

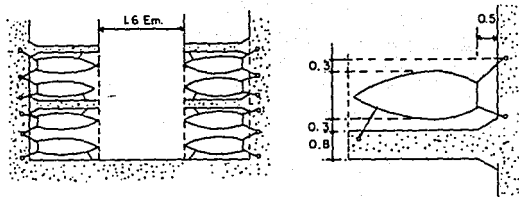


**FIGURA 4.6 ATRAQUE DE POPA CON AMARRE A BOYA O MUERTO.**

del muelle en el que se introduce a cada dos embarcaciones un elemento móvil, el "peine", que facilita el amarre de las embarcaciones y el acceso del usuario a las mismas.

(Fig. 4.7) El ancho del peine oscila entre 0.60 y 1.20 m, pudiendo adoptar tanto la forma rectangular como la triangular con vértice en su extremo aislado o la de bordes biselados. Los dos sistemas más comunes de peine son los de tipo bisagra y los de guía. En los primeros, la estructura está unida al muelle por medio de un sistema de rótulas que le permiten guiarse en el plano vertical de su eje y en su extremo posee un flotador capaz de resistir las cargas de trabajo. (Fig. 4.8) Este sistema es de aplicación idónea en marinas con escasa diferencia de niveles de marea o unidos a muelles flotantes. El segundo sistema consiste en peines unidos rígidamente al muelle flotante, del cual arrancan y en cuyo extremo tienen un orificio o guía que abraza a un pilote vertical empotrado en el fondo de la dársena. Dado que de este modo se pueden absorber fuertes diferencias del nivel de flotación, esta solución es especialmente indicada para puertos de diferencia de niveles de marea importantes.

Las principales ventajas del sistema de atraque en peine estriban en la facilidad que reviste la maniobra de atraque en un conjunto muy ordenado, en la economía frente a otras soluciones, ya que permite eliminar elementos de amarre tales como boyas, muertos, cadenas, etc. y por último



**FIGURA 4.7 ATRAQUE DE POPA CON PEINE LATERAL.**

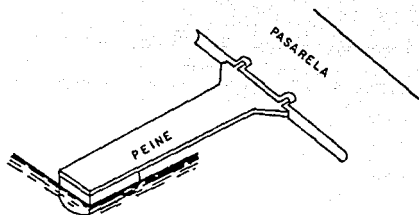


FIGURA 4.8 SISTEMA DE PEINE LATERAL CON BISAGRA.



en la comodidad y limpieza que suponen la posibilidad de - acceso lateral a las embarcaciones y el menor contacto con las vecinas.

Los índices obtenidos para la embarcación tipo de 10 m de eslora y 3.4 m de manga son:

Longitud de atraque ocupada:      4.80 m/emb.  
(ancho de peine 0.80 m)

Superficie ocupada:                      50.40 m<sup>2</sup>/emb.

La modalidad de atraque en peine puede extenderse a los ca sos de peines individuales, en los que cada embarcación á tiene un peine por ambos costados, o la de peines múltiple cuya longitud permite el atraque abarloado de dos o más em barcaciones. En ambos casos se pierden ventajas respecto - al peine doble, bien por incremento de las dificultades en la maniobra o bien por un menor aprovechamiento económico.

## C A P I T U L O 5

### SERVICIOS

La variedad de instalaciones náutico-deportivas, no aconseja incorporar indiscriminadamente los criterios de diseño y adopción de los servicios y elementos complementarios.

Según su categoría y consecuentemente, según el tipo de embarcaciones y uso de las mismas a que está destinada la marina, dispondrá de los servicios necesarios.

Es frecuente ver grandes núcleos deportivos con una amplia gama de servicios (restaurantes, hoteles, comercios, etc), pero también pequeños embarcaderos dotados con los medios indispensables para asegurar el paso del usuario de la embarcación a tierra y viceversa.

En el presente capítulo se describen algunos de los servicios más comunmente dispuestos en las marinas.

#### 5.1 SERVICIOS EN MUELLE.

##### AMARRE.

El amarre de la embarcación se efectuará a bitas, argollas o cornamusas que se colocan sobre el piso del muelle, y cuando se agrupan embarcaciones por tamaño puede darse convenientemente la distancia entre estos elementos para la -

mayor seguridad de ellas.

### DEFENSAS.

Para la protección tanto del muelle como de la embarcación se prevee en el muelle un sistema de defensa que generalmente consiste en una tira longitudinal de madera y la embarcación emplea unos cilindros de hule que cuelgan de la borda.

### SERVICIOS DIVERSOS A LA EMBARCACION

Dentro de estos servicios se pueden distinguir aquellos que se ofrecen directamente a la embarcación a través de ductos y tomas; estos servicios se colocan en ductos dentro del muelle, ya sea fijo o flotante, y sus salidas se agrupan en una caja consola o caseta ubicada en el tramo de atraque y es donde la embarcación saca sus extensiones y se conecta al agua potable, electricidad, teléfono, televisión, etc.

En general todas las conducciones habrán de proyectarse con los siguientes criterios:

- El trazado debe ser lo más directo posible, de tal manera que se minimicen las pérdidas de tensión y carga.

- Los ductos irán recubiertos para preservarlos de la humedad. la conducción de energía eléctrica será la de nivel superior.

- Cuando se atraviesen zonas de tráfico peatonal o

rodamiento se les proporcionará una protección adicional - en el concreto.

- Deben preverse los puntos de inspección necesarios para su reparación o sustitución de acuerdo con las normas vigentes sobre la materia.

- Los puntos de toma a lo largo del muelle, se podrán hacer individuales o múltiples, pero sin que en ningún caso disten más de 25 m de los puntos de atraque a los que - sirven.

#### ELECTRICIDAD.

La tensión de la red puede fijarse en 110 V. 220 V o 380 V si bien la segunda tiene un mayor grado de utilización y - aceptación. La frecuencia usual es de 60 Hz. En los puntos de enlace de cada muelle flotante se establecerá un inte - rruptor que permita los cortes parciales de energía para - reparaciones o en su caso de emergencia por siniestro.

#### AGUA POTABLE.

La distribución de agua potable se realizará a través de - materiales resistentes a la corrosión y a la formación de algas. Las secciones de las tuberías oscilan por lo gene - ral entre 20 y 40 mm dependiendo de la situación de la red. Se emplea tubería flexible en los muelles flotantes y las salidas serán como máximo de 20 mm.

### TELEFONO.

La demanda de red telefónica directa a las embarcaciones - suele ser muy pequeña y limitada, en casi todos los casos, a yates superiores de 15 m de eslora, por lo que se reco - mienda se puede suministrar con una extensión desde puntos claves a lo largo del muelle. Por el contrario, en tierra, es necesario disponer de un cierto número de puestos de te - léfonos bien distribuidos por toda la marina, o bien, agru - parlos en una central telefónica. La conexión deberá de - ser nacional e internacional. El número mínimo de cabinas será una por cada 50 atraques.

### TELEVISION.

La conexión o cablevisión tiene una mayor demanda que el - teléfono, aunque es práctica común que cada embarcación - traiga su propia televisión y que sólo se conecte a la - energía eléctrica para su uso.

### SALVAVIDAS.

Los salvavidas se colocan a lo largo del muelle o frente a cada consola, así como escaleras de seguridad para que las use la persona que caiga al agua.

### ILUMINACION.

Esta es proporcionada por unidades de postes conveniente - mente distribuidos a lo largo del muelle y con una intensi

dad que ilumine sin deslumbrar.

#### SISTEMAS CONTRA INCENDIO.

Generalmente todas las embarcaciones traen extinguidores, pero como equipo adicional, se colocarán extinguidores y cajas con manguera conectada a un sistema de agua independiente al de suministro a la embarcación en el muelle. Si la terminal es mayor a 600 embarcaciones, también contará con una lancha rápida contra incendio.

### 5.2 INSTALACIONES ESPECIALIZADAS.

#### 5.2.1 APROVISIONAMIENTO DE COMBUSTIBLE.

Dada la peligrosidad intrínseca de los combustibles usados por las embarcaciones, es necesario diseñar la instalación de distribución de forma que prive el factor seguridad.

Conviene, por tanto, eliminar y prohibir todas las actividades de tipo particular y aislado en cuanto al manejo, transporte y carga de combustible sobre todo de gasolina.

Por el contrario, es recomendable disponer estaciones de servicios centrales en muelles aislados y distantes de otras actividades. A estos muelles debe asegurarse el acceso de cualquier embarcación que acoja el puerto. El muelle de combustible estará equipado con bombas de diesel y gasolina, así como una caseta para guardar aceites.

### 5.2.2 VARADERO.

Este tipo de instalación para reparación de embarcaciones puede consistir desde una simple rampa por la cual se sube el remolque con la embarcación, hasta un varadero formal - con rieles guía para bajar la cuna, o bien con grúas especiales. El área que se destina a esta instalación es

$$S_v = 7 c$$

donde

$S_v$  Superficie de varadero.

$c$  Coeficiente definido en el apartado de dársenas

### RAMPA DE VARADA.

Están especialmente indicadas para el manejo de embarcaciones ligeras. La operación en ellas es por lo general sencilla, si bien en caso de embarcaciones mayores es preciso - un cuidado especial en el ajuste carro-embarcación. Las modalidades pueden ser varias, desde la simple para el varado manual de embarcaciones, hasta la dotada con carriles y malacates para el izado con carro auxiliar. Los materiales de superficie de la rampa han de permitir un deslizamiento fácil de la embarcación, sin que exista desgaste del casco.

Para deslizamiento directo suelen disponerse rampas de arena o dotadas de rodillos de goma o metálicos. La pendiente de las rampas oscila entre el 5 y el 12 por ciento, debiendo considerarse para pendientes mayores el uso casi obliga

do de un malacate o juego de poleas.

La profundidad y longitud de la rampa han de estar en consonancia con los calados del barco máximo previsto de utilización. El ancho mínimo de la rampa puede estimarse en 5 m más 4 m adicionales por cada vía que se añada.

Es de fundamental importancia la ordenación y colocación del sistema de rampas dentro del esquema de la marina. Por el lado terrestre hay que disponer un espacio libre en su extremo para la maniobra de los remolques y del malacate si existiera. Del lado marítimo, la zona deberá estar muy resguardada, prácticamente sin agitación. Por otra parte, dispondrá de calados suficientes y no molestará el tráfico normal del puerto.

#### GRUAS.

Es el procedimiento de izado de embarcaciones más común en el ámbito de las marinas. La grúa fija o móvil se coloca al borde del muelle y abraza el casco de la embarcación mediante unas "bragas" o cinchas. Con una elevación, un giro y un descenso, la deposita sobre su remolque.

Desde el punto de vista funcional, es necesario disponer de un espacio libre al borde del muelle para su operación en los dos sentidos del giro. La potencia de las grúas puede oscilar entre 500 kg y 10 ton.



### 5.3 SERVICIOS EN TIERRA.

#### 5.3.1 SANITARIOS.

La evacuación de aguas residuales en las embarcaciones - atracadas en la marina, se suele efectuar por medio de W.C químicos que pueden descargarse en un atraque especial dotado de bombas que descargan el contenido de los depósitos del barco en un depósito general. En otros casos los servicios generales del puerto disponen de un vertedero propio para estos W.C. químicos.

La instalación de sanitarios y baños deberán estar localizados en un radio de no más de 150 m de los muelles. A continuación se detallan las necesidades que deberá cumplir - cada mueble sanitario.

Mueble	Hombre	Mujer
Escusados	1/50 atraques	1/75 atraques
Mingitorios	1/75 atraques	
Lavamanos	1/50 atraques	1/75 atraques
Regaderas	1/100 atraques	1/200 atraques

#### 5.3.2 ESTACIONAMIENTO DE VEHICULOS.

El área requerida para estacionamiento de vehículos es de 1.2 carros por cada posición de embarcación atracada. Se considera cada espacio de carro de 5 m por 2.5 m, o bien - en función del número de embarcaciones se tiene

$$Se = 11 c$$

donde

Se Superficie de estacionamiento.

Coefficiente definido en el apartado de dársenas  
Los accesos a los estacionamientos deberán tener 5 m de an  
cho mínimo. El piso del estacionamiento no requiere estar  
pavimentado, puede emplearse piedra triturada o grava, con  
objeto de proporcionar un área porosa. Se recomienda que -  
si el estacionamiento es a lo largo del agua, los carros -  
se estacionen paralelamente a la orilla para que no exista  
posibilidad de que se rueden o, emplear topes adecuados si  
el aprovechamiento del espacio indica que el vehículo debe  
estacionarse perpendicular a la orilla.

### 5.3.3 ALMACENAJE DE EMBARCACIONES.

Si las embarcaciones no son retiradas por sus dueños por -  
medio de remolque, pueden permanecer en la terminal. Si la  
permanencia es corta, generalmente quedan a flote, pero si  
es por un largo periodo en el cual no será utilizada, es -  
conveniente sacarla del agua para evitar un envejecimiento  
prematureo del casco y la proliferación de colonias de alga  
y moluscos en el mismo.

Para guardar las embarcaciones se dispondrá de áreas cerra  
das en las cuales se estacionan las embarcaciones, y si el  
área es limitada, se pueden estibar las embarcaciones a di  
ferentes alturas empleando armazones tipo armario o casi -  
lleros abiertos.

El área dedicada a los almacenes en tierra es

$$S_a = 14 c$$

donde

$S_a$  Superficie de almacenaje.

$c$  Coeficiente definido en el apartado de dársena

#### 5.3.4 REPARACIONES.

El cuidado y reparación de las embarcaciones necesita de una zona donde materializar estas actividades. Los principales condicionamientos al situar éstas superficies son:

- Ha de estar lo más próxima posible a las instalaciones de izado y varada de las embarcaciones.

- No debe interferir en el resto de la instalación tanto funcional como estéticamente.

La superficie que se destine a estos talleres es variable, pero un indicador es

$$S_r = 10 c$$

donde

$S_r$  Superficie de reparación.

$c$  Coeficiente definido en el apartado de dársenas

#### 5.3.5 VIGILANCIA.

La seguridad de la terminal tanto de sus instalaciones como de los usuarios y sus pertenencias, debe considerarse desde los primeros pasos de la planeación, proponiendo medios que satisfagan este requerimiento como es el de instala

lar vallas sólidas o con malla de alambre y vigilancia. La vigilancia, para ser efectiva, debe establecerse durante - las 24 hrs.

#### 5.4 SERVICIOS EN MAR.

Dentro de este apartado se debe aclarar que el único servicio que se le dá a la embarcación en mar es el señalamien- to marino.

El señalamiento tiene por objeto guiar la embarcación a lo largo de su navegación dentro del área acuática de la mari- na durante el día y por la noche si las señales son lumino- sas.

Dentro de las señales para ayuda a la navegación, las vi- suales constituyen el grupo más importante. Son las más fá- ciles de reconocer por los navegantes; no precisan para su utilización de disponer de algún medio auxiliar y permiten determinar exactamente la posición del lugar.

Las marcas o señales visuales son objetos naturales o artificiales fácilmente reconocibles por su forma o color. Es- tas marcas se denominan fijas cuando lo es su posición co- mo en el caso de las situadas en tierra, o flotantes, cuando están situadas sobre un cuerpo de igual naturaleza, co- mo un barco faro o una boya.

## 5.5 SERVICIOS COMPLEMENTARIOS Y CONEXOS.

Los elementos comprendidos en este apartado pueden estar alojados en un edificio donde se lleve a cabo la dirección y administración de la marina, al cual estarán ligadas las oficinas de control gubernamental como aduana, migración, sanidad internacional y capitania de puerto. Otras entidades conexas podrían ser: enfermería, oficina de información gral., despachos para atender el avituallamiento de embarcaciones. La superficie destinada a estas instalaciones puede estimarse en 1000 m<sup>2</sup>.

## 5.6 SERVICIOS COMERCIALES.

- Centro de convenciones y exhibición.
- Hoteles.
- Restaurantes.
- Oficinas.
- Industrias.
- Centros comerciales.

Los servicios prestados al usuario de una marina son un factor muy importante para el éxito de la misma, sobre todo teniendo en cuenta que el mayor número de usuarios de estas instalaciones son personas con un cierto grado de

solvencia económica, acostumbrados a la comodidad, la -  
cual buscarán sobre todo en sus periodos vacacionales.

## CAPITULO 6

### MARINAS EN MEXICO

México es un país con gran potencial en cuanto a litoral - costero se refiere, en el se localizan gran cantidad de si tios propicios para el desarrollo de marinas destinadas a la recreación, como por ejemplo la costa del Oceano Pacífi co, que comprende las playas de los estados de Baja Califi - fornia, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

Estas regiones privilegiadas con sus hermosas playas, ofre cen al turismo bellos lugares donde pueden realizar diversa s actividades acuáticas, deportivas y de placer. Las dive rsas actividades regionales y las costumbres culinarias de sus habitantes presentan un factor importante para atraer al visitante asegurándole así una estancia placentera. Es importante explotar estas regiones y desarrollar una infra estructura turístico portuaria digna para recibir a los visitantes más exigentes.

La creación de marinas en México proporcionaría a los dueño s y usuarios de embarcaciones de placer, las instalacione s necesarias para satisfacer sus demandas de seguridad y comodidad.

Las obras portuarias son base fundamental para aspirar a un desarrollo de nuestras costas en cada una de las activide dades.

dades relacionadas con el mar, pues a pesar de la extensión de nuestros litorales, poseemos un inadecuado desarrollo portuario, este tipo de obras constituye la infraestructura que abrirá posibilidades para definir un proceso de desarrollo económico apoyado en el mar.

Con la ejecución de estas obras se logrará el aumento de las corrientes de viajeros y se creará mayor ocupación y desarrollo regional por el gasto de los turistas que tan determinadamente influyen en el núcleo receptor.

En base a lo anterior, se debe plantear como objetivo principal, el fomento y protección de la actividad turística y la creación de marinas aprovechando los recursos naturales de las costas de nuestro país.

Existen gran diversidad de lugares que reúnen las condiciones geográficas y panorámicas para la realización de una marina o puerto deportivo, pero también debe tomarse en cuenta la afluencia de yatistas o poseedores de pequeñas embarcaciones, las cuales podrán ser recibidas en dicha instalación.

Tomando en cuenta que gran parte de las divisas obtenidas en el sector turístico en nuestro país proviene de la afluencia de turismo norteamericano, es conveniente saber que las embarcaciones de recreo en los E.U.A. han alcanzado niveles de gran importancia ya que existen en la actualidad 8'400,000 embarcaciones de este tipo en dicho país. Estas



embarcaciones se dividen en dos grupos, las de pequeña eslora, de hasta 8 m, denominadas embarcaciones remolcables y las mayores de 8 m, denominadas embarcaciones de altura. Los porcentajes existentes en los Estados Unidos de este tipo de embarcaciones son los siguientes:

Embarcaciones remolcables	89 por ciento
Embarcaciones de altura	11 por ciento

La mayoría de este mercado está compuesto por yates de pequeña eslora o remolcables y es necesario implementar una serie de sitios como marinas, que contando con las instalaciones y servicios requeridos, permitan al turismo potencial penetrar y sea atendido en nuestro litorales.

Las instalaciones actuales para pequeñas embarcaciones en nuestro país son muy escasas, de hecho únicamente en el puerto de San Carlos, Son. y en Cabo San Lucas, B.C.S. se tienen marinas en operación.

La construcción de marinas con todos los servicios deben ser parte de complejos turísticos pues las cuantiosas inversiones necesarias sólo se justifican cuando se recuperan a través de una gran actividad de servicios o a través de la plusvalía de bienes raíces. Es por esto que existen actualmente varios desarrollos de estas obras en nuestro país como son Puerto Vallarta, Jal., Guaymas, Son., Manzanillo, Col., etc.

Existen también diversos proyectos para desarrollar complejos turísticos en los cuales se considera la construcción de una marina, estos son: Ensenada, B.C.N., San Quintín, B.C.S., La Paz, B.C.S., Puerto Escondido, B.C.S., Puerto Peñasco, Son., Bahía Kino, Son., Mazatlán, Sin.

Es recomendable seleccionar un grupo de lugares que formen una red con facilidades de marinas, esto debido a la pequeña autonomía de las embarcaciones remolcables y a las costumbres de sus propietarios pues, sus regiones de navegación se limitan usualmente a pequeños radios alrededor de los puertos donde botan sus embarcaciones o a una navegación diurna.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto y aceptando que la creación de marinas en nuestros litorales es un gran acierto para el desarrollo de nuestro país, se procede, a continuación, a la realización del diseño de una marina poniendo en práctica los conceptos expuestos en los anteriores capítulos y presentando una visión generalizada del desarrollo de una obra de este tipo.

## PROYECTO " MARINA JULUAPAN "

### 6.1 SELECCION DEL SITIO.

Este desarrollo se ubica en la zona trópica, en el mismo paralelo geográfico de las islas Hawai, del Caribe y del Mediterráneo, y situado en la costa del Pacífico Mexicano entre los más importantes centros turísticos, al sur de Puerto Vallarta y al Norte de Ixtapa y Acapulco.

La marina se localiza en la laguna de Juluapan, que se encuentra en la zona costera del estado de Colima, situada entre la bahía de Santiago y las laderas marginales del macizo montañoso Cerro del Toro y el promotorio de la punta Juluapan que circunda la cuenca.

Geográficamente se encuentra ubicada entre los  $19^{\circ}06'10''$  y los  $19^{\circ}07'15''$  latitud norte y los  $104^{\circ}23'52''$  y  $104^{\circ}24'40''$  longitud oeste.

Este desarrollo se encuentra a 20 minutos del Aeropuerto Internacional de Manzanillo, por la carretera que comunica a éste con la ciudad y aproximadamente a 15 minutos de la misma.

La laguna de Juluapan cuenta con dos vasos, siendo el posterior de una superficie mayor al que se encuentra comunicado con el Océano Pacífico en la playa conocida como La Boquita, razón por la cual es de agua salada, y entre ambas cubren una superficie aproximada de 85 Has.

La colindancia norte está formada por tierra firme y algunas zonas de mangle y posteriormente se encuentra el ejido de El Naranja, formado por palmares y sembrados de limón principalmente, el cual colinda con la carretera y en donde se ubicará el acceso vehicular al desarrollo.

El lado sur está delimitado por la península de Juluapan y la playa La Boquita. La primera formada por laderas de pendiente media y en la segunda se encuentra la comunicación de la laguna con el mar, misma que será el acceso náutico para el desarrollo y en donde se construirán los rompeolas del puerto.

En la zona oriente de la laguna se encuentra mangle y principalmente tierra firme y plana, esta zona colinda con la playa de la bahía de Santiago en una distancia aproximada de 600 m y servirá de frente playero a la zona hotelera del proyecto.

La colindancia poniente está formada por laderas que van de suaves a pronunciadas. La península del Alacrán divide en forma natural los vasos de la laguna. En esta zona se ubicará el desarrollo náutico del proyecto.

Las figuras 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 y 6.5 muestran la localización del sitio elegido para el desarrollo de la marina Juluapan.

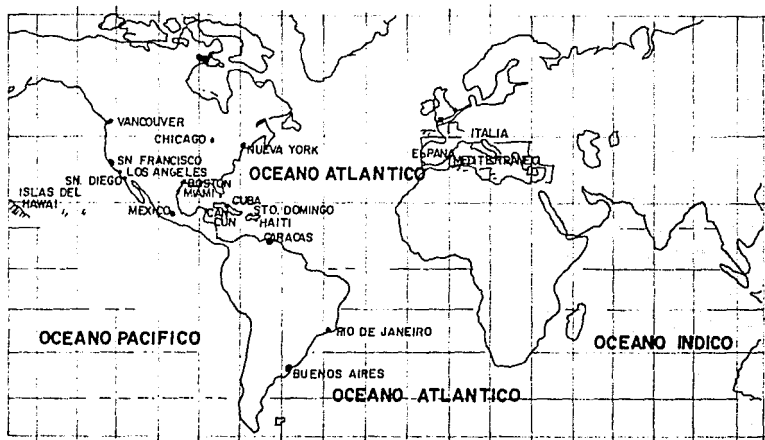


FIGURA 6.1 ZONA TURISTICA INTERNACIONAL .

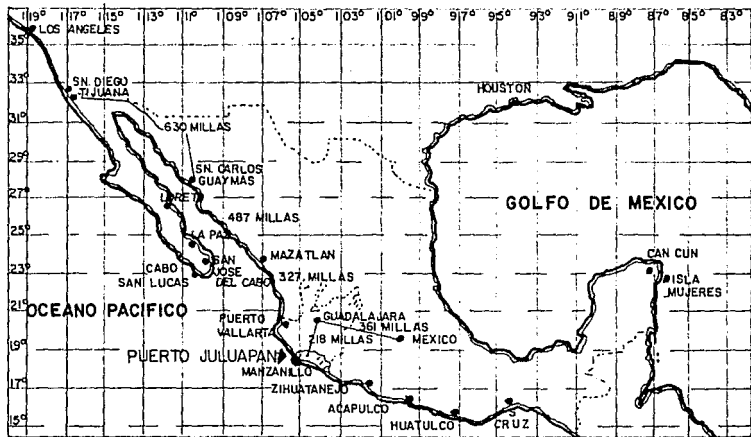


FIGURA 6.2 DESARROLLOS TURISTICOS NACIONALES

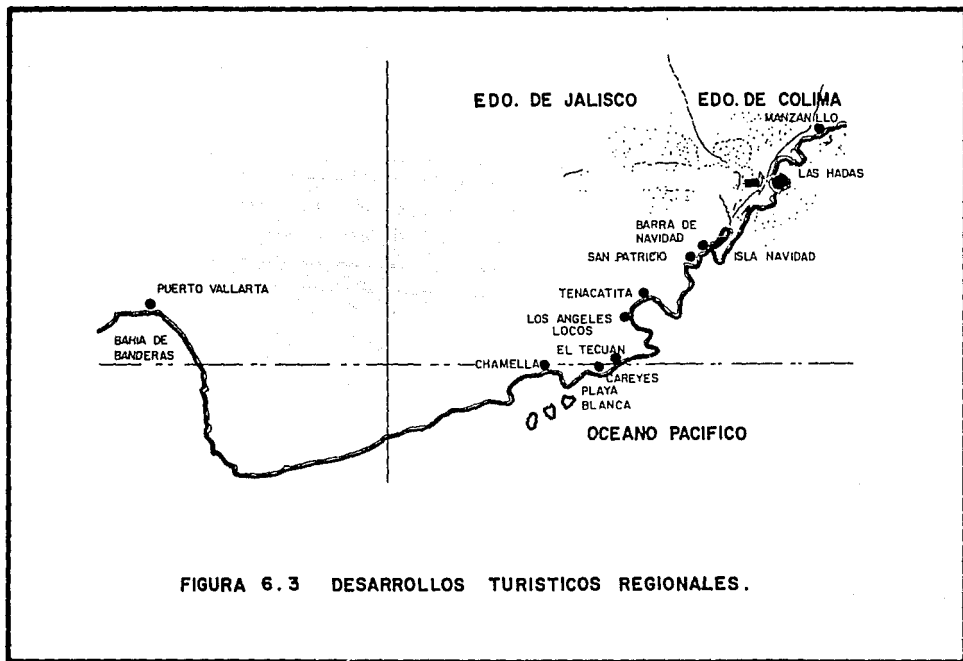


FIGURA 6.3 DESARROLLOS TURISTICOS REGIONALES.

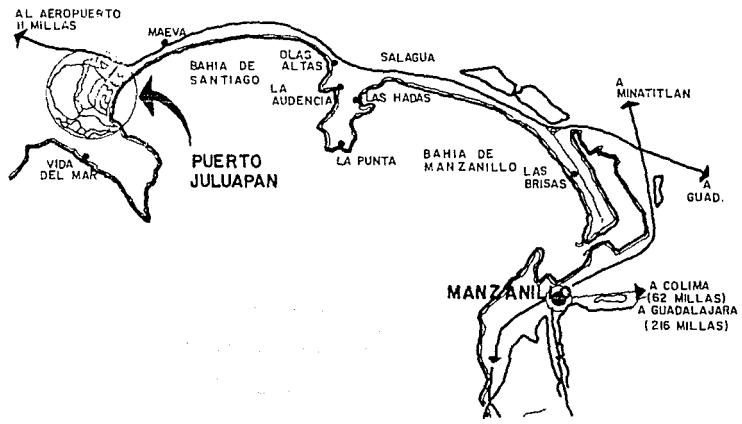


FIGURA 6.4 LOCALIZACION



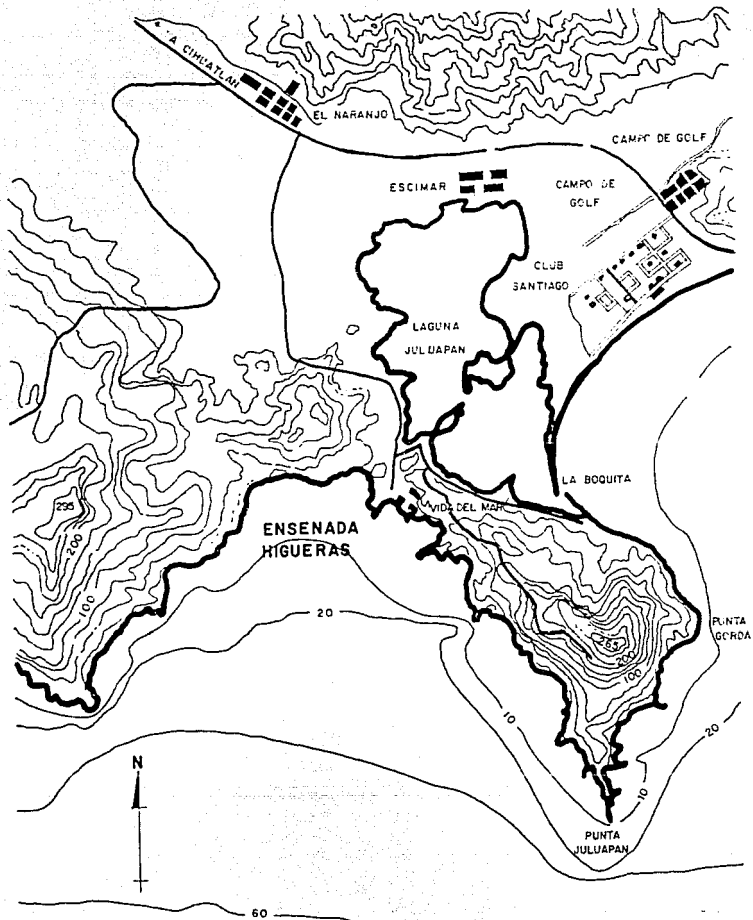


FIGURA 6.5 UBICACION .

002

### 6.1.1 ESTUDIO DE LA OFERTA Y LA DEMANDA DE LOS PUESTOS DE ATRAQUE.

Debido a las condiciones geográficas y climatológicas de la laguna y a los servicios y comodidades que representa el proyecto de la marina, el resultado que arroja el estudio de la demanda de puestos de atraque en dicho desarrollo, es positivo.

La proposición que se tiene para este desarrollo náutico turístico es capaz de capturar la insatisfecha demanda de la flota canadiense, americana y mexicana.

Otro punto a favor de este desarrollo consiste en la cercanía del mismo con Puerto Vallarta, lugar en el cual actualmente se construye una marina y constituye un posible intercambio de embarcaciones entre dichas instalaciones.

### 6.1.2 VERIFICACION DE USOS Y ACTIVIDADES PRIORITARIAS EN LAS ZONAS MARITIMAS Y TERRESTRES.

Los usos más frecuentes del litoral que circunda al proyecto son de tipo comercial y turístico. El uso comercial está determinado en el puerto de Manzanillo y el turístico lo constituyen los desarrollos tales como Las Hadas, Maeba y Club Santiago. Es por esto que no puede haber mejor compatibilidad y adaptación entre el proyecto y el uso del litoral cercano ya que la marina proporcionará un mayor desarrollo al entorno.

### 6.1.3 ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS OCEANOGRAFICAS.

#### OLEAJE.

La frecuencia del oleaje en esta área se comporta estacionariamente, olas menores o iguales a 2.75 m de altura provienen del W y SW predominantes, en un 22% durante todo el año, del NW con un 17.8% y del S con un 12.1%. Olas de más de 2.75 m de altura llegan del N y NW predominantemente durante la estación de invierno y las provenientes del S y SW son predominantes en verano, esto último ocurre en conjunción con los ciclones. La altura de la ola significativa es de 2.5 m y el periodo significativo de 10 seg.

#### Niveles del mar.

El factor de forma del régimen de mareas para el puerto de Manzanillo corresponde al tipo mixto semidiurno, es decir, ocurren generalmente dos pleamares y dos bajamares con gran diferencia en rango y la hora en que se presentan, siendo el rango medio de 0.70 m en cada día de marea.

En el acotencimiento de los cuartos de la luna (menguante y creciente), la marea se convierte en diurna unos días antes y después de dichas fases de la luna.

Las principales constituyentes armónicas de la marea para el puerto de Manzanillo, Col. son las siguientes:

Pleamar máxima registrada	0.848 m.
Nivel de pleamar media superior	0.333 m.

Nivel de pleamar media	0.272 m.
Nivel medio del mar	0.000 m.
Nivel de media marea	0.005 m.
Nivel de bajamar media	-0.264 m.
Nivel de bajamar media inferior	-0.398 m.
Bajamar mínima registrada	-0.889 m.

### Corrientes.

El viento del SW produce las corrientes predominantes de la zona que penetran por los márgenes de la bahía, convergiendo a la altura de la península de Santiago, donde inician su salida por el centro de la bahía, originando dos giros, uno anticiclónico, hacia el área de Santiago y otro ciclónico, hacia el área de Manzanillo. (Ver carta geográfica de la zona).

### Relieve del fondo marino.

El plano No. 1 muestra la batimetría de la Laguna y el contorno del terreno como debe quedar para el desarrollo del proyecto.

### 6.1.4 ESTUDIO CLIMATOLOGICO.

El clima que impera en la región es de tipo tropical lluvioso, siendo el más seco de los cálidos subhúmedos. El

promedio anual de precipitación pluvial es de 943.7 mm, - siendo los meses de Junio a Octubre la temporada de lluvia y Septiembre el más lluvioso debido a los frecuentes ciclo nes durante este mes, alcanzando una precipitación de 220 mm.

Los vientos fuertes causados por los ciclones, algunas veces alcanzan velocidades de más de 15 m/seg.

La frecuencia de vientos dominantes son del W y WNW, alcanzan do una velocidad media anual de 4.77 m/seg.

Los vientos del WNW alcanzan su máxima frecuencia de no - viembre a junio y los del sector E, especialmente del SE y SSE de julio a octubre. Esta región de la costa del Pacífico se encuentra sobre el trayecto de los huracanes tropicales provenientes del SE, siendo los más frecuentes en los meses de junio y octubre.

La temperatura promedio del aire, es de 28.81°C de julio a agosto y de 25.21°C de diciembre a abril.

El promedio anual de humedad relativa es del 75% siendo el mes de septiembre el que alcanza mayor humedad, con un pro medio de 82%.

#### 6.1.5 ESTUDIO ESTETICO Y PAISAJISTICO.

El lugar de ubicación del proyecto presenta una calidad - paisajística muy elevada. Está rodeado por playas de arena blanca y dorada y se pueden apreciar extraordinarias vis-

tas de amaneceres y atardeceres. El entorno es de una gran belleza natural pues la zona es prácticamente virgen.

#### 6.1.6 ESTUDIO ECONOMICO Y FINANCIERO.

La recuperación de la inversión en la marina podría ser de la siguiente manera:

- Una cuota estandar mensual.
- Una renta anticipada de los 362 puestos de atraque.
- La mezcla de tiempo compartido con puesto de atraque, el cual incluye condominio, bote y puesto de atraque.
- La concesión de terreno para construcción de condominios.
- La venta de terreno para hoteles.
- La venta de residencias privadas de alta clase.
- La venta de locales comerciales.
- La venta de talleres.
- La membresía para la casa club.

#### 6.2 OBRAS EXTERIORES.

Una vez determinada la factibilidad del proyecto, dados los resultados positivos obtenidos en los estudios realizados, se procede a la definición del proyecto y de las obras exteriores necesarias para su realización.

### 6.2.1 ROMPEOLAS.

Debido a las condiciones que presenta el oleaje en el área de proyecto y a la necesidad de proporcionar calma en el interior de la dársena y canal de acceso, se hace necesario implementar rompeolas que cumplan con este propósito. Se proyecta la construcción de dos rompeolas paralelos que se originen en la playa llamada La Boquita y se desarrollen con dirección ENE, de tal manera que el rompeolas norte sea perpendicular a la trayectoria de la corriente dominante que actúa en la bahía de Santiago y el rompeolas sur detenga el oleaje producido por el viento dominante que corre en dirección WNW. De esta manera se crea un canal de acceso protegido y con buenas condiciones de estabilidad. Dado que el acceso a la laguna de Juluapan presenta poca profundidad, la sección más adecuada del rompeolas a utilizar será de talud y se formará con enrocamiento debido a la facilidad de obtención en la región de rocas de Basalto con las características adecuadas. Esta situación beneficia el aspecto económico de la construcción de los elementos.

Para iniciar el cálculo de los rompeolas tenemos los siguientes datos:

Peso específico del Basalto	2.2 ton/m <sup>3</sup> ( 137.328 lb/ft <sup>3</sup> )
Altura máxima de la ola	3.0 m (9.842 ft)

Peso específico del agua en 1025.28 kg/m<sup>3</sup>  
 el sitio. ( 64 lb/ft<sup>3</sup> )

Para obtener el peso de los elementos de la coraza ( $W_r$ ), utilizaremos la ecuación presentada en el Cap. 3, por lo que es necesario consultar la tabla 3.3 del mismo capítulo para seleccionar el factor  $k_A$ .

La conformación de las rocas obtenidas en el banco de materiales es rugosa determinada por la forma de extracción de las mismas. La colocación de las piedras de basalto en la escollera será de forma acomodada lo cual arroja como resultado un valor mayor de  $k_A$ . Esto significa que se podrán utilizar rocas de menor tamaño para la construcción de la coraza teniendo así un mejor aprovechamiento del banco de materiales. Como los rompeolas serán perpendiculares a la dirección del oleaje, el agua pierde su energía al chocar con estos, lo que nos representa una condición de rompimiento de la ola. Partiendo de estos principios, se puede seleccionar el valor de  $k_A$  como:  $k_A = 5.0$

Continuando con el cálculo:

$$W_r = \frac{p_r (H^3)}{(k_A (S_r - 1)^3 \cot a)}$$

$$S_r = \frac{p_r}{p_w} = \frac{137.328}{64} = 2.146$$



$$W_r = \frac{(137.328) (9.842)^3}{5 (1.146)^3 (2)} = 7907.9 \text{ lb.}$$

$$W_r = 3.6 \text{ Ton.}$$

Para los elementos que forman la capa secundaria:

$$W_2 = W_r/10$$

$$W_2 = 3.6/10 = 0.36 \text{ Ton.}$$

Para los elementos del núcleo:

$$W_n = W_r/200$$

$$W_n = 3.6/200 = 0.018 \text{ Ton.}$$

Para la obtención del espesor de la coraza y capa secundaria utilizando la fórmula presentada en el Cap. 3:

$$e = 3 (w/pr)^{1/3}$$

$$e_1 = 3 ( 3.6 / 2.2 )^{1/3} = 3.535 \text{ m. espesor de la coraza.}$$

$$e_2 = 3 ( 0.36 / 2.2 )^{1/3} = 1.641 \text{ m. espesor de la capa secundaria.}$$

El espesor del núcleo lo determina la profundidad del terreno a lo largo del rompeolas.

En base a estos datos y teniendo el estudio de la batimetría se presentan en el plano No. 3 las secciones transversales que resultan para los dos rompeolas.

El ancho de la corona será de 6 m, suficientes para permi-

tir la maniobra de la maquinaria que trabaje en la cons -  
 trucción de los rompeolas.

El morro conserva las características de talud, material y  
 espesor, tanto de la capa secundaria como de la coraza, ha  
 ciendo que éstas rodeen el extremo final del rompeolas.

El volumen requerido de los elementos de la coraza, capa -  
 secundaria y núcleo se obtiene por medio de secciones a lo  
 largo del rompeolas (Plano No. 3) y en base al área de la  
 sección en el lugar del corte, sacando promedios. De esta  
 manera se obtiene para el rompeolas sur:

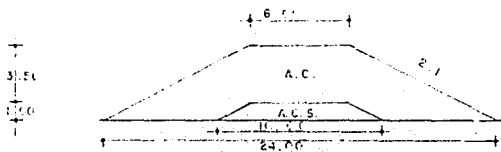
Volumen de Núcleo

Estación	A	A1+A2	D/2	V
0 + 000	0			
0 + 100	13.02	13.02	50	651.00
0 + 200	61.40	74.42	50	3,721.00
0 + 280	111.63	193.03	40	6,921.20
-----				
Suma				11,293.20 m <sup>3</sup>
Vol. del núcleo en el morro				1,839.19 m <sup>3</sup>
-----				
Total				13,132.39 m <sup>3</sup>

Las figuras 6.6 y 6.7 muestran la forma de calcular las -  
 áreas de la coraza, capa secundaria y núcleo para cada una  
 de las secciones obtenidas a lo largo del rompeolas sur.

# ESCOLLERA SUR

SECCION U + CFC

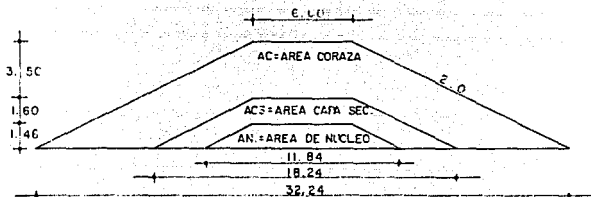


$$AT = \frac{24.00 + 6.00 \times 3.5}{2} = 47.50 \text{ M}^2$$

$$ACS = \frac{11.00 + 6.00 \times 1.0}{2} = 8.00 \text{ M}^2$$

$$AC = AT - ACS = 47.50 - 8.00 = 39.50 \text{ M}^2$$

SECCION C + ICC



$$AT = \frac{32.24 + 6.00 \times 3.5}{2} = 125.43 \text{ M}^2$$

$$ACS + AN = \frac{11.84 + 6.00 \times 3.06}{2} = 37.09 \text{ M}^2$$

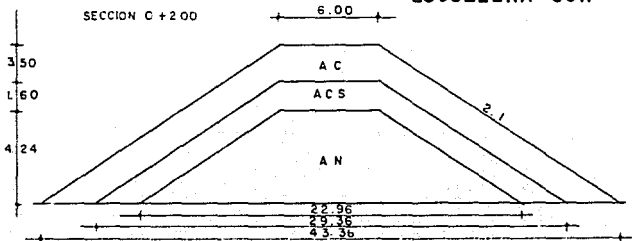
$$AN = \frac{11.84 + 6.00 \times 1.46}{2} = 13.02 \text{ M}^2$$

$$AC = AT - (ACS + AN) = 125.43 - 37.09 = 88.34 \text{ M}^2$$

$$ACS = (ACS + AN) - AN = 37.09 - 13.02 = 24.07 \text{ M}^2$$

FIGURA 6.6 OBTENCION DE LA AREAS DE NUCLEO CAPA SECUNDARIA Y CORAZA

## ESCOLLERA SUR



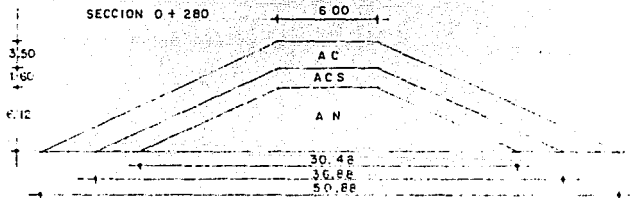
$$AT = \frac{43.36 + 6.00 \times 9.34}{2} = 230.51 \text{ M}^2$$

$$AN + ACS = \frac{29.36 + 6.00 \times 5.84}{2} = 103.25 \text{ M}^2$$

$$AN = \frac{22.96 + 6.00 \times 4.24}{2} = 61.40 \text{ M}^2$$

$$AC = AT - (AN + ACS) = 230.51 - 103.25 = 127.26 \text{ M}^2$$

$$ACS = (ACS + AN) - AN = 103.25 - 61.40 = 41.85 \text{ M}^2$$



$$AT = \frac{50.88 + 6.00 \times 11.22}{2} = 319.10 \text{ M}^2$$

$$AN + ACS = \frac{36.88 + 6.00 \times 7.72}{2} = 165.52 \text{ M}^2$$

$$AN = \frac{30.48 + 6.00 \times 6.12}{2} = 111.63 \text{ M}^2$$

$$AC = AT - (AN + ACS) = 319.10 - 165.52 = 153.58 \text{ M}^2$$

$$ACS = (AN + ACS) - AN = 165.52 - 111.63 = 53.89 \text{ M}^2$$

**FIGURA 6.7 OBTENCION DE LAS AREAS DE NUCLEO  
CAPA SECUNDARIA Y CORAZA .**

La figura 6.8 muestra la forma de obtener el volumen del núcleo en el morro del rompeolas sur.

Volumen de la Capa Secundaria

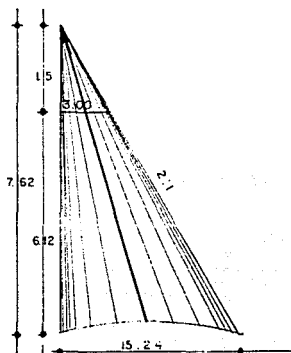
Estación	A	A1+A2	D/2	V
0 - 014	0			
0 + 000	8.00	8.00	7	56.00
0 + 100	24.07	32.07	50	1,603.50
0 + 200	41.85	65.92	50	3,296.00
0 + 280	53.89	95.74	40	3,829.60
-----				
Suma				8,785.10 m <sup>3</sup>
Vol. de la capa sec. en el morro				1,429.75 m <sup>3</sup>
-----				
Total				10,214.85 m <sup>3</sup>

La fig. 6.9 muestra la forma de obtener el volumen de la capa secundaria en el morro del rompeolas sur.

Volumen de la Coraza

Estación	A	A1+A2	D/2	V
0 - 014	0			
0 + 000	59.50	59.50	7	416.50
0 + 100	88.34	147.84	50	7,392.00
0 + 200	127.26	215.60	50	10,780.00
0 + 280	153.58	280.84	40	11,233.60
-----				
Suma				29,822.10 m <sup>3</sup>
Vol. de la coraza en el morro				5,337.77 m <sup>3</sup>
-----				
Total				35,159.87 m <sup>3</sup>

## ESCOLLERA SUR MORRO



$$VT = 1/3 \cdot Tr \cdot (15.24)^2 \cdot 7.62 = 1853.33 \text{ M}^3$$

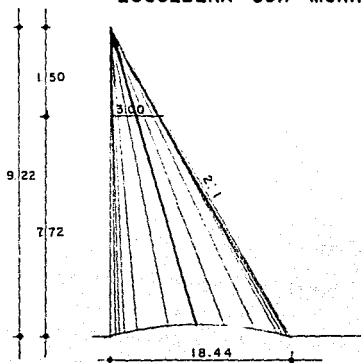
$$VSUP = 1/3 \cdot Tr \cdot (3)^2 \cdot 1.50 = 14.14 \text{ M}^3$$

$$\text{Vol. NUCLEO} = 1853.33 - 14.14$$

$$\text{Vol. NUCLEO} = 1839.19 \text{ M}^3$$

FIGURA 6.8 OBTENCION DEL VOLUMEN DE MATERIAL DE NUCLEO.

### ESCOLLERA SUR MORRO

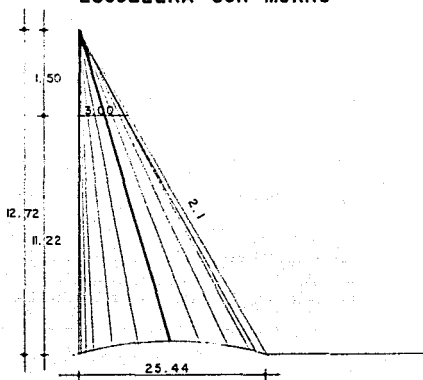


$$\begin{aligned}
 VT &= 1/3 \pi (18.44)^2 9.22 = 3283.08 \text{ M}^3 \\
 VS &= 1/3 \pi (3.00)^2 1.50 = 14.14 \text{ M}^3 \\
 VCS + VN &= 3283.08 - 14.14 = 3268.94 \text{ M}^3 \\
 VCS &= (VCS + VN) - VN = 3268.94 - 1839.19^* \\
 \text{VOL. CADA SEC.} &= 1429.75 \text{ M}^3
 \end{aligned}$$

\* DATO OBTENIDO EN LA FIG. 6.8

FIGURA 6.9 OBTENCIÓN DEL VOLUMEN DE MATERIAL DE CAPA SECUNDARIA.

ESCOLLERA SUR MORRO



$$VT = 1/3 T_1 (25.44)^2 12.72 = 8620.85 \text{ M}^3$$

$$VSUP. = 1/3 T_1 (3.00)^2 1.5 = 14.14 \text{ M}^3$$

$$VC + VCS + VN = 8620.85 - 14.14 = 8606.71 \text{ M}^3$$

$$VC = (VC + VCS + VN - (VCS + VN)) = 8606.71 - 3268.94 *$$

$$VOL. \text{ CORAZA} = 5337.77 \text{ M}^3$$

\* DATO OBTENIDO EN LA FIG. 6.9

FIGURA 6.10 OBTENCION DEL VOLUMEN DE MATERIAL DE CORAZA .



La figura 6.10 muestra la forma de obtener el volumen de la coraza en el morro del rompeolas sur.

Basándose en las tablas anteriores, los volúmenes totales obtenidos para cada capa, considerando un coeficiente de abundancia de 1.50 son:

$$\text{Vol. real del núcleo} = 19,698.59 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. real de la capa secundaria} = 15,322.28 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. real de la coraza} = 52,739.81 \text{ m}^3$$

De la misma forma que se obtuvieron los volúmenes requeridos de material para cada una de las capas componentes del rompeolas sur, se obtienen los resultados para el rompeolas norte, que son:

$$\text{Vol. real de la coraza} = 39,959.93 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. real de la capa secundaria} = 12,143.63 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. real del núcleo} = 15,626.27 \text{ m}^3$$

#### 6.2.2 DRAGADO.

Debido al requerimiento de profundidades específicas tanto en la bocana, canal de entrada y dársena se debe proceder a la realización del proyecto de dragado y relleno para lograr la adecuación del terreno para el desarrollo de la instalación.

En el plano No.2 puede observarse la forma que debe tener

el canal de acceso y la dársena, así como las profundidades en los mismos. Comparando esto con el plano No.1 en el que se aprecia la conformación actual del terreno en el sitio, puede apreciarse la necesidad de rellenar ciertas áreas y de dar mayor profundidad a otras.

Los volúmenes de relleno y dragado que deben ejecutarse representan un dato muy necesario para la evaluación económica de la obra y su programa de ejecución.

La cuantificación del volumen de relleno y dragado se puede realizar como se describe a continuación.

- Se calcula el área que encierra cada curva batimétrica con las curvas de proyecto identificando si requieren relleno o dragado.

- Para obtener el volumen de relleno se suman las áreas que lo requieren y el total se multiplica por la diferencia de nivel entre las curvas consideradas.

- El volumen de dragado se obtiene de manera similar al de relleno.

La diferencia que exista entre relleno y dragado representará la cantidad de material que debe traerse de algún banco de materiales (relleno mayor que dragado) o en su caso que tendrá que acarreararse fuera de la obra (dragado mayor que relleno).

Para el caso del proyecto de estudio se tiene:

Relleno.

Volumen lado norte

$$\text{Curva } +1 = 222,000 \text{ m}^2$$

$$\text{Curva } 0 = 221,150 \text{ m}^2$$

$$\text{-----}$$
$$443,150 \text{ m}^2 \times 1.0 \text{ m.} = 443,150 \text{ m}^3$$

$$\text{Curva } 0 = 221,150 \text{ m}^2$$

$$\text{Curva } -0.5 = 90,250 \text{ m}^2$$

$$\text{Curva } -1.0 = 63,750 \text{ m}^2$$

$$\text{Curva } -1.4 = 7,750 \text{ m}^2$$

$$\text{-----}$$
$$382,900 \text{ m}^2 \times 0.5 \text{ m.} = 191,450 \text{ m}^3$$

$$\text{-----}$$
$$\text{Volumen Total 1} = 634,600 \text{ m}^3$$

Volumen lado sur

$$\text{Curva } +1 = 130,000 \text{ m}^2$$

$$\text{Curva } 0 = 125,500 \text{ m}^2$$

$$\text{-----}$$
$$255,500 \text{ m}^2 \times 1.0 \text{ m.} = 255,500 \text{ m}^3$$

$$\text{Curva } 0 = 125,500 \text{ m}^2$$

$$\text{Curva } -0.5 = 32,000 \text{ m}^2$$

$$\text{-----}$$
$$157,500 \text{ m}^2 \times 0.5 \text{ m.} = 78,750 \text{ m}^3$$

$$\text{-----}$$
$$\text{Volumen Total 2} = 334,250 \text{ m}^3$$

Volumen total del relleno = V1 + V2

Volumen total del relleno = 968,850.00 m<sup>3</sup>

Dragado.

Curva -7 =	94,500 m <sup>2</sup>
Curva -6 = 94,500 + 5,100* =	99,600 m <sup>2</sup>
Curva -5 = 99,600 + 5,100 =	104,700 m <sup>2</sup>
Curva -4 = 104,700 + 5,100 + 45,050** - 180 =	154,670 m <sup>2</sup>
Curva -3 = 154,850 + 5,100 - 200 =	159,750 m <sup>2</sup>
Curva -2 = 159,950 + 5,100 - 2,400 - 300 =	162,350 m <sup>2</sup>
Curva -1 = 165,050 + 5,100 - 63,750 =	106,400 m <sup>2</sup>
Curva 0 = 170,150 + 5,100 - 21,000 =	154,250 m <sup>2</sup>

Suma Total de areas = 1'036,220 m<sup>2</sup>

Volumen Total de dragado = 1'036,220 m<sup>2</sup> x 1.0 m.

Volumen total de dragado = 1'036,220 m<sup>3</sup>

\* Diferencia de area entre dos curvas consecutivas.

\*\* Area de la dársena.

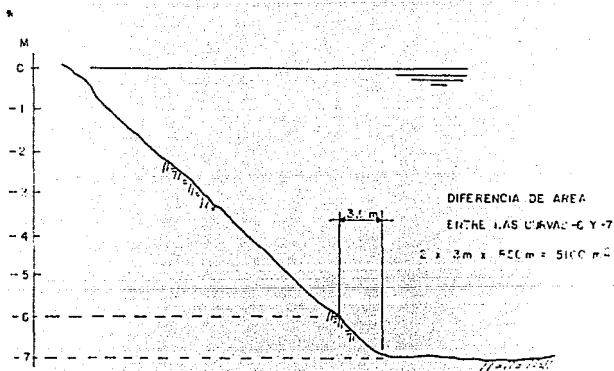
La obtención de la diferencia de área entre dos curvas consecutivas se muestra en la figura 6.11.

Comparando los volúmenes obtenidos para dragado y relleno se encuentra que se deberá acarrear volumen de material fuera de la obra dado que el volumen de dragado es mayor que el volumen de relleno.

-DRAGADO

CURVA	-7 =			94.500	M <sup>2</sup>
CURVA	-6 =	94.500 + 5.100 =		99.600	M <sup>2</sup>
CURVA	-5 =	99.600 + 5.100 =		104.700	M <sup>2</sup>
			**		
CURVA	-4 =	104.700 + 5.100 + 45.050 - 180 =		154.670	M <sup>2</sup>
CURVA	-3 =	154.650 + 5.100 - 200 =		159.750	M <sup>2</sup>
CURVA	-2 =	159.950 + 5.100 - 2.400 - 300 =		162.350	M <sup>2</sup>
CURVA	-1 =	165.050 + 5.100 - 63.750 =		106.400	M <sup>2</sup>
CURVA	0 =	170.150 + 5.100 - 21.000 =		154.250	M <sup>2</sup>
		SUMA TOTAL DE AREAS		1 036 220	M <sup>2</sup>

VOLUMEN TOTAL DE DRAGADO = 1.036.220 M<sup>2</sup> x 1,0 m. = 1.036.220 M<sup>3</sup>



\*\* AREA DE LA DARSENA = 45050 m<sup>2</sup>

FIGURA 6.11

### 6.3 OBRAS INTERIORES.

La laguna de Juluapan presenta dos embalses, separados por la península del Alacrán, lo que representa una serie de condiciones que hacen que la marina en estudio presente características particulares. La marina se ubicará dentro del primer embalse y para el segundo se piensa dar acceso a barcos de gran calado y eslora, por lo que el canal de acceso tendrá un ancho y profundidad mucho mayor al necesario para dar seguridad a las embarcaciones usuarias de la marina.

El proyecto de la marina Juluapan considera proporcionar servicio a embarcaciones con las siguientes características:

Embarcación	Eslora	Manga	Calado
1	hasta 10.50 m.	hasta 3.57 m.	hasta 1.60 m.
2	11.50 m.	3.91 m.	1.80 m.
3	13.50 m.	4.59 m.	2.09 m.
4	16.00 m.	5.44 m.	2.50 m.

El proyecto tiene una capacidad para albergar dentro de la dársena a 362 embarcaciones en total, lo que da un promedio de  $124 \text{ m}^2$  para cada embarcación, parámetro que se encuentra dentro de los límites recomendados.

La profundidad de la dársena, fijada en 4.0 m. arroja un colchón de 0.8 m. suficiente para las embarcaciones con el mayor calado considerado en el momento de nivel mínimo de marea.

Para las condiciones de variación de mareas (promedio de 0.7 m.) que se tiene en el sitio, se considera que es conveniente utilizar muelles flotantes con fijación por pilotes, dado que la longitud de los mismos se proyecta de 155 metros en promedio. Se tiene un promedio aproximado de 3 m de muelle por embarcación.

El atraque más conveniente por las ventajas de acceso y amarre que ofrece es el de popa con peine lateral, teniendo un peine de 0.8 m. de ancho por cada dos puestos de atraque, de esto resulta que, dando una holgura de aproximadamente 0.6 m. para cada embarcación:

Para embarcaciones de manga	Ancho total	Ancho requerido para atraque
3.57 m.	4.20 m.	4.60 m.
3.91 m.	4.60 m.	5.00 m.
4.59 m.	5.20 m.	5.60 m.
5.44 m.	6.00 m.	6.40 m.

El plano No. 4 muestra la distribución del área de la dársena y el acomodo de los 362 puestos de atraque.

#### 6.4 SERVICIOS.

La distribución que se hace del área para los servicios, dentro de la zona que abarca el proyecto, solamente contempla la repartición de las áreas requeridas para cada servicio y su ubicación adecuada para proporcionar funcionalidad en la instalación.

Para el varadero se destina un área de

$$S_v = 7c = 7 (362) = 2,534 \text{ m}^2$$

ésta instalación cuenta con rampa de varada y se ubica cerca del atracadero, para no provocar maniobras excesivas.

El centro de reparaciones se encuentra a un lado del varadero y cuenta con un área de

$$S_r = 10c = 10 (362) = 3,620 \text{ m}^2$$

La superficie para estacionamiento de automóviles es de

$$S_e = 11c = 11 (362) = 3,982 \text{ m}^2$$

que puede dar servicio aproximadamente a 300 vehículos.

También se contempla un área para almacenaje de embarcaciones en el caso de que estas no sean utilizadas en largos periodos de tiempo

$$S_a = 14c = 14 (362) = 5,068 \text{ m}^2$$

se ubica también cerca de la rampa de varada para simplificar maniobras.

Para servicios comerciales se ha dispuesto un área de 1000 m<sup>2</sup>. y el resto de la superficie del proyecto se aprovecha en instalaciones para esparcimiento y descanso, como club de tenis, campo de golf y casa club, así como desarrollo

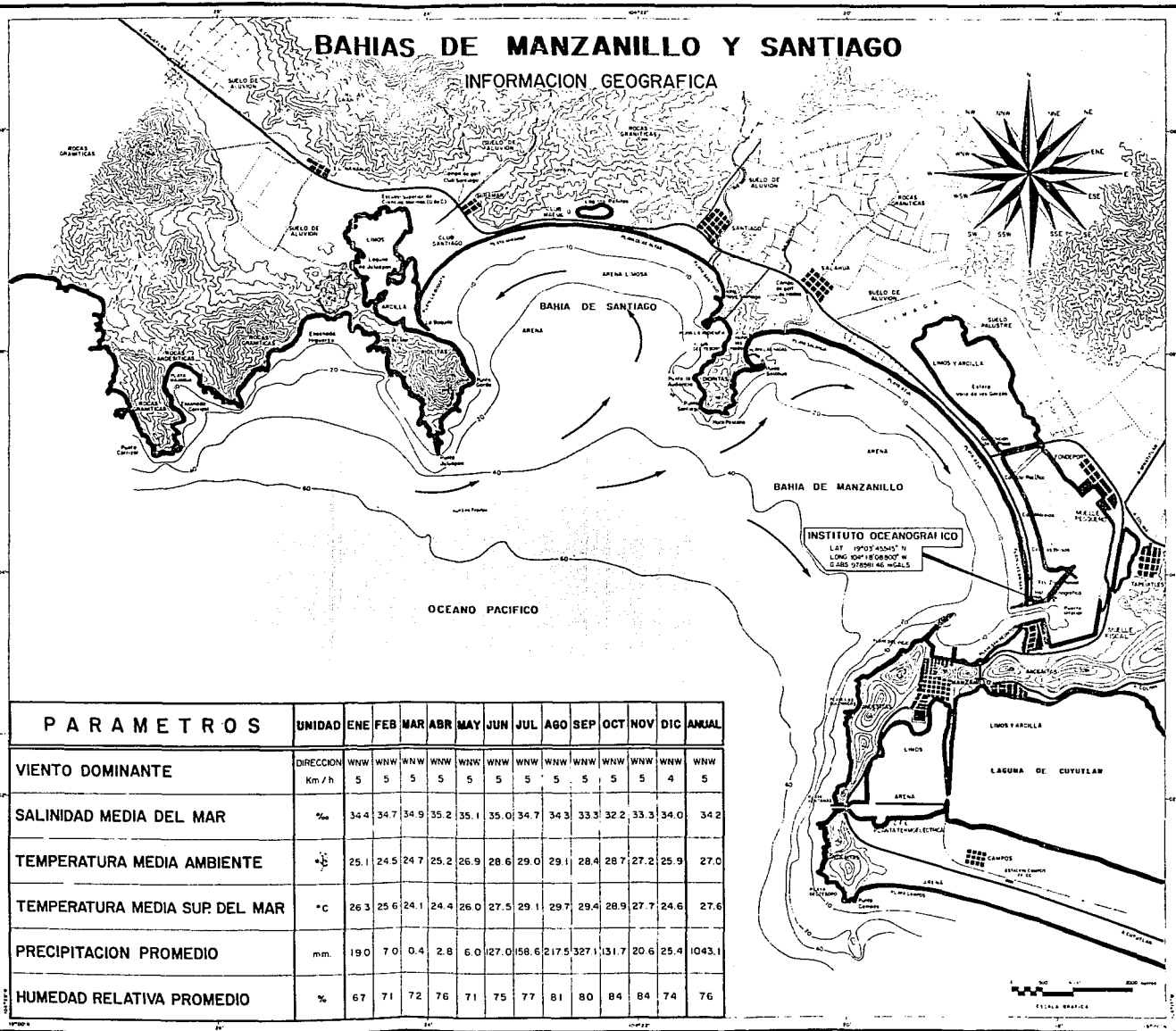


llos habitacionales, casas de veraneo y un área destinada para levantar un hotel.

En el plano No. 5 se muestra la distribución del área de - proyecto así como los diferentes usos de suelo.

# BAHIAS DE MANZANILLO Y SANTIAGO

## INFORMACION GEOGRAFICA

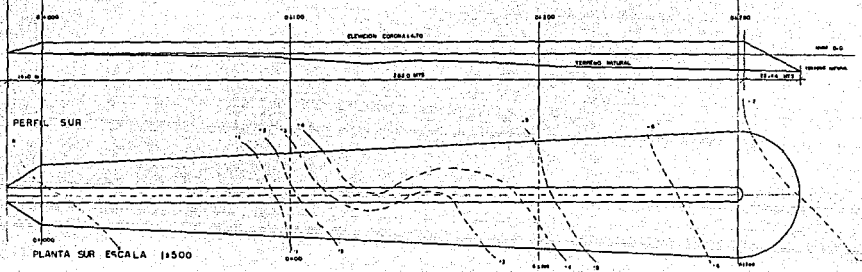
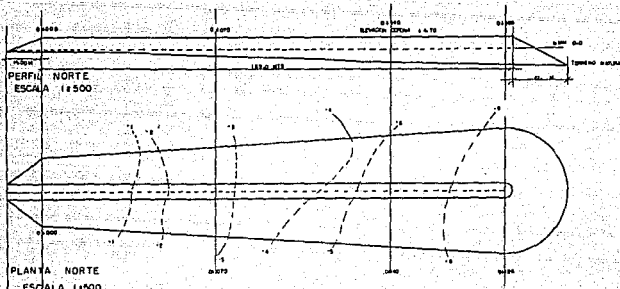


**INSTITUTO OCEANOGRÁFICO**  
 LAT. 19°05' 45" S  
 LONG. 104° 16' 00" W  
 D. 485 97801 46 mGALS

PARAMETROS	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
VIENTO DOMINANTE	DIRECCION Km/h	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW	WNW
SALINIDAD MEDIA DEL MAR	‰	34.4	34.7	34.9	35.2	35.1	35.0	34.7	34.3	33.3	32.2	33.3	34.0	34.2
TEMPERATURA MEDIA AMBIENTE	°C	25.1	24.5	24.7	25.2	26.9	28.6	29.0	29.1	28.4	28.7	27.2	25.9	27.0
TEMPERATURA MEDIA SUP. DEL MAR	°C	26.3	25.6	24.1	24.4	26.0	27.5	29.1	29.7	29.4	28.9	27.7	24.6	27.6
PRECIPITACION PROMEDIO	mm.	19.0	7.0	0.4	2.8	6.0	27.0	58.6	217.5	327.1	131.7	20.6	25.4	1043.1
HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO	%	67	71	72	76	71	75	77	81	80	84	84	74	76

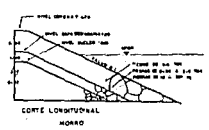
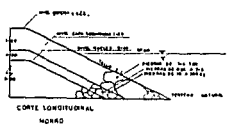
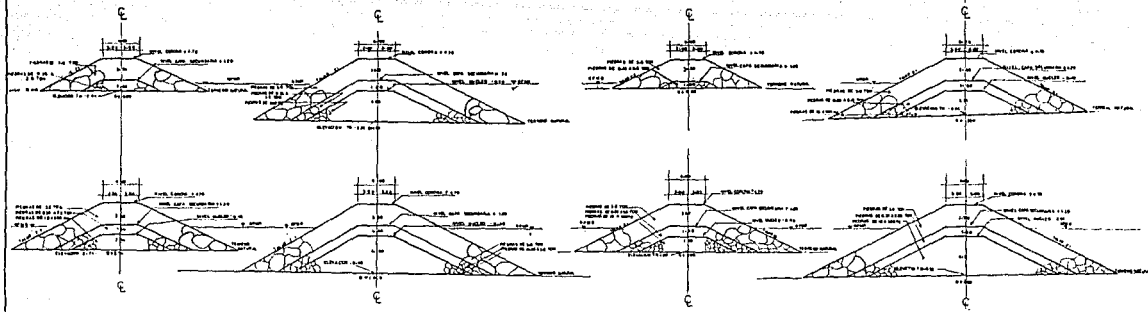






SECCIONES NORTE ESCALA 1:200

SECCIONES SUR ESCALA 1:200



**NOTAS**

1. DIMENSIONES EN METROS

2. MATERIALS DE CONSTRUCCION: CEMENTO PORTLAND, ACERO, HERRAJE, MORTAR, LADRILLO, PIEDRA, etc.

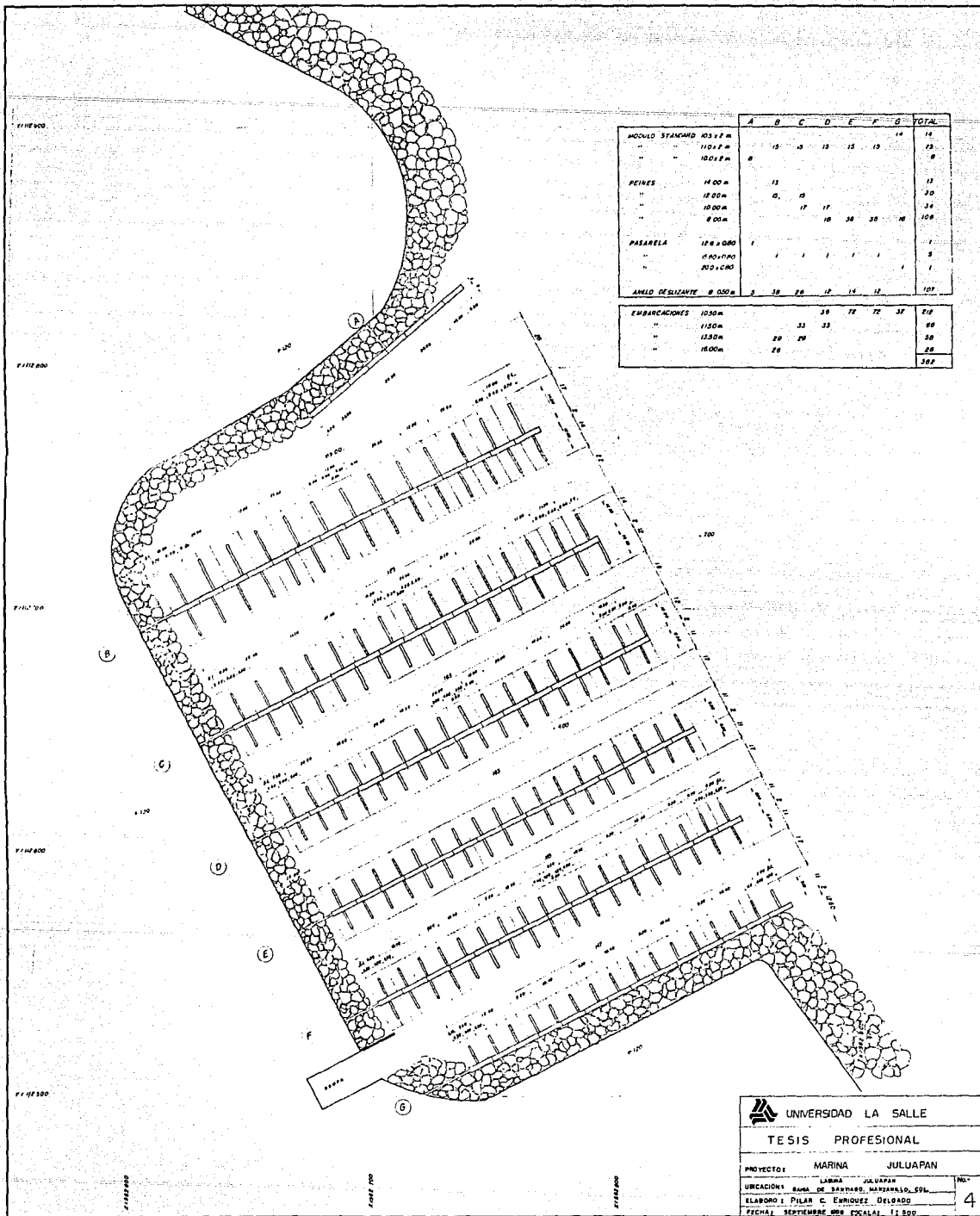
3. SITUACION DEL PROYECTO: MARINA DE LA SIERRA, GUAYMAS, SONORA.

4. ELABORADO POR: [Nombre]

5. APROBADO POR: [Nombre]

6. FECHA: [Fecha]

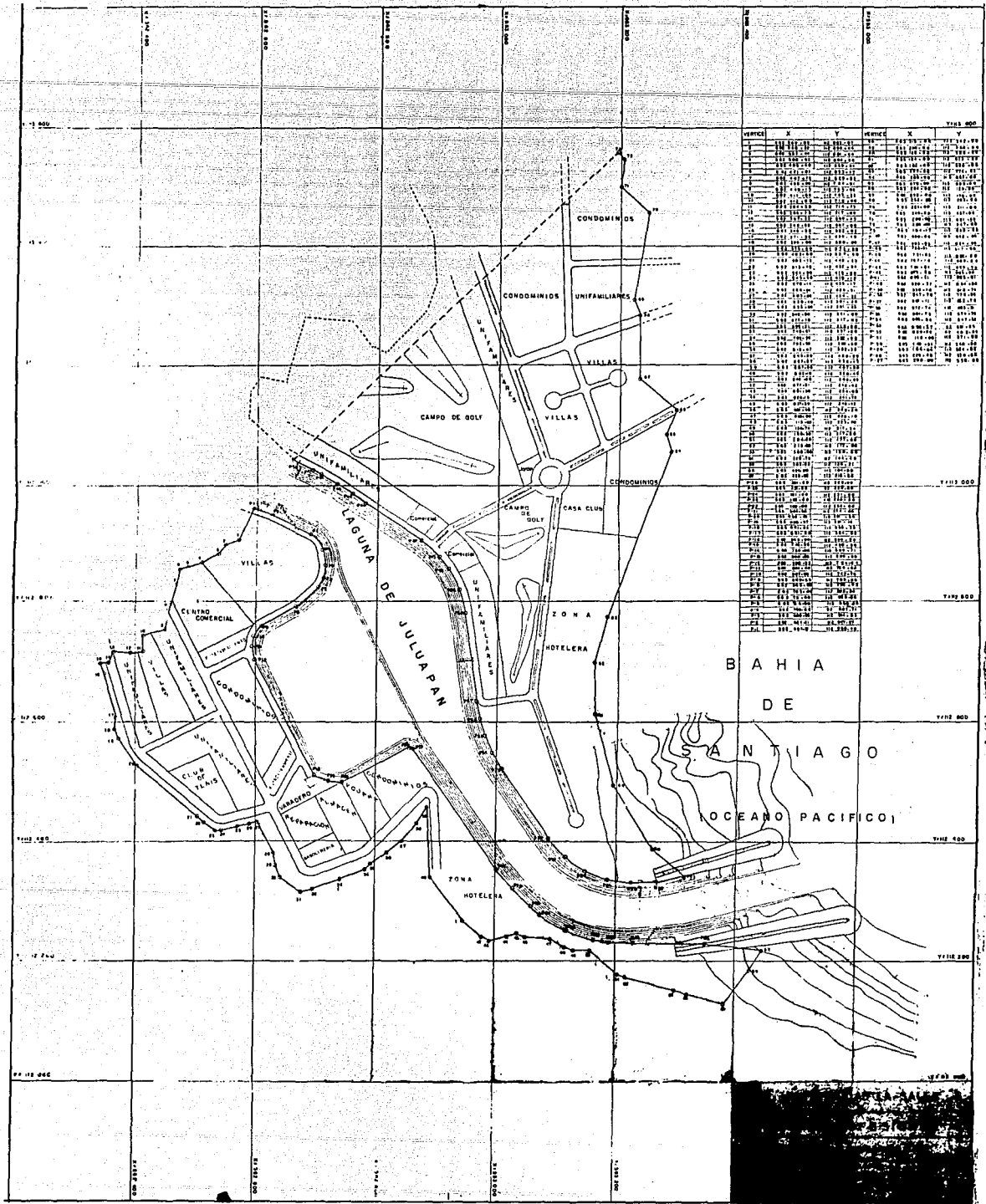
UNIVERSIDAD LA SALLE	
TESIS PROFESIONAL	
PROYECTO	MARINA JULIAPAN
UNIVERSIDAD	LA SALLE, JULIAPAN
ENCUADRE	ESTADO DE SONORA, MEXICO
ELABORADO POR	C. ENRIQUE DELgado
FECHA	SEPTIEMBRE 1968



		A	B	C	D	E	F	G	TOTAL
MOJADO STANCMO 103 x 2 m									14
" " 110 x 2 m		15	15	15	15	15			75
" " 100 x 2 m		8							8
PEINES 14 00 m		12							12
" " 12 00 m		25							25
" " 10 00 m			17	17					34
" " 8 00 m				18	28	28	18		108
PASARELA 128 x 080		1							1
" " 8 60 x 1 040		1	1	1	1	1			5
" " 202 x 0 80							1		1
ANILLO DE SILANTE Ø 0 50 m		3	28	28	17	14	12		107

EMBARCACIONES	10 50 m	30	72	72	32	216
" " 11 50 m		33	33			66
" " 12 50 m		29	29			58
" " 14 00 m		28				28
						368

UNIVERSIDAD LA SALLE	
TESIS PROFESIONAL	
PROYECTO:	MARINA JULIAPAN
UBICACION:	LIMBA JULIAPAN
ELABORO:	BAMA DE BARTHOLOME, MARTINIANO, S/D
FECHA:	SEPTIEMBRE 08/09 LOCALIA 11 500



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente trabajo permite al lector introducirse en un ámbito ciertamente nuevo, o mejor dicho poco conocido, en el desarrollo de puertos turísticos en nuestro país. Incluso si se trata de estudiantes de Ingeniería Civil o hasta de ingenieros.

El estudio y diseño de Marinas, puede ser un tema tan amplio que no podría ser abarcado del todo en esta tesis, sin embargo se ha tratado de incorporar en ella lo que se considera más importante.

Una Marina es una instalación compleja que requiere de una serie de obras exteriores, obras interiores y de todos los servicios públicos, según fué expuesto en esta tesis, sin embargo, dada la situación económica de nuestro país, y los altos costos en la construcción, más en este tipo de obras, en los que se requiere de maquinaria y mano de obra muy especializada, resulta muy poco frecuente la realización de inversiones cuantiosas en este rubro.

Teniendo en cuenta que México posee 9,900 km. de litorales con grandes bellezas naturales y un sin número de bahías bien protegidas, es importante tomar como un objetivo principal el desarrollo de la infraestructura marítimo-portuaria, destacando la implementación de Marinas.

La construcción de dichos centros turísticos traería como



consecuencia la obtención de diversas ventajas, como un in -  
cremento importante en el renglón turístico con la conse -  
cuente derrama de divisas.

Sin embargo, tal y como ya fué expuesto, el costo de estos  
puertos turísticos es muy elevado y aunque se conozca el -  
proceso de desarrollo de una Marina, la inversión que re -  
quiere es importante.

Se podría entonces planear el desarrollo de Marinas en for -  
ma tal que primero se atendieran las obras y servicios -  
prioritarios mínimos para empezar a operar un puerto turís -  
tico, y luego, una vez funcionando la instalación, se con -  
taría con los recursos necesarios para atacar aquellas -  
obras y servicios no prioritarios que permitan el funciona -  
miento total de la Marina.

Además de planear la forma y prioridades para construir -  
una marina, de acuerdo con lo anterior, también es necesari -  
o atender lo que en el segundo capítulo se señala, en -  
cuanto a localización de estos puertos, es decir, de nada  
sirve una sola marina si no hay otras cercanas en las que  
los turistas puedan atracar luego de un corto recorrido.

Es aquí, cuando se hace necesaria la planeación de una es -  
calera turística, que, según las condiciones geográficas -  
de nuestro país y tomando en consideración que la princi -  
pal demanda turística proviene de los E.E.U.U., se debe -  
iniciar en los litorales fronterizos con ese país, esto es

en Baja California y en Tamaulipas.

Tomando en consideración todo lo anterior, se recomienda - se atiendan los siguientes puntos:

- Desarrollar una planeación de infraestructura turística, que contemple la construcción y desarrollo de Marinas.

- Planear en forma estratégica la construcción y ubicación de dichas Marinas, de tal modo que se formen escaleras turísticas en los litorales nacionales.

- Cumplir en cada plaza con los requerimientos básicos en cuanto a la ubicación, clima, geografía, paisaje, condiciones oceanográficas, demanda de puestos de atraque, etc.

- Promover la creación de estas instalaciones a todos los niveles, y procurar el financiamiento adecuado para su desarrollo, sea público o privado.

- Promover la capacitación de profesionistas en este rubro misma que permita su especialización y se logre el desarrollo de proyectos completos por parte de ingenieros mexicanos.

- Incorporar en los planes de estudio de Ingeniería Civil materias afines a este tema, que de manera directa o indirecta, capaciten al estudiante en esta área de conocimiento y le permitan desarrollar a futuro proyectos afines.

De seguir estas recomendaciones, muy probablemente se vería beneficiado el sector turístico de nuestro país, y se

crearían fuentes de trabajo tanto para profesionistas de nuestro campo, como para obreros y trabajadores de la industria de la construcción.

El desarrollo de Marinas puede bien ser parte de la solución a los grandes problemas que aquejan a nuestro país, y es el papel de los ingenieros civiles mexicanos promover, proyectar y construir las obras que el país requiere.

## V O C A B U L A R I O

Abarloar	Colocar la embarcación cerca de otra tocando su costado.
Atracar	Arriar una embarcación a tierra o a otra embarcación.
Avituallamiento	Habilitar de lo necesario a la embarcación.
Azolvamiento	Parte del mar que se va cubriendo por tierra, lodo u otros elementos.
Balizas	Señal fija empleada para indicar márgenes, puntos de interés para el navegante, peligros.
Bitá	Cada uno de los postes de madera o hierro que, fuertemente asegurados a la cubierta en las proximidades de la proa, sirven para dar vuelta a los cables del ancla.
Borda	Costado superior de la embarcación
Boya	Cuerpo ligero capaz de mantenerse en un punto, determinando señalamiento de peligro, entrada a puerto.

Calado	Profundidad que alcanza en el agua la parte sumergida de un barco.
Carena	Reparo y compostura que se hace en el casco de la embarcación.
Dársena	Parte resguardada artificialmente en aguas navegables.
Eslora	Longitud que tiene la embarcación sobre la cubierta principal desde proa hasta popa.
Fondear	Dejar caer al fondo un ancla para sujetar la embarcación.
Isobata	Curva que une todos los puntos que tienen la misma profundidad.
Manga	Anchura mayor de una embarcación.
Popa	Parte trasera de una embarcación.
Proa	Parte delantera de una embarcación con la cual corta el agua.
Sedimento	Materi que habiendo estado suspensa en el agua, se posa en el fondo por su mayor gravedad.

## B I B L I O G R A F I A

- W. Adie, Donald. Marinas. Dip. Arch. Riba, Dipt Tp, Metpi.
- Bruun, Per. Port Engineering. Gulf Publishing Company.
- Bustamante A., R. Treviño, Gloria. Pùgla, Paz. Figueroa Castillo. Berzunza Valdéz. Bustamante a., M. Ingeniería Marítima. S. de R.L. Temas Marítimos.
- Del Moral Carro, Rafael. Berenguer Pérez, José Ma. Curso de Ingeniería de Puertos y Costas. M.O.P.U. Tomo II.
- I Curso de Planificación, Exploración y Dirección de Puertos. M.O.P.U. España. (Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo). C.E.E.O.P. (Centro de Estudios y Experimentación de Puertos y Costas). Tomos VI y VII.
- Mexiconsult Ings. Consultores. Diagnóstico de la infraestructura Marítimo-Turístico. Secretaría de Marina.
- Mac. Farland Hernández, Carlos. Mulegé Puerto Turístico de Refugio y Pesca. Tesis. Universidad La Salle.
- Elizondo Encinas, Guillermo Alonso. Terminales Marítimas para Recreo y Deporte Acuático en Baja California y Sonora. Tesis. Escuela Panamericana de Hotelería.
- Memorias. Permanent International Association of Navigation Congresses.