



UNIVERSIDAD VILLA RICA

**ESTUDIOS INCORPORADOS A LA UNIVERSIDAD
NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

“ASPECTOS GENERALES DE LOS PUERTOS”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

HÉCTOR JOSÉ OSEGUERA MARTÍNEZ

Director de Tesis:

ING. JUAN SISQUELLA MORANTE

Revisor de Tesis:

ING. GILBERTO NICOLÁS GARCÍA TORRES

BOCA DEL RÍO, VER.

MARZO 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

LISTA DE FIGURAS.....	V
LISTA DE TABLAS	V
INTRODUCCIÓN	VI
1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	VII
1.2 JUSTIFICACIÓN	VIII
1.3 TIPO DE ESTUDIO	IX
1.4 OBJETIVOS.....	X
1.5 ALCANCES	XI
CAPITULO I EL PUERTO	1
1.1 DEFINICIÓN.....	1
1.2 TIPOS DE PUERTOS.....	3
1.3 ESTRUCTURA GENERAL PORTUARIA	8
1.4 LOS USUARIOS DE UN PUERTO	9
CAPITULO II CARACTERISTICAS PRINCIPALES Y FACTORES A TOMAR EN CUENTA PARA LA CONSTRUCCION DE UN PUERTO.....	12
2.1 PLANEACIÓN DE UN PUERTO.....	12
2.2 DINÀMICA LITORAL.....	13
2.2.1 VIENTOS.....	14
2.2.2 CORRIENTES.....	18
2.2.3 OLEAJE.....	18
2.2.4 PROPAGACION DEL OLEAJE	19
2.2.6 TRANSPORTE DE SÒLIDO LITORAL.....	21
2.3 MAREAS.....	22
2.4 ESTUDIOS BATIMÉTRICOS.....	25
2.5 ACCIONES HUMANAS.....	27
2.6 VARIACIONES DE LAS COSTAS.....	28
2.7 PERFIL DE LAS FORMAS COSTERAS	28
2.8 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS.....	31
2.9 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS	31

CAPITULO III OBRAS MARÍTIMAS	33
3.1 CLASIFICACIÓN DE OBRAS MARITIMAS.....	33
3.2 OBRAS MARÍTIMAS DE ABRIGO	35
3.2.1 DIQUES EN TALUD O ROMPEOLAS.....	36
3.2.2 DIQUES VERTICALES	43
3.3 OBRAS DE PROTECCION PARALELAS A LA PLAYA.	45
3.4 ESPIGONES	46
3.5 MUELLES.....	47
3.5.1 POR USO O POR DESTINO	48
3.5.2 CLASIFICACION DE CARACTERISTICAS RESISTENTES Y DE CONSTRUCCIÓN	51
3.6 FONDEADEROS O ANTEPUERTOS.	61
3.7 RUTAS DE ENTRADA Y MANIOBRAS DEL BARCO.	62
3.8 CANALES DE ACCESO.	64
3.9 OBRAS MARITIMAS AUXILIARES	66
3.10 DRAGADOS.....	67
CAPITULO IV TIPOS DE BARCOS Y CARATERISTICAS PRINCIPALES.	73
4.1 DEFINICIÓN.....	73
4.2 CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE DISEÑO	76
4.3 BREVE HISTORIA DE LOS BARCOS	78
4.5 TIPOS DE BARCOS	79
4.6 UNIDADES DE CAPACIDAD DE LOS BARCOS.....	82
CAPITULO V SEÑALAMIENTO MARÍTIMO	83
5.1 BOYAS	84
5.2 EXPLOSIVOS.....	86
5.3 SEÑALES FIJAS EN CANALES.....	86
5.4 LUCES DE NAVEGACION.	87
5.5 SEÑALES LUMINOSAS.....	87
5.6 FAROS.	87
5.7 BARCOS FARO	88
5.8 BALIZAS.....	88
5.9 REFLECTORES DE RADAR.....	89
5.10 AMARRES.....	90

CAPITULO VI INSTALACIONES MARÍTIMAS	91
6.1 EQUIPO PARA MOVIMIENTO DE CARGA.....	91
6.2 MOVIMIENTO DE CARGA GENERAL.....	92
6.2.1 MOVIMIENTOS EN TIERRA	93
6.2.2 MANEJO EN LAS BODEGAS.....	95
6.2.3 CONTENEDORES	95
6.2.4 SERVICIO ROLL-ON, ROLL-OFF	96
6.3 MOVIMIENTO DE CARGA A GRANEL.....	96
6.3.1 EQUIPO PARA MOVIMIENTO DE MATERIAL.....	97
6.4 SERVICIOS GENERALES.....	99
6.5 INSTALACIONES PORTUARIAS.....	99
CAPITULO VII ESPECIFICACIONES COMPLEMENTARIAS PARA LA CONSTRUCCION DE ROMPEOLAS, ESPIGONES Y PEDRAPLENES.....	101
7.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	101
7.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO.....	102
7.2.1 TRABAJOS POR EJECUTAR	102
7.2.2 TIPOS DE MATERIALES.....	102
7.2.3 DATOS PROPORCIONADOS POR LA SECRETARÍA.....	102
7.2.4 TRAZOS Y NIVELES	103
7.2.5 PROGRAMA DE TRABAJO.....	103
7.3 PLANOS	103
7.3.1 PLANOS DEL PROYECTO	103
7.4 SUMINISTRO DE MATERIALES.....	104
7.4.1 DATOS INFORMATIVOS	104
7.4.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS BANCOS.....	105
7.4.3 EXTRACCIÓN DE MATERIALES.....	105
7.4.4 CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL EN EL BANCO.....	106
7.4.5 PERSONAL DEL CONTRATISTA	106
7.4.6 MANEJO DE EXPLOSIVOS	106
7.4.7 CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIAL	107
7.4.8 ELEMENTOS PRECOLADOS	108
7.5 ESTRUCTURA DE ENROCAMIENTOS.....	108
7.5.1 MATERIALES CONSTITUTIVOS	108
7.5.2 LOCALIZACIÓN DE BÁSCULAS	108
7.5.3 LA INSTALACIÓN DE LAS BÁSCULAS	109
7.5.4 VERIFICACIÓN.....	109

7.5.5 TOLERANCIAS	109
7.6 EQUIPO REQUERIDO.....	110
7.6.1 EQUIPO QUE PROPORCIONA EL CONTRATISTA.....	110
7.6.2 APROVISIONAMIENTO.....	111
7.6.3 INSPECCIÓN	111
7.6.4 RETIRO DEL EQUIPO.....	111
7.7 PLAZOS PARA INICIAR Y TERMINAR OBRA.....	111
7.7.1 PLAZA PARA INICIAR Y FECHA DE TERMINACIÓN	111
7.7.2 RETRASOS.....	112
7.7.3 AMPLIACIÓN DE PLAZO	112
7.8 PRECIOS UNITARIOS.....	112
7.8.1 CONSIDERACIONES QUE DEBE TENER EN CUENTA EL CONTRATISTA.....	112
7.9 LIQUIDACIONES PARCIALES Y FINAL DE OBRA	113
7.9.1 EL CÁLCULO DE VOLUMEN DE OBRA ESTABLECIDO EN EL PROYECTO	113
7.9.2 DEDUCCIONES.....	114
7.9.3 DERECHOS DE LA SECRETARÍA	114
7.9.4 DIVISIÓN FINAL DE LA OBRA	114
7.9.5 RETIRO DE EQUIPO.....	114
7.10 SANCIONES	114
7.10.1 ATRASOS EN LA TERMINACIÓN DE LA OBRA	114
7.11 PERSONAL DEL CONTRATISTA.....	115
7.11.1 DIFERENTES TIPOS DE PERSONAL.....	115
7.12 CONCLUSIONES.....	115
7.12.1 DERECHOS DEL REPRESENTANTE.....	115
7.12.2 DERECHOS DE LA SECRETARÍA	115
CONCLUSIÓN.....	116
BIBLIOGRAFIA.....	117

LISTA DE FIGURAS

Figura. 1. Puerto de dos Bocas, Tabasco (Puerto de altura en el Golfo de México)	6
Figura. 2. Anemómetros	15
Figura. 3. Rosa de los vientos	15
Figura. 4. Rosa de velocidad media de viento (KM/HRA) en la estación Laguna verde mayo 2007	16
Figura. 5. Tsunamis	23
Figura. 6. Tipos de mareógrafos	25
Figura. 7. Barco con sonar	26
Figura. 8. Carta Batimétrica Puerto de Manzanillo	27
Figura. 9. Zonificación del perfil de playa	29
Figura. 10. Modificaciones en el perfil de playa	30
Figura. 11. Esquema de un dique en talud	37
Figura. 12. Tetrápodos	40
Figura. 13. Dolos	41
Figura. 14. Acròpodos	41
Figura. 15. Escollera en zona Portuaria Veracruz, Ver, Mex. (combinación de bloques de concreto y tetrápodos	42
Figura. 16. Dique Vertical	44
Figura. 17. Perfiles de Espigones	47
Figura. 18. Muelle de Cruceros en Cozumel, Quintana Roo	50
Figura. 19. Tablaestacado en el Muelle Banda B en el puerto de Manzanillo, colima	58
Figura. 20. Circulo de maniobra	63
Figura. 21. Ciaboga con ancla del barco	63
Figura. 22. Maniobra de ciaboga con ayuda de dos remolcadores	64
Figura. 23. Dársenas de un muelle marginal	65
Figura. 24. Dimensionamiento de dársenas	65
Figura. 25. Partes de una embarcación	75
Figura. 26. Vista de costado de una embarcación	76
Figura. 27. Barco estable	77
Figura. 28. Barco inestable	78
Figura. 29. Distancia de visibilidad de un faro	87
Figura. 30. Terminal de contenedores puerto de Veracruz	93
Figura. 31. Contenedor Marítimo	96

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Escala de velocidades de viento del almirante Beaufort	17
Tabla 2. Características luminosas	85

INTRODUCCIÓN

Durante generaciones el ser humano se ha visto en la necesidad de utilizar las vías marítimas como un inmejorable recurso para el transporte y manejo de grandes volúmenes de carga y también de pasajeros.

Sin embargo, en las últimas décadas debido al constante crecimiento que se ha desarrollado en los sistemas de mercadeo y comercio mundial, se ha acentuado más la importancia de optimizar el aprovechamiento de los medios de transporte marítimos.

Esta optimización depende en gran parte de las instalaciones, infraestructuras, servicios básicos adecuados con que cuente el puerto para que las maniobras de arribo, descargue, almacenaje, tramitaciones de embarque, etc. Se efectúen con la mayor seguridad, rapidez y eficiencia.

Esta exposición tiene como propósito hacer mención de las instalaciones, componentes como de los señalamientos con que debe contar en su haber un puerto marítimo, así como de las características y factores básicos que se deberán tomar en consideración al momento de llevar a cabo un diseño.

Así mismo se hace esta tesis debido a que vivimos en una zona de puerto marítimo, y es necesario como originarios de esta tierra, tener un conocimiento amplio de este, ya que, a través de la historia, todas las mercancías, mezclas culturales, etc. Han llegado a través de los puertos, y en especial en el puerto de Veracruz.

1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Para que los sistemas portuarios del país sean funcionales y operativos, se requiere que cada uno de los puertos sean eficientes, para esto, se debe contar con la infraestructura necesaria, adecuada y en óptimas condiciones; dentro de estas se encuentran las instalaciones portuarias y las obras marítimas complementarias como pueden ser los diques rompeolas y de talud.

La falta de información del sistema de transporte marítimo en México, ha provocado que se esté muy atrasado en infraestructura, ya que no se tiene la planeación adecuada con respecto a las embarcaciones que pueden recibir y esto provoca que muchas embarcaciones de considerable carga no puedan recalar en nuestros puertos.

También la falta de astilleros provoca que muchos barcos se construyan en otros países de Asia, Estados Unidos de América y Europa, así como la reparación de grandes embarcaciones por no tener diques de reparación para este tamaño, dejando de generar empleo en el país, y de esta manera no se impulsa el desarrollo de México.

1.2 JUSTIFICACIÓN

México forma parte de una de las mayores zonas comerciales del mundo, además, tiene una excepcional ubicación geográfica que lo convierte en un vínculo natural entre América del Norte, Centro y Sudamérica, así como entre las cuencas del Pacífico y el Atlántico.

De esta manera tenemos que los puertos son fundamentales para el apoyo del crecimiento de cualquier nación, pues en ellos se realizan actividades de comercio, marítimo, industrial, pesquero, industrial y turísticos, convirtiéndose así en importantes polos de desarrollo

En México se realizan actividades de intercambio comercial que se desarrollan principalmente por la vía marítima a través de los puertos, los cuales deben brindar instalaciones y servicios de calidad; para lo cual deben contar con obras de protección adecuadas para que den seguridad y resguardo tanto a las embarcaciones atracadas como a las instalaciones y servicios con las que cuenta el recinto portuario.

Motivos por los cuales se consideró pertinente, un estudio de los tipos de puertos y sus obras complementarias, para conocer más a fondo el sistema de transporte marítimo, que es un recurso muy importante para nuestro país.

1.3 TIPO DE ESTUDIO

El presente trabajo constituye principalmente una Investigación Bibliográfica, debido a que se trata de presentar un compendio de diversos aspectos que desde el punto de vista de la Ingeniería Civil componen un Puerto Marítimo, en base a esto cada subcapítulo presenta las diversas fuentes de donde se ha obtenido la información.

Así mismo, se incluyen opiniones y comentarios del sustentante adquiridas durante la experiencia laboral en el Puerto de Veracruz.

1.4 OBJETIVOS

El objetivo de esta tesis es explicar de una forma general, la organización de un puerto, así como sus tipos, sus instalaciones, las obras complementarias que se deben de construir para su correcto funcionamiento, y recordar también las características físicas, climatológicas, geológicas que tiene el estudio de la dinámica litoral de cada zona.

De tal manera que el lector encuentre en este estudio una referencia y fuente de información básica para la planeación, y construcción de un determinado tipo de puerto, es decir, que sepa las características que debe poseer el terreno para que sea viable la ejecución de los mismos.

Adquirir conocimientos generales de los puertos, para ampliar su campo de trabajo, ya que, en México, las zonas portuarias son una gran fuente de empleo bien remunerado y oportunidades de crecimiento laboral

1.5 ALCANCES

México es un País que posee gran extensión litoral en todas sus costas, y que es bañado por los dos océanos principales del planeta Tierra; El océano Pacífico y el océano Atlántico.

Por esta razón esta tesis es enfocada en mostrar al lector, la importancia de saber generalidades de los Puertos y sus diferentes tipos, ya que como mencionamos, el transporte marítimo es un rubro de la economía del País muy importante y a la vez muy descuidado. Se hablará de aspectos generales de todo lo que conlleva a la estructura de un puerto; desde los aspectos que se deben tomar en cuenta para su construcción, pasando por los tipos de puertos idóneos para cada zona, así como los tipos de barcos que existen de acuerdo a su tamaño y tipo, y también como una empresa constructora puede laborar dentro de uno de estos recintos portuarios.

Cabe hacer mención que este trabajo está enfocado a alumnos de Ingeniería Civil, ya que en los últimos años, los planes de estudios no contemplan entre sus signaturas, temas como los puertos; Por tal razón esta información es de mucha utilidad como un respaldo bibliográfico de los aspectos generales de los puertos, ya que muchas veces los egresados son una gran fuente de trabajo para los recintos portuarios, y en muchas ocasiones su conocimiento es muy limitado, así que, esta tesis ayudará a la formación del profesionista en este sector de la economía e infraestructura del País

CAPITULO I EL PUERTO

1.1 DEFINICIÓN

Puerto es un lugar natural o artificial en la costa o rivera de un río, parcialmente cerrado, protegido de las mareas y oleaje, y dispuesto para la seguridad de las embarcaciones y operaciones de tráfico.

El puerto deberá de contar con instalaciones apropiadas para la recepción, almacenaje, transbordo de mercancías y pasajeros, entre los sistemas marítimo y terrestre de transporte, así como dar servicio de abastecimiento y reparación a los buques que lo requieran. El puerto da servicios a una o varias zonas de actividad económica que en conjunto forman su Hinterland o zona de influencia. Así el puerto constituye el eslabón de la cadena de transporte entre sistema de transporte terrestre y marítimo.

Las obras de un puerto pueden clasificarse en:

- Obras fundamentales
- Obras complementarias.

OBRAS FUNDAMENTALES

Son obras fundamentales las que atienden primordialmente el vínculo o enlace de las comunicaciones, son marítimas y terrestres (obras de abrigo o protección, de atraque, ferrocarriles, carreteras, canales, etc.)

- Las obras de protección como escolleras o rompeolas, permiten que las embarcaciones puedan fondear y efectuar las operaciones de carga y descarga incluso durante los más violentos temporales.
- Las obras de atraque o muelles, están destinadas a permitir la carga o descarga de las mercancías y el embarque de pasajeros.

OBRAS COMPLEMENTARIAS

Las obras complementarias son las que contribuyen y favorecen la explotación del puerto tales como:

- Conservación de los calados mediante dragado;
- Maquinaria (grúas, cargaderos, etc.);
- Depósito de mercancías (almacenes, silos, tanques, patios de almacenamiento, etc.);
- Oficinas, centrales de control, aduanas;
- Construcción y reparación de embarcaciones (varaderos, diques secos o flotantes, astilleros) etc.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 1

1.2 TIPOS DE PUERTOS.

Los puertos pueden clasificarse:

En base a su origen en:

- a).- Naturales
- b).- Seminaturales
- c).- Artificiales

En base a su ubicación en:

- d).- Marítimos
- e).- Fluviales
- f).- Fluviomarítimos
- g).- Lacustres

En base a su función:

- h).- De refugio
- i).- Comerciales
- j).- Militares
- k).- Industriales

Y atendiendo a otros factores, se mencionarán los siguientes tipos:

- l).- De altura
- m).- De cabotaje
- n).- De marea
- o).- Francos o libres
- p).- Pesqueros
- q).- Deportivo

a).- PUERTOS NATURALES.

Son ensenadas o áreas de agua protegidas de tormentas y oleaje, de manera natural por la configuración geográfica. La formación y localización de la entrada tiene tal forma que permite la navegación interior con gran quietud de oleaje. Los puertos naturales se localizan en bahías, estuarios de marea y desembocadura de ríos.

b).- PUERTOS SEMINATURALES.

Se localizan en ensenadas o ríos protegidos en sus lados por promontorios y que únicamente requieren protección artificial a la entrada.

c).- PUERTOS ARTIFICIALES

Son aquellos que están contruidos en ríos o costas, protegidos del oleaje con la instauración de escollera rompeolas y creados mediante máquinas de dragado.

d).- PUERTOS MARITIMOS.

Se encuentran en la costa, sujetos a la acción directa de los fenómenos del mar. La mayoría de estos puertos requieren obras de protección. La dársena deberá ser accesible en todo momento y el antepuerto estará siempre abierto.

e).- PUERTOS FLUVIALES.

Se sitúan en la ribera de algún río y quedan sujetos al régimen propio del río. Este tipo de puerto ha de proteger a las embarcaciones contra corrientes excesivas, ofrecer calado suficiente y ser de cómodo acceso. La boca del puerto se sitúa en la orilla cóncava, donde la profundidad y estabilidad del cauce son mayores. Las dársenas se sitúan generalmente a lo largo de orilla del río.

f).- PUERTOS FLUVIOMARITIMOS.

Son aquellos que se encuentran en la rívera de un río, próximos a su desembocadura y quedan por tanto, sujetos al régimen del río y a los fenómenos del mar.

g).- PUERTOS LACUSTRES.

Este tipo de puerto se presenta en lagunas que tienen conexiones a ríos o canales navegables. Mucho del comercio norteamericano y canadiense se realiza a través de ellos.

h).- PUERTOS DE REFUGIO.

Puede ser utilizado solamente para dar abrigo a embarcaciones en caso de tormenta o ser parte de otro puerto. Algunas veces los puertos son construidos con servicio de anclaje exterior constituye un puerto comercial. Las características esenciales son: un buen anclaje, protección y fácil acceso del mar hacia el puerto en cualquier condición o estado del tiempo.

i).- PUERTO COMERCIAL.

Es aquel cuyos muelles cuentan con las facilidades necesarias para carga y descarga de mercancías y pasajeros. La profundidad de los puertos comerciales fluviales ha de ser tal que, durante el estiaje, quede de 25 a 50 cm, debajo de la quilla de las barcas cargadas (al principio esta profundidad debe ser mayor para tener en cuenta los acarreos).

En muchos países los puertos comerciales son privados y operan por compañías representantes de acero, aluminio, cobre, petróleo, carbón, madera, fertilizantes, azúcar, químicos y otras industrias.

j).- PUERTOS MILITARES.

Existen con el propósito de dar acomodo a embarcaciones navales y servir como estaciones de refugio. Son también llamados puertos de guerra o bases navales y pueden tener instalaciones subterráneas, esto es, túneles-muelle abiertos en zonas escarpadas junto al mar.

k).- PUERTOS INDUSTRIALES.

Son puertos que disponen de grandes áreas donde se asientan complejos industriales, tienen gran calado y manejan grandes volúmenes de carga.

l).- PUERTOS DE ALTURA.

Son aquellos que atienden a barcos de gran calado y por tanto presentan dársenas y entrada con grandes calados y equipo suficiente para embarque y desembarque de mercancías.



Figura. 1. Puerto de dos Bocas, Tabasco (Puerto de altura en el Golfo de México)

m).- PUERTOS DE CABOTAJE.

Este tipo de puertos atiende a barcos pequeños que navegan por la costa únicamente, sin entrar a mar abierto, es decir, son terminales marítimas para movimientos costeros.

n).- PUERTOS DE MAREA.

Estos, aun cuando estén abiertos, solo resultan accesibles con la plenamar (por la poca profundidad de la boca). Dentro de este tipo también se encuentran los abiertos que son de nivel de agua variable pero accesibles en todo momento; los de media marea que mantienen el nivel de agua a la altura media de la marea mediante dársena cerradas con esclusas de una sola puerta para obtener un nivel interior a la altura suficiente y no son accesibles sino a determinadas horas, pero con esclusas de concavidad y doble juego de puertas tienen acceso siempre; y los cerrados cuyo nivel se mantiene a una dada mediante compuertas y son accesibles a intervalos.

o).- PUERTOS FRANCOS Y LIBRES.

Cuentan con equipo de cargo, descarga, abastecimiento, reparaciones, etc., sirven para la libre admisión y elaboración de mercancías que han de ser exportados a poco tiempo y no pagan derechos de aduana.

p).- PUERTOS PESQUEROS.

Sus dimensiones están en función de las embarcaciones a las que le dan servicio. Un puerto pesquero debe asegurar rápidos para la recepción de los cargamentos de pescado, su venta y expedición o transformación, debido a la fácil descomposición del producto.

Debe dar acceso en todo momento, tomar en cuenta las áreas de consumo, vías de comunicación y contar con plantas de hielo o congeladoras.

q).- PUERTOS DEPORTIVOS.

Es el punto de partida para el desarrollo de la afición marítima y constituye un incentivo más para atraer turismo. Existen en México lugares para ese tipo de puertos en ríos y lagos naturales o artificiales. Su tamaño estará en función del número de embarcaciones que reciba, la magnitud de las mismas y su crecimiento futuro.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 1

1.3 ESTRUCTURA GENERAL PORTUARIA

Dada la misión que un puerto tiene como eslabón en la cadena de transporte, en él se puede distinguir fundamentalmente el área marítima y el área terrestre, donde se realizan funciones diversas.

1.- Zona marítima, que comprende los espacios y obras destinadas fundamentalmente a la embarcación y puede disponer de:

- Obras de abrigo: permiten crear áreas defendidas de la acción del oleaje que faciliten el atraque y las labores de carga y descarga.
- Obras de acceso: canales de navegación, señalización.
- Obras de atraque: destinadas al atraque y amarre de las embarcaciones.
- Dársenas: superficies de agua destinadas a operaciones con los barcos.

2.- Zona terrestre, constituida por el espacio y obras destinadas fundamentalmente a la mercancía:

- Muelles: permiten el atraque y amarre, disponen de utillaje y depósitos provisionales
- Depósitos: tienen misión reguladora del tráfico.
- Zona de evacuación: destinada al transporte terrestre.

3.- Zonas industriales: son áreas urbanizadas de gran extensión destinadas a industrias básicas (siderúrgicas, astilleros, petroquímicas, refinerías). En algunos casos recientes algunos puertos han sido construidos específicamente para el abastecimiento de estas áreas.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 1

1.4 LOS USUARIOS DE UN PUERTO

La misión del puerto es atender a sus usuarios. Estos usuarios pueden clasificarse en:

1. Pasajeros y mercancías.
 2. Medios de transporte: terrestre y marítimo.
 3. Usuarios indirectos.
- El pasajero, pudiendo clasificarse este tráfico por:
 - Tipo de navegación: trasatlántica, cabotaje, etc.
 - Tipo de barcos: pasajeros, mixtos, etc.
 - Tipo de tráfico: entrada, salida
 - Tipo de puerto: escala, terminal, turismo

Las instalaciones que se precisan pueden clasificarse:

- Puertos terminales o de escala (tráfico internacional).
 - Puertos con tráfico internacional medio.
 - Puertos con gran tráfico de cabotaje
 - Puertos con tráfico local
 - Puertos con turismo en tránsito
- La mercancía: puede clasificarse según presentación, características especiales y tráfico.

❖ Forma de presentación

- **Mercancía General:**
- Carga general unitaria (rollos, piezas, máquinas).
- Carga ensacada (fardos, bultos de fruta).
- Carga envasada (cajas, paquetes, barriles).
- Contenedores,
- Remolques.
- Roll-on/roll-off.
- Otros.

- **Gráneles sólidos:**
 - Solido ligero: ordinario (grano) o refinado.
 - Minerales: hierro, carbón.

- **Gráneles líquidos:**
 - Petróleo; crudo o refinado.
 - Gas licuado.
 - Varios (aceites, vinos, etc.).
- **Pesca:**
 - Pesca fresca.
 - Congelada.
 - Salada o seca.
 - Industrial.

- **Transporte terrestre o interior:** distribuye pasajeros y mercancías en la red de transporte terrestre. Se realiza por:
 - Carretera.
 - Ferrocarril.
 - Conducciones.
 - Vías navegables.

- **Transporte marítimo:** sus características y exigencias marcaran las características del puerto.

- **Usuarios indirectos:** se engloban en este conjunto las zonas industriales anexas a los puertos en conexión directa con ellos. Las industrias que suelen adherirse al puerto son:
 - Marítimas: navales (astilleros, separación), pesca (conservas).
 - Pesadas de transformación: varias, refinerías, importadores de materias primas.
 - Varias: maquinaria, cadenas de montaje, etc.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 1

CAPITULO II CARACTERISTICAS PRINCIPALES Y FACTORES A TOMAR EN CUENTA PARA LA CONSTRUCCION DE UN PUERTO.

2.1 PLANEACIÓN DE UN PUERTO

La decisión de construir un puerto y su localización, se toma generalmente cuando se justifica económicamente, hay perspectivas de movimiento de grandes volúmenes por ruta marítima y existe disponibilidad de comunicación interior. Estas condiciones deberán ser precedidas por los estudios técnicos y de planeación del puerto.

La necesidad de un puerto puede aparecer de diferentes formas:

a).- El transporte marítimo.- Sus características y exigencias marcarán las características del puerto. Las características de los buques son importantes tanto para el diseño y construcción de las instalaciones portuarias como para la planeación de operaciones y tráfico marítimo.

Las principales características de los buques, aunque más adelante se detallarán otras son:

- Eslora: longitud
- Manga: anchura del barco
- Calado: profundidad que un barco alcanza
 - . En lastre: sin carga
 - . En carga: con la carga máxima

A efectos informativos puede decirse que los tamaños de los buques son del orden de lo que a continuación se indica según el orden siguiente (eslora/manga/calado):

Transatlánticos: 300m / 35 m / 10 m
Barcos mixtos: 170-250 m / 20 m / 9 m
Carga general: 150 m / 20 m / 9 m
Petroteros: 150 m / 30 m / 10 m
Especiales por contenedores: 240 m / 32 m / 12 m

b).- Una base naval o terminal militar puede ser necesaria.

c).- Puede requerir un puerto para las exportaciones de una ciudad más o menos cercana, que este en crecimiento y cuyo futuro comercial de exportación y costos competitivos con otros puertos próximos lo justifiquen.

d).- La necesidad de un puerto comercial industrial que funcione como terminal de barcos para mercancía o materia prima y para el cual no se tienen las facilidades de navegación. En años recientes, la explotación de fuentes de materias primas como mineral de hierro, bauxita, petróleo y cobre de lugares como África, Canadá, África del sur y el lejano oriente, ha requerido la construcción de nuevos puertos comerciales.

La disponibilidad de comunicación interior juega un papel importante en la determinación de la localización, cuando el área de influencia no cuente con servicios de carreteras, ferrocarriles y/o vías de navegación o las condiciones no sean favorables para el desarrollo de sistemas de transporte interior y se requiera la construcción de un puerto en ese sitio, esta llevara a cabo, aunque la integración represente un reto a la ingeniería.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 7

2.2 DINÁMICA LITORAL

El término dinámica litoral se aplica al estudio de los siguientes mecanismos: viento, oleaje, propagación del oleaje, variaciones del nivel del mar y transporte de sólido litoral.

La dinámica litoral es además responsable del conjunto de mecanismos que provocan la erosión, el transporte de sedimentación de los materiales que conforman

el medio costero, y el litoral que da como resultado las formas costeras. La flora y la fauna juegan, también, su papel dentro de la dinámica litoral.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 1

2.2.1 VIENTOS

El viento es el fenómeno atmosférico de movimiento horizontal del aire. En una primera aproximación, el viento es un flujo laminar de aire provocado por un cierto gradiente horizontal de presiones. Este flujo laminar se ve modificado por la presencia de obstáculos y zonas con fuerte convección térmica que terminan por configurar el viento real

El viento interviene de diversas formas en la dinámica litoral y con diferente magnitud, su función principal es como agente generador del oleaje, elemento principal dentro de la dinámica litoral.

GENERACION DEL VIENTO

La primera fuerza que actúa sobre la masa de aire y que genera el viento es el *gradiente horizontal de presiones*. La masa de aire tiende a desplazarse desde las áreas de altas presiones a las de bajas, siguiendo la línea de máximo gradiente, o sea perpendicularmente a las isobaras.

Iniciado el movimiento de la masa de aire, por efecto de la rotación de la tierra se genera una desviación de la trayectoria teórica de máximo gradiente hacia la derecha (en el hemisferio norte) debido a la denominada fuerza de Coriolis. Este efecto de Coriolis va determinando una continua desviación del viento hacia la derecha del gradiente de presión, hasta que alcanza el equilibrio, resultando un movimiento de la masa de aire aproximadamente paralelo a las isobaras.

-Ciclones o zonas de bajas presiones: un ciclón es un área, sensiblemente circular, de baja presión. La presión atmosférica presenta siempre un valor mínimo en el centro de dicha región y va creciendo radialmente hacia afuera de la misma.

- Anticiclones o zonas de alta presión: un anticiclón es un área de forma más o menos circular donde la presión va disminuyendo a medida que nos alejamos del centro.

MEDIDA DEL VIENTO

El viento viene definido por su intensidad, dirección y por la altura a la que ha sido medido (normalmente a 10 ò 19.5 m.)

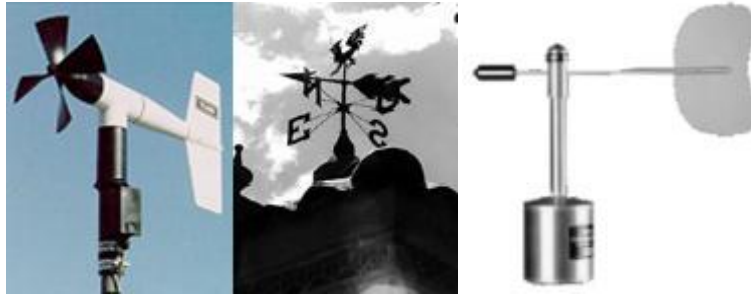


Figura. 2. Anemómetros

-Intensidad: Se denomina intensidad a la velocidad del viento. Se determina mediante los anemómetros y permite definir la dirección de los vientos **Dominantes** o más intensos.

-Dirección: La dirección del viento es la de su procedencia. Se denomina mediante las veletas cuya representación de frecuencias de presentación en una rosa de los vientos nos daría los vientos **Reinantes** o más frecuentes.

Las direcciones vienen representadas en la rosa de los vientos.

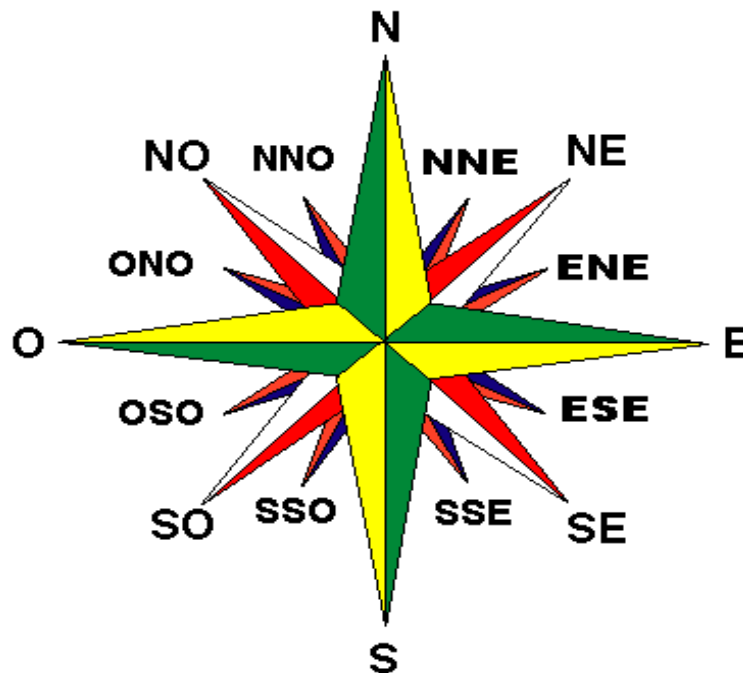


Figura. 3. Rosa de los vientos

Laguna Verde Mayo 1980 - 2007

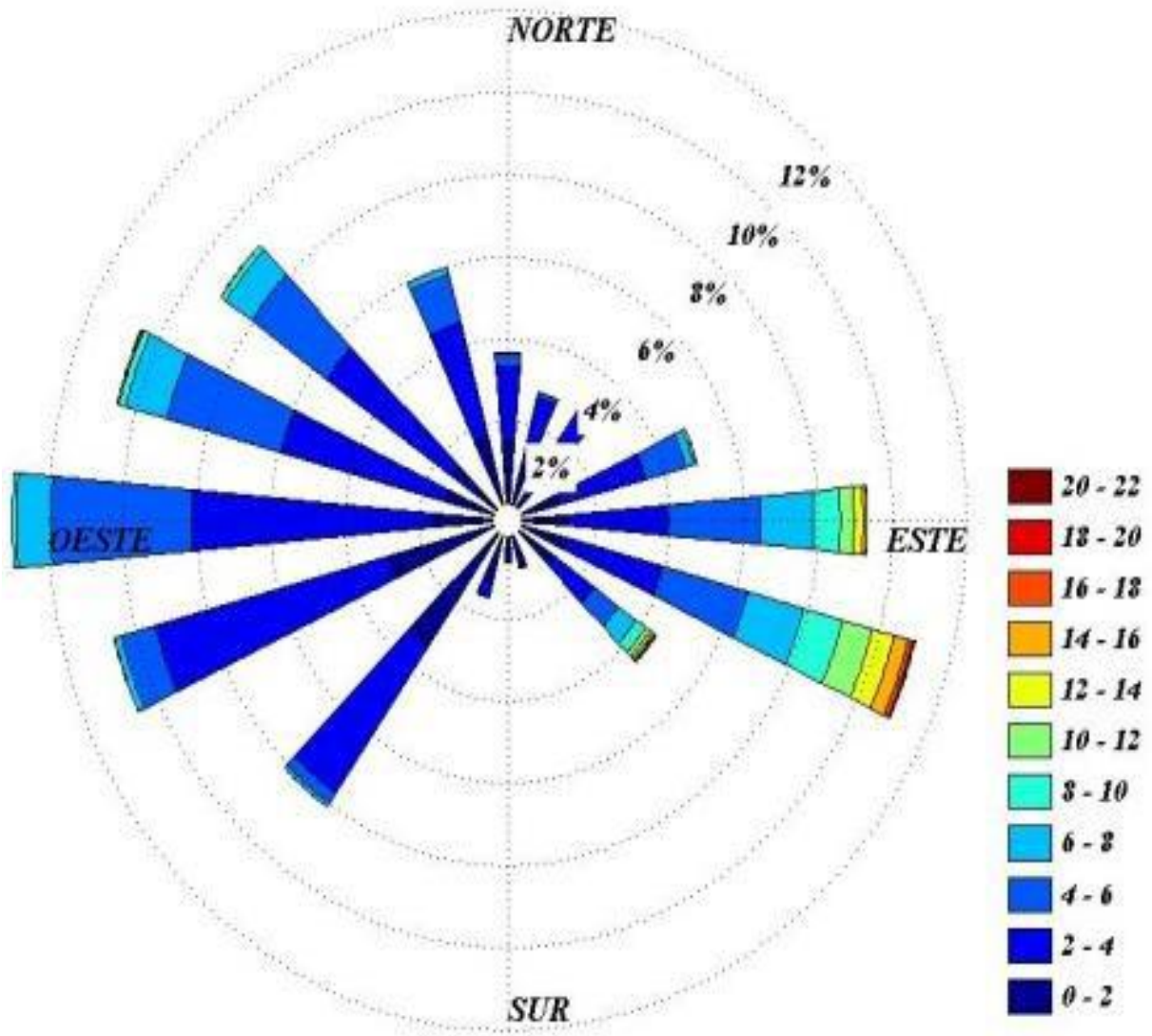


Figura. 4. Rosa de velocidad media de viento (KM/HRA) en la estación Laguna verde mayo 2007

PRESENTACION DE DATOS

En cualquier base de datos aparece el concepto discretización para establecer categorías o clasificación. Por ejemplo, la rosa de los vientos es una discretización del viento según la dirección del mismo.

Con respecto a la intensidad del viento se suele discretizar según la escala de Beaufort

Fuerza Beaufort	Nombre	Equivalencia de la velocidad a una altura tipo de 10 metros sobre terreno llano		Características para la estimación de la velocidad en tierra
		<i>m/s</i>	<i>Km/h</i>	
0	<i>Calma</i>	0 - 0.2	1	El humo se eleva verticalmente
1	<i>Ventolina</i>	0.3 - 1.5	1 - 5	La dirección del viento se revela por el movimiento del humo, pero no por las veletas
2	<i>Brisa muy débil</i>	1.6 - 3.3	6 - 11	El viento se percibe en el rostro; las hojas se agitan; la veleta se mueve
3	<i>Brisa débil</i>	3.4 - 5.4	12 - 19	Hojas y ramitas agitadas constantemente; el viento despliega las banderolas
4	<i>Brisa moderada</i>	5.5 - 7.9	20 - 28	El viento levanta polvo y hojitas de papel; ramitas agitadas
5	<i>Brisa fresca</i>	8.0 - 10.7	29 - 38	Los arbustos con hoja se balancean; se forman olitas con cresta en las aguas interiores (estanques)
6	<i>Viento fresco</i>	10.8 - 13.8	39 - 49	Las grandes ramas se agitan; el uso del paraguas se dificulta
7	<i>Viento fuerte</i>	13.9 - 17.1	50 - 61	Los árboles enteros se agitan; la marcha en contra del viento es penosa
8	<i>Viento duro</i>	17.2 - 20.7	62 - 74	El viento rompe las ramas; es imposible la marcha contra el viento
9	<i>Viento muy duro</i>	20.8 - 24.4	75 - 88	El viento ocasiona ligeros daños en las viviendas
10	<i>Temporal</i>	24.5 - 28.4	89 - 102	Raro en los continentes; árboles arrancados; importantes daños en las viviendas
11	<i>Borrasca</i>	28.5 - 32.6	103 - 117	Observado muy raramente; acompañado de extensos destrozos
12	<i>Huracán</i>	32.7 ó más	118 ó más	Estragos graves y extensos

Tabla 1. Escala de velocidades de viento del almirante Beaufort

2.2.2 CORRIENTES

Se denominan corrientes a los movimientos de masa de agua marina. Algunas corrientes son transitorias, afectan a una pequeña zona y tienen condiciones particulares (corrientes litorales). Otras son permanentes y afectan a grandes extensiones oceánicas, son parte de la respuesta de la hidrósfera al intercambio energético entre Ecuador y Polos.

En primer lugar, se pueden destacar las corrientes oceánicas superficiales de gran importancia para los navegantes. Pueden considerarse generadas fundamentalmente por los vientos o por condiciones meteorológicas relacionadas con cambios de presión.

Asociados a estas corrientes o movimientos horizontales de agua, pueden destacarse dos tipos de movimientos verticales de masas de agua que tienen mucha importancia en la producción de plancton y pesca asociada.

Upwelling: ascensiones de agua profunda que multiplican la productividad de las aguas

Sinking: son descensos de masa de agua que, como el fenómeno anterior, necesitan de corrientes de viento paralelas a la costa por encima de la termoclina en la producción de la zona.

Además de las corrientes superficiales generadas por vientos permanentes, hay que destacar grandes movimientos de masa oceánicas a profundidades elevadas (circulación profunda) debidas a diferencias de densidad, salinidad y temperatura.

2.2.3 OLEAJE

El oleaje es el mecanismo natural más importante en la mayoría de los procesos costeros, verdadero escultor de las formas costeras tanto en planta como en perfil.

Generado por el viento, su importancia a efectos de ingeniería costera, una rama de la ingeniería civil, radica en los fenómenos que se producen en el momento de la rotura del mismo sobre la costa. Dicha rotura produce no solo la suspensión de los materiales más finos, sino que genera una serie de corrientes paralelas y transversales a la costa de gran intensidad que son las causantes de que se produzca el transporte sólido de los sedimentos costeros.

En esta generación de corrientes influyen tanto el oleaje como la topografía submarina, siendo importantes los fenómenos locales de refracción y difracción del oleaje, como modificantes de las características del mismo.

Desde un principio se intentaron justificar las corrientes en base a sencillos modelos hidráulicos conceptuales. Así Johnsson(1919) ya distingue entre los diferentes tipos de corrientes costeras:

- debidas al oleaje
- debidas a la marea
- debidas al viento
- las oceánicas generales
- las asociadas a fenómenos de resonancia(como las resacas)
- las debidas a flujos de tipo continental (ríos).

En 1950 se publicó (Shepard e Inman) el primer modelo de sistema circulatorio de importancia. Para estos autores, asociadas al oleaje viaja una cierta cantidad de masa que se propaga sobre las costas de suerte que si la incidencia del oleaje sobre la costa es ortogonal o cuasi-ortogonal las exigencias de simetría del movimiento y de la continuidad en la línea de costa obligan a considerar un retorno de la citada masa de acompañamiento. Este retorno podría realizarse uniforme o concentradamente, dando lugar en este último caso a un sistema celular de corrientes, y explicando así la existencia de las corrientes de retorno *rip currents*.

La compleja situación hidráulica que se produce en las proximidades de la línea de costa se suele simplificar identificando algunas corrientes en base a las cuales los fenómenos que se producen resultan más intuitivos. Así tenemos denominaciones como:

- Corrientes paralelas (longshore currents).
- Corrientes transversales (onshore-offshore currents)
- Corrientes de retorno (rip currents).
- ondas de borde (edge waves), etc.

Aunque localmente todas ellas pueden tener importancia, las paralelas son las de mayor relevancia por ser las responsables del movimiento de sedimentos costeros, y son producidas por la incidencia del oleaje respecto a la línea de costa.

2.2.4 PROPAGACION DEL OLEAJE

Como se menciona anteriormente el oleaje es generado por el viento. Bajo la acción del viento, el oleaje crece en altura, longitud de onda y período hasta un tamaño que dependerá de la velocidad del viento, de la duración del mismo y de las dimensiones del área de generación. Cuando el oleaje abandona la zona de generación, se produce su amortiguamiento y la modificación del mismo. En esta fase, que transcurre por la denominada ZONA DE DECAY, el oleaje se vuelve más regular.

El oleaje generado en profundidades indefinidas puede progresar, según una dirección, hacia la costa y alcanzar aguas menos profundas; a partir de cierta profundidad los fondos empiezan a modificar el oleaje, la profundidad a la cual empieza este efecto modificador es la equivalente a la mitad de la longitud de onda, en ese momento decimos que el oleaje penetra en profundidades reducidas; en esta área la velocidad de propagación disminuye, así como la longitud de onda, pudiendo disminuir o aumentar su altura de ola, y en general adquiriendo mayor peralte, fenómeno que se conoce como SHOALING. Al mismo tiempo por efecto de fricción con el fondo se produce una disipación de energía, que implica reducción de altura.

Generalmente el oleaje no incide paralelamente a las líneas batimétricas, atacando la costa bajo un cierto ángulo. Esta desviación entre frente de onda y línea batimétrica genera una variación en la dirección del oleaje debido a modificaciones en la velocidad de propagación de los puntos del frente de onda, de forma que éste tiende a alinearse con las batimétricas este fenómeno es el denominado REFRACCIÒN, por el cual el ángulo de abordaje a la playa del oleaje es distinto del que presenta en profundidades indefinidas.

Cuando el oleaje no encuentra ningún obstáculo hasta alcanzar la playa, cada vez se ve más afectado por el fondo, produciéndose, además del cambio de dirección progresivo, una marcada deformación del perfil de la ola; cuando la ola tiene una altura de aproximadamente el 78% de la profundidad, la ola es inestable y se produce la rotura.

Al producirse la rotura, denominada SET-DOWN y una elevación del nivel medio en la zona de playa, denominada SET-UP, y al alcanzar la ola, rota o no rota, la playa, se produce una elevación de la masa de agua por su superficie denominada RUN-UP o AFLORAMIENTO.

Cuando el oleaje en su aproximación hacia la playa se encuentra algún tipo de obstáculo o barrera se producen otra serie de fenómenos.

Cuando el oleaje contornea los obstáculos, se observa agitación en zonas incluidas en la sombra, o abrigo, de obras de protección, esta acción es el fenómeno de DIFRACCIÒN.

Si el oleaje incide sobre el obstáculo y no se disipa toda la energía del mismo se produce la REFLEXION que genera una ola que viaja en dirección distinta del incidente.

Estos son los fenómenos más importantes sufridos por el oleaje en su propagación hacia la costa, responsables de otros como son el transporte de sedimentos, la formación del perfil de equilibrio, de la forma en planta de las playas, de basculamientos y variaciones de la línea de costa.

2.2.5 VARIACIONES DEL NIVEL DEL MAR

Generalmente se denomina nivel del mar a la elevación media del agua promediada en un intervalo de tiempo suficientemente largo (alrededor de un minuto). Con ello se excluyen las oscilaciones de alta frecuencia (período corto), de las ondas superficiales.

Atendiendo a sus características y a las formas de movimiento a que dan lugar, las variaciones de nivel de mar se pueden producir a causa de:

- a) Mareas
- b) Tsunamis
- c) Resacas
- b) Set up del oleaje
- e) Sobreelevaciones meteorológicas
- f) variaciones climáticas
- g) variaciones seculares

Los periodos de oscilación de los cinco primeros tipos de variaciones van desde unos pocos minutos a días; los dos últimos, en cambio tienen un rango de periodos comprendidos entre medio año y un gran número de años.

2.2.6 TRANSPORTE DE SÓLIDO LITORAL

Tres son los medios de transporte de los sedimentos:

- Hidráulico.
- Eólico.
- Marino.

El transporte hidráulico tiene como misión acercar los materiales hasta el borde litoral, donde la dinámica marina se encarga de su distribución a lo largo de la costa. El medio eólico sin ser tan importante, con respecto al volumen de sedimentos que aporta, es un indicador de la importancia o no de la dinámica eólica en el litoral y su papel como estabilizador del litoral. El medio marino es tal vez el más importante ya que por un lado tiene la misión de distribución de los sedimentos que llegan por cualquier fuente y es también un agente erosivo y el que deposita los materiales transportados.

En cualquiera de los tres medio el mecanismo de puesta en transporte de las partículas se puede descomponer en los siguientes procesos de transporte: arrastre, rodamiento, salto y suspensión.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 1

2.3 MAREAS

Las fuerzas de atracción gravitatoria de la Luna y el Sol y las derivadas de la rotación de la Tierra producen cambios periódicos del nivel de las aguas en océanos y mares. El fenómeno de ascenso y descenso resultante se conoce como marea o marea astronómica. Los movimientos horizontales de las masas de agua derivados del mismo son las corrientes de marea. La irregularidad de los fondos y de los bordes costeros hacen que el comportamiento de los niveles del agua, ante las fuerzas de generación de las mareas, sea muy variable en las zonas costeras; de hecho las mareas cambian sustancialmente de un sitio a otro.

Actualmente se puede realizar su predicción con muchos años de anticipación. Los términos que se refieren a la marea se pueden definir como sigue:

-Pleamar: instante en que la curva de desplazamientos de la superficie del mar tiene el valor máximo a lo largo de un periodo característico. Igualmente se entiende como pleamar la cota del mar en dicho instante.

-Bajamar: instante en que la curva de desplazamientos de la superficie del mar tiene el valor mínimo a lo largo de un periodo característico. Igualmente se entiende como bajamar la cota del mar en dicho instante.

-Marea decreciente: entre los instantes de pleamar y bajamar tendremos una marea decreciente o pendiente.

-Marea creciente: entre los instantes de bajamar y pleamar tendremos una marea creciente o ganante.

-Carrera de marea: Se define como la diferencia de cotas entre la pleamar y la bajamar.

-Marea viva: Cuando la Luna y el Sol están en oposición o en conjunción, lo cual se produce en las proximidades de las lunas llenas y nueva, (es decir, una vez cada 14 días) se produce una marea viva. Dos veces al año, durante los equinoccios de primavera y de otoño, con ocasión de las mareas vivas más próximas se producen mareas máximas anuales conocidas como mareas vivas equinocciales.

-Marea muerta: son las que se producen cuando la Luna y el Sol están en cuadratura; las mínimas mareas ocurren en los solsticios.

El estudio de la marea es de gran importancia desde muchos puntos de vista. Así en la navegación es muy importante pues a menudo se necesita saber los calados de las zonas por las que navegar, para lo que se necesita conocer con cierta precisión tanto los valores de pleamares y bajamares como las horas del día a las que se van a producir.

Desde el punto de vista ingenieril, la marea es no menos importante pues en lo relativo a obras marítimas condiciona no solo el diseño y el proyecto de obras marítimas sino las operaciones de construcción y mantenimiento de las mismas; en lo relativo a explotación de instalaciones portuarias las oscilaciones de calados impuesta por la marea afectan a las condiciones de explotación de los mismos.

TSUNAMIS

Los tsunamis o maremotos son ondas de largo periodo que son provocadas por fenómenos diversos, pero siempre con origen en movimientos de la corteza submarina: maremotos, deslizamientos, vulcanismo marino o explosiones producidas en zonas submarinas. Son ondas que pueden propagarse a distancias superiores a 8000 Km, con velocidades que a veces llegan a superar los 800 Km/h. La altura de estas ondas, en mar abierto, aunque poco conocidas, generalmente, es muy reducida. Cuando alcanzan las costas, en cambio, se han observado alturas mayores a 30 metros.



Figura. 5. Tsunamis

LAS RESACAS

Son ondas largas estacionarias que producen la oscilación del nivel del mar y cuya acción persiste aun después de haber cesado las fuerzas que las han generado. Se dan principalmente en recintos o dársenas cercadas total o parcialmente, tales como puertos.

SET-UP DEL OLEAJE

Se define el set- up del oleaje como la sobreelevación que experimenta la superficie del agua por efecto del transporte de masa líquida hacia la costa que produce el oleaje. Se ha observado que este tipo de sobreelevación se da en zonas de rompientes.

SOBREELEVACIONES METEOROLOGICAS

Sobreelevaciones meteorológicas están motivadas por gradientes móviles de presión atmosférica y por la acción de los vientos asociados. Cuando el viento actúa de forma continua y persistente en una dirección y sobre una masa de agua, puede provocar cambio de nivel por fricción a causa de la tensión tangencial del viento.

La variación de presión atmosférica existente entre áreas contiguas en el mar provoca las mareas meteorológicas. El mar es una masa fluida, de ahí que la presión atmosférica influya en su nivel. Si la presión disminuye el nivel sube, y si la presión aumenta el nivel disminuye. En realidad, no se trata de una marea sino de Sobreelevaciones, por no tratarse de un movimiento periódico.

NIVEL MEDIO DEL MAR EN REPOSO (N.M.M.R)

Por razón de la variación del nivel del mar se debe definir el concepto de N.M.M.R. y no se pueden ignorar las posibles variaciones del nivel del mar en el transcurso de una obra.

En general es necesaria la instalación de mareógrafos, instrumentos que continuamente o a intervalos de tiempo registran el nivel del mar. Se utilizan normalmente en la realización de replanteos, la ejecución de trabajos batimétricos y, en general, durante la construcción de cualquier obra marítima.



Figura. 6. Tipos de mareógrafos

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 7

2.4 ESTUDIOS BATIMÉTRICOS.

Son efectuados para determinar las elevaciones del fondo del mar en el área del puerto y canales de acceso, profundidad en la costa adyacente y obstáculos existentes a lo largo de ella como arrecifes, sumideros o macizos rocosos. En caso de que estos afecten directamente al puerto, se estudiarán con más detalle.

Suelen ponerse líneas en serie en la costa y zona del puerto, cuyo largo y orientación son definidos. Estas líneas tocan los puntos importantes a estudiar y su intersección es marcada en tierra, para que no se pierdan durante la fase de construcción.

Para el control vertical, se marcan uno o más bancos de nivel en la costa y se registra la variación de mareas. La determinación del relieve del fondo del mar, bahías o estuarios, se efectúa mediante sonar, el cual es puesto en un barco que recorre rutas establecidas y va formando un perfil del fondo. Este deberá ser operado por personal especializado y calibrado y ajustado correctamente.

Cuando se hacen los estudios en forma correcta, se obtiene una mayor exactitud, que con otros sistemas. Lo único que deberá cuidarse es que el barco no salga de la ruta establecida.

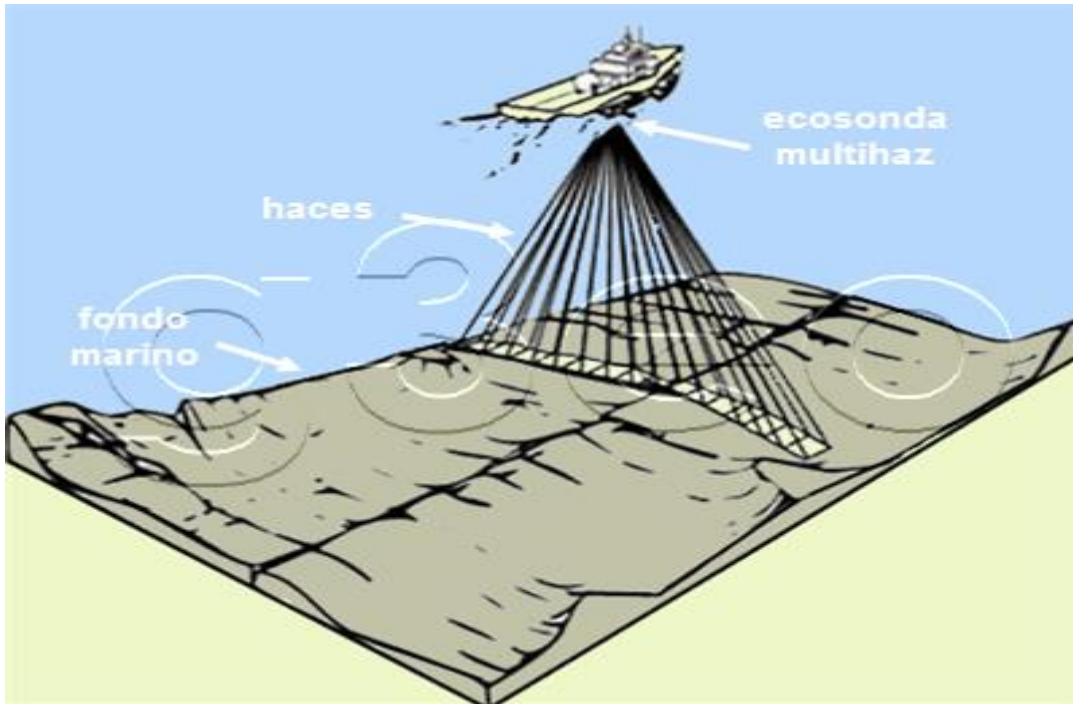


Figura. 7. Barco con sonar

La elevación de los puntos en el agua (cotas), es referida al nivel de agua existente en ese momento y posteriormente al nivel de marea baja, por lo que es muy importante llevar un registro de los días y la hora en que se efectúan las mediciones, para saber que marea se tenía y referir posteriormente los puntos.

Las cotas deben ser tomadas a intervalos regulares a lo largo de líneas separadas a una distancia determinada, dependiendo de la irregularidad del fondo. Siendo más cercanas para el caso de canales angostos y obstáculos existentes.

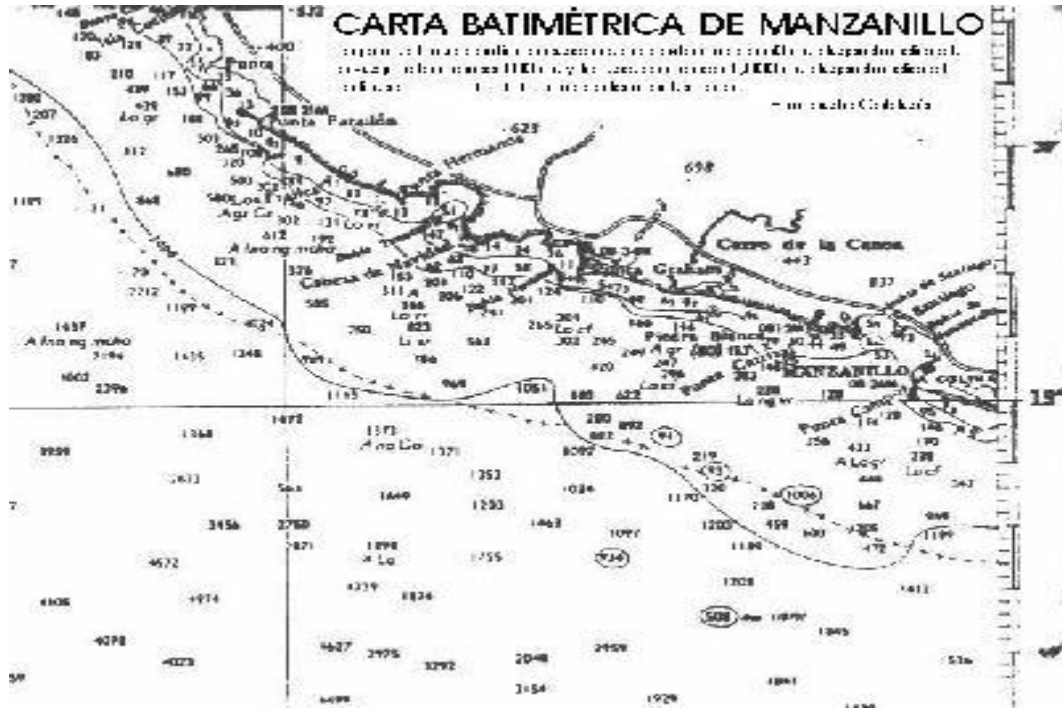


Figura. 8. Carta Batimétrica Puerto de Manzanillo

En caso de que sea necesario dragar, se cubicará el material in situ para determinar la cantidad a mover y su costo. La cantidad de material es determinada antes y después de dragar por secciones mediante computadora o planímetro.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 1

2.5 ACCIONES HUMANAS

La acción humana actúa de muy diversas formas en el medio litoral, por lo general introduciendo elementos en la franja litoral, o incluso tierra adentro, que han afectado a la dinámica litoral induciendo procesos de acumulación, y, en mayor medida, de erosión.

Son muchos los ejemplos que se podrían poner de impactos negativos sobre el litoral: construcción de puertos, espigones, presa, extracción de áridos, etc. El hombre por lo general ha introducido singularidades, o incidido sobre ellas, de forma que la dinámica ha debido adaptarse a las nuevas condiciones, provocándose efectos no deseables. Pero también ha influido positivamente, al abordar la ejecución de obras para la generación y protección de costas.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 1

2.6 VARIACIONES DE LAS COSTAS

Un apartado importante en el estudio de la dinámica litoral y procesos litorales es analizar las variaciones de formas costeras anuales o hiperanuales. En muchas ocasiones estas variaciones solo pueden ser conocidas a partir de datos históricos, cartografía, y la comparación de fotogrametría.

Muchas de las variaciones que pueden observarse en la costa responden a los llamados perfiles de invierno y verano y que responden a acreciones y erosiones propias del comportamiento de la playa ante la acción del oleaje; estas variaciones se pueden interpretar como falsas erosiones o acreciones.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 7

2.7 PERFIL DE LAS FORMAS COSTERAS

El movimiento real de los sedimentos puede desglosarse al sentido de aproximación o alejamiento de la costa, a las zonas en que se produce y su carácter más o menos acentuado de direcciones transversal o longitudinal a la playa. Es precisamente en sentido transversal cuando la playa adopta un perfil que llamamos equilibrio.

En un perfil típico la zona *offshore* se extiende desde la zona de rompientes hasta una distancia en la que la superficie de fondo deja de ser agitada por la acción de las olas, lo que supone que es variable con las características del oleaje en la zona. En esta parte del perfil los movimientos son solo transversales, hacia la costa o hacia el mar abierto. Aquí las partículas del fondo marino oscilan hacia atrás y hacia adelante a medida que las olas se van propagando.

De este movimiento resulta la formación de rizos, *ripples*, en el lecho sedimentario, cuyo conjunto se orienta paralelamente a las crestas de las olas. Se produce, además, la selección del material por su tamaño, de modo que mientras las partículas más gruesas alcanzan la línea de rompientes u ascienden por la playa, las más finas entran en suspensión con mayor facilidad y pueden ser transportadas mar adentro en el transcurso de un temporal.

La acción simultánea de procesos de avance y retroceso, se traduce en el establecimiento de un perfil transversal con pendiente creciente desde el punto neutro, hasta la línea de rompientes, constituyendo la playa sumergida. El punto neutro es un punto a partir del cual las partículas que se mueven en dirección *offshore* no vuelven al conjunto de playa.

En la zona *onshore* coexisten transporte transversal y longitudinal, junto con corrientes de resaca, *rip-currentes*, y otros fenómenos. A partir del punto de rotura el perfil toma otra pendiente, ya que la rotura se traduce en una destrucción de la energía potencial de la ola, de la que parte se transforma en turbulencia y la otra es utilizada en la formación de una onda solitaria que remonta la pendiente de la playa, hasta que la ola alcanza en su ascenso su máxima cota, este recorrido constituyen el estrán de la playa

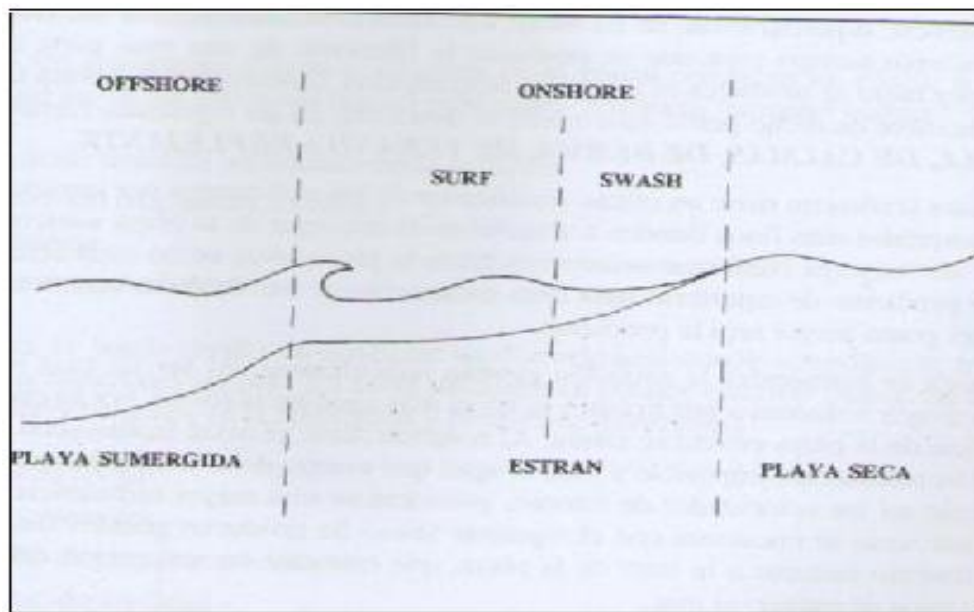


Figura. 9. Zonificación del perfil de playa

En la subida del conjunto de sedimentos y agua, una vez rebasada la línea de rompientes, se produce un auténtico transporte de masa hacia la playa seca realizándose a velocidad decreciente conforme avanza por el estrán: parte del agua empapa la arena, filtrándose a su vez, retomando el resto del mar, el volumen y la velocidad de las contracorrientes es sustancialmente menor que la del flujo de subida, por lo que mucha de la arena en suspensión se sedimenta en la línea de costa, formando la *berma*, provocando el crecimiento de la playa. Resulta así una pendiente creciente desde la línea de rotura hasta la línea de costa.

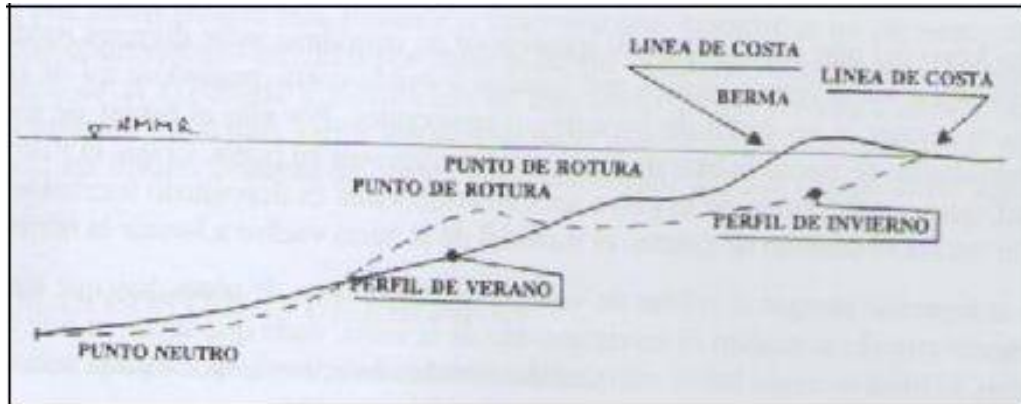


Figura. 10. Modificaciones en el perfil de playa

La existencia, o perduración, de un oleaje tipo *swell* o de *calmas* hace que entre ola y ola exista suficiente tiempo para que se produzca la filtración de una gran parte del agua de remonte, por tanto, se produzca el efecto de acrecimiento generándose la berma mencionada, de ahí el nombre de dicho perfil. Este perfil se le denomina de diferentes formas: PERFIL DE SWELL, DE CALMAS, DE BERMA, DE VERANO, o REFLEJANTE.

En época de temporales la situación cambia radicalmente. Al ser olas más grandes, tienen un mayor volumen y por lo tanto se lanza más agua en la rotura, por lo que la arena de la superficie de playa pronto se satura. Al coincidir, casi, el NAF con la superficie de filtración resulta casi imposible y toda el agua que avanza debe retroceder completamente, aumentando así las velocidades de retorno, generándose una mayor turbulencia cuando esta agua en retroceso se encuentra con el siguiente seno. Se producen grandes fuerzas erosivas en el sedimento cercano a la base de la playa, que está casi en suspensión debido a la corriente de agua de retorno al mar.

El agua de retroceso, cargada de sedimentos en suspensión, cuando a cierta profundidad pierde velocidad origina un depósito, por lo que surge una barra de arena a cierta distancia de la línea de costa, esta barra a su vez, tiene un efecto de defensa ya que disipa energía y evita la erosión completa de la playa. Además del efecto de formación de la barra, se producen otros que ayudan a la configuración del perfil de equilibrio en temporales. En la playa sumergida ante mayores energías y mayores velocidades del fondo, se produce un aumento de la pendiente. Al aumentar la altura de las olas se produce un retroceso, hacia el mar abierto, del punto neutro y de la línea de rotura. En el estrán se produce una disminución de la pendiente, alargándose, debido a las fuertes corrientes de retorno y turbulencia. La línea de costa retrocede produciéndose una falsa erosión de la playa seca.

Este perfil se denomina de las siguientes formas: PERFIL DE SEA, DE TEMPORALES, DE BARRA o DE INVIERNO.

A lo largo del año medio el perfil transversal de equilibrio sufre diversas modificaciones en respuesta a los diversos oleajes que inciden sobre la costa, pasándose así de un perfil de verano, o calmas, a un perfil de invierno, o temporales. Por ello al hablar de movimientos transversales no se puede hablar de erosiones o acreciones en playas, ya que el material, por lo general, que es erosionado de la playa seca en temporales es depositada formando la barra, y cuando vuelve el periodo de calmas el material de la barra vuelve a formar la berma

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 1

2.8 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

Los planos topográficos de la terminal marítima tendrán cuevas de nivel con la precisión o escala requerida para cada caso. Tanto estos como los perfiles, deberán presentar los puntos importantes, zonas de construcción, etc., y los contornos de ellos serán referidos a la marea alta.

La fotografía aérea es un auxiliar en los estudios topográficos, sin sustituirlos del todo y se utiliza:

1.- La fotogrametría que permite levantamientos topográficos de grandes zonas en corto plazo, aunque su precisión nunca es igual a la de la topografía terrestre tradicional y la fotointerpretación.

2.- Fotointerpretación. Los especialistas pueden observar geología, accidentes del terreno, zonas lacustres o corrientes de aguas, depósitos de azolve litoral, socavación del litoral, bancos de arena, arrecifes, desembocadura de ríos y otros importantes detalles a lo largo de la costa.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 2

2.9 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

La redacción del estudio geotécnico es la culminación de todo el proceso de reconocimiento geotécnico, incluidos los ensayos y todos los demás trabajos que se hayan realizado. Es, por tanto, el resultado de todo el proceso, donde se debe establecer un “mapa geológico- geotécnico” que permita establecer:

- La geometría del terreno: distribución y naturaleza de los materiales en el espacio.

- El pre diseño y la elección del tipo de estructura más adecuado, de su cimentación y/o su proceso constructivo.
- La identificación de problemas que deben ser valorados o analizados en fases posteriores y cuya solución exija un tratamiento específico.
- La evaluación de la procedencia de los materiales.
- Zonificación de acuerdo con tipos de problemas, procesos constructivos, naturaleza, etc.

El estudio geotécnico siempre debe ir incluido como parte de cualquier proyecto de ejecución, en forma de manejo, más o menos, según magnitudes de la obra. En él se debe realizar un análisis completo desde el punto de vista geotécnico del terreno, donde se va a construir la obra, incluyendo además como conclusión, la descripción de las mejores alternativas y soluciones constructivas.

Así, la estructuración del manejo geológico-geotécnico de un proyecto debe constar de los siguientes apartados:

- Introducción y antecedentes.
- Descripción de los trabajos realizados (sondeos, toma de muestras, ensayos de laboratorio, etc.).
- Descripción geotécnica de la zona de implantación de la obra.
- Características geotécnicas de los materiales.
- Condiciones de cimentación de las estructuras
- Resumen, conclusiones y recomendaciones (donde todos los aspectos deben estar bien tratados. Se debe mostrar la opinión y proponer soluciones. Hay que hacer mención especial a posibles problemas que puedan aparecer).
- Y por último como anexos:
 - Planos y cartas geológicas, registro de los sondeos, etc.
 - Actas de laboratorio.
 - Resultados de los ensayos.
 - Fotografías, etc.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 2

CAPITULO III OBRAS MARÍTIMAS

3.1 CLASIFICACIÓN DE OBRAS MARITIMAS

Las obras marítimas portuarias son aquellas sobre las que actúa el mar o están relacionadas con embarcaciones y áreas de navegación.

Atendiendo a su localización las obras marítimas se clasifican en:

- Obras exteriores: en zonas alejadas de la costa y a gran profundidad.
- Obras costeras: en la zona litoral, a poca profundidad y sometidas a la acción del oleaje continuamente.
- Obras interiores: situadas en zonas abrigadas, no sometidas a la acción del oleaje.

Una determinada localización implica unas ciertas condiciones generales (solicitaciones) que influyen poderosamente sobre la problemática y tipología. La segunda condición que afecta la problemática de las obras marítimas es la función que desempeñan.

Obras exteriores

Están situadas a gran profundidad, expuestas al oleaje, corrientes marinas y acciones sobre la plataforma continental. En las últimas décadas, este tipo de obras ha experimentado una fuerte expansión gracias al aumento del precio de los productos petroleros, constituyendo la tecnología off-shore. Aunque es una faceta reciente de la ingeniería marítima, es indudable que su importancia económica la ha hecho en algunos países (especialmente en los petroleros) uno de los temas más importantes de investigación.

- Conducciones submarinas: transporte de fluidos (gas, petróleo, residuos líquidos).
- Estructuras de atraque (y amarre): son empleadas para el atraque (y amarre) de grandes buques.
- Estructuras exteriores de exploración: son empleadas para la prospección de gas y petróleo en la plataforma continental.
- Estructuras exteriores de explotación: son empleadas para la explotación de campos petrolíferos (gas-petróleo).
- Islas artificiales: construidas en mares o áreas de poca profundidad para prospecciones- explotaciones o para instalaciones industriales, almacenamiento de mercancías peligrosas, etc.

Obras costeras

Son situadas en la franja litoral y a poca profundidad, por lo que reciben la acción directa del oleaje. Modifican con su presencia los procesos litorales.

- Obras de abrigo: son obras destinadas a reducir la intensidad del oleaje en una zona.
- Obras de estabilización, defensa y regeneración: su objetivo es modificar adecuadamente los procesos litorales de un tramo de costa.
- Obras de atraque y amarre: destinadas a permitir el atraque y amarre de embarcaciones.
- Conducciones: destinadas al transporte de fluidos en zona litoral (emisarios, oleoductos, gasoductos).
- Obras de señalización: ordenación de la navegación costera.
- Obras de dragado: para conseguir o mantener calados en un área determinada.

Obras interiores

Son obras en zonas abrigadas o no sometidas a la acción del oleaje, tales como obras de acceso a zonas de atraque y amarre u obras de servicio y seguridad.

- Obras de atraque y amarre: atraque y amarre embarcaciones y operaciones auxiliares.
- Obras de servicio a estructuras flotantes: empleadas para el mantenimiento, construcción o transformación de estructuras flotantes (diques secos- flotantes).
- Obras de señalización: ordenación de vías navegables.
- Obras de dragado: mantenimiento o alcance de calados.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 5

3.2 OBRAS MARÍTIMAS DE ABRIGO

En los puertos se denominan así las obras que generan protección frente a la acción del oleaje a las distintas áreas e instalaciones, buques, zonas de accesos, zonas de maniobras y sobre el conjunto de obras interiores de servicio.

Además de ese objetivo principal pueden existir otros objetivos de carácter complementario:

- Canalización o eliminación de corrientes.
- Albergar obras secundarias tales como:
 - Canalizaciones y conducciones
 - Vías de acceso rodado
 - Áreas de rellenos para asentar elementos de actividad en el puerto
- Establecer líneas de atraque.

TIPOS DE DIQUES

Por la acción que causan sobre el oleaje, existen dos tipos:

- a. Los que impiden el paso del oleaje.
- b. Los que amortiguan el oleaje.

En el primer caso al lado contrario del de incidencia del oleaje no existirá agitación alguna, en el segundo caso se consigue reducir las características del oleaje que incide, especialmente en cuanto altura.

a. Dentro de los que impiden el paso del oleaje se puede establecer la siguiente clasificación tipológica:

- Los que rompen el oleaje: DIQUES EN TALUD O ROMPEOLAS
- Los que reflejan el oleaje: DIQUES VERTICALES

3.2.1 DIQUES EN TALUD O ROMPEOLAS

La obra marítima de abrigo portuaria por excelencia es el dique en talud, también llamado dique rompeolas. Su misión principal es reducir la acción del oleaje en una zona para facilitar operaciones de atraque, amarre, carga y descarga.

Son los más usados. Establecen un mecanismo que hace que el oleaje suba por el talud perdiendo energía por remonte con la consiguiente disipación de energía. La rugosidad del talud hace que el oleaje rompa.

Su finalidad primordial estriba en constituir una barrera permanente contra el oleaje del mar, a fin de crear en forma artificial una zona protegida y en calma en la que puedan realizarse en forma expedita y económica las operaciones portuarias, en un sitio en que las condiciones naturales no lo permiten. Para lograr, esta finalidad, el rompeolas deberá ser capaz, en primer lugar, de resistir durante un largo tiempo el embate de las olas. En segundo, es indispensable que tal barrera sea lo suficientemente impermeable para impedir que se transmitan a la zona abrigada del puerto las fluctuaciones de nivel que ocurran en el lado externo por efecto del oleaje.

Los diques en talud, que se analizarán detalladamente más adelante están compuestos en su zona interior por un núcleo, que es la zona central compacta, integrado por material granular, materiales sueltos que impiden el paso del oleaje. Sobre él se disponen capas de materiales: cada una impide que la interior se pierda hacia el exterior. Se trata de materiales sueltos que crecen de tamaño hacia afuera. Su diseño se basa en condiciones de filtro (graduación de tamaño de las partículas) que impide que el material de una capa se fugue hacia el exterior, puesto que los poros que ofrece la capa no deja escapar el material que hay debajo. Creamos una o más capas hasta llegar a la exterior, que es el manto exterior o principal, donde hay una serie de elementos también sueltos que resisten el oleaje por su peso y por el grado de encaje entre ellos.

Estos elementos son escolleras, bloques de concreto de tipo paralelepípedo o piezas especiales, habitualmente de concreto con geometría singular que permite mayor engarce entre los elementos adyacentes.

Para definir aspectos a considerar hay que proceder a la ordenación de acciones, clima marítimo, recursos, modelos matemáticos y físicos, condiciones de cimentación, disponibilidad de materiales, tecnología disponible, etc.

SECCIÓN DE UN DIQUE ROMPEOLAS

Un dique rompeolas consta generalmente de tres diferentes elementos:

- Núcleo
- Capa o capas intermedias
- Manto principal o exterior



Figura. 11. Esquema de un dique en talud

Núcleo

El núcleo de un dique rompeolas es la parte más interior de la obra. Generalmente está constituido por materiales procedentes de toda una cantera o por escollera de pequeño peso. Sobre él se disponen las capas intermedias que cumplen el doble objetivo de servir de asiento a la capa exterior, llamada manto exterior o principal, así como impedir que los materiales que integran el núcleo se pierdan por la acción del oleaje u otros fenómenos. El manto principal de un dique rompeolas evita la erosión de la estructura, pero en ningún caso actúa en forma de “piel” reteniendo el volumen de la escollera.

En general se dedica mucha atención al estudio del manto y poca al de la estructura soporte, que en un dique de talud está constituida por núcleo y capas intermedias. El núcleo debe ser buen cimiento para capas intermedias, el manto principal y espaldón, si existe.

Por otra parte, el núcleo debe ser relativamente impermeable para evitar transmisiones de oleaje, así como ser buena plataforma de trabajo, si se emplea. Debe igualmente tener gran volumen relativo, dado su bajo coste.

Las capas intermedias deben ser un cimiento satisfactorio para el manto y actuar como filtro de las capas del núcleo, esto es, deben actuar como protección del núcleo, tanto cuando el dique se halla en construcción, como cuando se ha ejecutado en su totalidad.

La estabilidad de un bloque del manto exterior o principal depende del bloque mismo y de su relación con los demás bloques y con las capas inferiores, es decir, de los fenómenos que movilice de fricción- trabazón.

Hay que tener en cuenta los siguientes aspectos para el diseño de los rompeolas:

- Localización
- Condiciones físicas
- Fuente de materiales disponibles
- Tecnología y equipos disponibles
- Tamaño y forma de la piedra de cantera.
- Calidad de la piedra (durabilidad).
- Conseguir resistencia a fricción del núcleo adecuada.
- Estudiar mejora de densidad del núcleo cambiando el material.
- Estudiar tamaño mínimo del núcleo
- Estudiar la adecuación del modelo físico al núcleo
- Estudiar la capacidad del filtro de las capas intermedias
- Estudiar la rugosidad de la última capa de filtro
- Estudiar espesor de las capas intermedias
- Protección adecuada del núcleo durante la construcción
- Estudio de tolerancias en construcción
- Protección de la cara interna
- Protección del pie de berma.
- Estudio del uso de geotextiles.
- Estudio de la mejora de las condiciones de construcción

Manto principal

El manto principal de un dique en talud constituye el elemento resistente del dique frente al oleaje. Generalmente está integrado por la agregación de elementos de cierto peso mínimo determinado, escolleras o elementos de concreto (bloques paralelepípedicos u otras piezas especiales). La unidad que integra el manto exterior o principal de un dique resiste la acción del oleaje fundamentalmente por dos razones:

- El peso propio unitario de los elementos que constituyen el manto.
- El engarce y trabazón entre los elementos que lo integran.

Los primeros diques rompeolas se construyeron acopiando rocas, pero ello exigía un gran mantenimiento. Un segundo sistema fue colocar grandes piedras de protección. En el S.XIX el concreto permite fabricar grandes unidades. En 1834 ya se fabricaban elementos prismáticos de entre 10 y 60 toneladas.

En los últimos años se han diseñado y construido elementos especiales en cuanto a su geometría (dolos, tetrápodos,...). Los primeros diques tenían taludes muy tendidos (1:4 a 1:7). Posteriormente, la forma típica llegó a quedar constituida por un núcleo revestido con una o varias capas de filtro sobre cuyo conjunto se establecía el elemento protector, el manto exterior o principal.

La colocación aleatoria de los elementos del manto principal es lo usual, pero también pueden colocarse regularmente, concertados, si se pretende conseguir un aspecto estético. En ocasiones, si la cantera lo aconseja, es conveniente aumentar la anchura del dique, pues esto da cierta sobre seguridad frente a una posible infra estimación del clima marítimo.

En general se recomienda que el proyectista y constructor planeen, organicen y estén presentes en los ensayos, puesto que afecta tanto al diseño como a la construcción.

Los elementos del manto principal pueden ser:

- Escolleras.
- Bloques de concreto de tipo paralelepípedo.
- Piezas especiales.

El parámetro fundamental de dichos elementos es su peso, sin embargo, en el caso de las piezas especiales parte de su comportamiento se confía a la mayor trabazón que tienen con los elementos contiguos, debido precisamente a las formas y geometrías especiales con que cuentan.

PIEZAS ESPECIALES

En la actualidad existen en el mercado distintos tipos de bloques prefabricados de concreto que están siendo utilizados para diseñar y ejecutar las estructuras costeras. Todos ellos basan el comportamiento del elemento en su peso, por un lado, y, por otro, en las formas especiales que tienen, por las que consiguen mayores trabazones que las que tienen los bloques paralelepípedos de concreto o las escolleras.

Podría considerarse que la optimización de los bloques artificiales de concreto se consigue mediante las siguientes características:

1. Alta estabilidad hidráulica cuando son colocados en una obra en una sola capa.
2. Reserva de estabilidad estructural en el caso de que las condiciones de oleaje excedan a las de diseño.
3. Baja tendencia de las piezas a la fragmentación.
4. Reserva de estabilidad estructural en el caso de rotura parcial del manto.

5. Combinación eficiente entre la porosidad y la rugosidad con el fin de disipar la máxima energía posible.
6. Alta resistencia estructural con el mínimo volumen de concreto
7. Fácil construcción de las piezas
8. Fácil colocación en obra, incluso en condiciones de baja visibilidad.

A continuación, se describen las piezas más conocidas:

Tetrápodos

El tetrápodo es una pieza especial compuesta de una esfera central a la que se adosan cuatro troncos de cono. Es la pieza más antigua.



Figura. 12. Tetrápodos

Dolos

El dolo presenta la forma de dos martillos con sección del vástago central octogonal. Esos dos martillos se colocan ortogonalmente. Es como una doble ancla o doble T.



Figura. 13. Dolos

Acròpodos

El Acròpodo es un bloque de concreto en masa. Se utiliza para fabricar mantos homogéneos de diques, formados por una sola capa de bloques dispuestos libremente, ya que la posición adoptada por estos puede ser indiferente, y solo debe respetarse la red de colocación.



Figura. 14. Acròpodos

Otras de menor difusión han resultado piezas como el stabit, tribar, akmon, mexápodo, dinosaurio, octópodo, cónico, antifer.



Figura. 15. Escollera en zona Portuaria Veracruz, Ver, Mex. (Combinación de bloques de concreto y tetrápodos)

METODOS CONSTRUCTIVOS EN DIQUES DE TALUD

Existen dos tipos de procedimientos o vías para la construcción de diques:

- **Construcción marítima:** utiliza medios específicamente marítimos, en especial gánguiles, pontonas y cabrias, tanto para el transporte de materiales hasta el tajo como para su posterior vertido y colocación.
- **Construcción terrestre:** vertiendo y colocando materiales en el mar mediante la utilización de medios y maquinaria de construcción comunes a los utilizados en cualquier obra terrestre, esto es, medios y maquinaria para el movimiento de tierras, así como grúas, encargados del transporte, vertido y colocación. Los materiales que se van vertiendo son compactados por los propios vehículos y maquinas que trabajan. El núcleo debe tener una cota superior al nivel del mar poder ejecutarlo por esta vía.

Los dos métodos constructivos existentes son, como se ha dicho, los que se basan en equipos flotantes y equipos terrestres. La construcción con equipo terrestre es en general más económica: los equipos son fáciles de reutilizar. La construcción con equipo terrestre es en serie, mientras que la flotante no.

Por tierra es costoso transportar mucha carga a gran distancia. Durante la construcción de un dique es necesario disponer de la coronación del núcleo a una cota emergida del nivel máximo del mar, a fin de evitar rebases, y garantizar la seguridad de la obra y de los equipos.

COMPARACION ENTRE METODOS CONSTRUCTIVOS

Los inconvenientes de la vía marítima son:

- Se produce mayor turbidez que en la vía terrestre y, por tanto, ello conlleva una mayor dificultad de control y seguimiento de la obra, al menos de la visual.
- Mayor dispersión del material en su vertido y colocación, sobre todo los materiales finos, por lo que no se respeta la granulometría.
- No compacta el núcleo.

Siempre que se pueda se elegirá la vía terrestre, ya que es mucho mejor tanto por condiciones técnicas, como económicas.

Si se utiliza la vía marítima, se intentará construir solo el núcleo (que sobresaldría del nivel del mar), para poder realizar después las capas intermedias y el manto exterior por vía terrestre.

Las desventajas de la vía terrestre son:

- Requiere de anchuras de coronación más grandes que la vía marítima para permitir el cauce y giro de la maquinaria y camiones. La anchura requerida generalmente ha de ser suficiente para que circulen y crucen dos vehículos.
- Si hay temporales, los daños son mayores ya que puesto que la obra emerge del mar el oleaje incide más sobre ella, e incluso sin temporales también. En el caso de temporales se producen derrames del material en el extremo, en el avance de la obra, que actuara como morro.

3.2.2 DIQUES VERTICALES

Se denominan diques verticales o diques reflejantes a aquellos que presentan un paramento vertical ante el oleaje incidente. En ellos el oleaje se refleja. Son obras construidas para generar una zona abrigada y consisten en un paramento vertical que se interpone a la acción del oleaje impidiendo su paso. Los esfuerzos que el oleaje produce sobre el son: un esfuerzo vertical ascendente (subpresión) y un esfuerzo horizontal de una cierta duración, función del periodo del oleaje y de las características del impacto sobre la pared.

Su comportamiento estructural se basa en su propio peso y en fuerzas de rozamiento en el contacto con el fondo marino. Solo producen reflexión, siendo la energía absorbida por la estructura.

Las condiciones que debe cumplir como estructura son:

- a) Que no exista deslizamiento.
- b) Que no se produzca su vuelco.

El dique vertical tiene un comportamiento rígido, por lo que su rotura es instantánea y definitiva. El dique en talud tiene, en cambio un comportamiento más elástico dada su flexibilidad, su rotura es progresiva.

Si se tienen un área de grandes profundidades, el dique vertical es el óptimo, ya que un dique en talud en grandes profundidades supone grandes volúmenes de materiales. Los diques verticales transmiten cargas más concentradas al terreno de cimentación. Su densidad es mayor que la de un dique en talud. Por ello, si el terreno no admite grandes cargas, hay que recurrir a soluciones de diques en talud.

Su construcción no será siempre posible, por la exigencia fundamental es que el oleaje no rompa y para ello se necesita unos calados suficientes. No será siempre aconsejable ya que la reflexión del oleaje puede producir molestias de explotación contra los barcos en las cercanías de las entradas de los puertos, o basculamiento de arenas por remoción de los fondos y por tanto afectar a las playas cercanas.

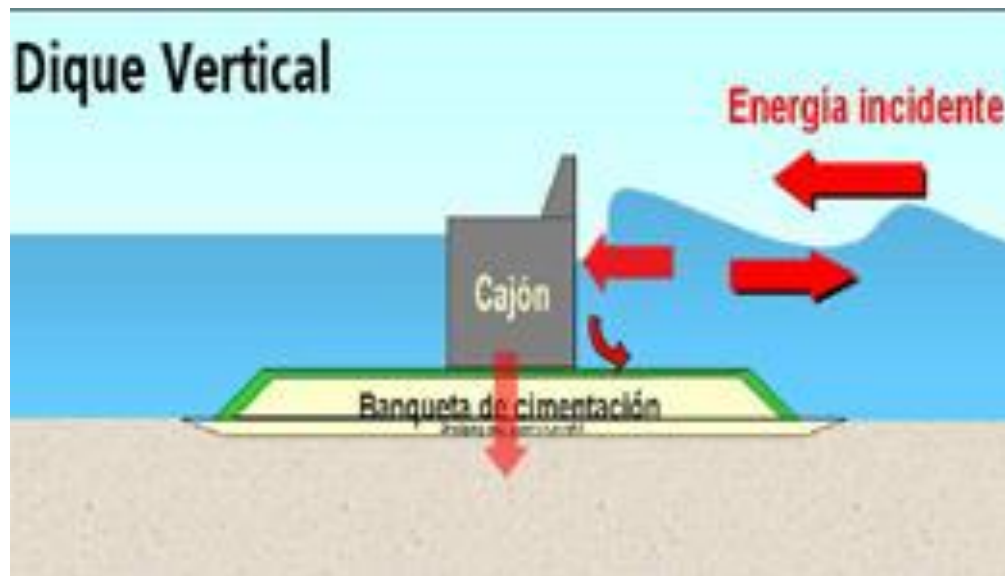


Figura. 16. Dique Vertical

Los diques que amortiguan el oleaje se pueden clasificar en:

- Sumergidos
- Flotantes
- Neumáticos o hidráulicos

DIQUES SUMERGIDOS

Suponen un obstáculo a la propagación del oleaje. Se disminuye el calado lo que hace que el oleaje rompa o se refleje parcialmente, de manera que otro lado pase solo una parte del oleaje.

DIQUES FLOTANTES

Son obstáculos sujetos al fondo del mar, esto es, fondeados. A veces se encadenan varios de ellos. La variable principal de diseño es la dimensión horizontal más que la vertical. Al estar unidos realizan una labor de filtración sucesiva del oleaje. Se suelen instalar en el interior de dársenas de puertos deportivos, por ejemplo, para eliminar pequeños oleajes que se pueden originar dentro de la misma. Pueden estar formados por cajones de concreto hueco, de fibra de vidrio, o de neumáticos.

DIQUES NEUMATICOS O HIDRAULICOS

Colocados en el fondo, generan un chorro de aire o agua que opone a la propagación del oleaje (pequeño oleaje). Cuanto más alta este la salida del chorro, mayor efecto tendrá sobre el oleaje. Es un sistema extraño y de gran coste económico.

Su funcionamiento no es continuo, solo cuando hay excesivo oleaje o se quiere conseguir calma total.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 4

3.3 OBRAS DE PROTECCION PARALELAS A LA PLAYA.

Tienen por objeto, defender la línea de costa de daños ocasionado por oleaje, pueden ser muros de mampostería, concreto, tablestacas, enrocamiento o revestimientos asfálticos. Su forma y tipo dependen de las condiciones locales y material aprovechable.

Para la protección de la playa la obra se construye en la parte seca cuando se requiere corregir el alineamiento de costa ganando terreno al mar, la obra se construirá en agua, en este caso, deberán hacerse las mismas consideraciones que en los rompeolas en cuanto a erosión del pie de la estructura, material de fondo, características de olas, etc.

Otros procedimientos para conservar playas son, abastecerlas artificialmente con material de otros sitios en zonas de erosión, o la construcción de espolones, dispuestos de tal manera que impiden al acarreo de material.

El costo del material aprovechable para las obras de protección, es un factor determinante en la construcción de ellas.

Para su diseño es necesario conocer la dirección predominante del transporte litoral, el régimen de costa en un ciclo anual, zonas de depósito y de erosión, observaciones comparativas de la playa en diversas épocas mediante levantamientos hidrográficos o fotografías aéreas, granulometría y densidad del material playero para el caso de nutrirla artificialmente y características de olas.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 6

3.4 ESPIGONES

Son obras perpendiculares al litoral o a los rompeolas que se adentran en el agua, la distancia necesaria para estabilizar la línea de la playa en la dirección conveniente, constituyen trampas de arena o medios para retardar los procesos litorales, pueden ser en forma de "T", de "L" o en línea recta, permeables o impermeables, altos o bajos y fijos o ajustables y su construcción es la misma que en el caso de los rompeolas para enrocamiento; también los hay de madera, acero y concreto.

Un sistema de espigones consiste en varios espigones seguidos para defender un tramo de playa amplio. La longitud y forma del espigón se determina en base a la hidrografía de la zona por defenderse, las condiciones del transporte litoral, la dirección de las olas, el espacio que se permitirá que la playa retroceda respecto a su línea original y el espacio que se desee avanzar.

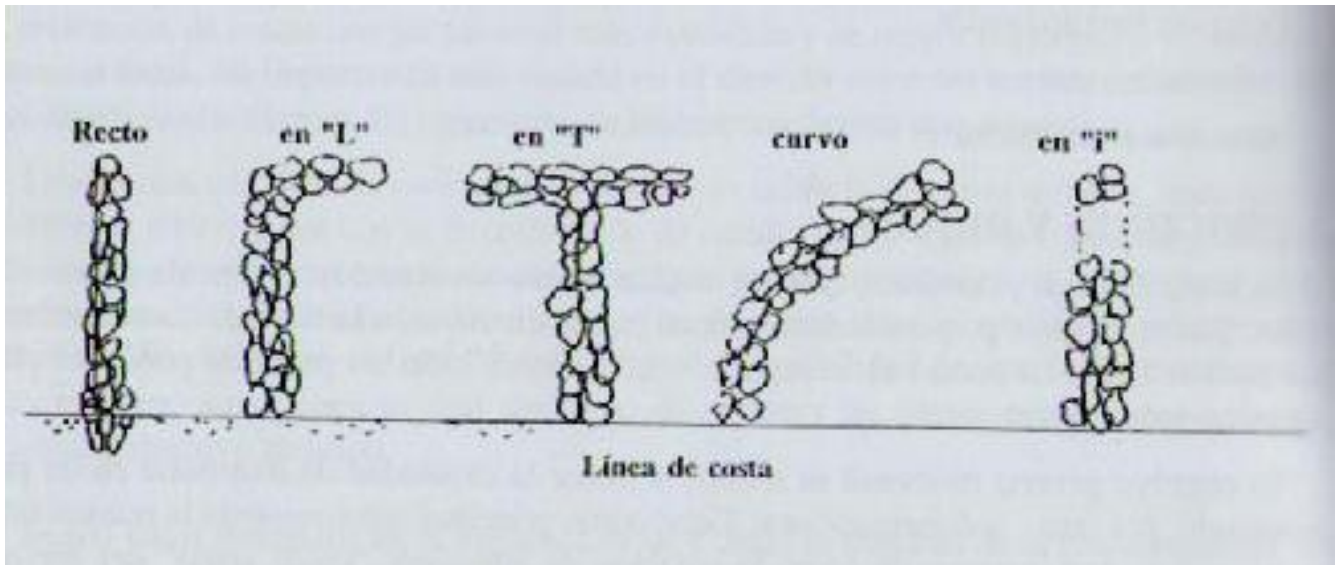


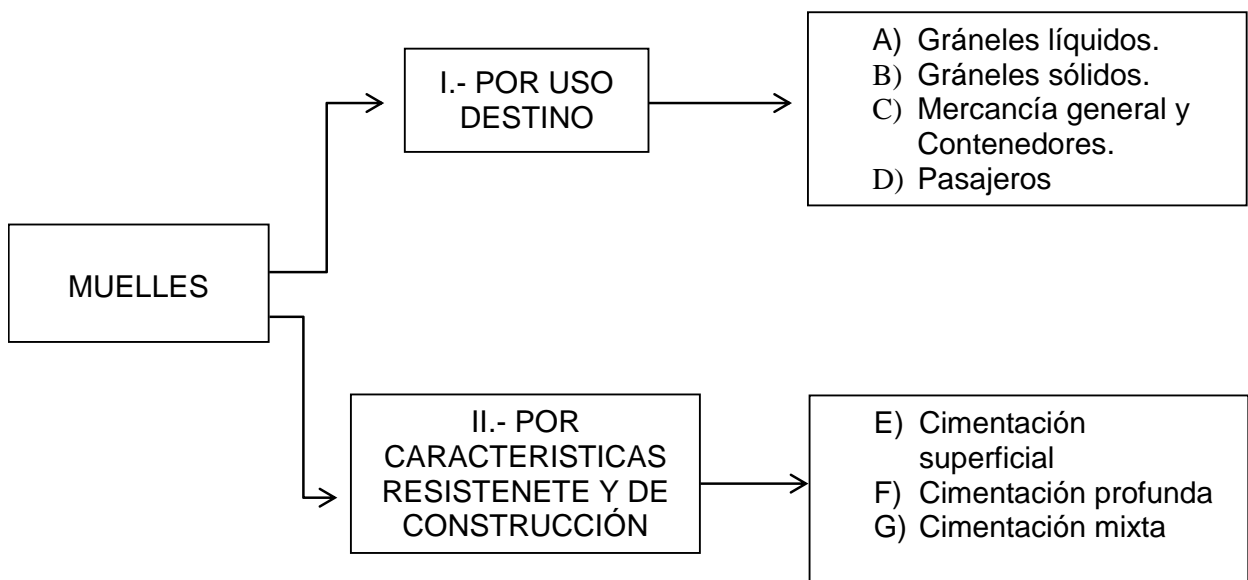
Figura. 17. Perfiles de Espigones

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 4

3.5 MUELLES.

El muelle es un elemento de conexión buque-tierra en un puerto, estas obras son construidas en la orilla del mar, márgenes de un río, canales navegables o en la parte interior de un rompeolas, son destinadas al atraque de los buques que desembarcaran y embarcaran mercancías o pasajeros.

Entre las diversas clasificaciones que podrían hacerse existen dos que pueden resumir sus características principales y que se muestran a continuación.



3.5.1 POR USO O POR DESTINO

De la función del muelle dependerán las características geométricas del mismo como calados, cota de coronación, longitud y anchura, área de servicio y maniobras, etc., así como los elementos adicionales a considerar como atraques, amarres, grúas, equipos especiales, etc.

La primera solución y la más antigua consistía en proyectar las áreas de servicio adyacente al área de atraque, carga y descarga. Sin embargo, el alto costo de la obtención y preparación de una superficie en terrenos ganados al mar, es más alto que el de la misma preparada en tierra, en donde los productos o mercancías pueden ser transportados fácilmente y a la velocidad suficiente para no producir permanencias innecesarias del buque en el atraque. En este caso específico, se encuentran los movimientos de gráneles de los cuales existen dos tipos cuyo manejo es diferente y son: los Gráneles líquidos y los Gráneles sólidos

A).- GRANELES LIQUIDOS.

Son todos aquellos productos cuyo transporte se realiza en buque tanque o cisterna y cuya descarga se hace por tubería, tales como: el petróleo y sus derivados, gases licuados, productos químicos, etc.

NECESIDADES Y TIPOS DE ATRAQUE.

Los muelles suelen limitarse a contener cuatro elementos:

1.- Plataforma de carga o descarga: Sirve para soportar los elementos de carga y las conexiones a tuberías y válvulas. Es conveniente dejar una zona para dar acceso a vehículos ligeros, así como un área para instalaciones contra incendios, alumbrado e instalaciones contra derrames.

2.- El acceso principal: que sirve de enlace y que es proyectado para instalar las tuberías e instalaciones previstas, así como para el paso de personas y vehículos ligeros.

3.- Los elementos de atraque y amarre, para los barcos, pueden ser diques de alba o defensas pegadas a la plataforma de carga con sus elementos de amarre.

4.- Accesos secundario, es utilizado para el paso de personas y vehículos ligeros.

El tipo de muelle normalmente perpendicular a la línea de costa tiene la posibilidad de atraque por ambos costados y se denominan muelles en peine y son los más utilizados para este tipo de carga y descarga.

B.-GRANELES SÓLIDOS.

Son productos que se pueden transportar con facilidad del barco al área de almacenaje y viceversa, mediante bandas transportadoras o bombeo por tubería. Estos pueden clasificarse en los que puedan almacenarse a aire libre en áreas abiertas, como carbón, pirita, bauxita y minerales en general y los que pueden almacenarse en silos, como los cereales y el cemento. Esto, aunque afecta relativamente al área de servicio en tierra, no lo hace al tipo de muelle.

NECESIDADES Y TIPOS DE ATRAQUE.

- 1.- Muelles de carga o descarga. - Es necesario que la orilla del muelle cubra al barco prácticamente en toda su eslora ya que los medios de carga, y descarga que circulan por el deberán tener acceso a todas las bodegas del barco.
- 2.- El acceso o enlace a tierra. - Debe ser suficiente para instalar en él, las bandas transportadoras y permitir la circulación de vehículos y personas.
- 3.- Los elementos de atraque y amarre. - Deben instalarse en el propio muelle, ya que como se dijo, este cubre totalmente al buque.

C.- MUELLES PARA MERCANCIAS GENERALES Y CONTENEDORES.

En los muelles que hemos visto se puede y debe acudir a soluciones de muelles estrechos en peine, o bien a muelles adosados a rompeolas y separadas en general de las zonas portuarias esto no es factible para los muelles de mercancías generales o contenedores.

En este caso, es necesario utilizar zonas con grandes áreas junto a la orilla del muelle, que, de no existir, deberán construirse. El motivo fundamental es, que estos productos no pueden ser transportados y manejados con la misma facilidad que los gráneles.

Así pues, en estos casos el área de servicio del muelle debe estar anexa a él y se lo más amplia posible, especialmente en el caso de contenedores.

La franja de la antera, más próxima a la orilla deberá tener un ancho de unos 30 a 50 m. y es la zona de servicio directo, es decir, de operación de carga y descarga y circulación de vehículos.

El área que queda se destina a almacenaje y maniobra de las mercancías o contenedores.

D.- MUELLES PARA BARCOS DE PASAJEROS.

Existen dos tipos de buques para pasajeros, dependiendo de ello la configuración del muelle, estos son:

- Transatlánticos o cruceros, destinados al pasaje puro, en muchas ocasiones de escala en donde la longitud del muelle dependerá del volumen de movimiento y el área de muelle es mínima, pues no se requieren áreas adicionales a las de oficinas, aduana, mostradores, etc.

- Transbordadores o ferrys, normalmente dedicados a líneas regulares con carga mixta (pasaje-carga). En este caso, el área del muelle dependerá del número de vehículos que esperan la llegada del transbordador.



Figura. 18. Muelle de Cruceros en Cozumel, Quintana Roo

3.5.2 CLASIFICACION DE CARACTERISTICAS RESISTENTES Y DE CONSTRUCCIÓN

Las Fuerzas que actúan sobre un muelle son:

- Verticales (peso propio, grúas, camiones, FFCC y cargas en general)
- Horizontales (atraques, amarres, empujes de tierra o agua, etc.)

La manera de reaccionar y resistir estas fuerzas, depende fundamentalmente de condiciones geotécnicas. Cuando estas son altas (rocas, boleos o gravas, arcilla dura) lo natural es ir a soluciones de cimentación superficial.

En este caso, las fuerzas verticales son transmitidas directamente al terreno y las horizontales, son resistidas por el rozamiento muelle-terreno. Para ello, se requiere un muelle con peso importante, o sea, un muelle de gravedad.

Si, por el contrario, el terreno tiene malas o deficientes características geotécnicas (arenas blandas, fangos o limos) sin capacidad de carga adecuada, es necesario buscar soluciones de cimentación profunda.

En este caso las fuerzas verticales o bien se transmiten a capas resistentes más profundas (cimentación por punta), o bien por rozamiento a las capas de terreno existe la cimentación por pilotes y, las horizontales, se resisten por reacción horizontal del terreno.

Dado que generalmente son más económicas las soluciones de cimentación superficial, puede utilizarse otro tercer tipo de solución, consistente en transformar las de cimentación profunda en superficiales. A este tipo se le llama cimentaciones mixtas.

Pasando ahora al aspecto constructivo, la clasificación básica es la siguiente:

- Muelles construidos en agua, que suelen ser los más frecuentes.
- Muelles construidos en seco en terrenos a una cota superior al nivel del mar, en los que posteriormente hay que dragar el terreno sobrante.

C
A
R
A
C
T
E
R
I
S
T
I
C
A
S

R
E
S
I
S
T
E
N
T
E
S

Y
D
E

C
O
N
S
T
R
U
C
C
I
O
N

E) CIMENTACION SUPERFICIAL

CONSTRUIDOS EN AGUA

- 1.- MUELLE DE HORMIGON IN SITU
- 2.- MUELLE PREFABRICADO TIPO "L"
- 3.- MUELLE DE BLOQUES

- BLOQUE CON CHIMENEAS
- BLOQUE ARMADO O DÓVELA

4.- MUELLE DE CAJONES

- CAJONES DE CELDAS CIRCULARES
- CAJONES DE CELDAS RECTANGULARES
- CAJONES MIXTOS

CONSTRUIDOS EN SECO

- MUELLE DE HORMIGON IN SITU
- MUELLE TIPO "L"
- RECINTOS DE TABLAESTACAS
- PANTALLAS DE CONCRETO
- CAJONES HINCADOS

F) CIMENTACIÓN PROFUNDA

CONSTRUIDOS EN AGUA

1.- MUELLES DE PILOTES

- METÁLICOS
- DE CONCRETO

2.- MUELLES DE TABLAESTACA

- TABLAESTACAS PARA RESISTIR LA TENSION
- TABLAESTACAS PARA RESISTIR LA FLEXIÓN

CONSTRUIDOS EN SECO

- MUELLE DE PILOTES IN SITU
- MUELLES DE PANTALLA DE CONCRETO

CONSTRUIDOS DE AGUA

- GAVIONES O RECINTOS DE TABLAESTACAS
- MEJORAS O SUSTITUCIONES DE TERRENO

G) CIMENTACIÓN MIXTA

CONSTRUIDOS EN SECO

- RECINTOS DE TABLAESTACAS
- CONSTRUIDOS CON PANTALLA DE CONCRETO

E.- MUELLES DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL.

CONSTRUIDOS EN AGUA.

En este tipo existe un elemento común a todos, denominado banquetta de cimentación o enrase, cuya misión es doble; por una parte, colaborar al reparto de las cargas de terreno y por otra, nivelar el fondo dejándolo a cota de desplante del cimiento.

En fondos de arena a gravas, esta banquetta suele construirse como escollera, que se afina en su superficie con grava gruesa.

Aunque el tamaño de la escollera en el fondo depende de las condiciones locales, no es recomendable dejar material con peso menor a 300 Kgs., el ancho de la escollera será igual al del muelle más una banquetta por cada lado, de 1.5 a 3 m. Con objeto de dar estabilidad a la misma, soportar las cargas, proteger el pie del muro y cubrir las tolerancias de construcción.

Preparada la banquetta de cimentación y el enrase sobre ella, se construye la estructura del muelle y dado que existe un dominio de las acciones horizontales hacia el mar, deben construirse las banquetas con una cierta pendiente hacia el lado de tierra, entre 0.5 y 1 %

Los tipos más frecuentes de muelles que se construyen sobre esta banquetta, son los siguientes:

1.- Muelles de Concreto in situ.

Por lo general esta situación debe aplicarse a muelles de poco calado (2 a 3 mts.), ya que a mayor profundidad su construcción no resulte económica.

El sistema consiste en colocar moldes laterales generalmente atirantados, que se apoyan sobre el enrase, entre los cuales se coloca concreto colado in situ, o bien grava a la que se inyecta mortero.

Los moldes que generalmente son metálicos, pueden ser recuperables o bien, perdidos; en cuyo caso suelen ser piezas prefabricadas de concreto, con una sección adecuada para resistir los esfuerzos producidos por el empuje del concreto fresco y quedar bien unidas a él.

2.-Muelles prefabricado tipo “L”.

Su aplicación se limita a muelles de poco calado y continuos. Consiste en muros prefabricados tipo “L”, con zapata trasera y a veces contrafuertes.

Sobre esta zapata actúa el peso de rellenos y una pequeña zapata, la cual además de servir para repartir cargas sobre el cimiento, brinda una mejor protección al pie del muelle.

Estas piezas prefabricadas de concreto pre-esforzado, se colocan sobre el enrase mediante grúas apoyadas en la misma obra que se va ejecutando, debiendo tener cuidado con las juntas entre piezas.

3.- Muelles de bloques.

Estos, que son los típicos muelles de gravedad, consisten en: fabricar un muro con bloques de concreto, cuyo peso puede llegar a 100 toneladas y se construye con una sección escalonada que se va ensanchando a medida que baja.

También en estos muelles se debe cuidar que el material no salga por las juntas entre los bloques, siendo frecuente el colocar una primera zona de piedra separada mediante un filtro de grava del relleno restante.

Del mismo modo que en los muelles en "L", es normal terminar la rasante con concreto colado in situ., dejando previamente los bloques a una cota superior al nivel del agua. Este muelle es el más usual, sin embargo, existe multitud de variante de las cuales veremos algunas.

A). - Bloques con chimeneas.

Se denominan así un tipo de bloques en los que se ha dejado orificios o chimeneas en sentido vertical, por medio de las cuales pueden unirse unos con otros mediante la colocación de armaduras o perfiles metálicos y el colocado posterior de concreto.

B). - Bloques armados o dovelas.

La construcción está formada por bloques aligerados que se van trabando unos con otros y cuya misión es las de servir de recipiente a un relleno, generalmente granular, que proporcione el peso requerido para dar estabilidad al conjunto.

Estas piezas denominadas también dovelas, tienen múltiples formas (circulares, rectangulares, cuadradas, de una o varias celdas, etc.) terminadas con un machambrado para permitir que unas encajan en las otras. Se justifica su uso si las condiciones diseño lo permiten, ya que su costo es mayor que el de los muelles mencionados anteriormente.

4.- Muelles de cajones.

En este tipo, el muro de cierre o las pilas del mismo, están constituidas por unos cajones de concreto armado y, a veces pretensado, formado por una serie de tabiques y celdas casi siempre verticales, que se colocan en el fondo y se rellenas para dar la estabilidad necesaria.

Técnicamente este tipo de solución es mejor que la de bloques, ya que, al ser más monolíticos, se garantizan menores asentamientos diferenciales. El único problema técnico de los cajones reside en el peligro de corrosión de las armaduras en el ambiente marino. Los tipos de cajones más utilizados son los siguientes:

A). -Cajones de celdas circulares.

Este tipo de cajones son ideales desde un punto de vista estructural, ya que se ha podido comprobar mediante cálculo y ensayos foto elásticos, que el concreto trabaja a compresión prácticamente en todas partes, por lo que resultan estructuras poco armadas.

En contra de esto tienen la desventaja de un mayor volumen de concreto frente al volumen de huecos.

B). -Cajones de celdas rectangulares.

En este caso el aspecto estructural es opuesto al anterior, ya que los momentos que se producen en las paredes por las presiones del agua (exteriores en la fase constructiva o de rellenos e interiores en la fase definitiva), requiere de concretos de alta resistencia y fuertemente armados. Los cantiles llegan a ser del orden del doble que para los de celdas circulares.

C). - Cajones mixtos.

Un tercer tipo de cajón es una combinación de los dos anteriores y consiste en celdas con pared circular en el exterior y paredes rectangulares en el interior. Con ello, las presiones de agua en la fase constructiva que actúan sobre la parte exterior del cajón, son mejor soportadas por las paredes; sin embargo, en la fase de relleno de las celdas las presiones sobre las paredes interiores deben resistirse por flexión.

CONSTRUIDOS EN SECO.

En algunas ocasiones, los muelles descritos pueden ser construidos en seco, si el terreno permite deslizar su excavación en esa condición. En este caso, las soluciones más usuales que se toman son el muro de concreto en masa *in situ*, o bien, la de muro en "L", aunque no necesariamente prefabricados.

En caso de terrenos muy permeables existen dos posibilidades de construcción:

Una de ellas consiste en dragar y tomar una de las soluciones ya descritas; y la otra que en un principio es la más lógica, siempre y cuando los terrenos existentes tengan cualidades geotécnicas mínimas, consiste en construir el muelle desde la superficie.

Aquí se encuentran algunas de las soluciones mixtas (recintos de tablestacas o pantallas de concreto), siendo más claramente de cimentación superficial o gravedad la de cajones hincados en su fase definitiva, ya que en su fase constructiva se trata siempre de una cimentación profunda, consistiendo en la construcción sobre el terreno de recintos de concreto armado que, mediante la excavación en su interior, va descendiendo a la vez que se va construyendo su parte superior.

Estos pueden construirse unos pegados a otros, en caso de unos muelles continuos, dejando entre ellos el mínimo espacio posible necesario para la construcción, con objeto de evitar que un cajón pueda trabarse con otro en su descenso. Este espacio se puede cerrar posteriormente mediante una pantalla o pilote.

Una vez hecha la excavación y alcanzada la cota de cimentación deseada, se procede a rellenar de nuevo el cajón, colocando generalmente en primer lugar, en la zona inferior, una losa de concreto que haga las veces de tapón.

F.- MUELLES DE CIMENTACIÓN PROFUNDA.

CONSTRUIDOS EN AGUA.

1.- Muelles de pilotes.

En caso de ser construidos en agua, el pilote por utilizar es del tipo prefabricado e hincado, ya que los pilotes colados de concreto in situ presentan grandes dificultades para su ejecución en agua.

Los pilotes prefabricados son de múltiples tipos, debiendo distinguir entre los metálicos y los de concreto. Los primeros son normalmente de sección tubular, aunque también se utilizan perfiles laminados, simples o compuestos, bien sean normales o tipo tablestaca.

Los pilotes de concreto pueden ser armados o prefabricados, siendo normalmente de sección cuadrada maciza los primeros y de sección circular hueca los segundos.

Por otra parte, es preferible hincar los pilotes hasta alcanzar capas de terreno resistentes (cimentación por punta) pero si dichas capas no existen o están muy profundas, haciendo difícil incluso el hincado, se deberán dejar los pilotes hincados solo dentro del terreno existente, trabajando en este caso por fricción con el terreno.

En el primer caso la cimentación es firme y los asentamientos a esperar son bajos (elásticos del pilote y de la punta), mientras que en el segundo la cimentación es flotante y generalmente con posibilidades de asentamientos.

La geometría típica de un muelle de pilotes, consiste en una sección con el ancho necesario para acomodar las instalaciones que requieren una buena cimentación (grúas) y a su vez, que no permita que el pie del talud sobresalga de la línea de cantil. El tablero se apoya sobre los pilotes empotrados en él.

Cuando el muelle es adosado a tierra, en la parte trasera se dispone un faldón o elemento de cierre para contener los rellenos, de cuyo pie sale un talud. La altura del faldón trasero depende del ancho del muelle, de las cotas de coronación y calado y de las características geotécnicas del material del talud, ya que de ello dependerá el ángulo admisible de este. Hay ocasiones en que puede llegar a ser un elemento independiente de la estructura principal del muelle (muro, pantalla, etc.)

Los pilotes pueden ser verticales, en cuyo caso las acciones horizontales se resisten por flexión pura de los pilotes, o bien inclinados, donde parte de las acciones horizontales se transforma en compresión o tensión en los pilotes. Lo normal es utilizar pilotes verticales para diámetros grandes, ya que capacidad resistente a flexión es más elevado, mientras que, para los pilotes de menor sección, se suele acudir al pilote inclinado.

2.- Muelle de tablestaca.

Las tablestacas son perfiles metálicos especiales para poder unir unos elementos a otros, lo cual permite formar una pantalla continua con ellos, distinguiéndose dos tipos:

A). - Tablestacas para resistir a flexión.

B). - Tablestacas para resistir a tensión.

Dentro de Las primeras existen múltiples formas de sección tipo, dependiendo de cada fabricante, aunque en todas ellas lo que se busca es un momento de inercia o momento resistente alto.

Las resistentes a tensión, en las que no se requiere un gran momento de inercia, también se denominan tablestacas planas.

Son totalmente planas, terminando sus bordes laterales en forma adecuada para el encaje de unas en otras.

Son varios los tipos de muelles que se construyen con tablestacas. Normalmente cuando la construcción es por agua, se suele acudir al de recintos de tablestacas, que son hincados en el fondo y rellenos con material granular.

En el tipo de pantalla continua recta, el trabajo es a flexión pura, hincando las tablestacas en el terreno hasta la cota adecuada.

Frecuentemente son ancladas las tablestacas en la cabeza para evitar que trabajen como cantiliver, estos anclajes suelen situarse al nivel del agua con objeto de permitir su ejecución en seco.

Los anclajes para tablestacas deben ser siempre de barra de acero y no de cable para reducir los problemas de corrosión y de ejecución.

La disposición de estos anclajes puede ser superficial, en cuyo caso suelen ser horizontales, anclado el extremo opuesto a la tablestaca, o bien a un macizo de concreto que resista la tensión de cimentación profunda.



Figura. 19. Tablestaca en el Muelle Banda B en el puerto de Manzanillo, Colima

CONSTRUIDOS EN SECO.

En este caso son factibles cualquiera de las dos soluciones antes descritas, siendo este, incluso, el caso más frecuente de ejecución de pantallas de tablestacas, a si la solución que se adopta es de pilotes, es normal acudir a los pilotes colados in situ.

1.- Muelles de pilotes in situ.

En este caso los pilotes se construyen por excavación previa del tiempo y colado de concreto posterior. La excavación puede realizarse mediante el empleo de lodos bentoníticos o entubamiento metálico, que se va hincando a medida que avanza dicha excavación.

El primer tipo solo es aplicable en terrenos no muy poroso, mientras que el segundo no presenta este problema. Por otra parte, en obras marítimas y terrenos permeables, son de operarse posibles corrientes de agua por los poros, por lo que es frecuente y recomendable el acudir a una camiseta metálica perdida que garantice un menor lavado del concreto y una mayor uniformidad en el pilote.

2.-Muelles de pantallas de concreto.

Desde el punto de vista de resistencia, esta solución es similar al de las pantallas de tablestacas, siendo también normal el anclado en la cabeza. La diferencia está en el sistema constructivo y en el material de la pantalla, que en este caso es concreto generalmente armado, aunque existe la posibilidad de hacerlo pretensado. La construcción de la pantalla se realiza con excavación previa al terreno, utilizando para ello, el sistema de lodos bentoníticos.

Las secciones de estos módulos pueden ser de distintas formas, siendo las más frecuentes, de sección rectangular o en "T" con lo cual se consigue un mayor momento de inercia. Al igual que con los pilotes in situ, una vez hecha la excavación, se introduce en ella la armadura montada en forma de jaula, siguiendo el colado de concreto, el cual debe realizarse desde el cimientó y en forma ascendente, con objeto de que el mismo vaya desplazando a los lodos en su ascenso. También en esta situación, la coronación suele hacerse en una segunda fase, atando con ella las cabezas de los distintos módulos.

G.-MUELLES DE CIMENTACIONES MIXTAS.

Hemos incluido en esta denominación a los muelles que, trabajando fundamentalmente por gravedad, su cota real de cimiento (terreno natural), queda por debajo del fondo marino.

CONSTRUIDOS EN AGUA.

1.-Gaviones o recintos de tablestacas.

Son recintos hincados en el fondo y rellenos posteriormente para darle al conjunto el peso necesario para su estabilidad. En caso de utilizar tablestacas planas, la forma de los recintos es la circular, con lo cual las presiones del relleno contra el perímetro se transforman en una tensión a soportar por las tablestacas.

Si, por el contrario, se utilizan tablestacas a flexión, los recintos se construyen mediante dos pantallas rectas paralelas atirantadas entre sí, que resisten las presiones de relleno por flexión.

2.- Mejoras o sustituciones de terreno.

Este tipo de solución consiste en transformar cimentaciones profundas en superficiales. Para ello existen dos posibilidades, dragar los terrenos blandos hasta alcanzar capas más resistentes, sustituyéndolo posteriormente con un material de mejor calidad (gravas o enrocamiento); o bien, mejorar sus características resistentes. Esta mejora, en caso de terrenos arenosos, puede consistir en una consolidación artificial generalmente por vibro flotación, aunque también existe la posibilidad de una precarga.

En el caso de terrenos menos permeables, la solución puede consistir en pilotes de grava, que agilizan la disipación de las presiones intersticiales. Una vez conseguidas las características geotécnicas adecuadas, ya pueden acudir a cualquiera de los tipos de solución de cimentación superficial.

El decidir si es preferible una solución de este tipo o una de cimentación profunda, es una cuestión económica, dependiendo por lo tanto de la cota o que se encuentran las capas más resistentes del terreno natural.

CONSTRUIDOS EN SECO.

Además de la solución de recinto de tablestacas, que también pueden construirse en seco si el terreno existente permite su hincado, existe la posibilidad de acudir a recintos construidos con pantallas de concreto, su funcionamiento es similar al de aquellos, teniendo siempre en cuenta que las pantallas de concreto no pueden trabajar a tensión perimetral porque es muy difícil garantizar una buena unión entre los distintos módulos.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 8

3.6 FONDEADEROS O ANTEPUERTOS.

Se denominan así en la zona que los buques arrojan el ancla, o fondean, en espera de poder entrar en la parte del puerto destinada a realizar sus operaciones, por lo que deberán reunir ciertas condiciones referentes a superficie, abrigo, calado, acceso y naturaleza del fondo.

SUPERFICIE.

Es preciso hacer una previsión fundada del futuro tráfico del puerto, teniendo en cuenta la zona a la que ha de servir, o hinterland, determinada por las comunicaciones terrestres, menor proximidad de otros puertos y el costo relativo de los transportes, con lo que se determinarían las necesidades de los centros de producción y consumo, el tráfico de mercancías, o pasaje que tendrá su entrada y salida por el puerto, posibles nuevas industrias, etc.

Se podrá así prever el número y clase de los barcos que han de frecuentar el puerto, de los que eventualmente puedan buscar refugio en el fondeadero y de los que simultáneamente, deban utilizarlo.

ABRIGO.

Para que el buque pueda permanecer en un fondeadero, o realizar operaciones si está atracado, se precisa que la altura de ola no pase de un cierto límite, el abrigo depende principalmente del tipo de barco. Los grandes barcos aguantan mejor en la zona de fondeo que los pequeños; en cambio estos, con menos masa corren menor riesgo atracados.

CALADO.

Debe ser algo superior al de los mayores buques que frecuenten el puerto, con el fin de que quede siempre un resguardo por debajo de la quilla, de un 10% de calado para barcos grandes, hasta un 30% para barcos pequeños.

ENTRADA

El barco que viene corriendo un temporal ha de poder buscar refugio sin riesgo al pasar la boca. Es pues, preciso que esta tenga determinado ancho y profundidad.

El ancho de la boca suele variar entre 1 y 3 esloras del barco, y su trazado se puede determinar con los planos de oleaje, por medio de los cuales conocemos la dirección y altura de ola máxima en todos los puntos de la ruta de entrada.

FONDO.

La naturaleza del fondo del fondeadero debe permitir la buena sujeción del ancla sin temor a que resbale. Son buenos fondos los de arena, arcilla y fango duros, y peores los de roca y fango blando.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 1

3.7 RUTAS DE ENTRADA Y MANIOBRAS DEL BARCO.

BOCANA

Área de acceso de un puerto. Concretamente a la zona que queda libre entre los diques de abrigo.

En su diseño se contraponen la accesibilidad de entrada y salida de buques y la mayor penetración del oleaje, según la anchura y orientación elegidas.

El tamaño del buque condiciona el diseño transversal de la bocana, por ello se diseña para el buque de tamaño máximo posible.

Entre los extremos de los diques, o entre el extremo de uno y la costa, ha de quedar la boca de la entrada al puerto, que varía desde 3 esloras en los pequeños pesqueros hasta 7 esloras en los grandes trasatlánticos, pudiendo fijarse 5 esloras para los buques de porte medio.

Si queremos que el puerto este abierto aun en los mayores temporales, será preciso que la profundidad en la bocana sea del orden de $6h$, siendo "h" la semi altura de la ola que corresponde al puerto ya construido, que se determina estudiando los planos de oleaje.

Si admitimos, como es frecuente en los puertos comerciales que el puerto se pueda cerrar en los grandes temporales bastara con dar a la bocana una profundidad del orden de $4h$.

CIRCULO DE MANIOBRA.

Es la superficie de la zona de fondeadero o puerto que necesita un buque para virar en redondo, invirtiendo su sentido de marcha, también recibe el nombre de área de ciaboga.

Esta operación puede efectuarla el buque con sus propios medios, utilizando las anclas, o sirviéndose de remolcador.

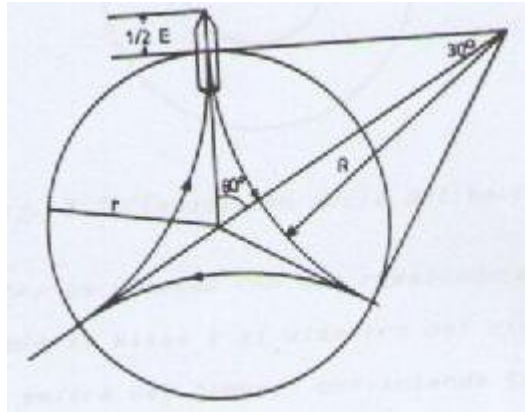


Figura. 20. Círculo de maniobra

En el primer caso la maniobra es la que se indica esquemáticamente en la figura, de la que se deduce:

$$r = R \operatorname{tg} 30^\circ = 0.58 R$$

Donde r variara, entre $1.5 e$ para los barcos pequeños, y $3.5e$ para los grandes trasatlánticos, siendo e la eslora del barco.

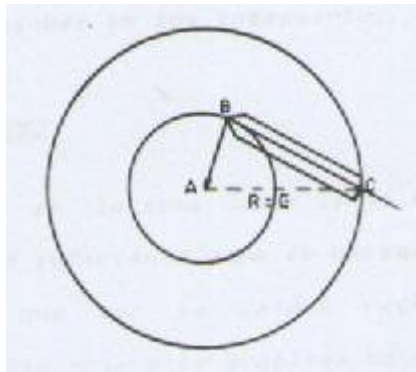


Figura. 21. Ciaboga con ancla del barco

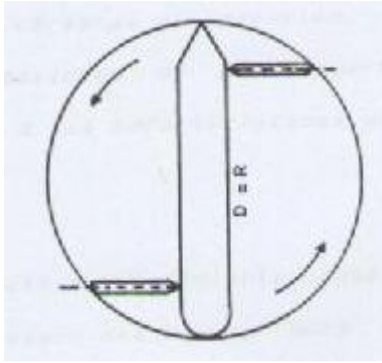


Figura. 22. Maniobra de ciaboga con ayuda de dos remolcadores

Actualmente existen sistemas de propulsión y dirección como el llamado “timón activo”, con el que el buque tiene más libertad de movimiento, permitiéndole virar casi sobre sí mismo sin auxilio de remolcadores.

El área de maniobras o ciaboga se ubica en la proximidad de los muelles y en ocasiones en los antepuertos.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 1

3.8 CANALES DE ACCESO.

Frecuentemente, en la zona donde se ha localizado el puerto no existe profundidad suficiente para la navegación de cierto tipo de embarcaciones, que por su calado requieren una mayor profundidad. Para solucionar este problema se efectúa el trazo de los canales de acceso, obteniéndose como ventaja, dragar únicamente el área indispensable para el tránsito.

Los canales de acceso son necesarios para comunicar la entrada del puerto con sus diferentes áreas de agua (circulo de maniobras, fondeadero, dársenas de operación, etc.), su longitud dependerá de la disposición de cada puerto y los radios de curvatura se adaptarán a las características de las embarcaciones que lo frecuentan.

En el canal recto, es suficiente un ancho de platilla igual a la eslora del barco, para tramos curvos será necesario ampliarlo, el radio r esta rígrado por las cualidades.

Se define a la dársena como un área de agua contigua a los muelles, que permite a las embarcaciones atracarse para efectuar sus operaciones de carga y descarga, Pueden estar abiertas directamente al antepuerto o separadas de el por esclusas: esta última disposición se usa en puertos, donde la amplitud de la marea es grande.

Este fenómeno es poco frecuente en los mares de México, exceptuando la zona norte del golfo de cortes, donde se presentan mareas del orden de los 7.5m.

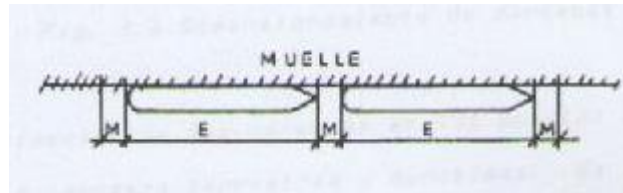


Figura. 23. Dársenas de un muelle marginal

Para dimensionar el ancho de la dársena, se debe tomar en cuenta la manga máxima (m) del tipo considerando más un espacio de agua correspondiente a 3m, en el que se incluye la zona de tránsito para las embarcaciones de servicios tales como: remolcadores, chalanes, pontones grúa, barcos cisterna, etc.

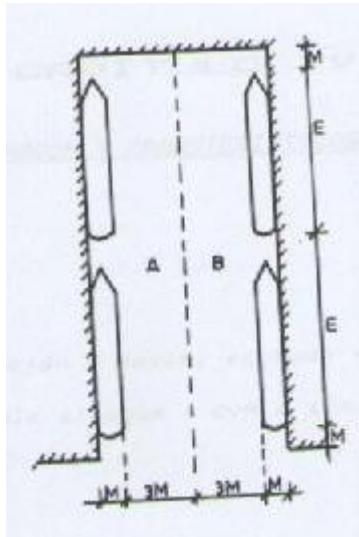


Figura. 24. Dimensionamiento de dársenas

La localización de las dársenas en los puertos obedece a las facilidades a accesos terrestres y marítimos. Es importante que las dársenas estén orientadas en tal forma que los barcos atracados presenten la menor superficie a la acción del viento para evitar el movimiento del bandeo del barco.

Una clasificación de dársenas en base a las características y condiciones del puerto, es la siguiente:

- dársena simple e inmediata a los atracadores de tipo malecón.
- dársena doble, de forma rectangular, limitada por muelles.
- dársena de muelles depuestos en forma irregular, adaptada según los accidentes topográficos en donde se localiza.
- dársenas que obedecen las características de algo especial de buque.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 1

3.9 OBRAS MARITIMAS AUXILIARES

En los puertos es preciso disponer de obras y equipamientos necesarios para realizar reparaciones y mantenimiento de embarcaciones.

Se pueden distinguir tres necesidades básicas en las tareas de reparación:

- Accesibilidad a todas las partes del buque.
- Ventilación para los productos que se utilizan.
- Condiciones de luz, preferiblemente natural.

Las instalaciones comunes para la reparación de embarcaciones:

- Diques secos.
- Diques flotantes.
- Varaderos.

DIQUES SECOS

Son recintos estancos que pueden vaciarse y se dedican preferentemente al mantenimiento de barcos. Pueden tener una o dos puertas. Los cajeros son verticales o débilmente inclinados. El barco se apoya en una o varias filas de apoyos llamados picaderos (bloques de concreto armado con un soporte superior de madera) que permiten la circulación de personas.

Por lo general los diques secos necesitan suficiente espacio para bombas, almacenes de equipos de reparación, carreteras, vías, etc.

Es conveniente que la posición del dique seco permita el acceso fácil sin entorpecer el tráfico. La orientación respecto del viento dominante es muy importante para que el buque en vacío ofrezca la mínima superficie resistente. Si no es posible la orientación óptima a veces se construyen estructuras cortaviento

DIQUES FLOTANTES

Son estructuras con una o dos puertas que permite la entrada de una embarcación, cerrar las compuertas y bombear el agua, dejando el buque en seco.

VARADEROS

Se usan para embarcaciones de hasta 5000 toneladas. Consisten en una rampa con vías longitudinales por las que un cabrestante tira del barco sobre un carro que discurre por las vías.

GRADAS

Se utilizan para la construcción de barcos, son rampas fuertemente cimentadas por donde se lanzan los buques al agua después de construida la estructura principal.

ESCLUSAS

Son obras de acceso a vías navegables o elementos de estas vías. La esclusa es un tramo de canal de paso provisto de compuertas que pueden mantener un cierto nivel de lámina de agua y que separan dos zonas navegables que pueden tener diferente nivel. También son utilizadas para mantener constante el nivel del agua en dársenas allí donde existe una cierta carrera de marea o interesa, por alguna razón, mantenerlo fijo.

3.10 DRAGADOS

Se denomina dragado a la excavación, carga y transporte de materiales sólidos que constituyen o se depositan en los fondos marinos, fluviales o en aéreas cubiertas por las aguas.

Por tratarse de una extracción subacuática de material, no se puede recurrir a los equipos tradicionales de excavación, precisándose de maquinaria especial denominada tren o equipo de dragado, o simplemente draga.

Las obras de dragado pueden clasificarse desde diferentes puntos de vista. Una primera clasificación de los dragados, según su finalidad, es:

- **Dragados de primer establecimiento:** son aquellos que se ejecutan por primera vez, por ejemplo, los que se llevan a cabo durante la construcción de una obra portuaria con el fin de alcanzar la cota de calado prevista en el proyecto, como en el caso del dragado de una dársena o de un canal de navegación. Entre los mismos debe incluirse la excavación previa necesaria para las cimentaciones de muelles y diques.
- **Dragados de mejora:** Aumento del calado obtenido en una obra de primer establecimiento. Por ejemplo, ampliación o mejora del calado en una obra de atraque.
- **Dragados de conservación o mantenimiento:** aquellos que se abordan para restituir el calado necesario en una determinada obra, el cual ha disminuido por el arrastre y depósito de materiales en su fondo. Por ejemplo, mantenimiento de la capacidad de desagüe en la desembocadura de un río para el control de avenidas.

Una segunda clasificación de los dragados es atendiendo a la técnica de ejecución de los dragados:

- Dragados por acción mecánica: la excavación se lleva a cabo por medios mecánicos, operando por contacto directo entre el medio excavador-pala, cuchara, cangilón y el medio a excavar.
- Dragados por succión: la extracción se realiza por aspiración del material a través de una conducción. Dicha succión puede llevarse a cabo mediante una bombita hidráulica (dragas hidráulicas) o por medio de un sistema de inyección de aire (dragas neumáticas).

Cuando el material a excavar presenta cierta compacidad, se combinan ambas técnicas, dotando a la draga de succión de cortador (cutter), que es un elemento cortador en el cabezal del tubo de aspiración.

La otra clasificación que se le da a los dragados es atendiendo a la ubicación de zona de trabajo, dado que las características particulares de cada zona predeterminan o, al menos, condicionará la elección de uno u otro equipo de dragado. Se distinguen:

- Dragados en mar abierto.
- Dragados en dársenas.
- Dragados en ríos y canales.
- Dragados en barreras.

Los trabajos del dragado constituyen una necesidad obligada en diversidad de casos como los expuestos a continuación:

- Establecimiento de áreas con calado suficiente a efectos de navegación y/o atraque.
- Trabajos auxiliares en otras obras marítimas como la ejecución de diques u obras generales tales como el tendido de cables o la construcción de emisarios submarinos.
- Aumento o mantenimiento de la capacidad de desagüe de cauces, dotando a las desembocaduras de ríos de una sección transversal determinada para el control de avenidas.
- Defensa y protecciones costeras, regeneraciones de playas y costas.
- Extracción y obtención de materiales existentes en los fondos marinos relevantes para la minería oceánica, como nódulos de manganeso.
- Obtención y acopio de materiales procedentes de los fondos marinos para la creación de islas artificiales.
- Ejecución de sistemas de by-pass.

Como ya se ha indicado las obras de dragado se llevan a cabo por medio de una maquinaria específica denominada equipo o tren de dragado, constituida por:

- Maquinaria destinada a la excavación: **draga**.
- Maquinaria encargada del transporte del material extraído: **gánguil**.
- Maquinaria destinada al remolque del gánguil en el caso de que no sea autopropulsado; **remolcador**.
- Elementos auxiliares que complementan en los trabajos de dragado: **romperrocas, tuberías, bombas, sondas, boyas**, etc.

No es necesario que un equipo de dragado consta de todas y cada una de estas maquinarias, puede reducirse en algunos casos el número de las mismas. Por ejemplo, si la draga tiene capacidad de albergar en ella el material extraído (draga auto portante) no será necesario recurrir al empleo de gánguiles. O en el caso de que el gánguil sea autopropulsado no será necesario recurrir a remolcadores.

Según los medios instalados para realizar los trabajos de extracción se considerarán los siguientes tipos de dragas:

Dragas de acción mecánica:

- Draga de rosario de cangilones (Bucket dredge).
- Draga de cuchara rígida (Dipper).
- Draga de cuchara articulada (Grab, Clamshell).
- Draga retroexcavadora (Backhoe).
- Dragas de remoción.

Dragas de succión:

- Dragas hidráulicas:
 - Draga de succión con cortador (Cutter).
 - Draga de succión en marcha (Trailer).
 - Draga de succión con descarga lateral.
 - Draga de succión (profile dredger).
 - Dragas de succión especiales.
- Dragas neumáticas.
- Dragas sumergidas.

La elección de uno u otro tipo de draga vendrá condicionado por numerosos factores como la naturaleza de los materiales a dragar, rendimiento de trabajo, condicionantes físicos, técnicos y económicos, tanto precio de adquisición como costos de mantenimiento, objetivos de la obra de dragado, posibilidades de mercado, etc.

Generalmente se recurre al uso de dragas mecánicas o hidráulicas debido a su gran profusión en el mercado actual, aunque debe estudiarse la disponibilidad del parque de maquinaria atendiendo a las condiciones particulares de la obra, localización geográfica, duración de la obra, profundidad de dragado, etc.

Si se atiende a la naturaleza de los materiales a dragar, se deberán considerar principalmente tres propiedades físicas: dureza, compacidad y granulometría o tamaño del material. En caso de que exista un fondo constituido por material rocoso, se deberá proceder previamente a su fracturación, bien mediante voladura o bien recurriendo a medios auxiliares como el rompe rocas.

Si el terreno subyacente presenta dureza y compacidad elevada, se emplearán dragas mecánicas, y en especial, dragas de rosario de cangilones. En caso de que los terrenos sean flojos, se recurrirá al uso de dragas hidráulicas ya que los rendimientos de trabajo logrados son más elevados.

Cuando nos encontremos ante una situación límite entre estas dos descritas anteriormente, se optaría por la draga de succión con cortador dado que resulta económicamente más rentable que cualquier draga mecánica, siempre que el elemento cortador sea capaz de romper y cortar el material.

Las aplicaciones de las dragas neumáticas quedan reducidas a un número muy pequeño; son recomendables solo en caso de que los materiales a dragar sean de naturaleza contaminante o se trate de trabajos de minería oceánica, dado que trabajan sin producir la remoción del fondo.

Si se atiende a la granulometría no serán aptas las dragas de succión cuando el fondo este constituido por piedras, bolos y/o gravas, siendo necesario en ese caso recurrir al uso de dragas mecánicas. En los restantes casos, arenas gruesas, arenas finas, limos, todas las dragas son aceptables, por lo que se atenderá a otros condicionantes.

Atendiendo únicamente a condicionantes económicos, la elección entre unas y otras será una solución de compromiso entre las dragas mecánicas, cuyo costo de adquisición es menor, aunque también son menores los rendimientos de trabajo obtenidos, y las dragas hidráulicas, las cuales requieren un menor costo de mantenimiento.

La limitación de actuación atendiendo a profundidad mínima y máxima de dragado es otro de los condicionantes a tener en cuenta, sobre todo, si nos referimos a algunas dragas mecánicas como la draga retroexcavadora restringida a calados inferiores a 10 metros, la draga de cuchara rígida (15 metros) o en último lugar, la draga de rosario de cangilones (30 metros). Las dragas cuyo elemento excavador requiere un sistema de cableado (dragas de cuchara articulada o dragalinas) o se fundamenta en tubos de succión (dragas hidráulicas o neumáticas) no presentan limitación de actuación. En estos momentos, no obstante, se está ampliando la capacidad de trabajo de las dragas.

Finalmente, se puede analizar el campo de aplicación de cada una de las tipologías existentes de dragas en relación con el área de dragado y su clasificación (primer establecimiento, mejora o mantenimiento). Las dragas de rosario suelen emplearse en obras de primer establecimiento (dársenas, canales de acceso, excavación de las

zanjas de cimientos de muelles y diques, etc.) en las que resulta imposible el empleo de dragas de succión en marcha por tener que extraer materiales compactos, restos de obras, etc. Sin embargo, su empleo puede entorpecer la navegación como consecuencia de los seis cables que requiere en la maniobra de avance. Por este motivo, pueden producirse interrupciones que disminuyan el rendimiento de trabajo previsto.

Cuando se trate de dragados de mantenimiento, constituidos generalmente por materiales sueltos, la tendencia actual es utilizar dragas de succión, siempre que dichos materiales no estén muy consolidados, en cuyo caso se recurrirá a dragas mecánicas de pala o hidráulicas con cortador.

Se deberá tener en consideración otros condicionantes como:

- Distancia hasta el lugar de vertido, escogiendo entre dragas auto portantes, vertido en gánguiles o uso de conducciones flotantes.
- Condiciones de abrigo en el área de trabajo, a fin de elegir el sistema de fijación y anclaje más adecuado.
- Características técnicas propias, como la autopropulsión, por ejemplo.

La maquinaria auxiliar de las obras de dragado son las siguientes:

- **Gánguiles:** son embarcaciones cuyo casco consiste en un recipiente o cántara donde se vierten los materiales extraídos tras el dragado para ser transportados a las zonas de vertido consideradas. Un gánguil solo será necesario en el caso de que la draga no sea auto portante.
- **Remolcadores:** los equipos de remolque están destinados al arrastre de material flotante que no poseen elementos de propulsión propia. Entre sus aplicaciones más comunes se encuentran el remolque de gánguiles, en este caso se recurre a remolcadores de potencia media y en general, de poco calado.
- **Tuberías:** son elementos auxiliares utilizados en algunos casos para el transporte del material de dragado hasta el lugar de vertido. Son indicadas como medio de transporte cuando la draga es de succión, uniéndolas a la salida de la bomba y, enviando el producto a través de ellas. Su principal ventaja es la continuidad en el dragado, ya que el transporte de materiales se efectúa sin interrupciones. Por otra parte, la velocidad de transporte debe ser superior a la velocidad de sedimentación de los materiales, e inferior a la velocidad de turbulencia para evitar posibles erosiones.
- **Bombas de impulsión:** son elementos auxiliares necesarios tanto para la impulsión del material dragado cuando el transporte del mismo se lleva a cabo mediante tuberías, como para constituir el medio de excavación del terreno en el caso de dragas de succión hidráulicas.

La ejecución del dragado deberá llevarse a cabo de acuerdo con lo expuesto en el proyecto, seguir el plan de obra confeccionado, cumplir las medidas de seguridad e higiene necesarias para evitar todo tipo de accidentes, es decir, todo aquello que se

considere oportuno en relación a los trabajos de excavación, transporte y vertido que conforman una obra de dragado.

A medida que se ejecuta el dragado, debe realizarse el control y seguimiento de la ejecución, acometiendo batimetrías periódicas para constatar la adecuación de la ejecución al proyecto y como medida de control de los volúmenes de dragados y la disposición de dichos volúmenes. Dichas batimetrías requieren para ello la medición de calados mediante los equipos necesarios, registros punto a punto del fondo del área a dragar siguiendo los perfiles transversales que se hayan definido, y un seguimiento y medida del nivel medio del mar como referencia para la corrección vertical. Actualmente, existen dragas dotadas en su puente de equipos electrónicos capaces de realizar un seguimiento automatizado de la batimetría.

Finalmente, hay que hacer notar de manera destacada que las obras de dragado presentan aspectos especiales en relación con el impacto ambiental que generan, como la afectación que producen a los fondos en su flora y fauna marina (cambios de hábitat, afección sobre las especies locales por el aumento de materiales en suspensión provocado por la remoción del fondo, etc.) y efectos sobre la línea de costa, sobre todo, en las playas, cuyo análisis, definición, evaluación y establecimiento de medidas de corrección precisa ser realizado con detalle.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 1

CAPITULO IV TIPOS DE BARCOS Y CARATERISTICAS PRINCIPALES.

4.1 DEFINICIÓN

Buque, barco, embarcación o navío, es todo vaso flotante destinado a navegar, impermeable al agua y con o sin medios propios para su locomoción.

CALADO.

Es la inmersión del buque bajo diferentes condiciones de carga y se definen: calado máximo y calado en lastre. El calado máximo es la altura desde la línea de flotación, en máxima carga, hasta el punto más bajo del buque.

El calado en lastre es la altura media desde la línea de flotación, estando la embarcación sin carga, hasta el punto más bajo del buque.

LINEA Y SUPERFICIE DE FLOTACION.

Es la línea que separa la parte seca (obra muerta y superestructura), de la parte mojada (obra o de carena), y plano de flotación en aguas tranquilas. La línea de carga máxima es la de inmersión máxima.

ESLORA.

Es el largo del barco medio de extremo a extremo.

MANGA.

Es la anchura del buque, o sea la sección más amplia del buque y por fuera del forro.

PUNTUAL.

Es el peralte de un buque y es la altura media en el centro de la eslora, desde el fondo hasta la cubierta principal.

PROA.

Es la parte anterior del casco, dispuesta en forma de cuña, para mejor resistencia al movimiento en el agua.

POPA.

Es la parte posterior del casco, dispuesta en tal forma que facilite el paso de los filetes líquidos que van a llenar el vacío producido por el barco en su movimiento de translación, evitando la formación de vértices y ofreciendo buen campo de acción a los cimientos de gobierno y propulsión.

ESTRIBOR.

Es el costado derecho del buque, suponiendo al observador en popa y viendo hacia proa.

BABOR.

Es el costado izquierdo de la embarcación, en igual de condiciones del observador.

AMURAS.

Son las partes curvas del casco próximas a proa denominándose respectivamente amura de estribor y amura de babor.

ALETAS.

Son las partes, en analogía situación, próxima a popa. Los buques están divididos en su plano vertical en pisos, o sea en cubiertas, que son superficies horizontales que dividen el interior del barco en el sentido de la altura: la cubierta alta, o simplemente cubierta, es la primera de estas y se encuentra total o parcialmente el descubierta; la colocada inmediatamente abajo se llama habitable y la que sigue a esta, (generalmente en los barcos de guerra) es la protectora, llamada también sollado. En los barcos cargueros estas áreas se destinan para bodegas.

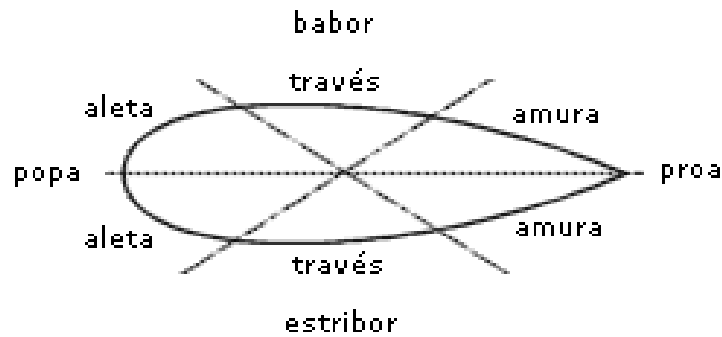


Figura. 25. Partes de una embarcación

ESCOTILLAS.

Son las aberturas practicadas en las cubiertas y sirven para comunicar las bodegas y locales interiores con el exterior. Las dimensiones y formas de las escotillas dependen del tipo y especialidad del barco.

Los buques suelen llevar dos palos: uno a proa, llamado trinquete y otro a popa, llamado mayor.

Sobre los palos van los accesorios para el aparejo de las plumas, así como también los soportes para las luces de situación. Sobre los palos se encuentra la jarcia, utilizada para las maniobras.

SOBRE-QUILLA.

Es una pieza longitudinal, perpendicular a la quilla, que contribuye a afianzar las cuadernas.

MAMPAROS.

Son paredes verticales interiores que dividen al buque en compartimientos, ya sea transversales o longitudinales. Los mamparos separan un local de otro sin constituir paredes impermeables.

Los mamparos estancos tienen doble objeto: dividir al barco en cierto número de compartimientos estancos y contribuir a la resistencia general del casco. A través de ellos, existen puertas estancas de comunicación.

ESLORAS.

Son piezas longitudinales que se apoyan en los mamparos transversales o en puntuales. La necesidad de estas piezas es frecuente en los espacios donde se tienen cargas concentradas y también sirven para dar mayor rapidez longitudinal, siendo piezas indispensables para limitar las escotillas.

ANCLA.

Es la pieza metálica, de forma especial, que sirve para evitar que los barcos sean arrastrados, por los vientos, corrientes, etc., manteniéndolos inmóviles y seguros en los fondeaderos. Las anclas pueden ser de uno, dos o cuatro brazos. Las de cuatro brazos reciben el nombre de rezones. Las modernas no llevan copo y se denominan de patente. Van a cadenas de hierro dulce de eslabones elípticos, y divididos en trozos de 15 a 20 brazas por un eslabón especial llamado grillete, con el que se designa su longitud: siendo esta de 8 a 12 grilletes.



Figura. 26. Vista de costado de una embarcación

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 10

4.2 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE DISEÑO

Los factores a tomar en cuenta para el diseño de un barco son:

- FLOTABILIDAD
- ESTABILIDAD
- FUERZA

El principio de la flotabilidad enuncia que un cuerpo sumergido parcial o totalmente en un líquido, recibe un impulso hacia arriba igual al peso del fluido que desplaza. Esto dio lugar a la sustitución de la madera por fierro para la construcción de barcos.

Para determinar el peso o desplazamiento del barco, se toma el promedio del calado de la proa y de la popa: la distancia vertical entre la línea del agua y la quilla.

Las marcas de calado de la proa de los barcos señalan la distancia en pies de la quilla de la línea de flotación. Una marca semejante a popa, indica la profundidad de agua en ese punto. El calado es el promedio de los calados de proa y popa. Las leyes marítimas ordenan que los números sean de 15cm. Separados por otros 15cm. El barco tiene un calado anterior de 9 m., casi 30 pies. La cantidad es el equivalente de su propio peso más de todo lo que haya a bordo.

El casco de los modernos barcos de acero está dividido en compartimientos transversales, estancos, las paredes que los separan se llaman mamparos.

Si por un choque, incendio o cualquier otra circunstancia se inunda una sección del barco, los otros compartimientos están calculados de tal suerte que pueden mantener la flotabilidad e impedir el hundimiento.

La estabilidad es la tendencia del barco a mecerse y recuperar su posición vertical, la simetría es una condición inicial.

Hay dos fuerzas que obran en direcciones opuestas, y que afectan la estabilidad de los barcos, y la otra es la fuerza sustentadora del agua. Cuando el barco está anclado en aguas tranquilas, su centro de gravedad está arriba de su centro de flotabilidad sobre la línea vertical central del barco.

La distancia entre el metacentro m y el centro de gravedad g , es la medida de estabilidad del barco.

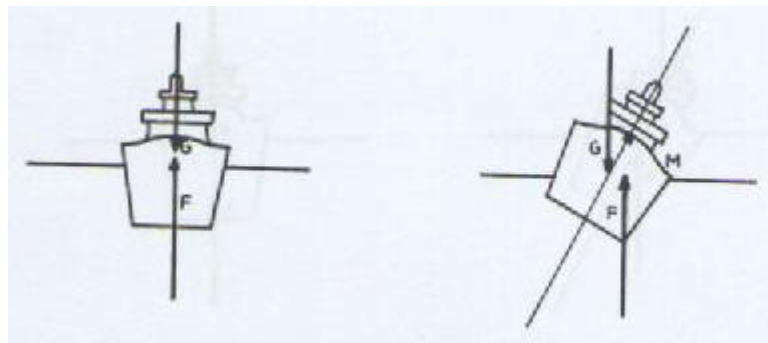


Figura. 27. Barco estable

Barco estable; puede enderezarse por sí mismo luego de haberse inclinado. Cuando el barco se ladea, F se mueve en la dirección de la inclinación de tal suerte que su empuje hacia arriba se combina con g y ambos lo enderezan.

El metacentro m , es el punto en el que la fuerza F cruza la media línea vertical del barco. Si M está arriba de G , habrá estabilidad. Si G está sobre de M , hay riesgo de hundimiento, si la línea $G M$ es pequeña, el barco cabeceara lenta y ampliamente y será muy probable su hundimiento en caso de choque, finalmente si G está muy bajo de M , el barco será "duro" y regresara bruscamente a la vertical, con riesgo de dañar la carga y causar trastornos a tripulantes y pasajeros.

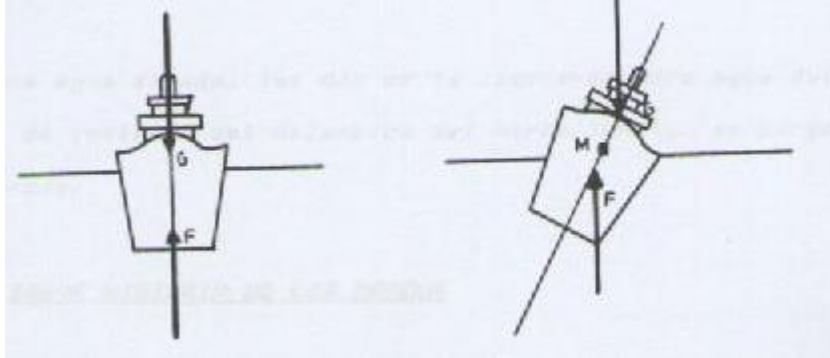


Figura. 28. Barco inestable

Barco inestable; no recupera su posición inicial luego de haberse inclinado. Por ser más angosto, tiene el peso más arriba que un barco estable, G y F están a mayor distancia, al inclinarse G se traslada y obra en dirección de la inclinación, las dos fuerzas aunadas y opuestas se combinan para inclinar más el barco haciéndolo zozobrar. El metacentro está debajo de G .

Una $G M$ segura para los barcos mercantes ordinarios, totalmente cargados es el 5% de la manga.

El centro de gravedad depende de la distribución del peso y carga del barco y cambia cuando aumentan o disminuyen estos dos factores, al aumentar o disminuir la carga, al cargar combustibles y a medida que el barco lo va gastando.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 10

4.3 BREVE HISTORIA DE LOS BARCOS

Debido a la problemática que se tenía con la madera en la construcción de barcos, se utiliza posteriormente el hierro y después el acero. Las planchas de metal pueden remacharse una con otra y unir las a los marcos o vigas metálicas dan un casco con la fuerza y resistencia de un puente, esto acaba con la debilidad en las uniones hechas con madera. Las rígidas planchas de acero evitan que entre el agua y sostienen las cubiertas y todo el peso, el casco recibe su sustentación de la flotabilidad del agua en que está metido el barco. El casco deberá tener fuerza y flexibilidad para resistir el combamiento.

El barco de metal significó una nueva era, pero persisten dos importantes vestigios del pasado en la arquitectura naval: uno es un complicado sistema de medición del tonelaje y, el otro, es un sistema a base de circuitos y rejillas que en la mitad del barco indican cuánta agua puede hacer la nave sin peligro en determinadas condiciones.

Los primeros barcos funcionaban con velas, teniendo la desventaja de impuntualidad en mal tiempo, luego surgen los vapores, capaces de llegar a tiempo a pesar de vientos contrarios, mares picados o mareas adversas, impusieron orden en el comercio marítimo.

Las instalaciones ribereñas debían mantenerse a tono con este adelanto, el avance en el desarrollo de puertos hace rápido y expedito el transbordo de carga entre los barcos y la costa, a medida que crece el comercio internacional y que la competencia exige entregas más rápidas y baratas, se va agudizando la necesidad de transbordos más veloces y directos entre los puntos de embarque y de destino y medios de transporte a granel más productos. Estas dos necesidades se reflejan en la construcción misma de los barcos.

Algunos de los cambios más drásticos se encuentran en los tanques o cisternas debido al número cada vez mayor de productos que se transportan a granel, hasta hace poco, llevaban solo petróleo, hoy día, todo lo que sea líquido o semilíquido, puede enviarse (jugo de naranja, cebo, melazas, aceites vegetales, pulpa semilíquida de madera, líquidos limpiadores, etc.)

Debido a que la composición química del recipiente puede afectar a un líquido en particular o el líquido corroer al recipiente, las paredes internas de las cisternas modernas están hechas o revestidos con materiales especiales que no afectan al producto particular para el que está destinado el barco (la glicerina se envía en tanques forrados de níquel y el aceite vegetal en depósitos barnizados o de acero inoxidable).

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 10

4.5 TIPOS DE BARCOS

BUQUES TANQUES O CISTERNAS.

Transportan cargas fluidas, tales como el petróleo y sus derivados, gases licuados, mieles, vino, etc., y se caracterizan por tener su casco dividido en compartimientos estancos llamados tanques, en los cuales cargan las mercancías en este fluido, y por disponer de un sistema de bombeo para efectuar su descarga.

BUQUES GRANELEROS.

Puede carecer totalmente de equipo de manipulación de carga dependiendo de las instalaciones de la Terminal portuaria. Cuando la estructura predeterminada del tráfico, obliga al buque a tocar puertos que no tienen las instalaciones requeridas, se construye debidamente equipado con sus grúas.

Este tipo de embarcación, al igual que el buque tanque, navega la mitad del tiempo el lastre si no consigue carga para el viaje de retorno y por ello, en los últimos años se ha venido construyendo un tipo llamado OBO (sigla de oil/bula/ore), que combina las características del buque tanque y del granelero y cuyo principal objetivo es aumentar la productividad de su espacio de carga mediante la utilización óptima del buque, que se logra al poder navegarlo cargado, tanto en el viaje de ida, como en el de retorno.

BUQUES DE CARGA GENERAL.

Transporta todo género de mercancías, es decir, carga de carácter heterogéneo integrada por productos manufacturados o semi manufacturados, de alta densidad económica, empacados en sacos, tambores, bolsas, cartones, etc.

Este tipo de buques tiene bodegas de una capacidad cubica muy amplia, para recibir cargas con un bajo factor de estiba (es el número de pies o metros cúbicos que ocupa una tonelada de carga) y siempre está dotado de equipo de carga.

BUQUES DE CARGA SECA.

Desarrollados recientemente, se conocen con el nombre de PORTA-CONTENEDORES, transportan carga en general, solo que lo hacen siguiendo un procedimiento de manipulación de carga diseñado para hacer frente a los aumentos de costo por concepto de carga y descarga y para disminuir el tiempo de estadía del buque en puerto y aumentar la productividad del buque. Puede tener equipo de carga propio o carecer de él. En este caso debe hacer su servicio entre terminales de contenedores que incluyen dentro de su equipo las grúas necesarias. La carga consiste por lo general en productos manufacturados o semi manufacturados de alta densidad económica, se introduce en recipientes denominados contenedores, en la fábrica de origen, son transportados por ferrocarril, camión o barcaza, hasta el puerto de embarque, en donde se suben al buque, bien sea por medio de sus propias grúas o por las de la Terminal del puerto. El barco los transporta por vía marítima y en el puerto de destino se desembarcan a patios adecuados, se transbordan directamente a los vehículos terrestres, o a barcos fluviales para hacerlos llegar a las puertas de la fábrica de destino. Durante todo el transporte, el contenedor no es abierto sino hasta llegar a su destino.

BUQUES PORTA-BARCAZAS.

También llamados buques lash, embarcan por sus propios medios (grúa o plataforma elevadora), barcazas que han sido previamente cargadas en el muelle de la fábrica de origen y que llegan al costado del buque remolcadas por los ríos y canales. Al llegar el buque porta barcazas al puerto de destino, descarga, también con su propio equipo, las barcazas y estas son remolcadas por el canal o río al muelle de la fábrica de destino. El sistema LASH rinde su mayor eficiencia cuando comunica dos sistemas fluviales que tienen una importante zona de influencia.

BUQUES AUTO-TRANSBORDANTES.

Conocido en inglés como Roll on /Roll off (entra rodando/sale rodando), carga y descarga a través de portalones que tiene el buque a proa, a popa o a los costados, por los cuales entra toda clase de vehículos, previamente cargados, que suben al barco o bajan de él, rodando impulsados por su propia fuerza o remolcados.

BUQUES FRIGORÍFICOS.

Se dedican al transporte de cargas perecederas, tales como: frutas, carnes, legumbres. Su principal característica es que cuentan con una instalación frigorífica, capaz de mantener en todas sus bodegas la temperatura adecuada al cargamento a cuyo transporte se destina, en un tráfico particular: carnes, plátanos y frutas en general o verduras. Con frecuencia estos barcos están integrados a la industria cuyos productos transportan, como es el caso de las empresas dedicadas al cultivo del plátano y las de la carne, las cuales poseen sus propios barcos frigoríficos, aunque también se les puede contratar en el mercado de buques.

BUQUES REMOLCADORES.

Son embarcaciones construidas y equipados para poder efectuar trabajos de tracción, salvamento y auxilio a otras embarcaciones que necesitan ayuda para maniobrar dentro del puerto.

Existen otros tipos de buques muy especializados, dentro de los cuales destacan el MADERERO, para trozas; el MINERALERO a base de lodo; el GANADERO; el transporte de automóviles nuevos; una combinación muy reciente de GRANELEROS con garage para automóviles; el PAQUE BOTE, destinado al transporte de pasajeros; el PESQUERO, que se clasifica en dos grupos; dedicados a la pesca de altura y los que practican la pesca costera. Los primeros son de mayores dimensiones que los segundos, acondicionados con sistemas frigoríficos; el CEREALERO, los DEPORTIVOS que son diferentes tipos, según el deporte acuático a que son destinados y los MIXTOS que transportan carga y pasajeros.

Cuando los barcos de carga general siguen una ruta que une puertos localizados en un área geográfica previamente determinada y sujeto a itinerarios fijados de antemano, se denomina BUQUE DE LINEA. Generalmente el buque de línea puede desarrollar una velocidad entre 15 y 20 nudos. Si excede esa velocidad se llama BUQUE DE LINEA RAPIDO, si por el contrario, no sigue una ruta fija, sino que hace el viaje que requiere el transporte de la carga que contrata, se denomina buque de trampa o buque sin ruta fija. En el tráfico de buques trampa también se incluyen los buques que hacen viajes con cargamentos completos a granel pero que no son construidos especialmente como graneleros.

La navegación de cabotaje se efectúa entre otros puertos de la misma nación y la de altura, entre puertos de diversas naciones independientemente del tipo de carga que se transporte, y del tipo y tamaño de embarcaciones que lo efectúen.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 10

4.6 UNIDADES DE CAPACIDAD DE LOS BARCOS

El tonelaje es el volumen interior de los barcos o su propio peso calculado por el peso del agua que se desplazan. El tonelaje de desplazamiento indica el peso del barco cargado a su capacidad normal. El tonelaje muerto es el número de toneladas que un barco puede llevar en carga, almacenes, agua, combustible e incluso pasajeros y tripulación. El tonelaje bruto es una medida de volumen en unidades de 100 pies cúbicos, del espacio cerrado total de un barco, deduciendo ciertas partes como los tanques de lastre y las cocinas. El tonelaje neto es el bruto menos el espacio asignado a la maquinaria, sala de máquinas, cuartos de oficiales y tripulación y otros semejantes. A los barcos de pasajeros se les describe por su tonelaje bruto, a los de guerra en toneladas de desplazamiento y a los cargueros y cisternas, en toneladas de peso muerto.

El desplazamiento en lastre es el correspondiente al buque, listo para navegar con dotaciones de combustible, agua, lastre, etc., pero sin carga.

Desplazamiento en carga es el peso del buque con todos los pertrechos y la máxima carga que puede transportar.

La capacidad de carga es la máxima carga que puede transportar un buque, medida en toneladas métricas.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 10

CAPITULO V SEÑALAMIENTO MARÍTIMO

Las señales de navegación son indispensables en vías navegables y puertos, así como a lo largo de las costas para facilitar y agilizar el tránsito de barcos y evitar accidentes. El tipo de señales requeridas será de acuerdo a la clase de navegación que existe, podrán ser flotantes o fijas y equipadas con señales luminosas, campanas, silbatos, aparatos de sonido aviso, reflectores y/o radares.

Estas señales dan aviso a los navegantes de la presencia de obstáculos peligrosos como macizos de roca, bancos o barras de arena, arrecifes, permitiendo guiar con gran seguridad a los barcos a lo largo de las costas, dentro del puerto y en sus maniobras de atraque. Las ayudas de navegación incluyen:

- Boyas flotantes y marcas fijas que indican la ruta navegable en los canales y entradas al puerto.
- Luces de navegación en rompeolas y muelles o en cualquier otra construcción para precisar la situación de la embarcación.
- Señales o guías luminosas fijas a las estructuras en la costa.
- Faros.

- Barcos faro.
- Luces instaladas en la costa para guiar a los barcos a través de canales y a la entrada del puerto.

5.1 BOYAS

Las boyas son señales flotantes ancladas en un punto específico y pueden ser luminosas o no, de acuerdo a los requerimientos propios de la señal. Así mismo, pueden estar equipadas con reflectores para radar y campanas o silbatos.

Cuando se colocan linternas en las boyas, estas tienen color e intensidad específicos y podrán ser fijas, ocultas o intermitentes, de acuerdo a los requisitos de navegación.

La energía para abastecerlas se puede obtener de baterías eléctricas o de gas de acetileno. Existen boyas en forma de mástil, de bote o cilindro, de cono, esféricas, luminosas, de aviso sonora, etc.

Las boyas en forma de mástil, cilindro y cono, no son luminosas y las esféricas pueden o no serlo.

El color y numeración de las boyas es representativo y se determina por su posición en un canal navegable, indicando por ejemplo si el barco tiene que navegar por la izquierda o la derecha de ellas.

BOYAS EN FORMA DE MÁSTIL.

Están compuestas por mástiles delgados de madera o metal, de 5 a 15 de longitud, pintados, sobresaliendo del agua y anclados en un sitio mediante cadenas y anclas fijas en el fondo. Son utilizadas generalmente en canales donde la velocidad de las corrientes y las mareas son bajas, pueden ser utilizadas también como señales temporales.

BOYAS EN FORMA DE CILINDRO O BOTE.

Están compuestos de planos verticales que forman el cilindro; sobresaliendo del agua se localizan en puertos o al lado izquierdo de las entradas al canal. Son de metal, pintadas de blanco y presentan números impares.

BOYAS EN FORMA DE CONO.

Tienen una cubierta cónica para protección que sobresale del agua y se localizan al inicio de los embarcaderos o al lado derecho de un canal de entrada. Son construidas de metal, pintadas de rojo y presentan números pares.

BOYAS ESFÉRICAS.

Tienen una cubierta en forma de domo que sobresale del agua, son utilizadas para marcar puntos especiales en los canales, como bancos de arena. Generalmente son contruidos de metal y pintadas de acuerdo a su posición y uso en el canal.

BOYAS LUMINOSAS.

Están formadas por estructuras de metal a manera de torres y colocadas sobre bases de láminas metálicas que les proporcionan estabilidad aun en aguas tempestuosas. Las bases diseñadas para contener el combustible que generalmente es gas acetileno, son tanques de acero, aunque también son utilizadas bateras eléctricas. Las linternas son colocadas en la parte alta de la estructura y pueden también colocarse placas reflectoras para radares en la estructura. Las fases de luz podrán ser de destellos (el periodo de luz igual al de oscuridad). Las características luminosas son indicadas en la siguiente tabla:

LUCES	CARACTERISTICAS FASES
Fijas	Continua
De ocultación	Largos periodos de luz a intervalos regulares con periodos iguales o menores de oscuridad
De destellos	Pequeños periodos de luz a intervalos regulares con largos periodos de oscuridad
De destellos rápidos	Más de 60 destellos por minuto
De destellos rápidos interrumpidos	Más de 60 destellos por minuto con oscuridad total a intervalos regulares
De alteración	Luces que cambian de color a cada periodo
De ocultación por grupo	Ocultación de más de una luz por periodo
De destellos en grupo	Más de un destello luminoso en cada periodo
De destellos largos-cortos	Destellos largos y cortos a intervalos regulares con periodos de oscuridad entre cada grupo
De destellos fijos y de grupo	Luces fijas variando a intervalos regulares, mediante grupos de dos o más destellos con diferentes intensidades
De giro	Luces giratorias

Tabla 2. Características luminosas

Estas boyas pueden utilizarse a ambos lados de canales o en lugares especiales de acuerdo a los requerimientos de navegación.

BOYAS CON SILBATOS.

Son flotantes y pueden ser luminosos o no. Tienen una estructura central de marcos metálicos montados en una base ancha de metal, que le proporciona flotación adecuada y estabilidad para caso de tormenta. La base es diseñada también para contener combustible. Cuando son luminosas, las lámparas se colocan en la parte alta y los silbatos inmediatamente abajo; si no lleva luces, el silbato es montado en la parte más alta de la estructura central. Las señales sonoras pueden ser campanas, silbatos o sirenas que funcionan con el movimiento de la boya o mediante mecanismos automáticos. Este tipo se conoce comúnmente como boya-campana, boya-silbato o en lugares donde la visibilidad no es buena ni de día ni de noche. Estas también son numeradas y pintadas de acuerdo a su localización y pueden ser equipadas con placas reflectoras para radares.

Aun cuando el sonido indica peligro, no es fácil detectar el sitio exacto de donde proviene, por lo que se recurre a instalar campanas submarítimas en boyas y balizas, ya que es más fácil localizar el obstáculo mediante receptores dispuestos en la parte más baja de la quilla debido a la densidad uniforme del medio.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 11

5.2 EXPLOSIVOS.

Son utilizados más como solicitud de auxilio en emergencia, que como señales, para este segundo caso se usan cohetones aéreos, luces de bengala y detonadores en general, accionados mecánicamente produciendo señales a intervalos regulares.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 11

5.3 SEÑALES FIJAS EN CANALES.

Este tipo de señales son luminosas y ancladas al fondo del mar. Las estructuras son generalmente soportadas por tubos o pilotes en forma de H hincados en el fondo y tienen cubiertas de concreto o aéreo; está cubierta se localiza por encima del nivel alto de mareas y no deben ser bañadas por olas en ningún casco. Las señales luminosas se montan en la parte más alta, así como los almacenes de combustible o baterías y las placas reflectoras para radar. Cuando se utilizan estas últimas, las luces montadas directamente sobre ellas y el combustible o baterías a un lado. Este tipo de señales suelen colocarse a ambos lados del canal.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 11

5.4 LUCES DE NAVEGACION.

Generalmente se colocan señales luminosas de navegación al final de los muelles, embarcaderos, etc., en un orden tal que definan su posición y largo. Este tipo de señales son fijas y funcionan mediante corriente eléctrica.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 11

5.5 SEÑALES LUMINOSAS

Este tipo de señales se colocan al final del rompeolas en puertos salientes de tierra que se encuentran en aguas navegables a la entrada de un puerto y en puntos peligrosos para los barcos. Las estructuras son torres formadas por marcos metálicos galvanizados, con lámparas de señales luminosas montadas a una altura tal, que sean fácilmente visibles al aproximarse los barcos. Las luces pueden ser de destellos por encendido y apagado, por ocultaciones o de luz continua y del color requerido. Las luces son accionadas por corriente eléctrica o gas acetileno. Así mismo, podrán ser colocadas placas reflectoras para radar.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 11

5.6 FAROS.

Presentan una estructura alta en forma de torre maciza, con linternas de señal luminosa en la parte alta y generalmente son construidos en puntos a lo largo de la costa, para guiar los barcos a puertos cercanos; así como para señalar arrecifes, bancos de arena y algún otro punto peligroso. Deben ser lo suficientemente altos para que teniendo en cuenta la curvatura de la tierra, resulten visibles a unos 30 km. de distancia, también debe estudiarse la altura de neblina y nubes para que no se oculten.

La siguiente figura muestra una forma de determinar la distancia a la que es visible un faro:

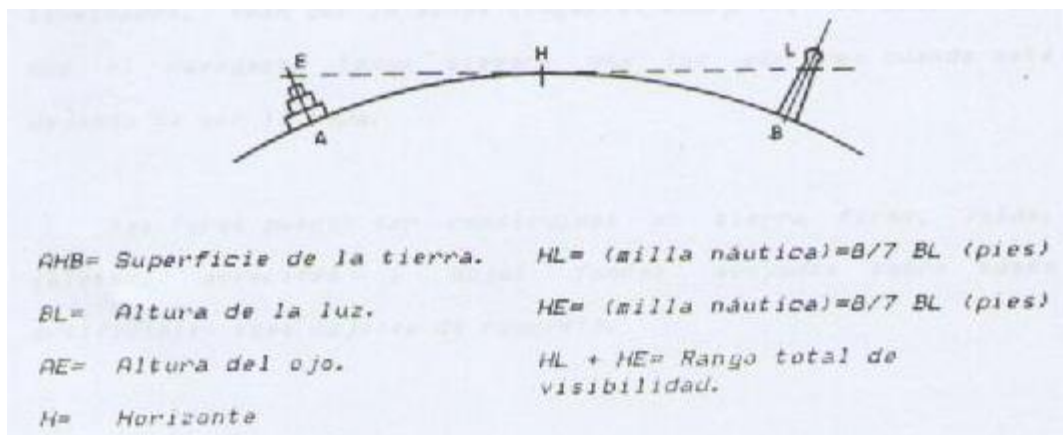


Figura. 29. Distancia de visibilidad de un faro

Las luces podrán ser blancas o rojas y de ocultación o destellos según se especifique; son accionadas por corriente eléctrica almacenada o gas acetileno. Las características de los destellos que distinguen los faros son producidas por movimiento de lentes mediante un motor eléctrico.

Los faros altos son equipados con señales de niebla que se producen mediante aparatos de sonido, que sirven para orientar a los barcos. Las características de las luces y señales de niebla son diferentes para cada faro, lo que permite distinguirlo con claridad. Los faros, dependiendo de su tamaño y localización, podrán o no requerir de personal. La mayoría de ellos son operados automáticamente. Son pintados de blanco o en una combinación de colores como blanco y rojo, blanco y negro, etc.

La condición ideal para el señalamiento costero es disponer de faros a distancias tales que sus círculos máximos de zonas iluminadas, sean por lo menos tangentes entre sí, de manera tal que el navegante tenga siempre una luz por proa cuando este dejando de ver la popa.

Los faros pueden ser construidos en tierra firme, islas, islotes, arrecife y bajos fondos apoyados sobre bases artificiales como cajones de concreto.

México opera 97 faros a lo largo de sus litorales, de los cuales solo 11 funcionan con sistemas automatizados.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 11

5.7 BARCOS FARO

Se utilizan en lugares donde la construcción de un faro es prácticamente imposible o no es recomendable. Presentan variaciones en cuanto al tamaño y cantidad de tripulantes y pueden o no contar con luces automáticas y/o señales de niebla. Son construidos de acero y tienen propulsión propia y generadores auxiliares para el abastecimiento de energía. Las luces, señales de niebla y señales de radio, tienen también características distintivas para su identificación. Los barcos faro informan sobre la proximidad y características de tormentas. Se encuentran anclados en puntos específicos y son reemplazados cuando necesitan reparación.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 11

5.8 BALIZAS

Las balizas junto con otras señales de navegación, sirven para guiar a salvo a los barcos a través de lugares peligrosos, entradas a puertos y canales. Estas son unidireccionales y colocadas en pareja a lo largo de canales o en la línea central de la entrada al puerto. Las balizas de enfilación por ejemplo son en forma de torre, construidas en la costa una delante de la otra mucho más atrás y más alta.

Estas torres tienen una estructura formada por marcos metálicos con lámparas montadas en lo alto que iluminan en una dirección.

Las luces pueden ser de diferentes colores, fijas o de destellos, el único requisito es que, si son cercanas, no sean iguales. También son accionadas mediante corriente eléctrica, baterías o gas acetileno. Las torres son pintadas de acuerdo a los requerimientos de su posición y pueden ser colocadas placas reflectoras para radar. La instalación de balizas, así como su orden y tipo depende de varias condiciones como son: ancho de canales de navegación, distancia a la que deberán ser visibles, distancia entre una y otra diferencia de elevaciones, su intensidad, etc.

Los factores y objetivos a tomar en cuenta en su colocación, son los siguientes:

- 1.- Las balizas de atrás deberán ser más altas que las delanteras, de manera tal que no se vean como una sola cuando el barco este enfilado y estarán separadas lo suficiente para que el barco forme una línea para guiarse.
- 2.- El ancho del canal es importante en el cálculo y determinación de la distancia entre una baliza y otra en canales. La distancia deberá ser tal, que el barco tenga dos puntos de referencia por lo menos.
- 3.- Cuando se instalan en curvas, deberán el máximo alcance posible.
- 4.- La intensidad de la luz y su alcance deberá ser el requerido: comúnmente las balizas que vienen en pareja tienen características iguales.

Cabe señalar también la posibilidad de instalar un cable submarino para guiar a los barcos, ya que con un receptor lo pueden localizar y seguirlo, puesto que marca el eje de entrada o salida.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 11

5.9 REFLECTORES DE RADAR

Los reflectores de radar son utilizados para reflejar las ondas emitidas desde los barcos hacia ellos, para informar el barco de su presencia o, indicar su posición. Los reflectores son generalmente placas de acero fijas a la estructura de diferentes diseños, algunos de ellos son los siguientes:

- 1.- Los viejos tipos de radares reflectores en boyas son placas circulares fijas en la superestructura y presentan una forma cónica cuando son vistas en la pantalla del radar en el barco.
- 2.- El siguiente tipo de placas reflectoras de radar en boyas, consiste en 4 placas de acero verticales, que son fijas a la superestructura y ajustadas de manera tal que se presentan en forma cónica desde cualquier ángulo cuando son vistas en la pantalla del radar.

Las placas son ranuradas para prevenir que sean estropeadas por la acción del oleaje y se interconectan mediante 3 placas de acero horizontales. Este tipo presenta un alcance de hasta 50% más que el anterior.

3.- Los reflectores de radar en estructuras fijas de señalamiento en el canal, son generalmente placas diagonales encerradas en marcos en forma de cubo. Estas cajas son fijas a los diques y presentan señales luminosas en la parte superior.

4.- Los reflectores de radar utilizados en estructuras fijas altas, señales luminosas y luces de enfilación en rompeolas, costa, etc., son generalmente construidos con cuatro placas de acero fijadas a cada uno de los cuatro lados de las torres, de manera que presentan una forma prismática cuando son vistas en pantallas de radar y se localizan en las secciones de altas de las torres, directamente debajo de las luces.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 11

5.10 AMARRES

Son elementos importantes de las señales de navegación flotantes, ya que la seguridad del fondo y el mantenimiento de correcta posición depende de ellos. El amarre generalmente se hace mediante cadenas de acero o hierro forjado, sujetas a cubos de concreto, de hierro vaciado o anclas de acero.

Las cadenas son montadas y de forma tal que resistan los esfuerzos causados por marea, olas, vientos fuertes, etc.

Las anclas deben tener el peso y tamaño suficiente para detener las boyas o barcos faro. En caso de suelos lodosos se utilizan varias anclas que son hincados hasta suelo firme.

AMARRES DE BOYAS.

Los amarres para todas las boyas, excepto las de cono, las cilíndricas y las esféricas, consisten en una cadena con bridas que es fijada a la parte baja de la boya en dos puntos y asegurada a una campana o ancla. Los amarres para las otras boyas son similares, pero no cuenta con bridas y la cadena es asegurada a un punto de la boya solamente. El largo de la cadena deberá tomar en cuenta la profundidad a la que se encuentre el fondo, la variación del nivel de mareas, velocidad de corrientes, etc.

AMARRES DE BARCOS FARO.

Son amarrados generalmente mediante una simple ancla y se les permite girar libremente; sin embargo, cuando el espacio sea limitado para lugares angostos o donde el barco no se le permita movimiento, se anclará por proa y popa.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 11

CAPITULO VI INSTALACIONES MARITÍMAS

6.1 EQUIPO PARA MOVIMIENTO DE CARGA.

En esta época de progreso mecánico, el manejo de cargas marítimas no es una excepción. Se han logrado grandes progresos para hacer más eficiente las operaciones de carga y descarga de barcos. Los puertos modernos deben tomar en cuenta cualquier oportunidad de mecanización, con objeto de bajar costos y minimizar las estadías de los barcos.

Respecto a los tipos de equipo para manejo de cargas, los materiales transportados por barcos pueden ser clasificados en dos categorías generales: carga general y carga a granel. La carga general incluye elementos que son transportados en camiones comunes, maquinaria y materiales en cualquier clase de empaque como pacas, bolsas, barriles, cajas, etc. Esta carga requiere de cierto cuidado en el manejo y almacenaje para que no se dañe, será acomodada debidamente y no presentara cambios constantes de lugar. Por otro lado, la carga a granel puede definirse como material sin empaque que puede ser vertido o bombeado libremente a las bodegas del barco.

Esta incluye materiales que se manejan como flujo libre, por ejemplo: granos, minerales, carbón y líquidos, de los cuales el más importante es el petróleo y sus derivados. Debido al fácil y barato manejo de cargas a granel, muchos productos que se manejaban empaquetados, ahora se transportan a granel, ejemplo de ello lo constituyen el cemento, azúcar y muchos líquidos, incluyendo jugo de naranja y vino. Los materiales que no son manejados a granel, son empaquetados con una tendencia a estandarizar el tamaño para un fácil manejo mediante grúas

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 1

6.2 MOVIMIENTO DE CARGA GENERAL

CARGA Y DESCARGA DEL BARCO

Con raras excepciones, los barcos son cargados y descargados mediante grúas. El equipo de grúas varía conforme a los requerimientos y tipos de carga, al barco y a las facilidades portuarias.

Objetivos generales del equipo

La mayoría de la carga general es movida en grupos de hasta 5 toneladas. El equipo utilizado para ello ha experimentado poco cambio en los últimos años, excepto en la tendencia a aumentar su capacidad y rapidez.

Barcos con grúas.

Cada una de las escotillas de estos barcos son equipadas con grúas, las cuales se diseñan para efectuar la carga y descarga una vez que esté el barco atracado paralelo al muelle. También existen otros barcos equipados con plumas soportadas por marcos que se desplazan sobre vías a lo largo de toda la cubierta.

Muelles con grúas.

Debido a que no todos los barcos tienen sistemas de descarga, es conveniente que los muelles cuenten con equipo para moverla, siendo uno de los mejores sistemas el que consiste de grúas montadas en marcos que se desplazan sobre vías a lo largo de todo el muelle, cuyo rango de capacidad es de 3 a 5 toneladas.

Equipo de carga pesada

Para cargas con peso mayor de 50 toneladas, hay 3 clases de equipo utilizados comúnmente. Cualquiera de ellos son menos necesarios que los mencionados anteriormente, razón por la cual se clasifican de manera específica como "para cargas mayores".

Barcos con grúas.

Los barcos de carga pesada general son equipados por lo menos con una grúa que tiene capacidad para 50 toneladas y una grúa normal adicional que es móvil a lo largo de la cubierta.

Muelles con grúas.

Algunas veces se utilizan grúas fijas en el muelle al cual llegarán los barcos. La colocación de esta grúa en el muelle requiere de un diseño especial en el mismo para soportar las cargas concentradas.

Equipo flotante.

Algunas de las cargas pesadas pueden ser manejadas mediante grúas flotantes. Estas operan normalmente fuera de la costa, moviendo la carga entre barcos y chalanes.

Equipo especial.

Hay muchos barcos y muelles especiales construidos para lograr un objetivo y para los cuales se ha desarrollado un tipo determinado de maquinaria. Algunos barcos tienen puertas a los lados a través de las cuales se maneja la mercancía mediante bandas o plataformas; este método es muy utilizado para la carga y descarga de correo y equipaje en barcos de pasajeros.

Los grandes contenedores son movidos mediante equipo especial individual, diseñado para tamaños y formas particulares de los contenedores. Este equipo puede estar en el barco o en el muelle.



Figura. 30. Terminal de contenedores puerto de Veracruz

6.2.1 MOVIMIENTOS EN TIERRA

Por motivos de espacio, sólo una cantidad limitada de carga puede ser levantada directamente entre el barco y camiones o ferrocarriles en el muelle. Sin embargo, gran parte del contenido de los barcos de carga general requiere que sea manejado no sólo dentro, sino fuera de la zona de tránsito para su clasificación y almacenamiento temporal. Es por ello que se han hecho grandes progresos en la mecanización.

Montacargas.

Surgen a partir de la Segunda Guerra Mundial, constituyendo el inicio del desarrollo del manejo de cargas en muelles. Esta maquinaria levanta unidades de carga y las mueve fácil y rápidamente, pudiendo formar pilas de hasta 6 m. de alto, que implican un mayor aprovechamiento de superficie. Se utilizan para transportar a más de 50 m. El tipo más popular tiene capacidad para 2 o 3 ton., habiendo otros con capacidad de más de 20 ton. También se les pueden adaptar abrazaderas para el manejo de cargas especiales como son: tambos, rollos de papel, etc.

Grúas móviles.

Este tipo de grúas, compactas, ágiles y movidas por neumáticos, han tenido un gran desarrollo, con brazos que operan hidráulicamente y tienen una función similar a la de los montacargas; sin embargo, debido a que los brazos ocupan una altura de cerca de 1 metro encima de la carga, no pueden apilar el material hasta el techo de las estructuras de las bodegas, como lo hacen los montacargas, aunque son mejores para el manejo de mercancía frágil.

Trenes Tractor

Donde la distancia entre la zona de descarga y la de almacenamiento es grande, y la función de los montacargas o grúas móviles no es eficiente, se utilizan trenes tractores, que mueven plataformas bajas con pequeñas ruedas. Las plataformas son cargadas o descargadas en la zona de barcos y descargadas en el área de almacenaje mediante montacargas. Estos trenes no pueden transportar material que no haya sido empacado.

Banda Transportadora

En el manejo de materiales a granel, las bandas transportadoras son el mejor medio para mover un flujo continuo de material. Sin embargo, existen ciertos tipos de bandas diseñadas para movimientos de carga general en muelles. Mercancías en unidades lo suficientemente pequeñas para que pueda cargarlas un hombre, pueden ser transportadas horizontalmente pequeñas distancias en bandas giratorias o transportadoras. Se utilizan tolvas en espiral o rampas inclinadas para pasar el material de una planta a otra más baja y para amontonar bolsas o paquetes. Bandas elevadoras o monorrieles dan transporte horizontal directo a la cubierta del barco.

Grúas de Caballete

Son utilizadas en plantas industriales y almacenes, así como en cubierta para casos especiales de carga uniforme que se transporta en paquetes grandes. Conforme más se tiende a uniformizar el tamaño de paquetes, más se utiliza este método de manejo de carga. Aquí se hace necesario más espacio libre en cubierta para maquinaria, pero se tiene un ahorro en el área de almacenaje al poder amontonar la carga o formar pilas.

6.2.2 MANEJO EN LAS BODEGAS

Los problemas involucrados en el almacenamiento y recopilación de carga en la bodega del barco, son similares a los de tránsito en cubierta, pero con la gran diferencia de la escasez de espacio que reduce la posibilidad de mecanización. Pueden ser introducidos montacargas en las bodegas del barco, pero su uso es limitado debido al tamaño de la bodega, el del montacargas y los espacios libres. Algunas veces son utilizadas bandas transportadoras para movimiento de carga horizontal de peso pequeño, aunque la mayoría se efectúa con la fuerza del hombre, diablos o pequeñas grúas. Los barcos diseñados actualmente toman en cuenta este problema y cuentan con una mejor mecanización.

Tarimas de carga

La eficiencia del uso de montacargas requiere de la formación de pequeños paquetes de carga, que se pueden aplicar en tarimas, éstas, tienen una doble plataforma, separada unos cuantos centímetros mediante costillas de madera que permiten la entrada de las cuchillas del montacargas.

Muchas tarimas son elementos de estibación y por ello, instrumentos propios de la operación portuaria, por lo que nunca abandonan el puerto. La operación típica de descarga, de un barco consiste en bajar las tarimas al barco, cargarlas a mano y sacarlas al muelle con grúa, luego son levantadas mediante montacargas entonces regresan para efectuar nuevamente la operación. Todo este proceso se repite de manera inversa para cargar los barcos. En los puertos de mucho movimiento de este tipo, se requiere una gran reserva de tarimas.

6.2.3 CONTENEDORES

El empaquetamiento de pequeños elementos o materiales a granel en grandes contenedores reutilizables, es el futuro del desarrollo de la mecanización en el movimiento de carga. Los contenedores son hechos en módulos de acuerdo al largo y al ancho de los vagones de ferrocarril y camiones de carga, para ser fácilmente transferibles de unos a otros. Para su transportación marítima, deberán soportar el peso del apilamiento de los mismos. La altura de los contenedores es limitada en base a las características de carreteras y vías férreas. El tamaño más grande comúnmente utilizado es de 2.4 x 2.4 x 10.5 m.



Figura. 31. Contenedor Marítimo

Equipo de puerto

Pueden moverse contenedores con peso de hasta 5 ton. Con el equipo convencional del puerto. El movimiento eficiente de grandes contenedores requiere equipo especial en el muelle o en el barco, son utilizadas grandes grúas móviles en el muelle o grúas de caballete en el barco. Para el movimiento en tierra de contenedores se utilizan grúas o montacargas especiales para subirlos a plataformas de ferrocarriles o camiones.

6.2.4 SERVICIO ROLL-ON, ROLL-OFF

Los barcos diseñados para este servicio tienen puertas a los lados o al final, a través de las cuales los vehículos pueden transitar. Cualquier vehículo o tráiler cargado, podrá ser embarcado sin la necesidad de grúas. Para una máxima eficiencia, el puerto deberá ser equipado con rampas móviles de aproximación que se utilizan como vías de entrada, capaces de ajustarse a la variación del nivel del mar y al movimiento del barco en caso de fuertes vientos.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 1

6.3 MOVIMIENTO DE CARGA A GRANEL

Es importante que las terminales para movimiento a granel cuenten con una capacidad de almacenamiento suficiente para que se realicen de manera eficiente las operaciones de transferencia de mercancía.

El tipo de almacenamiento variará conforme los requerimientos del barco y la naturaleza de la carga, así, podrán ser patios con vías férreas para guardar vagones cargados, tanques para líquidos, silos o bodegas cerradas para material que requiera protección de lluvias y viento o almacenes abiertos para materiales no perecederos, como minerales o carbón.

6.3.1 EQUIPO PARA MOVIMIENTO DE MATERIAL

Los líquidos son bombeados y los polvos ligeros o material granular fino, como cemento y granos, pueden ser transportados neumáticamente. Sin embargo, mucho material a granel es manejado mediante bandas o cangilones y, en ocasiones, mediante una combinación de ambos.

Bandas

Las industrias que manejan estos materiales, han desarrollado una gran variedad de bandas para funciones especiales, los principales tipos son: transportadoras, elevadores de cangilones, dentadas, vibratorias y cubiertas. El movimiento de polvos, granos y material en terrones, se efectúa mediante bandas transportadoras. Estas mueven grandes cantidades de material a través de largas distancias horizontales o verticalmente en ángulos de 15° a 20° y con el equipo auxiliar apropiado pueden ser cargadas o descargadas en las terminales o puntos intermedios.

Son utilizadas para mover material dentro y fuera del área de almacenamiento como en las bodegas de los barcos. El material puede ser guardado en almacenes abiertos, apilándolo, llevándolo a silos o a una banda de distribución, que lo reparte a diferentes almacenes. La recuperación del material puede efectuarse mediante lo que se llama bandas de recuperación que se encuentran en los almacenes o tolvas que alimentan bandas o camiones.

Las bandas para almacenamiento en barcos deben ser servidas mediante torres estacionarias o móviles en el muelle y regularmente presentan una tolva al final del conducto, a través de la cual el material entra a la bodega del barco.

Los elevadores de cangilones de menor capacidad que las bandas generalmente transportan el material de manera vertical, son utilizados para llenado de silos y pueden ser introducidos a las bodegas del barco para su descarga. Los otros tipos de bandas mencionadas se encuentran en operación en puertos como equipo auxiliar, alimentando y conformando sistemas de bandas.

Cangilones

Los cangilones de cucharón son los más utilizados para descarga de gráneles. Algunos tipos de cangilones son diseñados para movimiento en el barco y otros para grúas giratorias, pero la mejor capacidad se obtiene cuando se encuentran anexos a torres fijas o móviles, subrayando que se obtiene más eficiencia en el caso de torres móviles, ya que es más rápido mover la grúa que esperar a que el barco tome la posición requerida. Para una descarga rápida de barcos, dos o más torres pueden ser operadas en un solo barco. Las torres son equipadas con tolvas a las cuales descargan los cangilones y las que a su vez depositan el material a vagones, camiones o bandas que lo llevan a los almacenes. Algunas veces las torres tienen forma de puentes, extendiéndose hacia atrás hasta las áreas de almacenamiento y, en este caso, los mismos cangilones pueden ser utilizados para recuperar el material almacenado.

Cables aéreos

Las bandas son utilizadas para mover material a largas distancias: sin embargo, en algunos casos especiales, los cables aéreos tienen ciertas ventajas. Este tipo de manejo de carga es utilizado, por ejemplo, para cargar barcos que no pueden acercarse a los muelles debido a su gran calado y el sistema consiste en cables sostenidos por torres, de los cuales cuelgan canastillas que transportan el material de manera parecida a los teleféricos.

Barcos Auto descargables.

Existen barcos que cuentan con sistema de carga y descarga propio y que generalmente consiste de bandas que transportan el material en las bodegas del barco interiormente utilizando tolvas y así, la bodega puede ser cargada y descargada.

Facilidades en terminales

Las terminales de carga de gráneles, varían ampliamente y cada una de ellas deberá ser diseñada de manera tal, que cumpla con los requisitos impuestos. Algunas de las principales variables a tomar en cuenta para el diseño son:

- Las condiciones del lugar en que se encuentra la zona donde se construirá la terminal.
- Su función: Importación, exportación o ambos.
- El tipo de material a mover: seco o líquido, polvo, granular o en terrones, de flujo libre o viscoso, perecederos o no.
- Requerimientos de capacidad: Anual, estacional o diaria. La capacidad de almacenamiento y de barcos se relaciona con la variación de las estaciones o producción y con la frecuencia de barcos.
- Disponibilidad de transporte interior: Ferrocarriles, camiones, navegación interior, etc.

Algunas terminales de carga a granel son construidas sobre pilotes fuera del muelle. De esta forma, los barcos son atracados a anclajes fijos y servidos mediante bandas, tubería o cables aéreos. En otras terminales, el barco es atracado al muelle y este puede poseer rampas para carga y descarga.

Las terminales modernas para petróleo cuentan con instalaciones especializadas. Actualmente, el movimiento a lugares remotos del mundo, origina el establecimiento de terminales en lugares aislados, las que deberán ser autosuficientes. En estos casos, el diseño deberá comprender un poblado completo con calles, áreas verdes, abastecimiento de agua y energía, drenaje, casas, tiendas y edificios públicos.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 1

6.4 SERVICIOS GENERALES

El puerto deberá contar con servicios de abastecimiento de combustibles, que se puede dar en el propio atracadero o en uno especial con chalanos nodriza mediante boyas de abastecimiento; servicio de agua potable para aprovisionamiento de navíos, alimentación del equipo contra incendios, uso doméstico y limpieza; suministro de electricidad para iluminar la zona de muelles y bodegas, abastecer el equipo de señalamiento y a los barcos; drenaje, servicio telefónico, equipo contra incendios y plantas para tratamiento de aguas.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 1

6.5 INSTALACIONES PORTUARIAS

Para que se proporcione el transbordo de mercancías entre barcos y ferrocarriles o camiones, muchas veces se requiere que la mercancía quede detenida un tiempo hasta que el transporte a utilizar este disponible, para ello se hacen en un puerto las siguientes instalaciones:

Almacenes

En el caso de que las mercancías no requieran transporte inmediato, o no pasen directamente de un medio a otro de transporte, se construyeron almacenes para resguardo temporal.

Silos en tránsito.

Son almacenes de sección cuadrada, octagonal o circular, cuya función es almacenar el producto que viene a granel, permitiendo regular la carga y descarga de embarcaciones y mediante equipo especial, reducir el tiempo de maniobras.

Bodegas de tránsito.

El arribo del barco al puerto, no coincide siempre con el de los transportes terrestres, además de que el ritmo de carga y descarga de unos y otros no es el mismo. Por lo que muchas veces se hace necesario almacenar provisionalmente la carga. Esto se hace en las llamadas bodegas de tránsito que son de varios tipos y cuyo diseño depende del área disponible, tipo y cantidad de mercancías a mover, regularidad de flujo, método de carga y descarga entre el barco y la bodega, distancia entre el barco y la bodega, etc.

Tanques.

Son depósitos que almacenan líquidos diversos. Los de agua abastecen al puerto y a los barcos. Los de combustible pueden servir para abastecimiento de barcos y otros y son utilizados para almacenamiento. También los hay para almacenar líquidos como mieles, aceites, etc.

Patios de carga negra.

Son áreas en las que se almacenan productos que no requieren ser cubiertos como minerales, maderas creosotadas, azufre, etc.

Pueden ser de tránsito o semi-temporales y su localización y tamaño depende del tipo de producto, cantidad, frecuencia, áreas disponibles, métodos de carga y descarga, etc.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 1

CAPITULO VII ESPECIFICACIONES COMPLEMENTARIAS PARA LA CONSTRUCCION DE ROMPEOLAS, ESPIGONES Y PEDRAPLENES

Las especificaciones complementarias para la construcción de rompeolas, escolleras, espigones y pedraplenes, regirán en todos los contratos que al respecto la Secretaría de Comunicaciones y Transportes Subsecretaría de Infraestructura, por conducto de la Dirección General de Obras Marítimas.

Para cada proyecto se establecerán “Especificaciones Particulares” estas contendrán toda la información y requerimientos relativos, las que juntamente con estas “Especificaciones Complementarias” y planos formarán parte integrante del proyecto.

7.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

La Secretaría proporciona todo lo relativo a la localización del proyecto, así también una información de los medios de comunicación, servicios públicos y servicios sociales con los que cuente la localidad donde tendrá verificativo la obra.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 9

7.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO

7.2.1 TRABAJOS POR EJECUTAR

La secretaría proporcionará una información de lo más completa posible, referente a la construcción de rompeolas, escolleras, espigones y pedraplenes de acuerdo con el proyecto de que se trate.

Será definido todo lo relativo a las operaciones de extracción, clasificación, carga, transporte y colocación de materiales pétreos y/o elementos fabricados que intervengan transversales la disposición de los materiales pétreos y/o elementos fabricados que integren el proyecto, definiendo el rango de pesos de roca admisibles en las diferentes capas que constituyen el enrocamiento. Se especificará todo lo relativo a la construcción y aplicación de elementos fabricados que contengan el proyecto, entendiéndose que la fabricación de ellos estará sujeta al control de calidad, por parte de la Secretaría.

7.2.2 TIPOS DE MATERIALES

Los materiales más usados en la construcción de rompeolas, escolleras, espigones y pedraplenes son:

- a) . - Fragmentos de roca de diferentes tamaños, extraídos por medio de explotación de canteras.
- b) . - Depósitos de roca natural fragmentada (piedra de pepena).
- c) . - Elementos manufacturados tales como bloques de concreto, tetrápodos, doms, stablits, dolos, etc.

7.2.3 DATOS PROPORCIONADOS POR LA SECRETARÍA

El representante indicará la localidad de las formaciones rocosas canteras y/o bancos de agregados de donde podrá extraerse todo el material para la construcción de los enrocamientos a que se refiere el proyecto, indicando todo lo relativo a la potencia que se espera obtener de ello, densidad, dureza, absorción, resistencia al desgaste y resistencia al intemperismo.

La Secretaría no garantiza la exactitud de los sondeos geológicos entregados al contratista, si no como anteriormente se dijo los proporciona únicamente como guía.

7.2.4 TRAZOS Y NIVELES

En todos los casos de estas especificaciones que se indiquen trazos y niveles del proyecto, esto significará:

- a). - Las líneas, niveles, acotaciones y en general todas las indicaciones que aparecen en los planos.
- b). - Lo contenido en el inciso anterior, pero con las modificaciones que en su caso haga el representante.
- c). - Las líneas, curvas o indicaciones que establezcan el Representante directamente, sin estar anotadas en ningún plano, los que serán proporcionados al contratista registrado en la bitácora de obra.

7.2.5 PROGRAMA DE TRABAJO

El contratista estará obligado a proponer el programa de trabajo, el que se deberá sujetar al plazo establecido por la Secretaría, de tal forma que implique todas las operaciones, para realizar el proyecto, el que contendrá el suministro y secuencia de colocación de material en el enrocamiento, atendiendo a los volúmenes correspondientes a los diferentes tipos de roca que requieran las capas que integran el proyecto, y así como cuando se utilicen elementos fabricados para la coraza, para el cuerpo y/o para el morro del enrocamiento. El programa será revisado por la Secretaría sin que exista por parte de esta última, obligación de aceptarlo, pudiendo en su caso establecer y aprobar el programa de operaciones que más convenga a sus intereses.

La Secretaría está facultada para ordenar la alteración del programa de operaciones aprobado al Contratista en lo concerniente a suministro de materiales y colocación en la obra, cuando así lo considere necesario.

El Contratista podrá sugerir alguna modificación estructural al proyecto, pero no procederá a efectuar cambio alguno hasta obtener la autorización escrita de la Secretaría.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 9

7.3 PLANOS

7.3.1 PLANOS DEL PROYECTO

La Secretaría proporcionará al Contratista todos los planos que contengan la localización y estructuras de los enrocamientos a construir. En la estructura de los enrocamientos estarán definidas las líneas y niveles de las capas integrantes de los mismos, indicando los tipos de roca que corresponden a cada capa.

Las estructuras de los enrocamientos estarán referidas a la cota 0.00 según el N.B.M.I. (Nivel de Bajamar Media Inferior), en el océano Pacífico N.B.M (Nivel de Bajamar Media), en el Golfo de México y Mar Caribe.

Se proporcionará también el régimen de los vientos de la localidad, pudiendo el Contratista tomar las medidas necesarias, para definir los periodos del mejor tiempo aprovechable para el desarrollo de los trabajos, debiendo tomarlos en cuenta para elaboración de su programa de trabajo.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 9

7.4 SUMINISTRO DE MATERIALES

7.4.1 DATOS INFORMATIVOS

El Contratista deberá verificar de inmediato y antes de indicar la operación para la extracción de roca, todos los datos relativos a la calidad y potencia de las zonas rocosas que establece el proyecto para la extracción de materiales pétreos, así como tendrá en cuenta lo siguiente:

a). - Los fragmentos de roca para aplicarse al proyecto en su estado natural pueden ser:

- 1.- Ígneas Intrusivas..... Granito
 - (Grano Grueso) Diorita
- 2.- Ígneas Extrusivas..... Riolita
 - (Grano Fino) Andesita
 - Basalto
 - Toba
 - Brecha
 - Volcánica
- 3.- Sedimentarias Calizas
 - Travertino
 - Arenisca
 - Conglomerado
 - Brecha
- 4.- Metamórficas Gnesis

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

- 1.- Resistencia a la compresión en estado húmedo. 150 kg/cm² mínimo.
 - 2.- Resistencia a la compresión en estado húmedo aplicando la carga paralelamente a los planos de formación, cuando los haya. 100 kg/cm² mínimo.
 - 3.- Absorción en por ciento – 4 máximo
 - 4.- Densidad – 2.3 mínimo
 - 5.- Resistencia al intemperismo acelerado (sanidad) por ciento de pérdida en peso – 10 máximo.
 - 6.- Resistencia al desgaste determinado por la prueba de los ángeles, en por ciento – 40 máximo.
- b). - La determinación de la potencia de las zonas rocosas que indique el proyecto a fin de comprobar si satisfacen los requerimientos establecidos.

7.4.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS BANCOS

Las formaciones pétreas pueden presentar frentes de ataque naturales, que por su altura, longitud y aspectos que ofrecen en sí mismo, faciliten definir la conveniencia de su explotación. En otros casos el Contratista deberá realizar pruebas según se requiera, para establecer la convivencia de su explotación, cuando así lo ordene la Secretaría.

El Contratista podrá iniciar la explotación de bancos rocosos, una vez obtenida la autorización del representante sin que esta autorización releve al Contratista de sus responsabilidades en relación con las operaciones y equipo que emplee para la extracción del material.

7.4.3 EXTRACCIÓN DE MATERIALES

La explotación de la cantera la debe realizar el Contratista, en forma tal, que la obtención de materiales concuerde con los requerimientos de la secuencia establecida para la construcción de las diferentes capas de roca que integran la estructura del enrocamiento, logrando el mínimo de material de desperdicio.

Los procedimientos clásicos de extracción de materiales por medio de “explotación de bancos” aún se consideran vigentes para obtener resultados satisfactorios, con un mínimo de desperdicios.

Aun cuando el proyecto requiera grandes volúmenes de roca, no se recomienda emplear sistemas de extracción que produzcan grandes masas de roca derrumbada en una sola voladura tales como el de túneles de coyote que emplea grandes cargas de explosivos depositadas en ellos, o cualquier otro sistema similar ya que estos aumentos considerablemente, con el consiguiente incremento del material no utilizado.

7.4.4 CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL EN EL BANCO

El Contratista después de cada tronada y antes de efectuar operaciones de carga debe clasificar la roca derrumbada de acuerdo con los diferentes rangos que marque el proyecto y de acuerdo con el inciso 5.4 "Tolerancias" de estas especificaciones. El Contratista podrá cargar el material de roca para transportarlo a la obra solamente de los almacenamientos de roca clasificada que previamente hubiere aprobado el Representante.

7.4.5 PERSONAL DEL CONTRATISTA

El Contratista dispondrá del personal necesario y calificado en esta clase de trabajos en roca, que pueda garantizar eficiencia y seguridad en la realización de ellos. A petición del Representante el Contratista deberá sustituir personal cuya incapacidad manifiesta puede poner en peligro trabajadores y equipo. Si por causa de las operaciones del Contratista se originaren a daños a propiedades e instalaciones de cualquier tipo deberá por su cuenta reparar de inmediato lo dañado El Representante en cualquier evento de esta naturaleza exigirá al Contratista el cumplimiento inmediato de esta obligación.

7.4.6 MANEJO DE EXPLOSIVOS

El Contratista está obligado a tomar las precauciones, en el manejo de explosivos y deberá observar lo siguiente:

- a). - Se asegurará que los vehículos utilizados para el transporte de explosivos estén en buenas condiciones de funcionamiento estando dotados de pisos, de madera bien ajustados y sin grietas o de algún metal que no produzca chispas, los costados y extremos lo suficientemente altos para impedir la caída de la carga, la carga deberá ir cubierta con lona impermeable y resistente al fuego.
- b). - Siempre estarán separados los fulminantes comunes, eléctricos y primacord, de los demás explosivos, cuando sea permitido el transporte de estos artículos en un mismo vehículo.
- c). - Los explosivos se almacenarán en polvorines limpios, secos, bien ventilados, razonablemente frescos, debidamente ubicados, sólidamente contruidos, resistentes a las balas y al fuego.
- d). - No se permitirá la acumulación de hojas, hierbas o basura dentro de un radio de 7.5 Mts. Alrededor del polvorín.
- e). - Se construirá al fabricante de la nitroglicerina de los explosivos deteriorados, que se han escurrido al piso del polvorín. El piso debe ser lavado con una solución aprobada para ello, a fin de insensibilizar la nitroglicerina.

f). - No se deberá manejar explosivos, ni permanecer cerca de ellos durante una tormenta eléctrica, todos deberán retirarse a un lugar seguro.

g). - No se usará explosivos o equipo para voladuras, que muestren señales de deterioro o daño.

h). - Se debe examinar el frente o la roca, antes de perforar para descubrir la presencia de cualquier explosivo sin estallar.

i). - Al terminar los trabajos de explotación en banco el Contratista deberá cerciorarse de que no queden explosivos y en caso necesario deberá destruirlos de acuerdo con los métodos aprobados debiendo consultar al fabricante, cuando sea necesario.

7.4.7 CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIAL

Después de efectuar una voladura el contratista, procederá a realizar las operaciones de clasificación del material derrumbado de acuerdo con los requerimientos de las capas que forman el enrocamiento, depositándolo en el patio acondicionado para el caso, donde quedará listo para ser cargado. No se efectuará una nueva voladura en el frente, hasta que éste quede limpio y amacizado. La carga del material clasificado se efectuará de acuerdo como sea requerido por la secuencia de construcción de las capas que forman el enrocamiento. El material será cargado preferentemente dentro de charolas o cajas metálicas de volteo, soportadas por las plataformas de camión o ferrocarril, según el sistema de transporte que sea usado.

Las charolas estarán convenientemente diseñadas de acuerdo con el tipo de plataformas que se usen, los tamaños de la roca a transportar y el equipo que se emplee en la descarga para la formación del enrocamiento. El diseño de las charolas o cajas de volteo, deberá ser tal, que no deje en salir el material durante el trayecto a la zona de tiro.

La carga de material podrá hacerse por medio de grúas previstas de equipo para cargar roca, garra, palas mecánicas y cargadores, cuyo número y características, formarán parte del Contratista contenido en su proposición.

El Contratista deberá contar con el equipo adecuado para la carga de los elementos de la coraza.

Si la transportación del material fuera por carreta, El Contratista proporcionará el equipo de transporte requerido, para cumplir con el programa de trabajo. El Contratista construirá, acondicionará, reparará y conservará los caminos de acceso del banco y/o bancos, a los lugares de descarga. Si utilizase caminos federales, estatales o vecinales, gestionará con quien corresponda la autorización de servicio teniendo en cuenta que deberá obtener la información sobre el tipo de vehículo máximo que podrá transitar sobre el camino a recorrer.

Si el caso lo requiere, el Contratista construirá las líneas, ramales, espuelas de ferrocarril, para el transporte del material debiendo el Contratista efectuar los convenios para estos servicios con los organismos que correspondan, teniendo en cuenta el cumplimiento del programa de trabajo.

7.4.8 ELEMENTOS PRECOLADOS

Cuando no pueda obtenerse en la localidad roca del peso requerido para la coraza de protección y/o morro, podrá ser sustituido por elementos precolados, tales como bloques de concreto, tetrápodos, stabilits, domo, etc., los que quedarán definidos según lo requiera el proyecto, en todo lo relativo a su fabricación, almacenamiento, carga, acarreo y colocación en la obra. Para la fabricación del concreto ciclópeo, concreto armado y concreto simple de los elementos de referencia; el Contratista acondicionará las mesas de colado que se requieran para fabricar los elementos precolados del proyecto. Los moldes empleados estarán debidamente dimensionados y estructurados en tal forma, que eviten deformaciones y/o escurrimientos al efectuarse el colado.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 9

7.5 ESTRUCTURA DE ENROCAMIENTOS

7.5.1 MATERIALES CONSTITUTIVOS

La estructura de los enrocamientos para rompeolas, escolleras, espigones y pedraplenes generalmente tienen la forma trapecial, están constituidos por un núcleo formado por material pétreo muy fragmentado cuyo rango de peso pueda considerarse entre $p/200$ a $p/600$, siendo **P** el peso de roca considerada para la coraza. Al núcleo lo cubre una capa secundaria de protección, las rocas que forman esta capa secundaria la cubre la capa principal o sea coraza, constituida por roca de peso según proyecto. La base superior del trapecio, según lo especifique el proyecto, puede rematar en un coronamiento de dimensión y tipo estructural que quedará definido en el mismo, los rompeolas y escolleras pueden terminar al final de su desarrollo en su ensanchamiento (morro).

7.5.2 LOCALIZACIÓN DE BÁSCULAS

La báscula y/o básculas requeridas para registrar el peso del material útil aplicado al proyecto, deberán instalarse lo más cercano posible a la localización del mismo y en la ruta de los vehículos que transporten el material a los enrocamientos.

La marca y tipo de báscula que proporcione el contratista deberán ser aprobadas por la Secretaría, para el caso, el Contratista proporcionara a la misma con la debida anticipación los planos y especificaciones de estos equipos, y una vez aprobados por la Secretaria procederá el Contratista a su adquisición e instalación en el sitio de la obra de acuerdo como lo indique el Representante.

Las básculas estarán capacitadas para registrar en una sola pasada las unidades de mayor peso que transporten el material para el proyecto. Podrán ser si así lo indica el proyecto básculas de ejes.

7.5.3 LA INSTALACIÓN DE LAS BÁSCULAS

Las efectuará el Contratista de acuerdo con los planos, especificaciones y recomendaciones que establezca la casa proveedora de estos equipos. El Representante supervisará los trabajos de instalación de básculas, pero su presencia no examinará al Contratista de la responsabilidad de eficiencia de las instalaciones. El fabricante o vendedor supervisará la instalación de báscula, así también cualquier cambio de lugar de ella.

7.5.4 VERIFICACIÓN

Una vez terminada la instalación de la o las básculas, el Contratista deberá solicitar a la Secretaria de Comercio y Fomento Industrial la verificación de éstas, debiendo obtener el documento oficial de aprobación proporcionando el original al Representante.

7.5.5 TOLERANCIAS

La tolerancia en los perfiles del núcleo no será mayor en más o menos de dos veces el diámetro mayor de la roca de más peso empleada para esta capa, en las áreas bajo agua y en zonas aisladas. En las áreas fuera del agua será de una y media veces el diámetro indicado en mas o en menos y en zonas aisladas únicamente.

La tolerancia en los perfiles de la capa secundaria de protección no será mayor en más o menos a una vez el diámetro mayor de la roca de más peso especificada para esa capa, en zonas aisladas y en las áreas dentro y fuera del agua.

La tolerancia en los perfiles finales de la capa de coraza no será mayor en más o menos la mitad del diámetro mayor de la roca de más peso especificado para esta capa, tanto en áreas dentro como fuera del agua, pero en zonas aisladas únicamente.

Con el fin de lograr una mayor trabazón del material se admitirán las siguientes tolerancias máximas:

a). - Que el material para el núcleo no contenga más del 20% en peso del mismo, en tamaños menores de los que abarquen el rango teniéndose como límite inferior piedra de la mitad del peso del valor mínimo del rango.

b). - Que el material para la capa secundaria, no contenga más del 15% en peso del mismo, en tamaños menores de los que abarque el rango, teniéndose como límite inferior piedra de la mitad de peso del valor mínimo de rango.

c). - Que el material para la coraza, no contenga más del 1% en peso del mismo, en tamaños menores de los que abarque el rango, teniéndose como límite inferior piedra de la mitad del peso del valor mínimo del rango.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 9

7.6 EQUIPO REQUERIDO

7.6.1 EQUIPO QUE PROPORCIONA EL CONTRATISTA

El equipo que a continuación se relaciona, formará parte de la proposición del Contratista, ya sea parcial o totalmente según lo indique la Secretaría para cada caso en particular.

a). - La extracción de material. - El equipo necesario para la extracción de roca de la cantera, consistirá principalmente en máquinas perforadas con sus correspondientes fuentes de aire comprimido, con todos sus accesorios, repuestos y materiales necesarios y así también los explosivos, herramientas, accesorios y equipo que satisfaga el suministro requerido.

b). - Clasificación y carga. - El equipo necesario para la clasificación, almacenamiento y carga de la roca extraída de la cantera, consistirá principalmente en grúas con garra, palas mecánicas, trascabos, tractores y equipos auxiliares.

c). - Transporte y descarga del material. - Si el transporte del material se efectuará por carretera, de la cantera al lugar del proyecto, será requerido equipo de camiones de volteo y/o de plataformas, provistos de charolas o cajas metálicas de volteo. Si el transporte se efectuará por ferrocarril, proporcionará las charolas de volteo necesarias, para cargar las plataformas del equipo ferroviario en la cantera. En la descarga y colocación del material para formar el enrocamiento del Contratista proporcionará las grúas para descarga y colocación de roca provistas de garras para el manejo de ellas, chalanos tolva, o chalanos de cubierta plana y tractores.

Para la totalidad de los casos el Contratista deberá utilizar una grúa provista de garras o equipo similar en la colocación del material de capa secundaria y coraza.

Todo el equipo estará en buenas condiciones de trabajo y será revisado por el Representante cuando se encuentre en los lugares de trabajo, verificando su eficiencia, capacidad y estado general que deben coincidir con los propuestos por el Contratista.

Si el Representante encontrase deficiencias o faltantes en el equipo proporcionado por el Contratista le exigirá que lo complemente y/o adecúe, pues se considera que las deficiencias en el equipo del Contratista, no modificarán el plazo de terminación de las obras, no lo eximirá de las responsabilidades por incumplimiento, de acuerdo con las cláusulas correspondientes del contrato.

7.6.2 APROVISIONAMIENTO

El suministro o aprovisionamiento que se haga necesario para la operación de los equipos, debe ser seleccionado por el Contratista; la gestión de permisos para la adquisición de explosivos y accesorios, debe realizarla de inmediato, ya que las demoras que pudieran presentarse en la obra, como consecuencia de deficiencias en el abastecimiento de combustible, lubricantes, explosivos y accesorios, partes, repuestos y materiales en general requeridos, no pueden justificar los retrasos que puede sufrir el programa de obra.

La Secretaría auxiliará al Contratista haciendo el oficio a la Secretaría de la Defensa Nacional para que ésta de su autorización para el consumo de explosivos, debiendo el Contratista proporcionar a la Secretaría sus requerimientos mensuales y totales, tanto de explosivos como de accesorios.

7.6.3 INSPECCIÓN

La obra se realizará bajo las directrices generales que establezca la Secretaría y será inspeccionada por el Representante y/o por los inspectores designados por él, quienes cuidarán que se cumpla estrictamente con los requerimientos del proyecto, en los términos del contrato; el Representante llevará un registro de control de las secciones del enrocamiento, donde gráficamente quede señalado el perfil de cada capa terminada hasta la capa de la coraza, en el tramo de que se trate pero la presencia de los inspectores, no revelará al Contratista de su responsabilidad de efectuar correctamente la obra.

7.6.4 RETIRO DEL EQUIPO

Para hacer el retiro o sustitución parcial del equipo en el avance de la obra con relación al calendario de ejecución, el Contratista deberá recabar autorización escrita del Representante previa aprobación de los adelantos registrados.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 9

7.7 PLAZOS PARA INICIAR Y TERMINAR OBRA

7.7.1 PLAZA PARA INICIAR Y FECHA DE TERMINACIÓN

Se fijará la fecha de iniciación de la construcción del enrocamiento, después de entregada al Contratista la orden de trabajo, fijando la fecha en que debe dar por terminada la obra, con base en los rendimientos de los equipos incluidos en su oferta y apoyado en ellos presentará su programa de trabajo.

Una vez presentado el programa de trabajo por el Contratista indicando la fecha en que se dará por terminada la obra, dentro del periodo que se le dio, la secretaría lo estudiará y en su caso lo aprobará y será el que en definitivo se adopte. En vista de lo cual, las sanciones por retraso en el cumplimiento del programa se harán efectivas a partir de la fecha indicada en este.

Cuando el proyecto incluya la construcción de dos o más enrocamientos, la Secretaría indicará el procedimiento o a seguir en la construcción de acuerdo con el programa de obra o modificación lo que convenga a sus intereses.

7.7.2 RETRASOS

Si por causas imputables el Contratista sufre retrasos el programa de Trabajo para la ejecución de las obras, estará obligado a operar en el tiempo extraordinario sus equipos o reforzar los mismos, hasta lograr la nivelación del mismo, siendo por su cuenta las erogaciones que le ocasionen.

7.7.3 AMPLIACIÓN DE PLAZO

La alteración de los programas de trabajo por incremento en la longitud de los enrocamientos o reforzamiento adicional en el morro o alguna otra zona, justificará una ampliación proporcional en el plazo para terminar la obra sobre el tiempo computado originalmente para las operaciones: no siendo justificada una ampliación de tiempo en ningún caso, excepto por alguna otra causa tal como a continuación se indica.

a). - Si por causa de fuerza mayor imputable a fenómeno meteorológico extraordinario, perturbación del orden público asonada, etc. La obra sufre retrasos en el desarrollo del calendario fijado, el retraso será computado para ampliar el plazo de terminación en el lapso que corresponda.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 9

7.8 PRECIOS UNITARIOS

7.8.1 CONSIDERACIONES QUE DEBE TENER EN CUENTA EL CONTRATISTA

Para fijar el Precio Unitario en la obra de construcción de enrocamiento, el contratista deberá tener en cuenta como factores primordiales.

a). - Las características de la formación pétreas que se requiera explotar para la obtención de los materiales requeridos para la construcción de rompeolas escolleras, espigones y pedraplenes. Las características de explotación para la extracción de los agregados necesarios para la fabricación de concreto cuando sea requerido emplear elementos precolados para la capa de la coraza.

- b). - Las distancias y caminos de acceso de las formaciones rocosas a la localización de los enrocamientos, y de los bancos a los patios para la fabricación de los elementos de concreto.
- c). - El programa de operaciones que se establezca para coordinar el ataque de las formaciones rocosas y/o bancos en concordancia con la secuencia requerida para la construcción de los enrocamientos.
- d). - Explotación y apertura de nuevos bancos que puedan ser necesarios.
- e). - La explotación de una formación rocosa requiere desmontes, levantamientos topográficos, despalmes y abrir el frente y/o frentes necesarios de ataque extracción de la roca, acondicionamiento de patios de clasificación de materiales, clasificación del material.
- f). - Construcción de caminos, acondicionamiento de los existentes, reparación y conservación de todas las vías de comunicación entre los bancos y la obra. Acondicionamiento y uso de vías férreas.
- g). - Programa de las operaciones a seguir en la extracción, carga, transportes y colocación del material y/o elementos prefabricados.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 9

7.9 LIQUIDACIONES PARCIALES Y FINAL DE OBRA

7.9.1 EL CÁLCULO DE VOLUMEN DE OBRA ESTABLECIDO EN EL PROYECTO

El volumen de obra que se liquide al Contratista mensualmente será el cómputo de los registros diarios del tonelaje de roca que éste coloque en el enrocamiento de acuerdo con el proyecto. Con fines informativos las estimaciones mensuales de obra deberán ir acompañadas de las secciones transversales que sirvieron de control en la construcción de las capas del enrocamiento en el tramo de que se trate.

La distancia entre las secciones de control se podrá ser entre las secciones de control se podrá ser entre los dos y diez metros. Según lo determine el Representante.

Si durante la realización del proyecto, la Secretaría, considerase conveniente modificar las estimaciones de los enrocamientos y por motivo de ello aumentar el tonelaje de roca el Contratista se obliga a suministrar y colocar el material exento en la obra, al Precio Unitario considerado en su propuesta inicial.

Igualmente, si por alguna razón fuera necesario ejecutar menos obra de la prevista, el Contratista realizará la cantidad reducida de obra, no teniendo derecho por este motivo a pago o bonificación alguna.

7.9.2 DEDUCCIONES

Cuando ordenen el Representante el retiro de algún material indeseable de la obra y éste hubiese sido ya pesado, su peso será deducido de la estimación mensual correspondiente.

7.9.3 DERECHOS DE LA SECRETARÍA

Queda al juicio de la Secretaría al admisión y aprobación de secciones de enrocamiento, que queden fuera de las tolerancias, en cada caso resolverá finalmente si el Contratista debe reparar alguna zona con sección escasa según el proyecto, lo cual será por cuenta del mismo.

7.9.4 DIVISIÓN FINAL DE LA OBRA

Tan pronto como sea posible, después de terminar el trabajo será revisado detenidamente todo lo realizado, cuando se encuentre toda la obra en condiciones satisfactorias, será finalmente aceptada.

7.9.5 RETIRO DE EQUIPO

Al ser terminado y aceptado la totalidad del proyecto, el Contratista deberá retirar todos sus equipos, incluyendo materiales sobrantes, dejando libres las áreas de trabajo, de cualquier objeto producto de sus operaciones que no tengan función alguna en el proyecto.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 9

7.10 SANCIONES

7.10.1 ATRASOS EN LA TERMINACIÓN DE LA OBRA

La falta de cumplimiento por parte del Contratista para la conclusión de la obra, en el plazo fijado en el contrato ocasionará que se haga acreedor a las sanciones que fija la cláusula correspondiente del mismo a menos que hubiese obtenido con anterioridad autorización expresa de la Secretaría de ampliación de plazo en la terminación de la obra por causas no imputables al Contratista, como se indica en el párrafo 7.7.3 "Ampliación del plazo". La ampliación del plazo concedido al Contratista en su caso, modificará el plazo de terminación de la obra en el lapso correspondiente.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 9

7.11 PERSONAL DEL CONTRATISTA

7.11.1 DIFERENTES TIPOS DE PERSONAL

Los precios unitarios estipulados en el catálogo de conceptos de trabajo, deberán incluir las organizaciones por parte de Contratista para sostener una planta de personal idóneo y eficiente que pueda llevar a cabo la realización del proyecto y cumplir satisfactoriamente a juicio de la Secretaría, con las siguientes actividades:

a). - Personal directivo. - Este personal estará capacitado para dirigir y manejar las actividades de la empresa en tal forma que cumpla con todos los requisitos del Programa y Calidad de obra, como lo determina el Proyecto con las instrucciones que de la Secretaría.

b). - Personal de construcción. - Este personal estará capacitado para llevar a cabo las obras de construcción en forma eficiente y correcta de tal manera que se cumpla con todos los requisitos que pida la Secretaría.

c). - Personal de Ingeniería. - Este personal estará capacitado para interpretar, tanto los ordenamientos técnicos que indique el Representante como los planos, y especificaciones del proyecto y será en número suficiente para atender todo lo relativo a extracción, carga, transporte y colocación del material pétreo, operaciones de sondeos, trazos y niveles en la construcción de los enrocamientos con bases a estas especificaciones, siguiendo las líneas y niveles que indique el proyecto.

El personal de la Secretaría tendrá opción de intervenir en los trabajos, en cualquiera de sus puntos y avances.

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 9

7.12 CONCLUSIONES

7.12.1 DERECHOS DEL REPRESENTANTE

En caso de que exista discrepancia entre los planos y especificaciones, corresponde al Representante decidir e indicar al Contratista cual es el que debe tomarse como correcto.

7.12.2 DERECHOS DE LA SECRETARÍA

Cuando la Secretaría lo considere conveniente, dispensará por escrito al Contratista, del cumplimiento de cualquier requisito contenido en estas "Especificaciones".

Subcapítulo basado en la referencia bibliográfica número 9

CONCLUSIÓN

La decisión de construir un puerto y su localización se define luego de realizar análisis económicos, de perspectiva de movimiento de volúmenes, de comunicación interior, de estudios técnicos de dinámica litoral, mareas, antecedentes históricos, perfil de las formas costeras, así como también estudios batimétricos, topográficos, geotécnicos y de planeación.

El puerto tiene como funciones permitir la conexión buque- tierra a través de la cual se realizan las operaciones de carga y descarga de mercancías y pasajeros; así como la de proporcionar abrigo y resguardo a los buques frente a temporales.

Partiendo de esta base, los componentes básicos que deberá contener un puerto serán: diques de abrigo, diques de reparación, obras de protección paralelas a la playa, espigones, muelles, antepuerto o fondeadero, boca de entrada, canales de acceso y dársenas de operación.

De igual manera se considerarán los señalamientos marítimos, indispensables para facilitar y agilizar el tránsito de barcos y evitar accidentes.

Otro de los factores importantes que se deberán tomar en cuenta para obtener la óptima eficiencia del puerto, es la elección adecuada en los equipos e instalaciones involucradas en las operaciones de carga y descarga, manejo y almacenamiento de los diversos productos y materiales, con objeto de reducir los costos y minimizar las estadías de los barcos.

BIBLIOGRAFIA

1. Obras Maritimas.
Vicent Esteban Chapapría
Editorial Limusa

2. La ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres.
Alfonso Rico
Editorial Limusa

3. Marinas, parks and recreation developments.
American Society of Civil Engineers
New York: ASCE, 1994

4. Marine concrete.
Marshall, A.L.
London: Blackie, 1993

5. Introducción al proyecto de estructuras marinas fijas.
Manuel Pastor Pérez

6. Movimiento de Tierras.
Carlos Chavarrí, Federico Alcaraz, Julio César Aceves, Rafael Aburto
C.E.C. Facultad de Ingeniería U.N.A.M

7. Design and construction of ports and marine structures.
Quinn, Alonzo DeF
New York: Mc Graw-Hill, (1972).

8. Capacidad de los muelles.

Fernando Rodríguez Pérez

Madrid: Ministerio de Obras Públicas, Secretaría General Técnica,
(1978).

9. Normativa para la infraestructura del transporte (puertos)

Secretaria de comunicaciones y transportes

10. Estabilidad en buques.

Secretaria de comunicaciones y transportes

México 1984

11. Ingeniería Marítima

Roberto Bustamante Ahumada