

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA



“PUERTOS”

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL
TITULO DE INGENIERO CIVIL**

PRESENTA

CELINA GONZALEZ JIMENEZ

MEXICO, D.F.

AGOSTO 1985



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

INTRODUCCION. 1

CAPITULO 1

TIPOS DE PUERTOS	3
- Definición.	7
- Tipos de puertos.	8

CAPITULO 2

CARACTERISTICAS PRINCIPALES Y FACTORES A TOMAR EN CUENTA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PUERTO	15
- Planeación de un puerto	17
- Estudios preliminares	18
1 Estudios batimétricos	18
2 Estudios topográficos	19
3 Estudios de suelos	20
4 Estudios de corrientes	22
5 Estudios de mareas	24
6 Procesos litorales	25

CAPITULO 3

COMPONENTES DE UN PUERTO	29
- Diques	31
* Diques rompeolas	32
* Diseño estructural de un rompeolas	36
* Elementos precolados	58
* Geotextiles	64
* Diques de reparación	66
- Obras de protección paralelas a la playa.	68
- Espigones	70
- Muelles	72
I Clasificación por su uso o destino	73
A Graneles líquidos	74
B Graneles sólidos	85
C Mercancía general y contenedores	87
D Barcos de pasajeros	90
II Clasificación por características resistentes y de construcción	91
E Muelles de cimentación superficial.	93
F Muelles de cimentación profunda	101
G Muelles de cimentación mixta	109
- Fondeaderos o antepuertos	112
- Ruta de entrada y maniobras del barco	113
- Canales de acceso	116
- Dársenas de operación	117

CAPITULO 4	
TIPOS DE BARCOS Y CARACTERISTICAS PRINCIPALES	119
- Definición	121
- Características principales de diseño	129
- Marcas de seguridad en el barco	133
- Breve historia de los barcos	134
- Tipos de barcos	137
- Unidades de capacidad de los barcos	146

CAPITULO 5	
DESCRIPCION DE LOS PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS MAS RELEVANTES EN LA CONSTRUCCION DE UN PUERTO.	147
- Movimiento de terracerfas	150
- Cimentaciones	163
- Pavimentaciones	163
- Fabricación y colocación de concreto hidráulico	167
- Explotación y manejo de roca	174
- Dragado marítimo	186
- Montajes	195
- Protección catódica	197

CAPITULO 6	
SEÑALAMIENTO MARITIMO	205
- Boyas	208
- Explosivos	212
- Señales fijas en canales	213
- Luces de navegación	213
- Señales luminosas	213
- Faros	215
- Barcos faro	217
- Balizas	217
- Reflectores de radar	219
- Comunicaciones por radio	221
- Lámparas marítimas de señalamiento	226

CAPITULO 7	
INSTALACIONES MARITIMAS	231
- Equipo para movimiento de carga	233
- Movimiento de carga general	234
* Movimientos en tierra	237
* Manejo en bodegas	239
* Contenedores	240
* Roll on, roll off	242
- Movimiento a granel	243
* Equipo para movimiento de material	243
- Servicios generales	250
- Instalaciones portuarias	250

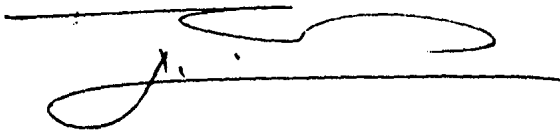
CAPITULO 8	
BASES DEL DESARROLLO PORTUARIO NACIONAL	255
- Proceso de desarrollo de los puertos industriales	259
CAPITULO 9	
EL CONCEPTO DE UN PUERTO INDUSTRIAL	267
CAPITULO 10	
EL PROGRAMA MEXICANO DE PUERTOS INDUSTRIALES	275
CAPITULO 11	
ASPECTOS COMPLEMENTARIOS DEL PROGRAMA DE PUERTOS INDUSTRIALES	291
CAPITULO 12	
EL PUERTO DE ALTAMIRA TAMAULIPAS COMO UN CASO DE ESTUDIOS	299
- Localización, características y zona de influencia	301
- Desarrollo económico e infraestructura general de la zona	304
- Infraestructura de apoyo	305
- Características del puerto industrial	308
- Planeación urbana	311
- Promoción de industrias	313
- Terminal de usos múltiples	318
- Infraestructura portuaria	322
CONCLUSIONES	327
BIBLIOGRAFIA	337

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

Desde las primeras pláticas que tuvimos, en relación a esta tesis, concluimos en la importancia de 3 objetivos:

El primero era buscar un tema poco usual en la presentación de tesis, el segundo que su consulta pudiera ser de utilidad para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil y, el tercero, que pudiera ser un digno remate de una brillante carrera profesional.

Aunque hubo varias alternativas, nos inclinamos a tratar el asunto de obras marítimas por las razones antes expuestas y porque consideramos que el futuro de estos trabajos en México es muy amplio, será muy intenso y se requerirán especialistas tanto en proyectos como en construcción.



ING. RAFAEL ABURTO VALDES

CAPITULO 1

TIPOS DE PUERTOS

Las misiones fundamentales de un puerto son las siguientes:

- Dar abrigo y resguardo a los buques frente a temporales.
- Permitir la conexión buque-tierra, a través de la cual se realizan las operaciones de carga y descarga.

Sin embargo, al margen de que existan o no las obras de abrigo, lo que si se presenta como norma general, es el elemento de conexión buque-tierra, a salvedad de los puertos puramente de refugio, en los que eventualmente podrían existir.

Son tan importantes las comunicaciones terrestres como las marítimas, y es de capital importancia que el puerto esté en armonía con la comunicación por tierra; es decir, que la corriente de tráfico no debe dificultarse en esta estación de transbordo. Las obras realizadas deben permitir futuras ampliaciones.



Puerto de Manzanillo.

DEFINICION.

Un puerto es un lugar natural o artificial en la costa o ribera de un río, parcialmente cerrado, protegido de las mareas y oleaje y dispuesto para la seguridad de las naves y operaciones de tráfico.

El puerto deberá 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 servicio a una o varias zonas de actividad económica que en conjunto forman su Hinterland o zona de influencia.



Puerto industrial Lázaro Cárdenas, Mich.

Las obras de un puerto pueden clasificarse en obras fundamentales y obras complementarias.

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

Las obras de protección como son escolleras ó rompeolas permiten que los buques puedan fondear y efectuar las operaciones de carga y descarga aún durante los más violentos temporales.

Las obras de atraque ó muelles, sirven para la explotación del puerto y estan destinadas a permitir la carga o la descarga de las mercancías y el embarque o desembarque de pasajeros.

Las obras complementarias son las que contribuyen a la explotación del puerto, tales como: conservación de los calados mediante dragado; maquinaria (grúas, cargaderos, etc.); deposito de mercancías (almacenes, silos, tanques, patios de almacenamiento, etc.); oficinas, centrales de control, aduanas; construcción y reparación de buques (varaderos, diques secos o flotantes, astilleros), etc.

TIPOS DE PUERTOS.

Los puertos pueden clasificarse en base a su origen en:

1. Naturales
2. Seminaturales
3. Artificiales

en base a su ubicación en :

4. Marítimos
5. Fluviales
6. Fluviomarítimos
7. Lacustres

o en base a su función en:

8. De refugio

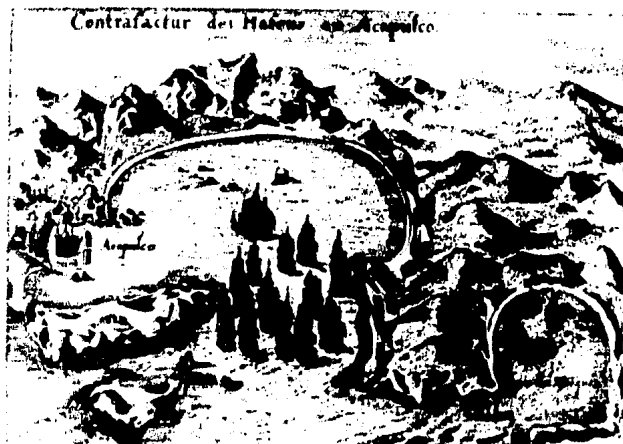
- 9. Comerciales
- 10. Militares
- 11. Industriales

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

- 12. De altura
- 13. De cabotaje
- 14. De marea
- 15. Francos o libres
- 16. Pesqueros
- 17. Deportivos

1. 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.



Puerto de Acapulco.

2. Puertos seminaturales.

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

3. Puertos artificiales.

Son aquellos que están construidos en ríos o costas, protegidos del oleaje mediante rompeolas y creados mediante dragado.

4. Puertos marítimos.

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.

5. 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 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 tienden generalmente a lo largo de la orilla del río.

6. Puertos fluviomarítimos.

Son aquéllos que se encuentran en la ribera de un río, próximos

a su desembocadura y quedan por tanto, sujetos al régimen del río y a los fenómenos del mar.

7. Puertos Lacustres.

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

8. Puertos de refugio.

Puede ser utilizado solamente para dar abrigo a buques en caso de tormenta o ser parte de otro puerto. Algunas veces los puertos son construídos con servicio de anclaje exterior (puerto de refugio), mientras que la dársena interior 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.

9. 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, fruta, químicos y otras industrias.

10. 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, ésto es, túneles-muelle abiertos en zonas escarpadas -- junto al mar.

11. Puertos Industriales.

Son puertos que disponen de grandes áreas donde se asientan complejos industriales, tienen gran calado y manejan grandes volúmenes, se explica con mayor detalle en el capítulo 9.

12. Puertos de altura.

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

13. 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.

14. Puertos de marea.

Estos, aún cuando estén abiertos, sólo 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-

aguas variable pero accesibles en todo momento; los de media marea que mantienen el nivel del agua a la altura media de la marea mediante dársenas 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 altura dada mediante compuertas y son accesibles a intervalos.

15. Puertos Francos o Libres.

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

16. Puertos Pesqueros.

Sus dimensiones estan en función de las embarcaciones a que dan servicio. Un puerto pesquero debe asegurar rapidez 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 con geladoras.

17. 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 este tipo de puertos en ríos y lagos natura

les o artificiales. Su tamaño estará en función del número de -
embarcaciones que reciba, la magnitud de las mismas y su creci-
miento futuro.



CAPITULO 2

CARACTERISTICAS PRINCIPALES Y
FACTORES A TOMAR EN CUENTA PARA
EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN
PUERTO

PLANEACION 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 que se resumen a continuación:

La necesidad de un puerto puede aparecer de diferentes formas:

- a) Una base naval o terminal militar puede ser necesaria.
- b) Se puede requerir un puerto para las exportaciones de una ciudad más o menos cercana que esté en crecimiento y cuyo futuro comercial de exportación y costos competitivos con otros puertos próximos lo justifiquen.
- c) 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, en lugares como Africa, Canada, América del Sur y el Lejano Oriente, ha requerido la construcción de nuevos puertos comerciales.
- d) Generalmente la construcción de un puerto comercial requiere de una fuerte inversión, la cual en muchos casos es obtenida por financiamiento, a no ser que sea inversión del Estado.

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, ésta se llevará a cabo, aunque la integración represente un reto a la ingeniería.

ESTUDIOS PREMILINARES

Será necesario realizar:

- 1) Estudios batimétricos del área del puerto y canales de acceso, así como del fondo en caso necesario.
- 2) Estudios topográficos de la costa destinada a terminales.
- 3) Estudios de suelos (pruebas, sondeos y muestras), tanto en tierra como en el fondo del agua y su análisis.
- 4) Estudios de corrientes.
- 5) Estudios sobre mareas, olas y sismos.
- 6) Estudios sobre procesos litorales y disponibilidad y costo de materiales y mano de obra.

1) ESTUDIOS BATIMETRICOS:

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 macisos rocosos. En caso de que éstos 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.

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 qué marea se tenía y referir posteriormente todos 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.

En caso que sea necesario dragar, se cubicará el material en sitio 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.

2) ESTUDIOS TOPOGRAFICOS

Los planos topográficos de la terminal marítima tendrán curvas de nivel con la precisión o escala requerida para cada caso. Tanto

éstos 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:

- 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. 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.

3) ESTUDIOS DE SUELOS

Para la zona del puerto y canales, deberán hacerse pruebas y análisis de muestras en puntos determinados para conocer las características del subsuelo, donde se localizarán rompeolas, muelles, instalaciones, etc.

Las pruebas y sondeos a realizar se harán sobre una línea definida, a lo largo del eje del futuro muelle o rompeolas por ejemplo y en puntos determinados a los lados de la misma, de tal manera que se obtenga un perfil exacto de estratos hasta el nivel requerido de profundidad. En caso de estructuras anchas, se hará en secciones transversales.

La profundidad de los sondeos dependerá de los estratos existentes, la importancia de la estructura y la profundidad a la que se encuentre la capa resistente. La localización de esta última

será muy importante, para el caso en que utilice cimentación por pilotes.

Para hacer los sondeos o pruebas en el agua, será necesario contar con un pequeño chalán que sostenga y transporte el equipo. - En caso de aguas agitadas, serán necesarias patas de apoyo para el chalán. La cantidad y tipo de equipo dependerá de la clase de información a obtener. Cabe mencionar que independientemente del tipo de pruebas que se haga, las muestras deberán ser tratadas con cuidado tanto en su extracción, como en su transporte al laboratorio para su análisis.

Cuando el fondo a explorar es extenso, puede ahorrarse tiempo mediante la ayuda de sonares, que indicarán el espesor y localización tanto de estratos rocosos como los formados por arcilla, arena y lodo. El sonar no substituye el muestreo, lo complementa.

Análisis de suelos

Los sólidos deberán ser clasificados cuidadosamente. Puesto que en la mayoría de los casos están mezclados sedimentos o arcillas con arena, los análisis de sedimentación y cernido deberán hacerse en laboratorio.

De los resultados de estas pruebas se forman curvas que muestran la granulometría existente. La cantidad de arena, sedimentos y arcilla puede ser determinada de acuerdo al ASTM o el SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos). Este sistema clasifica el suelo no sólo en base al tamaño de los granos, sino también conforme a sus características plásticas.

La información es complementada con perfiles que muestran la estratificación existente, su magnitud y características.

Otras pruebas realizadas son la determinación de contenido de agua, peso específico (seco y sumergido), volúmen de vacíos, -compresibilidad, etc., las cuales son detalladas en el Capítulo 5.

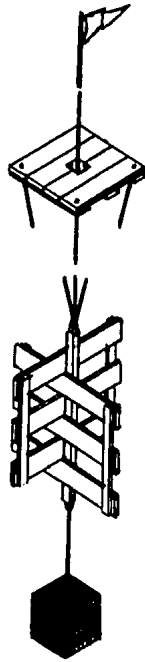
Para conocer la resistencia al corte de los sólidos, su ángulo de fricción y la cohesión, se llevan a cabo pruebas de corte triaxial.

Cuando la determinación de sólidos cohesivos es un factor importante, como en el suelo donde se levantarán rompeolas, diques - en muro, o sea necesario rellenar el terreno hasta un cierto nivel, las pruebas para determinarlo deberán incluir la carga adicional de manera que represente la consolidación que habrá y el tiempo en que ésta se efectuará.

4) ESTUDIOS DE CORRIENTES

Cuando se investiga un sitio propuesto para construir un puerto, es recomendable obtener información de la dirección general y - velocidad de las corrientes en el área.

Uno de los dispositivos utilizados para la observación de corrientes, es el mostrado en la siguiente figura :



Superficie Flotante

Parte Sumergida

Contrapeso (cesta de alambre con desperdicios metálicos).

Dispositivo para observación de corrientes.

Como puede observarse, este aparato está formado por una superficie flotante con un poste y una bandera, una parte sumergida que es movida por la corriente y un contrapeso consistente en una -- cesta de alambre que contiene desechos de metal, en cantidad suficiente para que la superficie flotante esté un poco por encima del agua. Este aparato es puesto en el agua en el área de los rompe olas y se le permite movimiento conforme la corriente. Un hom-bre con un tránsito determina el punto en que se encuentra el apa-rato a intervalos definidos, el curso y velocidad del aparato es

determinado mediante estos puntos. Generalmente se hacen 12 ó más mediciones para diferentes niveles de marea. Este tipo de prueba debe hacerse en períodos de relativa calma. Si los registros de puntos son hechos cuidadosamente, los resultados obtenidos dan la dirección general y velocidad de la corriente en el área investigada con buena aproximación.

La determinación de corrientes también puede efectuarse mediante el uso de radioisotopos, como se explica el punto 6 de este mismo capítulo.

5) ESTUDIO DE MAREAS

En algunos lugares se han establecido medidores de nivel de marea y hay tablas disponibles para su conocimiento. En lugares donde no se han realizado estudios, será necesario instalarlos para determinar los niveles de marea y obtener datos para referencia de nivel, en el caso de cotas de elevación del fondo.

Un medidor de mareas en su forma más simple, consiste en un poste vertical colocado en la costa, en el nivel de marea baja, donde termina el agua y con graduación, a intervalos regulares se hacen observaciones de cómo va subiendo el nivel hasta obtener el nivel de marea más alto.

En lugares donde el oleaje es fuerte, el medidor consistirá en una varilla alta con un flotador en su extremo inferior y, en el superior un puntero o indicador, encerrado en un tubo para su protección. Encima del tubo hay una escala graduada a lo largo de la cual el puntero viaja hacia arriba o hacia abajo, conforme el nivel de la marea. El fondo del tubo tiene una perforación que permite que el agua que está en el interior, tenga el mismo nivel que la exterior. Este aparato de medición es montado en una base o anclado al fondo.

En lugares importantes, donde es necesario tener un registro con tínuo del nivel de mareas para un período largo, será instalado un medidor automático. Este consistirá en un flotador anclado (no se permite movimiento horizontal, únicamente vertical), que se moverá conforme varíe el nivel de la marea y estará conectado a un registrador automático mediante un cable.

El instrumento de registro estará en una construcción cercana o podrá ser impermeable y estar en la costa, éste será accionado por un reloj y una puntilla con tinta trazará una línea en un rollo de papel que indicará la variación del nivel para un intervalo dado. Estos aparatos serán construidos con materiales a prueba de moho, tales como vulcanita para los flotadores, acero inoxidable para los cables y aluminio para la caja de registro.

6) PROCESOS LITORALES

Las modificaciones litorales se deben a que no se ha alcanzado equilibrio en la pendiente de la costa o al transporte de mate-riales a lo largo de ella (acarreo litoral). Una costa es estable cuando el abastecimiento de material al área es igual al material extraído. Si el abastecimiento excede las pérdidas se presenta el fenómeno de azolve, en caso contrario, se tendrá erosión.

Para la elección de cualquier tipo de protección, habrá que considerar el balance entre el abastecimiento y las pérdidas de material.



Fenómeno de azolve.

Las construcciones que se realicen en el mar, afectan el equilibrio existente y originan como consecuencia, nuevas zonas de azolve y erosión, por lo que deberán proyectarse tomando en cuenta el origen y características de los materiales costeros, así como la forma y dirección del transporte litoral.

Las principales fuentes de abastecimiento son: el material que se mueve dentro del área por transporte litoral de playas adyacentes, contribución por corrientes y contribución por la erosión de formaciones costeras. Comúnmente el material de la playa es producto de varias fuentes, las cuales se determinan comparando-

muestras obtenidas de las posibles fuentes con el material de playa. La cantidad de material aportado puede obtenerse por medición directa, estudios de sedimentación de materiales o capacidad de transporte de sedimentos de las corrientes.

Para visualizar en forma general el estado de la costa, pueden utilizarse fotografías aéreas que muestren la existencia de acarreo litorales mediante líneas de playas sucesivas, la orientación de la desembocadura de un río, el ancho de la faja arenosa, las zonas de acumulación de material o por comparación a través del tiempo.

El transporte puede realizarse mediante las olas, por suspensión y corrientes, por deslizamiento, rodamiento y saltos o una combinación de ellos.

Para la determinación de la dirección del acarreo litoral, además de la observación directa, se utilizan procedimientos teóricos a partir de los planos de oleaje.

Radioisotopos

Uno de los procesos para determinación de corrientes y acarreo litoral, es la utilización de radioisotopos. Esta consiste en combinar arena con material radiactivo y depositarlo en zonas determinadas de antemano, posteriormente mediante un detector, se va registrando el movimiento de las partículas, su dirección, densidad y la velocidad con que éstas son movidas por corrientes o acarreo de un lugar a otro.

CAPITULO 3

COMPONENTES DE UN PUERTO

D I Q U E S

Por su importancia, su elevado costo y su dificultad, la obra principal, específica de puertos, es el dique de abrigo, necesario para asegurar en el interior del puerto la calma exigida para que pueda efectuarse el enlace, atracando el buque al muelle.

Los diques se clasifican en: diques rompeolas y diques reflejantes. Los primeros originan la rotura de la ola anulando su energía, y los segundos evitan dicha rotura, reflejando la ola en su paramento, y devolviendo la energía al mar. Existe también el tipo mixto que, salvo casos excepcionales de mares o zonas poco batidas o de cimentaciones en roca firme, no son aconsejables -- por producir la rotura de la ola que luego choca violentamente -- contra el paramento vertical.

El tipo específico de dique rompeolas es el de escollera y el de dique reflejante el vertical. Técnicamente es obligado el tipo de dique rompeolas de escollera en el caso de que la profundidad del fondo en la ubicación de la obra sea menor que la necesaria para que la ola máxima se refleje sin romper, se recomienda que para proyectar un dique reflejante la profundidad ha de ser, como mínimo, el doble de la altura de la ola, es aconsejable construir en algunos casos de diques reflejantes el tramo de arranque como dique rompeolas. También es aconsejable el tipo de dique de escollera deformable, en el caso de que el fondo este -- formado por terrenos que puedan originar asentamientos.

Los diques reflejantes ofrecen en muchos casos, sobre los rompeolas, la ventaja de su economía y el inconveniente de que las -- averías suelen ser de grandes proporciones, mientras que en los diques rompeolas estas averías suelen tener menos importancia, -- ya que permite asentamientos.

DIQUES ROMPEOLAS

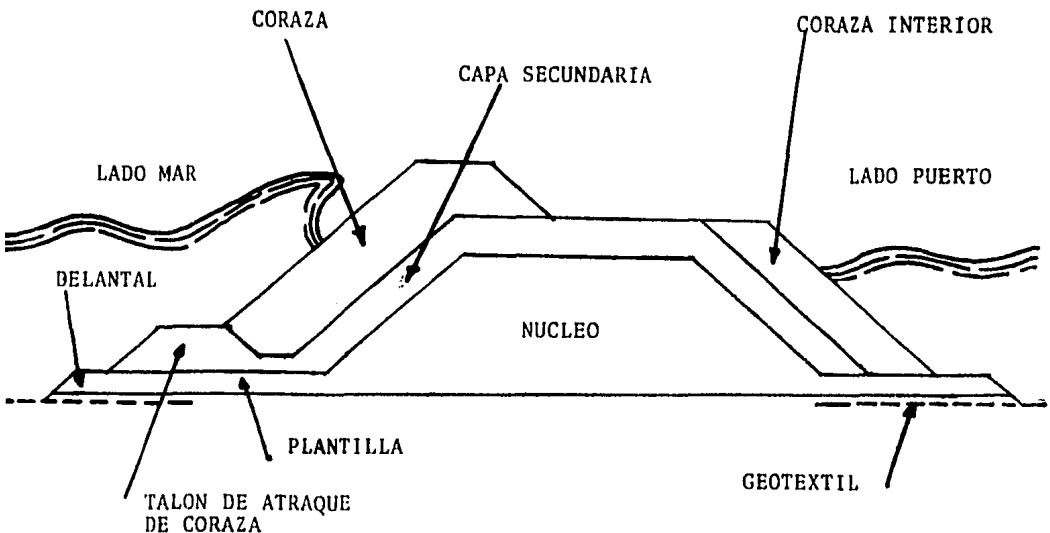
Su finalidad primordial estriba en constituir una barrera permanente contra el oleaje de mar, a fin de crear en forma artificial una zona protegida y en calma en la que puedan realizarse en forma expedita y económica las operaciones portuarias, en un sitio en que las condiciones naturales no lo permiten. 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.



ROMPEOLAS

Las funciones antes definidas se obtienen económicamente con un rompeolas a talud, constituido simplemente por un dique de enrocamiento formado con dos elementos básicos: la coraza y el núcleo. La coraza consiste en rocas o elementos precolados de concreto, con el peso y espesor necesarios para resistir el embate del oleaje. Aunque su costo es elevado, debe cuidarse de no caer en ahorros que pongan en peligro la estructura tan importante, razón por la que más adelante se discutirán los criterios de diseño.

El núcleo, que no estará expuesto a la acción directa del oleaje puede y debe construirse con los materiales que en forma más económica se disponga cerca del rompeolas, como arena, grava o el producto integral de una cantera, con tal que, mediante una razonable graduación de sus partículas, se obtenga una masa relativamente impermeable y poco deformable.



Para asegurar la formación y permanencia del núcleo deberá cubrirse con un material que actúe como filtro para evitar que las partículas de menor tamaño emigren a través de los grandes huecos de la coraza. Comúnmente a este filtro se le denomina capa secundaria.

El núcleo así construído y protegido servirá también como la base del camino que se necesita durante los procesos de construcción, siendo lo más angosta y baja posible dentro de la seguridad del diseño, a fin de permitir el tránsito expedito de los camiones y la operación de las grúas que se requieren para colocar por vía terrestre los materiales de la obra.



Construcción de rompeolas en
Altamira, Tamps.

Por el lado interior del puerto, en el que el oleaje será menor, se requiere también proteger el rompeolas con una coraza de roca más ligera que la del lado exterior, la que a su vez debe apoyarse en una capa secundaria o filtro que arrope y proteja al núcleo. Cuando el rompeolas sea del tipo rebasable deberá verificarse que tanto la coraza en el lado interior como la corona, no resulten erosionables por este efecto.

Otro elemento básico en el diseño de los rompeolas lo constituyen los atraques al pie de las corazas que tienen la doble función de servir de apoyo a estas últimas y actúan como defensas contra la erosión en la base de los taludes de la estructura.

Por último, dependiendo de las características del fondo marino en que se desplante el rompeolas, convendrá incluir como parte del proyecto la construcción de una plantilla de roca en el desplante de la obra, que restrinja la migración del material fino del fondo a través de los huecos de la coraza. En casos extremos de fondos arenosos muy finos, y según la importancia de la obra, podrá justificarse el empleo de un filtro a base de un geotextil, en vez de la plantilla de roca.

Para limitar la erosión al pie de la estructura, que puede inducir el deslizamiento de los materiales colocados en el talud de la obra, resulta muy recomendable extender generosamente la plantilla de roca con o sin el geotextil, para formar un delantal, adelante del pie del talud del atraque de la coraza.

Teniendo en mente las funciones básicas que desempeñarán los diversos elementos constitutivos de un rompeolas, que en términos muy generales se han descrito, resulta posible precisar los criterios de diseño para su dimensionamiento, así como definir las especificaciones técnicas para el control de calidad de los materiales y las normas que deben respetarse durante el proceso de colocación de los mismos.

DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN ROMPEOLAS

En el año de 1938, el ingeniero español Ramón Iribarren, postuló "Una fórmula para el cálculo de los diques de escollera", ella es:

$$P = \frac{N \cdot A^3 \cdot d}{(\cos\alpha - \operatorname{sen}\alpha)^3 (d - 1)^3} \quad \begin{array}{l} N = 0.43 \text{ para} \\ d = 2.38 \end{array}$$

y con ella se obtiene el peso P que debe tener cada elemento de la coraza. Para ello se basó en la siguiente deducción:

El procedimiento a seguir es deducir la fórmula en condiciones teóricas, dejando en ella coeficientes que pudieran ser fijos o variables en función de los propios datos del problema, y que luego, mediante la experiencia u observación directa, se determinan para varios casos, comprobándose así si las hipótesis en que se fundamentan los cálculos son admisibles y suficientemente aproximadas.

Para la deducción de la fórmula se considera la ola al romper como una gruesa vena líquida que incide sobre un plano normal a su trayectoria. Esto puede considerarse así porque la máxima velocidad orbitaria horizontal de las moléculas superficiales, al romper la ola es, como sabemos, denominando A a la altura de ola, $A = 2h$:

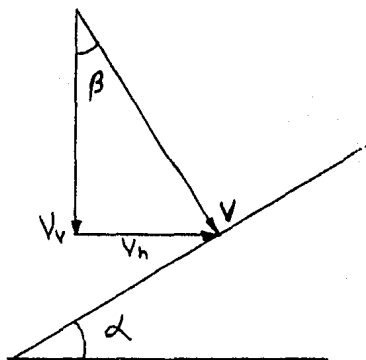
$$V_h = \sqrt{gh} = \sqrt{g \frac{A}{2}} \quad (1)$$

La máxima velocidad vertical es la de caída de las moléculas desde la cresta al seno, ya que la rotura en estos fuertes taludes del dique se produce casi en seco; es decir:

$$V_v = \sqrt{2g A}, \quad (2)$$

y, por consiguiente, la inclinación de la velocidad resultante - vendrá definida por:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{V_h}{V_v} = \frac{1}{2} . \quad (3)$$



Los taludes corrientes de los diques varían desde algo menos de $\cot \alpha = 2$ a algo más de $\cot \alpha = 3$, pues hacerlo más suave que éste último valor es poco aconsejable económicamente, salvo casos excepcionales.

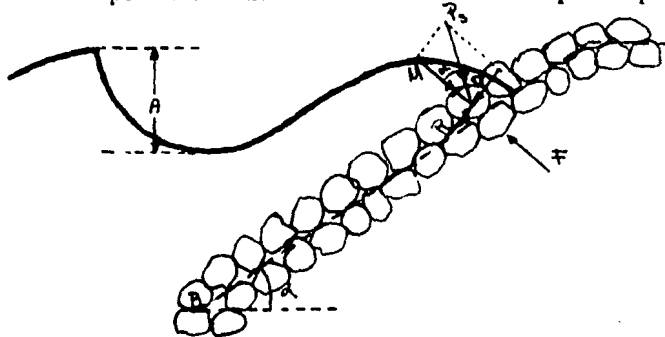
Si el talud fuese de $2/1$ la velocidad, v , sería normal a él por ser $\alpha = \beta$. Si fuese algo distinto, la velocidad formaría un pequeño ángulo con el talud del dique, pero prácticamente, y generalmente dentro de un conveniente margen de seguridad, podemos admitir que son normales.

Por consiguiente, la velocidad de la vena líquida incidente, normal al talud, será:

$$V = \sqrt{V_h^2 + V_v^2} = \sqrt{g \left(2 + \frac{1}{2} \right) A} = N_1 \sqrt{gA}, \quad (4)$$

siendo $N_1 = \sqrt{\left(2 + \frac{1}{2} \right)}$ un coeficiente

La escollera podemos considerarla constituida por capas y vamos-



a estudiar las condiciones de equilibrio límite del canto medio-situado en la superficie exterior del dique. Al romper la ola sobre la capa exterior de escollera y atravesarla el líquido, -- quedará una cierta velocidad en la dirección de la vena líquida, no anulándose totalmente su cantidad de movimiento porque parte del agua pasará a través de los huecos de esta primera capa, que es muy permeable. La altura de líquido, cuyo peso específico es $\gamma_1 = \rho g$, representativa de la presión dinámica sobre el canto -- considerado será de la forma:

$$\frac{P}{\rho \cdot g} = \frac{P'}{\gamma_1} = m \frac{V^2}{2g}, \quad (5)$$

siendo m un coeficiente menor que 2 y pequeño, porque ya hemos -

visto que el valor máximo de este coeficiente es 2, y corresponde a la anulación total de la cantidad de movimiento.

Si llamamos S a la sección media del canto, la fuerza que la ola ejerce sobre él será de la forma:

$$F' = N_2 P' S = N_2 \cdot m \frac{v^2}{2g} \times \gamma_1 \times S = N_3 \gamma_1 \cdot S \cdot \frac{v^2}{2g}, \quad (6)$$

siendo N_2 un coeficiente de forma del canto medio considerado.

Continuando la vena líquida su recorrido entre los huecos que dejan entre sí los cantos de la primera capa, choca con los de la segunda capa, que estarán taponando en su mayor parte los huecos que dejan aquéllos, y se producirá entonces en la superficie de esta segunda capa una anulación casi total de la cantidad de movimiento, con la creación de una presión mayor que la ejercida en la cara externa de los cantos de la primera capa, y que al transmitirse a la cara posterior de los mismos origina en éstos una subpresión, y por consiguiente una fuerza, que tiende a separar dichos cantos de su superficie de apoyo en el dique. El valor de esta fuerza tendrá también la forma:

$$F'' = N_4 \gamma_1 S \cdot \frac{v^2}{2g}, \quad (7)$$

siendo $N_4 > N_3$.

La resultante de las dos fuerzas a que está sometido así el canto tendrá, por consiguiente, el sentido que se indica en la anterior tendiendo a levantar el canto, puesto que $F'' > F'$, y valdrá:

$$F = F'' - F' = N_5 \gamma_1 S \cdot \frac{v^2}{2g}, \quad (8)$$

y teniendo en cuenta el valor (4) :

$$F = N_6 \lambda_1 S A \quad (9)$$

Establezcamos ahora la condición de equilibrio estricto límite - del canto sobre el talud del dique o, mejor dicho, de todos y ca da uno de los cantos de la primera capa abarcados por la gruesa- y ancha vena líquida constituida por la ola al romper. Cada uno de estos cantos estará sometido a una fuerza deslizando D, que - es la componente, paralela al talud, del peso P_s del canto sumeri gido, y a una fuerza resistente al descenso, R, originada por el rozamiento de dichos cantos de la primera capa sobre los que cons tituyen la superficie BC de la segunda, que vale:

$$R = (M - F) f, \quad (10)$$

siendo M la componente normal al talud de dicho peso P_s y f el - coeficiente de rozamiento de la escollera con la escollera que, - por aproximarse mucho su talud natural, independientemente del - tamaño de los cantos, a 45° , resulta ser, con conveniente margen- de seguridad, $f \simeq \text{tg } 45^\circ = 1$, y por consiguiente:

$$R = M - F. \quad (11)$$

Por lo tanto, en el equilibrio estricto, o sea en el caso límite en el que aún no se inicie el descenso de los cantos de la prime ra capa como consecuencia de la disminución de su rozamiento so- bre los de la segunda, tendremos:

$$D = R = M - F. \quad (12)$$

Siendo

$$D = P_s \text{ sen } \alpha, \quad (13)$$

y

$$M = P_s \cos \alpha, \quad (14)$$

resulta la ecuación de equilibrio estricto:

$$P_s \sin \alpha = P_s \cos \alpha - F = P_s \cos \alpha - N_6 \gamma_1 S.A. \quad (15)$$

Si denominamos l a una dimensión lineal escalar del canto, y γ al peso específico del material de que está constituido, tendremos que el peso del canto sumergido vendrá dado por una expresión de la forma:

$$P_s = N_7 l^3 (\gamma - \gamma_1), \quad (16)$$

en la que N_7 es un coeficiente que depende de la forma del canto.

Análogamente, tendremos la expresión de la superficie maestra del canto:

$$S = N_8 l^2. \quad (17)$$

Sustituyendo estos valores y el dado por (9) en la expresión (15), resulta:

$$N_7 l^3 (\gamma - \gamma_1) \sin \alpha = N_7 l^3 (\gamma - \gamma_1) \cos \alpha - N_6 N_8 \gamma_1 A. l^2, \quad (18)$$

o sea:

$$l = \frac{N_6 N_8 \gamma_1 A}{N_7 (\cos \alpha - \sin \alpha) (\gamma - \gamma_1)}. \quad (19)$$

El peso del canto sin sumergir será :

$$P = N_7 \cdot (\delta^3 \cdot \delta^3) = N_7 \frac{N_6^3 N_8^3}{N_7^3} \cdot \frac{\delta^3 \delta_1^3 A^3}{(\cos \alpha - \sin \alpha)^3 \cdot (\delta - \delta_1)^3}, \quad (20)$$

o sea, denominando N_α al coeficiente adimensional definitivo -

$\frac{N_6^3 \cdot N_8^3}{N_7^3}$, obtenemos la fórmula buscada:

$$P = \frac{N_\alpha \cdot \delta^3 \cdot \delta_1^3 \cdot A^3}{(\cos \alpha - \sin \alpha)^3 (\delta - \delta_1)^3}, \quad (21)$$

que nos da el peso necesario para los cantos en función de los datos del problema.

Aún en el caso de que, por ser el talud muy escarpado o por otra causa cualquiera, se admita que la ola no siempre rompa en la forma expuesta y, como consecuencia de lo cual, el arrastre de los cantos sea provocado por el descenso del agua por el talud, la fuerza F'_1 , de acción de esta corriente de bajada, en este caso paralela al talud, sobre el canto o los cantos afectados, tendría también la forma:

$$F'_1 = N'_1 \delta_1^3 S \frac{v^2}{2g} = N'_2 \delta_1^3 A \cdot S,$$

por ser :

$$v_h = \sqrt{\frac{g A}{2}},$$

la máxima velocidad horizontal del agua al incidir sobre el talud, y representar el coeficiente N'_1 , mucho menor que la unidad, la reducción de velocidad sufrida durante la subida y la bajada del agua por el talud, originada principalmente por la rugosidad

y la permeabilidad de la escollera.

En este supuesto, la resistencia al descenso del canto o cantos-valdrá:

$$R = M \cdot f = P_s \cos \alpha;$$

la componente D seguirá siendo $D = P_s \sin \alpha$ y la ecuación de equilibrio estricto será:

$$D + F_1' = R,$$

o sea:

$$P_s \sin \alpha + N_2' \gamma_1 A \cdot S = P_s \cos \alpha,$$

llegándose, por lo tanto, a la misma fórmula:

$$P = \frac{N_a \cdot \gamma \cdot \gamma_1^3 \cdot A^3}{(\cos \alpha - \sin \alpha)^3 (\gamma - \gamma_1)^3}, \quad (22)$$

para la determinación del peso de los cantos, en la que únicamente podría resultar el coeficiente adimensional N_a , distinto de N_a .

Para mayor facilidad en las aplicaciones prácticas, podemos dar a la fórmula (21) la sencilla forma:

$$P = \frac{N_a \gamma_1 \cdot A^3 \frac{\gamma}{\gamma_1}}{(\cos \alpha - \sin \alpha)^3 \left(\frac{\gamma}{\gamma_1} - 1 \right)^3} = \frac{N A^3 d}{(\cos \alpha - \sin \alpha)^3 (d - 1)^3},$$

en la que, aunque el coeficiente $N = N_a \gamma_1$ no es adimensional, solamente hay que emplear la densidad relativa d , de los cantos o bloques con respecto al agua, en lugar de los pesos específicos.

Para el cálculo de los diques de escollera, sólo resta añadir -- que el procedimiento a seguir para el afine del método de cálculo es precisar mediante la experimentación y la observación de - casos reales el valor del coeficiente N, determinando su variación, si la hubiera, en función de las demás variables de la fórmula; la fórmula para el cálculo de los diques de escollera o -- rompeolas es:

$$P = \frac{N \cdot A^3 d}{(\cos\alpha - \text{sen}\alpha)^3 (d - 1)^3} \quad (23)$$

en la que:

P = peso de los cantos, en toneladas.

A = altura total de la ola que revienta sobre el dique, en metros.

d = densidad relativa del material de los cantos o bloques.

α = ángulo, con la horizontal, del talud del dique.

El peso de los cantos es proporcional al cubo de la altura de la ola: es decir, a altura de ola doble el peso de los cantos ha de ser ocho veces mayor, lo que, es lógico, puesto que la dimensión lineal o el tamaño del canto resulta ser proporcional, supuestos constantes la densidad y el talud, a la altura de ola.

Del examen de la fórmula se deduce que es más conveniente el empleo de escollera natural que el de escollera artificial, ya que a igualdad de altura de ola y talud, la relación de los pesos de los cantos de una y otra clase, sería:

$$\frac{P_{\text{nat}}}{P_{\text{art}}} = \frac{0,015 \times \frac{d_{\text{nat}}}{(d_{\text{nat}} - 1)^3}}{0,019 \times \frac{d_{\text{art}}}{(d_{\text{art}} - 1)^3}}$$

Si, por ejemplo se tratase de bloques artificiales de un hormi--
gón cuya densidad fuese 2, y de una escollera natural de gran --
densidad aproximada a 3, el valor de la relación sería:

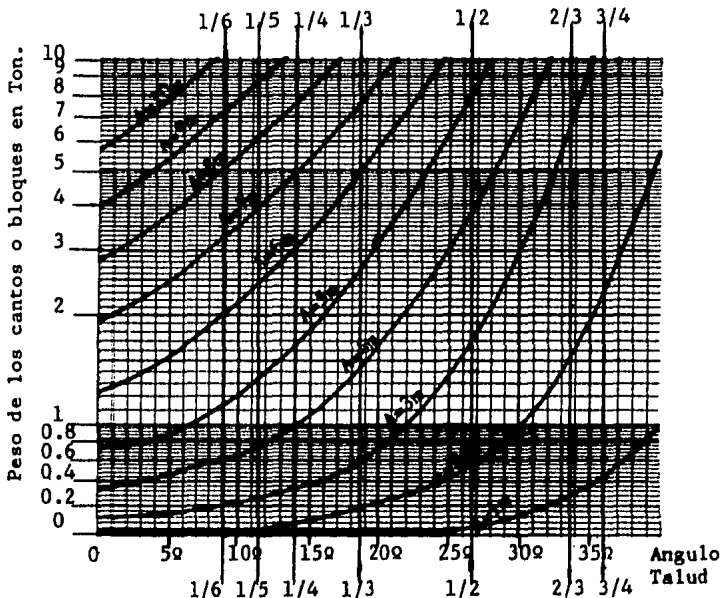
$$\frac{P_{nat}}{P_{art}} = \frac{0,015 \times \frac{3}{8}}{0,019 \times \frac{2}{1}} = \frac{1}{6,7} ;$$

equivaldrían a los aparentemente más convenientes bloques artifi--
ciales de 15 ton.

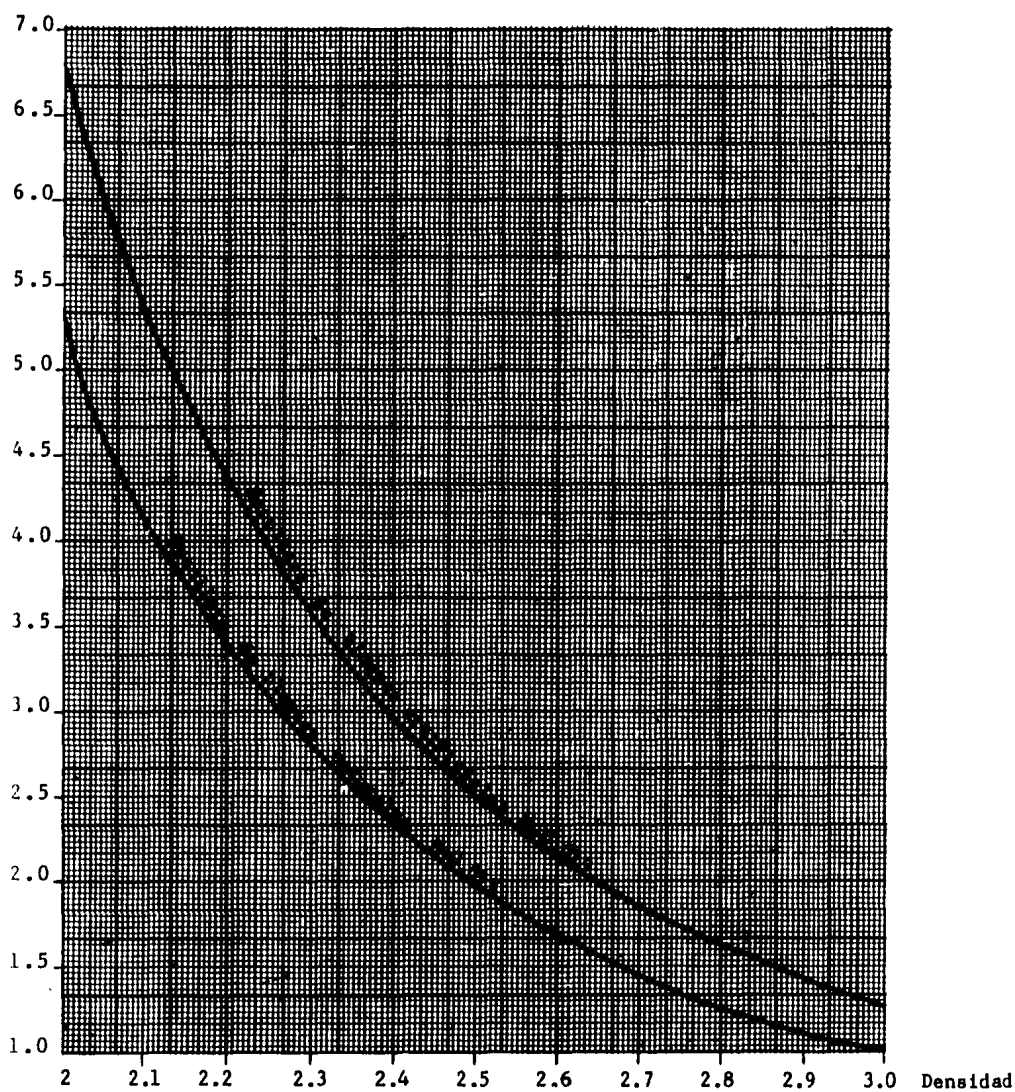
Aún cuando el oleaje sea suave, los taludes no deben bajar de --
3/1.

Con el fin de facilitar los tanteos para la aplicación de la fó--
rmula, se presentan las gráficas 1 y 2, que dan los pesos de los--
cantos en función del talud y viceversa, para alturas de ola de--
1 a 10 mts.

(densidad d=3; N=0.015)



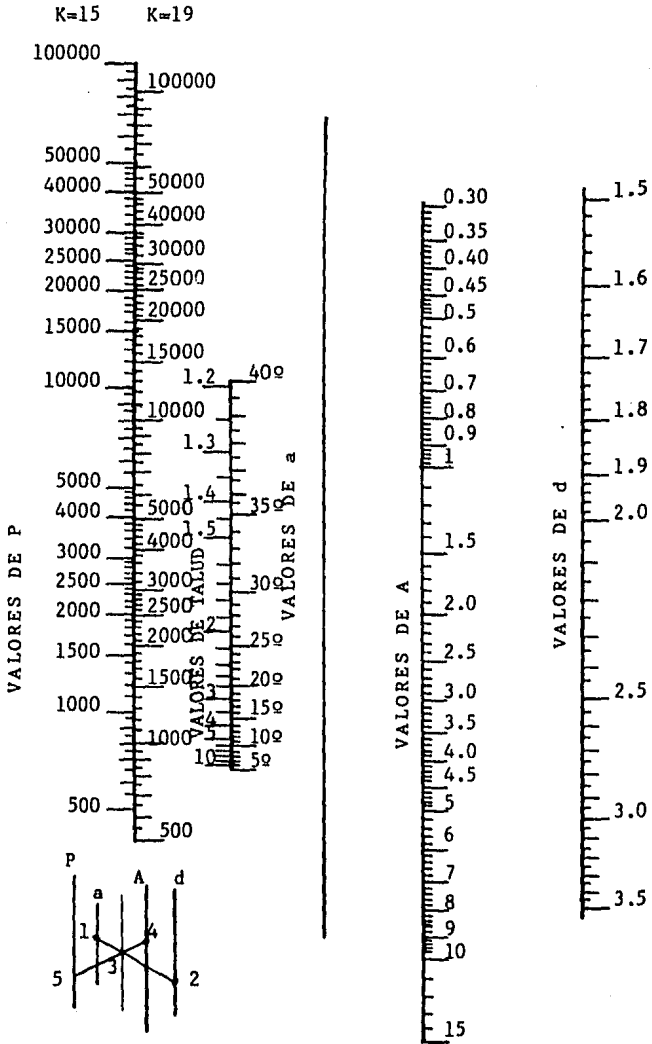
Gráfica 1. Detalle de la gráfica 2



Gráfica 3. Gráfico de los factores correspondientes a la densidad y a la naturaleza de la escollera.

Nomograma de la fórmula

$$P = \frac{K A^3 d}{(\cos \alpha - \text{sen} \alpha)^3 (d-1)^3}$$



Gráfica 4. Nomograma para la aplicación de la fórmula.

En el transcurso de los años muchas más fórmulas fueron propuestas. Una lista de las más conocidas es la siguiente:

$$\text{CASTRO (España)} \quad P = \frac{0.704}{(\cot \alpha + 1)^2 \sqrt{\cot \alpha - \frac{2}{d}}} \cdot \frac{A^3 d}{(d-1)^3} \quad (\text{para } d=2.65)$$

$$\text{MATHEWS (EEUU)} \quad P = \frac{0.0149}{(\cos \alpha - 0.75 \sin \alpha)^2} \cdot \frac{A^2 T d}{(d-1)^3} \quad T = 2.5 A$$

$$\text{EPSTEIN y TYRREL (EEUU)} \quad P = \frac{N}{(M - \tan \alpha)^3} \cdot \frac{A^3 d}{(d-1)^3}$$

$$\text{HICSON y RODOLF (EEUU)} \quad P = \frac{0.0162}{\tan^3 45^\circ - \frac{\alpha}{2}} \cdot \frac{A^2 T d}{(d-1)^3} \quad T = 2.5 h$$

$$\text{HUDSON (EEUU)} \quad P = \frac{1}{N_p \cot \alpha} \cdot \frac{A^3 d}{(d-1)^3}$$

$N_p = 3.2$
 para 0.1% de daño
 $N_p = 15.5$
 para 30-60% de daño.

$$\text{LARRAS (Francia)} \quad P = \frac{N \left[\frac{2\pi A}{L} \right]}{(\cos \alpha - \sin \alpha)^3} \cdot \frac{A^3 d}{(d-1)^3}$$

$N = 0.0152$
 para $Z = \frac{A}{2}$
 y $\frac{A}{L} < 0.1$

$$\text{BEAUDEVIN (Francia)} \quad P = N \cdot N_s \frac{1}{\cot \alpha - 0.8} - 0.15 \cdot \frac{A^3 d}{(d-1)^3} \quad N = 0.10 \\ N_s = 2.5$$

$$\text{HEDAR (Suecia)} \quad P = \frac{N}{(\cos \alpha - \text{sen } \alpha)^3} \cdot \frac{A^3 d}{(d-1)^3} \quad N = 0.015$$

$$\text{SVEE (Noruega)} \quad P = \frac{N}{\cos^3 \alpha} \cdot \frac{A^3 d}{(d-1)^3} \quad N = 0.12$$

$$\text{SN-92-60 (URSS)} \quad P = \frac{N}{\sqrt{1 + \cot^3 \alpha}} \cdot \frac{A^2 L d}{(d-1)^3} \quad N = 0.015 \\ L = 20 A$$

$$\text{RYBTCHEVSKY (URSS)} \quad P = \frac{N}{\cos^3 \alpha \cdot \sqrt{\cot^3 \alpha}} \cdot \frac{A^2 L d}{(d-1)^3} \quad N = 0.015 \\ L = 20 A$$

$$\text{METELICYNA (URSS)} \quad P = \frac{N \cdot N_s}{\cos^3 (23^\circ - \alpha)} \cdot \frac{A^3 d}{(d-1)^3} \quad N = 0.025 \\ N_s = 1.5$$

$$\text{GOLDSCHTEIN y KENONENKO (URSS)} \quad P = 0.3 N \tan^{1.23} \alpha \cdot \frac{A^3 d}{(d-1)^3} \quad N = 1.4 \\ \text{para } A < 5m$$

Como puede observarse fácilmente, el primer término de todas las ecuaciones proponen una constante y la relacionan con el ángulo del talud del rompeolas y el segundo término es el mismo y está

en función de (d) que es la densidad relativa del material que se va a utilizar.

El Profesor Per Brunn, probablemente la máxima autoridad en nuestros días en Ingeniería Oceánica, dice: "Para el cálculo de rompeolas se han propuesto muchas fórmulas, todas ellas similares. - La fórmula original de Iribarren que fue concebida en forma semi-teórica, que incluye aspectos tanto hidrodinámicos como de geotecnia (fricciones), fue la primera y probablemente sigue siendo la mejor. Las otras fórmulas, imitaciones de ella, sólo hacen más confuso el entendimiento de los esfuerzos que actúan en el problema, obtenidas además en modelos de laboratorios cuyos estudios no toman en consideración el problema hidrodinámico de las olas ni los problemas hidrodinámicos que interactúan en el proceso real de funcionamiento de un rompeolas".

En razón de lo anterior, el PIANC (Asociación Internacional Permanente de Congresos de Navegación) en su 2a. Comisión sobre oleaje celebrada en 1976, en Bruselas Bélgica, emitió la siguiente conclusión:

"Tomando en cuenta las múltiples discrepancias entre las fórmulas relativas al cálculo de rompeolas y sus incuestionables diferencias esquemáticas, esta Comisión considera a dichas fórmulas para el diseño de escolleras de enrocamiento con limitaciones importantes. Solamente para evaluaciones preliminares del proyecto deberán ser aplicadas".

Parece ser que el problema se ha enfocado básicamente a buscar -- "coeficientes de laboratorio".

Se han cometido dos errores básicos en este asunto: El primero y bien conocido para los expertos es que no es la "altura" de la ola la variable importante del problema, sino un cambio en las condiciones del oleaje como las olas o grupos de olas especialmen

te peligrosas, cuyos efectos son bien conocidos en los grandes colapsos de rompeolas como en Siñes (Portugal), Bilbao (España), - Arzew El Djodid (Argelia), Trípoli (Trípoli) y San Ciprian (España), en donde además la coraza estaba formada por bloques de concreto.

No es la "ola más alta", sino la MASA y el MOMENTO lo que causa los colapsos graves. Esto nos lleva a cuidar más de la longitud de onda de las olas que su altura.

Cuando las grandes escolleras eran construidas con grandes fragmentos de roca, el interés se centró en el análisis de la estabilidad del elemento dentro del conjunto especialmente en contra de cualquier movimiento. Al incluirse piezas fabricadas y a veces demasiado sofisticadas, se olvidó el estudio y análisis de otros aspectos estructurales con detalle. Actualmente se sabe que un colapso es producido por una cadena de fallas y no solamente por un problema de estabilidad o inmovilidad de una de las piezas de coraza.

Los análisis actuales deben tomar en cuenta:

- a) La estabilidad total del rompeolas como un solo elemento.
- b) La estabilidad o inmovilidad de los componentes, particularmente en la coraza.
- c) El análisis estructural propio del elemento de coraza, especialmente si es una pieza prefabricada y, por supuesto en relación con las piezas vecinas.

Es importante señalar que los colapsos han sucedido cuando además la estructura está completamente humedecida.

Otro fenómeno a estudiar detalladamente en los modelos hidráulicos, es el llamado "Efecto de resonancia", el cual se presenta -

al coincidir el período del oleaje con el relativo al efecto de -
 sube y baja del mismo.

La estabilidad de cualquier tipo de bloque debe analizarse por -
 dos fórmulas:

$$\Psi = - \frac{P}{\gamma H^3 R.}$$

en donde Ψ es la llamada "Función estabilidad"

P = peso de la pieza

γ = peso específico del agua.

H = Altura de la ola medida desde el pie de la estructura.

$$R = \frac{\gamma_r}{(\gamma_r - 1)^3}$$

γ_r = Densidad relativa del
 material por usar

y la segunda denominada "Número de Iribarren"

$$I_r = \xi = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{\frac{H}{L_o}}} = \frac{\tan \alpha \cdot 1.25 T.}{\sqrt{H}}$$

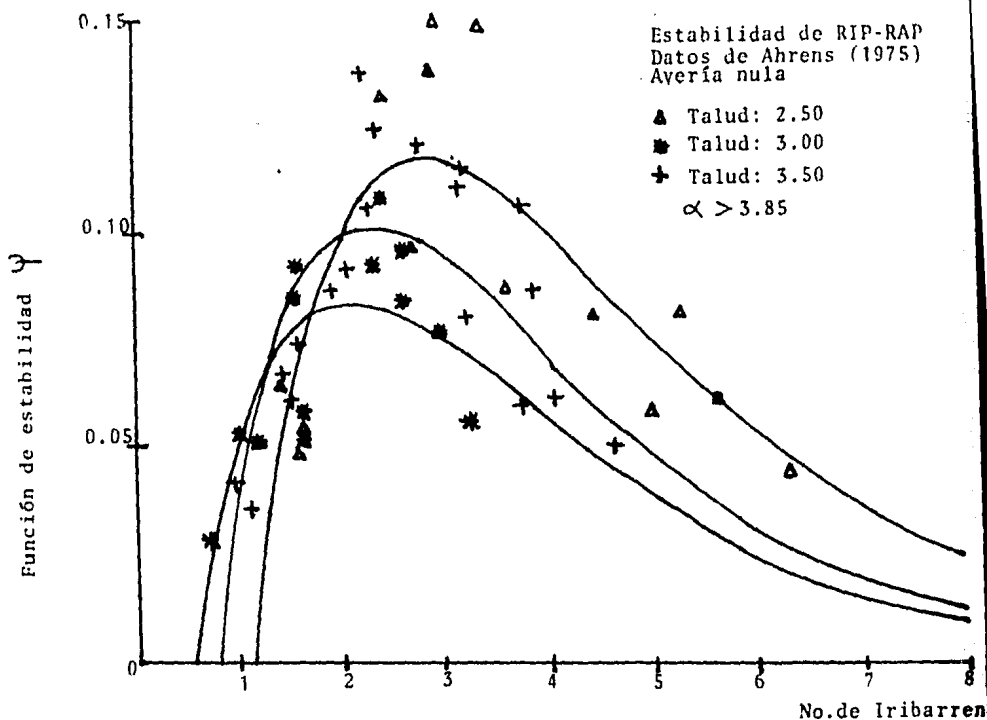
L_o = Semilongitud de la ola

T = Período de la ola

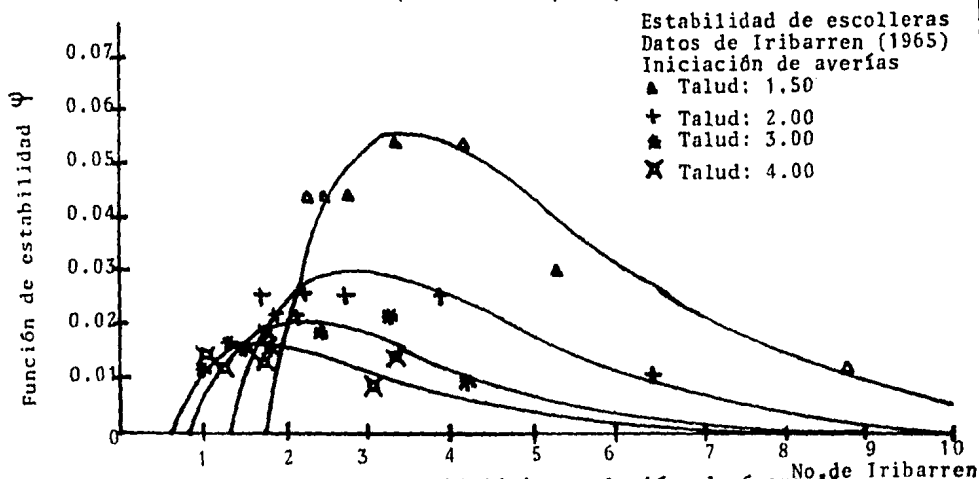
α = Angulo del talud

La experiencia demuestra y ello puede verse en las gráficas 5, -
 6, 7, 8 y 9.

Un colapso es una combinación de choques, inercia y fuerzas de -
 arrastre soportadas por el efecto de la presión hidrostática del



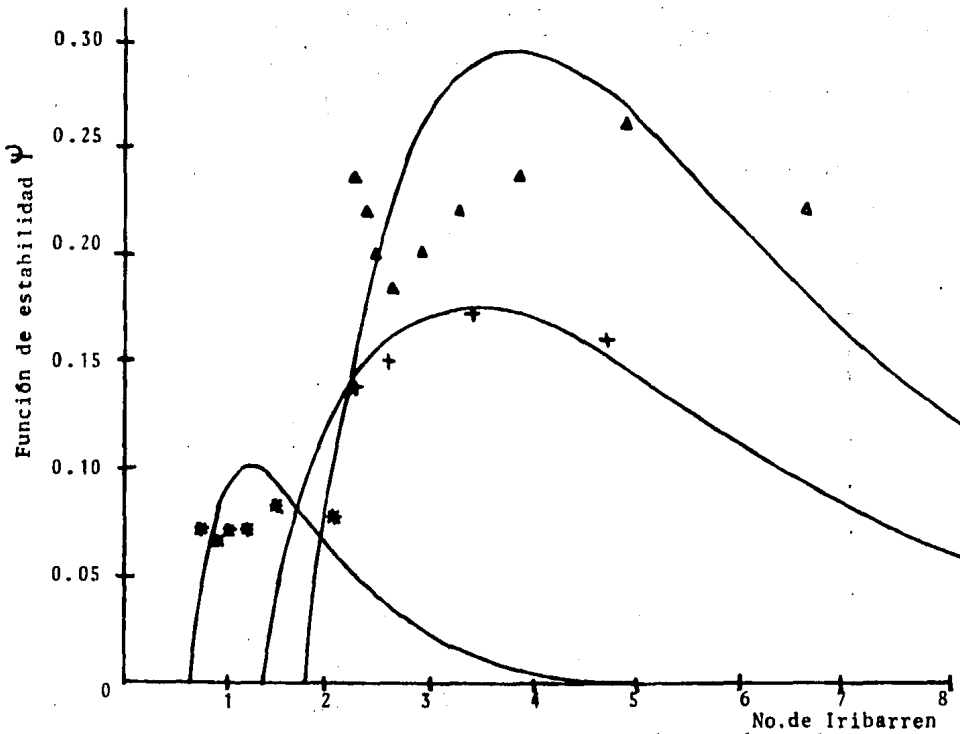
Gráfica 5. Función de estabilidad en relación al número de Iribarren (curvas de mejor ajuste).



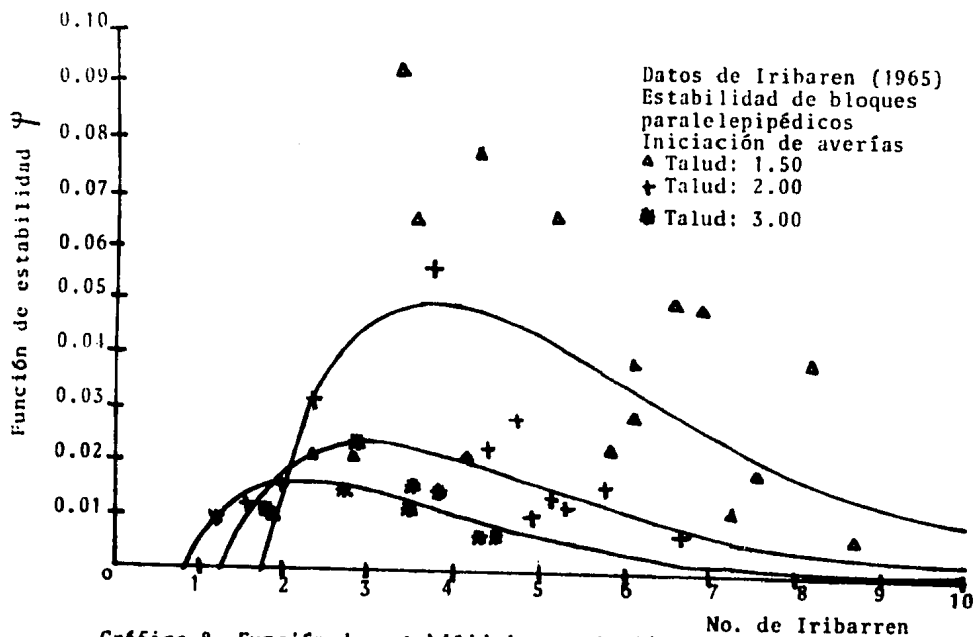
Gráfica 6. Función de estabilidad en relación al número de Iribarren (curvas de mejor ajuste).

Estabilidad de escollera
Datos de Hudson (1958)

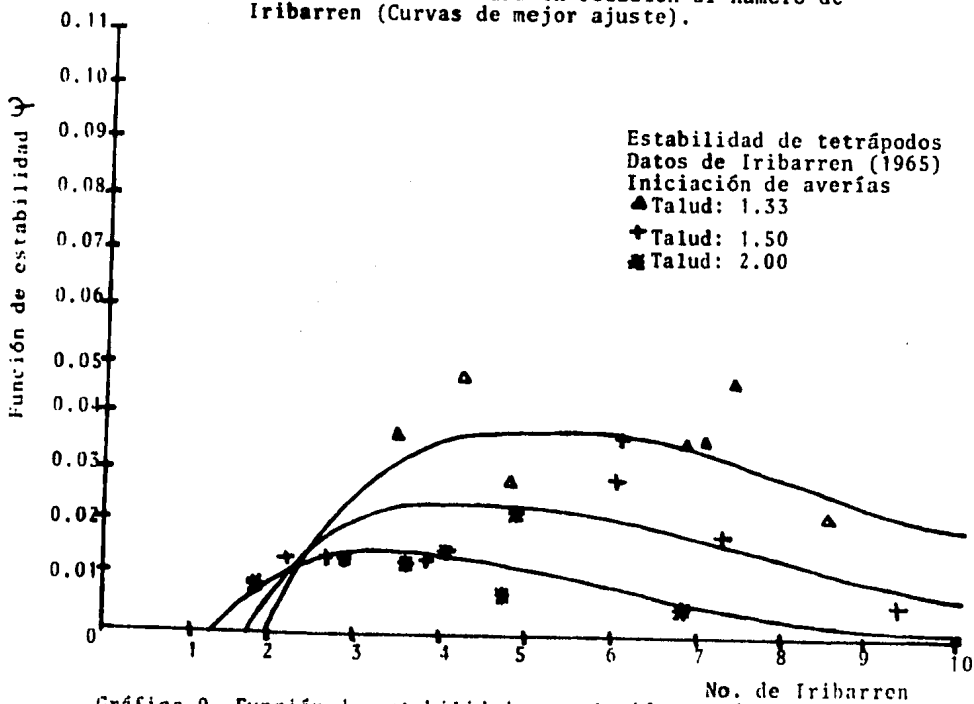
- Sin averías
▲ Talud: 1.50
† Talud: 2.00
● Talud: 4.00



Gráfica 7. Función de estabilidad en relación al número de Iribarren (curvas de mejor ajuste).



Gráfica 8. Función de estabilidad en relación al número de Iribarren (Curvas de mejor ajuste).



Gráfica 9. Función de estabilidad en relación al número de Iribarren (Curvas de mejor ajuste).

núcleo del rompeolas y todas ellas parecen alcanzar su valor - - máximo con la onda baja de la ola, lo cual ocurre en "resonancia" - o cuando el Número de Iribarren

$$Ib = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{\frac{H}{L_o}}} \approx 2.5$$

Cabe hacer notar, sin embargo, que la experiencia ha demostrado también que grandes olas solitarias o bien, olas dobles, pueden ser particularmente peligrosas. Los grandes colapsos pueden - - atribuirse precisamente a estos fenómenos, los cuales repetidos, no se han reproducido eficientemente en laboratorio.

Tampoco se ha estudiado detallada y cuidadosamente el problema - de "fatiga" que empieza con pequeños movimientos entre las piezas y que se ve incrementada. Esto puede observarse perfectamente sobre todo en las piezas fabricadas que tienen varias patas.

Existen discrepancias sobre la solidez de los materiales usados en la construcción de rompeolas. Los materiales naturales durante su explotación, pueden mostrar características variables en - tamaño, forma, dureza, desgaste por fricción contra otras piezas, resistencia a desplazarse.

Cabe mencionar que todo lo expuesto es igualmente aplicable a la construcción de escolleras y espigones.

Dado que la roca es el material que constituye la mayor parte de los rompeolas a talud, resulta de particular importancia la localización y el estudio de las canteras, de las cuales pueda ex---

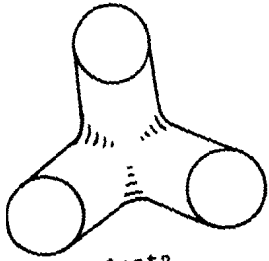
traerse roca de la calidad adecuada y en cantidad suficiente, -- que se transporte en forma expedita y económica hasta el sitio de la obra. La roca que se utilice en los rompeolas debe ser resistente al ataque del agua de mar; de alto peso específico; resistente a la abrasión y con un buen grado de resistencia a la compresión, situación que se desprecia en algunos tratados de obras marítimas equivocadamente.

ELEMENTOS PRECOLADOS

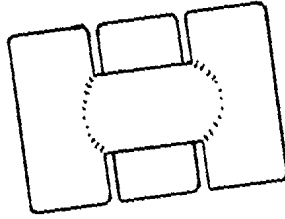
Cuando no sea posible obtener de las canteras las rocas de gran tamaño requeridas en la coraza exterior de los rompeolas, se recurre al uso de elementos precolados de concreto hidráulico. El proyectista puede elegir entre una gran variedad de elementos precolados como cubos, tetrápodos, dolos, etc., como se muestra en las siguientes figuras:



Tetrápodos

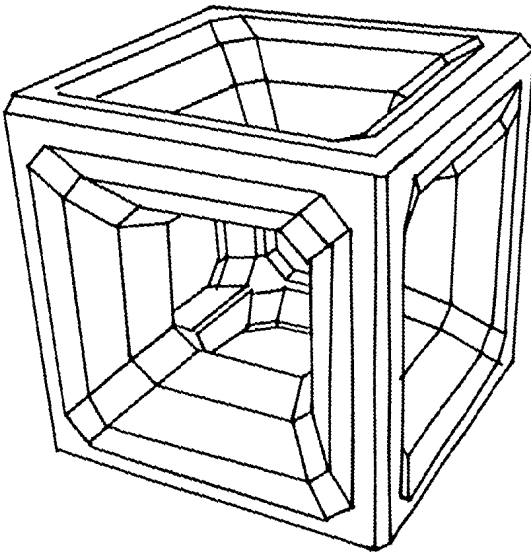


planta

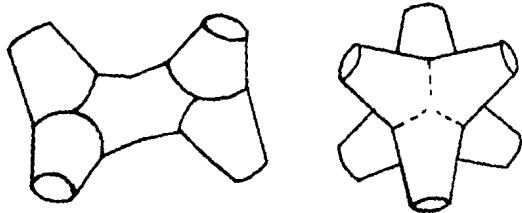


perfil

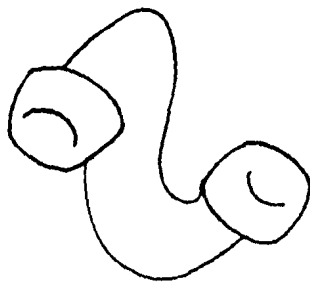
TRIBAR



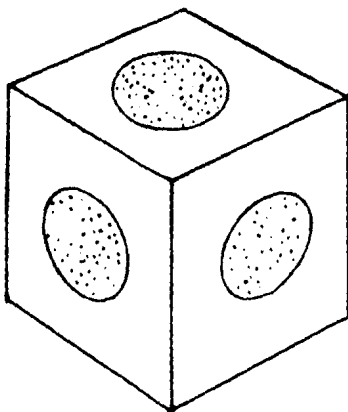
EL COB



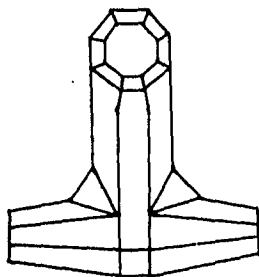
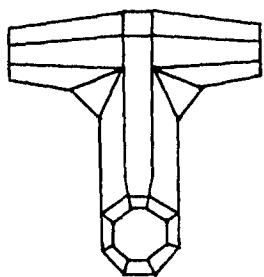
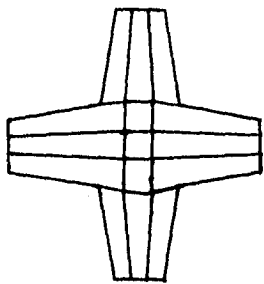
MEXAPODO



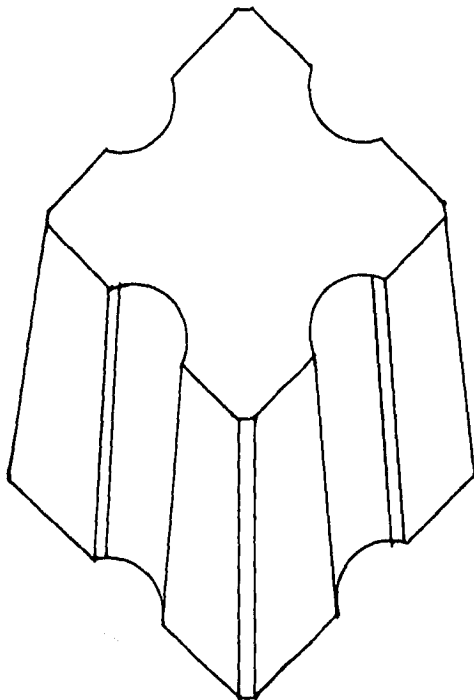
DINOSAURIO



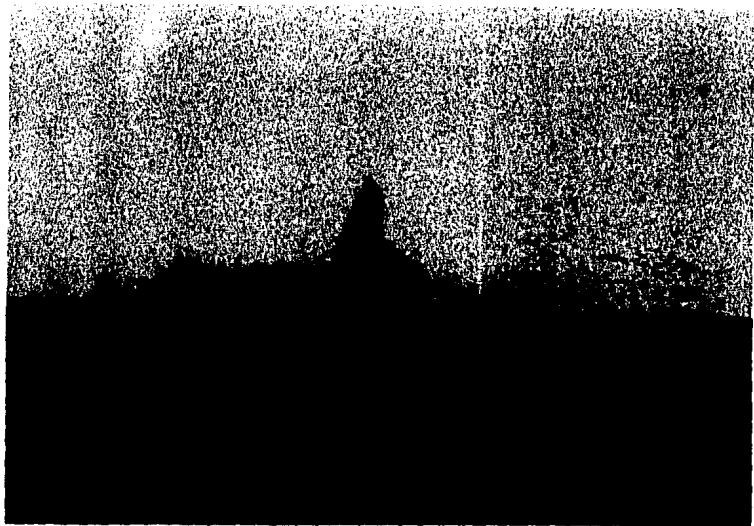
CUBO STOLK



DOLOS



CUBO RANURADO



Tetrápodos para protección de morro en Veracruz.

Resulta de particular importancia la selección de los elementos precolados, debido a que su costo, que resulta en general mayor que el de la roca natural, incidirá directamente en el importe de la obra. Esto justifica los esfuerzos realizados por los diversos laboratorios hidráulicos del mundo para desarrollar y ensayar muy diversas formas geométricas que requieran la menor -- cantidad posible de concreto en cada elemento.

Sin embargo, las experiencias obtenidas en los graves deterioros que han sufrido algunos de los rompeolas construidos en los últimos años, muestran palpablemente que ciertos elementos precola-- dos, que basan principalmente su estabilidad en la trabazón de -- sus elementos sobresalientes, fallan en la práctica debido a la fragilidad intrínseca de los mismos.

Los estudios llevados a cabo en modelos hidráulicos en laborato-- rio, han adolecido de fallas importantes que no han permitido su completa confiabilidad. Particularmente existe una discrepancia

de criterios entre los expertos en esta materia que han vivido - los problemas, especialmente los que han terminado en colapsos y los ingenieros de laboratorio. Esta discrepancia podría resumirse en la imposibilidad de provocar "olas especiales" o "trenes de olas", que los primeros aseguran que existen y sus efectos hidrodinámicos son la causa de las catástrofes y la oposición ha llegado a postular incluso, su inexistencia. El oleaje en resumen, es un fenómeno a veces caprichoso que puede también incidir en un punto de la estructura en varias formas combinadas de gran energía, cuya reproducción no se ha podido repetir en un modelo-hidráulico.

Existen problemas tan particulares en esta estructura y poco estudiados en laboratorio, como el caso de fallas en la parte superior cuando se construye un muro reflejante y éste cede y cae, - causándose en ese momento esfuerzos cortantes no considerados en el diseño.

Por otra parte, los bloques simples o con ranuras, que implican la necesidad de emplear mayor cantidad de concreto en cada uno de ellos, han resistido mejor el embate de las olas, en virtud de que su estabilidad en la coraza depende fundamentalmente de su propio peso, tal como ocurre en las rocas naturales empleadas para el mismo fin.

Cualquiera que sea el tipo de elemento precolado que se utilice en la coraza, resulta indispensable que el concreto que se emplea en su fabricación, cumpla con los requisitos básicos de cualquier concreto importante y principalmente: durabilidad, impermeabilidad y resistencia.

GEOTEXTILES

En las últimas décadas se ha desarrollado una nueva tecnología para usar filtros de fibras sintéticas en el desplante de obras marítimas. Estos filtros, que genéricamente se conocen con el nombre de geotextiles, se han aplicado con éxito en diversos lugares de Europa.

Los geotextiles están formados por fibras de polipropileno, poliéster, polietileno, nylon o vidrio; siendo en su mayoría de las dos primeras. Se caracterizan por ser químicamente inertes, no se oxidan ni corroen, no absorben agua, no son afectados por el álcalis del cemento, son resistentes a la abrasión y al moho y no se pudren.

Los geotextiles son resistentes a los pinchazos, permeables, presentan poco alargamiento y crean una base estable que permite construir sobre ellos fácilmente, ya que el material depositado encima, no se pierde en el fondo ni por esparcimiento lateral. Son utilizados como plantilla en el fondo del mar y sobre él se construyen los rompeolas o escolleras por ejemplo.

El número de capas a colocar dependerá de la magnitud de la obra que sobre él se construya.



Tendido de geotextil.

Los geotextiles pueden ser tejidos o no tejidos, éstos últimos - se pueden producir de filamentos contínuos o fibras engrapadas - cortas, con la unión lograda mediante agujas de punto, resinas, calor o combinaciones.

Estos pueden irse tendiendo en el fondo del mar, conforme los va soltando un barco especial, como se muestra en la figura anterior o son extendidos mediante una cuadrícula de bambú arrastrándolos al lugar donde serán depositados y van llenándose de piedras o - del material que sobre él se pondrá hasta hundirlo en el sitio - definitivo. Mediante cables o cuerdas se irán colocando en la - posición correcta, como lo muestra la siguiente figura:



Geotextil armado y llenado
para su hundimiento.

DIQUES DE REPARACION

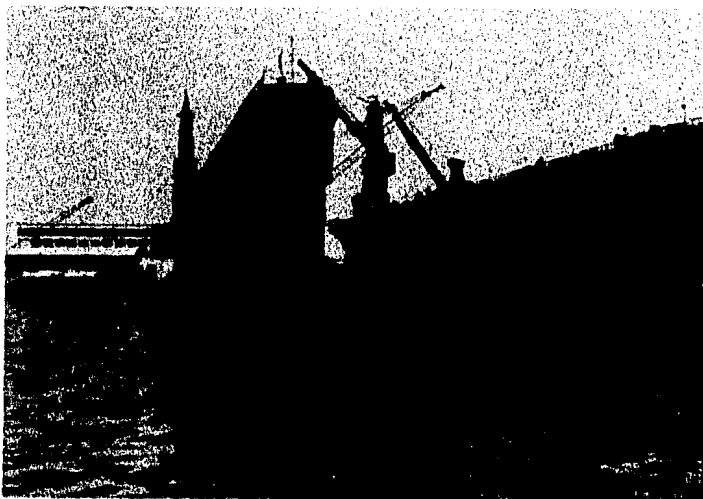
Son construcciones mediante las cuales se consigue poner en seco un buque con el fin de repararlo, limpiar su fondo , pintarlo,- etc. Se dividen en dos tipos:

DIQUES SECOS

Consisten en compartimientos en forma de esclusa, aunque con una sola puerta, en los que se introduce el buque; a continuación se extrae el agua con bombas haciendo que el barco descienda hasta apoyarse en el fondo, sujetándolo por los costados mediante puntales.

DIQUES FLOTANTES

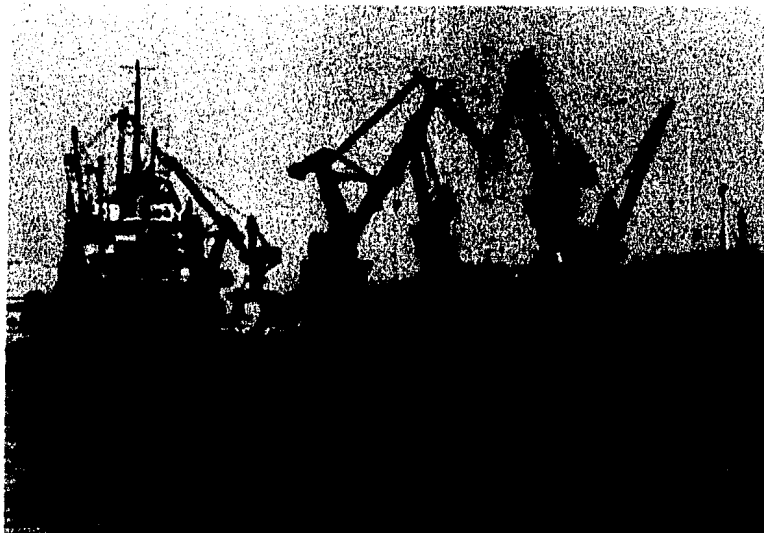
Conjunto de cajones de plancha de acero, que se sumergen lastrán dolos con agua, de forma que el buque se ponga encima de ellos. Seguidamente se achica el agua de los cajones mediante bombas, a fin de que, al flotar levanten la embarcación, quedando así en se co. La sección de los diques secos puede ser en U o en L, siendo necesario en este último caso asegurar la estabilidad del buque.



Dique flotante en
Veracruz.

En Europa, donde hay grandes variaciones en el nivel de mareas, es común conocerlos como dársenas artificiales para buques y reciben el nombre de diques húmedos y cuando la marea es baja, se nombran diques secos.

Dentro del mismo puerto pueden o no existir astilleros, éstos -- son lugares donde se construyen barcos y que cuentan con el equipo necesario.



Astilleros de reparación y construcción en Veracruz .

OBRAS DE PROTECCION PARALELAS A LA PLAYA

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



Ejemplo de obra de protección paralela a la playa

Para protección de la playa la obra se construye en la parte se ca, 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 impidan el 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 playo para el caso de nutrirla artificialmente y características de olas.

E S P I G O N E S

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.



Escollera y espigón

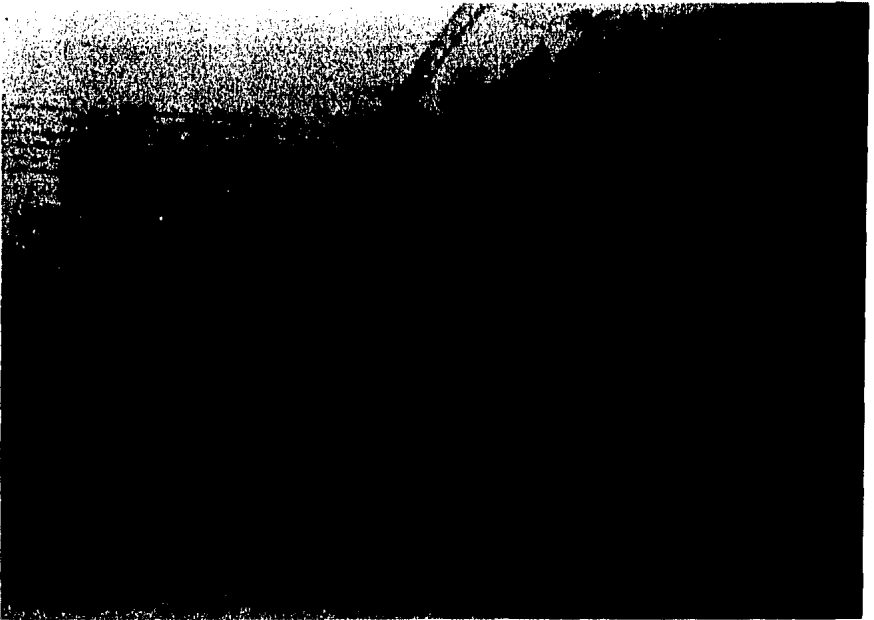
Un sistema de espigones consiste en varios espigones seguidos para defender un trecho de playa amplio.

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.

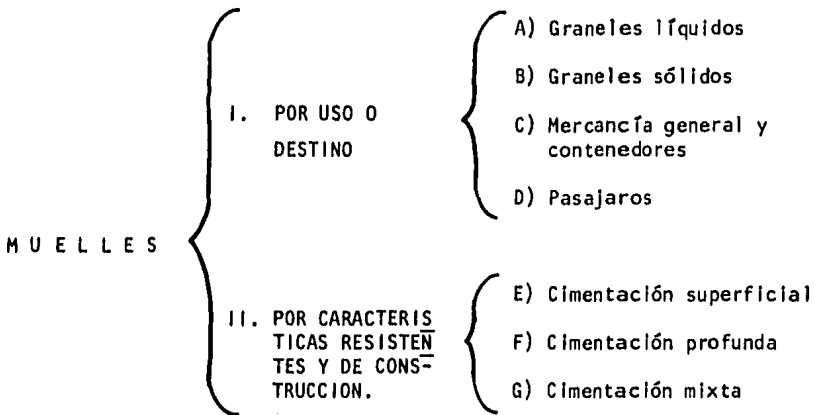


M U E L L E S

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



Entre las diversas clasificaciones que podrían hacerse, existen dos que pueden resumir sus características principales y que se muestran en el cuadro siguiente:



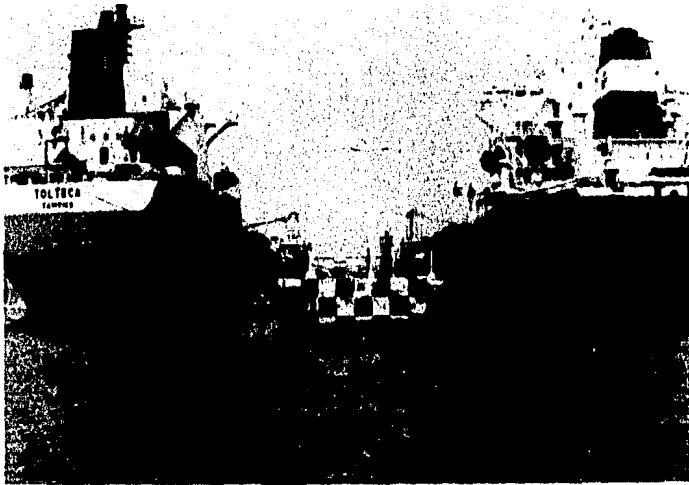
I. POR USO O DESTINO.

De la función del muelle dependerán las características geométricas del mismo como calados, cota de coronación, longitud y anchura, áreas 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 adyacentes 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 graneles de los cuales existen dos tipos cuyo manejo es diferente y son: los Graneles líquidos y los Graneles 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.

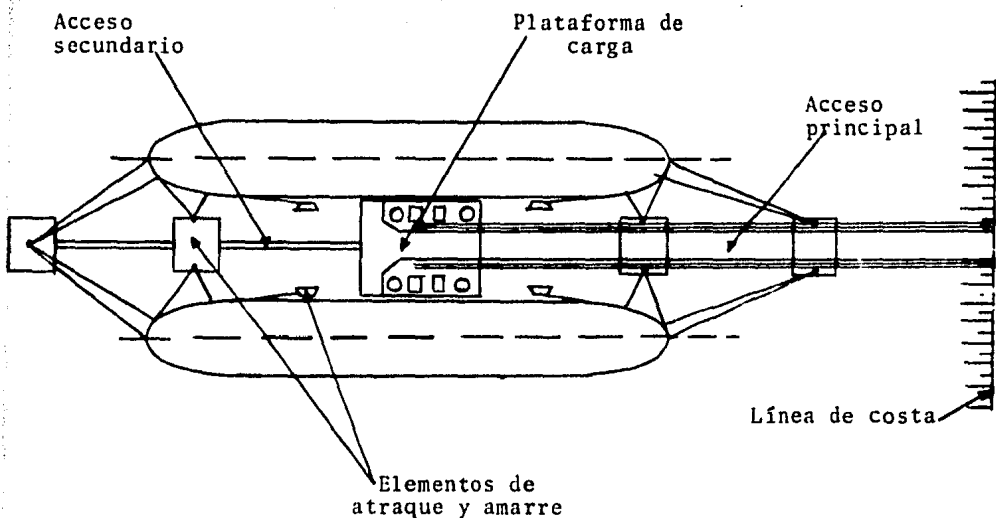


Muelles para carga y descarga de petróleo por tubería.

NECESIDADES Y TIPOS DE ATRAQUE.

Los muelles suelen limitarse a contener 4 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.



Muelle para graneles líquidos.

2. El acceso principal que sirve de enlace a tierra 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 duques de alba o defensas pegadas a la plataforma de carga con sus elementos de amarre.

4. Acceso secundario es utilizado para paso de personas y vehículos ligeros.

El tipo de muelle descrito en la figura anterior, 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.



PROCESO DE DISEÑO

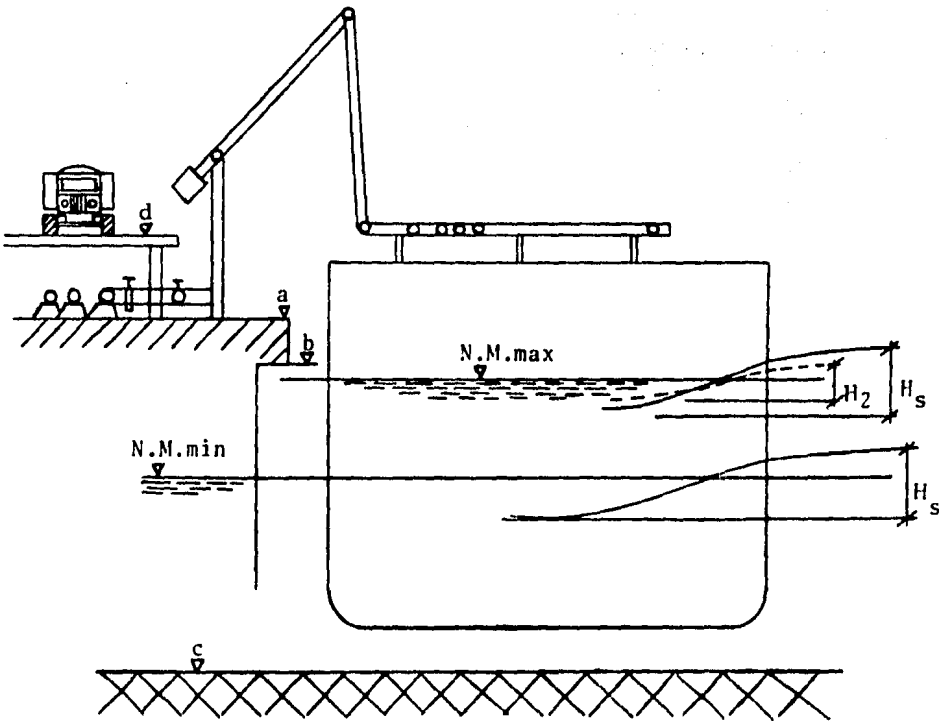
Este consta de 3 etapas:

1. Lo primero que debe obtenerse es el número de atraques, el cual es función de los volúmenes, tipos de productos a mover y la capacidad de almacenamiento en tierra, así como del estudio de la flota operativa. La optimización se tiene al minimizar las estadías de los barcos y los costos de obra, analizándolos median

te modelos de simulación.

Partiendo pues de que ya se conoce el número de atraques, los tipos de barcos y de productos a mover, se puede dimensionar cada uno de estos atraques o muelles.

2. Definición en alzado: Existen cuatro cotas básicas a definir para cualquier tipo de estos muelles.



Definición en alzado.

- a) Cota de coronación del muelle.
- b) Cota de trabajo en la fase constructiva (coronación de cajones o de pilotes, etc.)
- c) Cota de pie o calado del muelle.
- d) Cota de trabajo o circulación fase definitiva.

Estas cotas se suelen fijar con los criterios siguientes:

- a) Cota de coronación del muelle:

Se adopta generalmente la mínima compatible con el riesgo de diseño aceptado para daños en las instalaciones que se encuentren sobre el muelle y ésto se hace porque siempre resulta más económico el reducir altura al muelle, aunque resulten más altas las patas de las grúas o brazos de carga. Sólo se deben tomar cotas más altas cuando éstas son exigidas por razones específicas de operación y explotación. Se puede entonces calcular con la siguiente forma empírica:

$N M_{\max}$: Nivel máximo de mar de diseño.

H_s : Oleaje de diseño

los primeros de ellos en función de las mareas, tanto astronómicas como metereológicas.

Se adopta como cota el mayor de los valores siguientes:

$$N M_{\max} (T \text{ años}) + H_s (1 \text{ año}) + 0.5 \text{ a } 1.0 \text{ m}$$

$$N M_{\max} (1 \text{ año}) + H_s (T \text{ años}) + 0.5 \text{ a } 1.0 \text{ m}$$

Siendo T el período de retorno asociado al riesgo de daño R acep

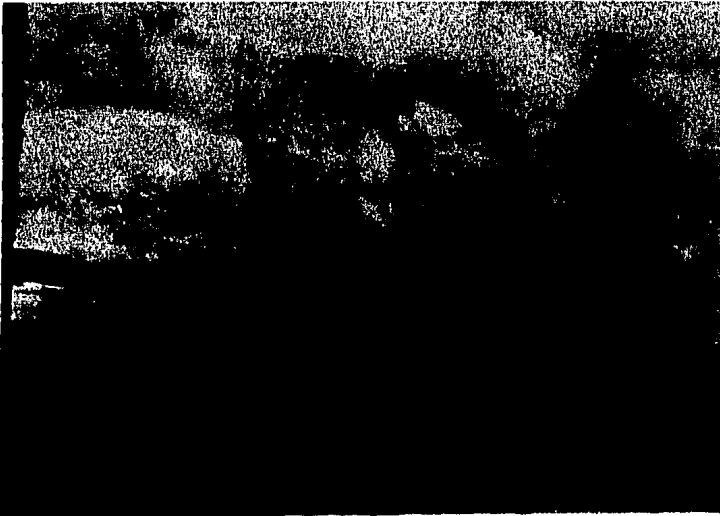
tado para instalaciones durante una vida prevista V.

$$T = \frac{1}{1 - (1-R) \frac{1}{V}}$$

Como puede verse, la anterior fórmula como todos los métodos empíricos, es sólo una aproximación al análisis y por lo tanto sólo válida en muelles en aguas muy abrigadas y con poca variación de niveles. En caso contrario es recomendable utilizar un modelo hidráulico.

b) Cota de trabajo fase constructiva.

Esta viene condicionada por razones constructivas (cota de coronación), de cajones o recintos, de tablestacas, cota de corte de los pilotes, etc., de manera tal que permita realizar la terminación en seco de la parte superior.



Ejemplo de terminación en seco de la parte superior de un muelle.

c) Cota de pie.

Esta es función de:

- Características del máximo buque operativo.
- Porcentaje de operatividad requerido para el atraque.
- Condiciones climáticas.
- Resguardo requerido (tipo de fondo, tolerancia, dragado, azolves).

d) Cota de trabajo o circulación.

Esta cota específica de los muelles de graneles líquidos, debe tomarse de modo que se permita el paso de personas por el nivel "a", para inspección y conservación de tuberías.

3. Definición en planta.

El proceso que debe seguirse se compone de 5 etapas:

a) Dimensiones de plataforma.

Dependen del número y tamaño de los brazos de carga y tuberías.

Los brazos de carga que se sitúan más próximos, ocupan una superficie de planta entre 3 x 3m. a 5 x 5m.

Las torres contra incendios requieren más o menos el mismo espacio. Tras esta zona viene la zona de válvulas, tuberías, etc., que puede tener una anchura del orden de los 10 a 20m. Además de esto, suele dejarse una zona de acceso libre, de un ancho de unos 5m. para vehículos y personas, situando a uno y a otro extremo, los brazos de carga.

b) Posiciones extremas.

Los barcos tanque tienen los puntos de toma para conexión y los brazos de carga situados muy próximos al centro de su eslora. Por lo tanto, al centrar a el buque más grande con los brazos de carga externos de la plataforma, se podrá definir el área máxima que barrerán los barcos. A esta área se le debe sumar por delante y por detrás, como mínimo, una manga del máximo buque, para definir así la zona libre de obstáculos. Esto se refiere al sentido longitudinal del buque.

En cuanto al área a considerar en el sentido normal al muelle, dependerá de la maniobra la aproximación del buque, la cual será menor si el buque viene revirado por remolcadores, pero si por el contrario, dicha operación la debe hacer frente al muelle, el área requerida será mayor.

Sólo para efectos de tener una idea de magnitud, se puede decir que el ancho de esta área oscila desde un mínimo de 3 a 5 -- mangas en el caso de venir el buque revirado, hasta 1 ó 2 esloras, en el caso de realizar esta operación frente al atraque.

c) Ubicación.

La ubicación del muelle debe ser compatible con las condiciones existentes en el puerto y deberá tratarse de buscar:

- Una zona lo más apartada posible de las áreas de mayor tráfico

co marítimo y mayor densidad de instalaciones y población.

- Buena orientación con respecto a los vientos, corrientes y oleajes de la zona.
- Que tenga los calados necesarios con objeto de evitar en lo posible los dragados.
- Una buena conexión en tierra a las zonas de almacenaje.
- La zona con las mejores características geotécnicas.

d) Puntos de atraque y amarre.

Estos dependen de la gama de buques que utilizarán el muelle;- las zonas óptimas de apoyo de los barcos deben tomar en cuenta:

- Que el límite de separación mínima entre los puntos de apoyo de un barco, no sea menor de $1/3$ de su eslora, ya que en el caso de estar más próximos, la estabilidad del buque en el atraque es muy deficiente.

- Que el límite de separación máximo, sea de 50 a 60% de la eslora, ya que a partir de esos puntos suelen comenzar las partes curvas del casco y no se logra allí un buen apoyo.

- Los puntos de amarre principales de los barcos están siempre situados en el castillo de proa y popa; aunque en el caso de buques, también disponen de puntos de amarre intermedios repartidos a lo largo de los costados.



Ejemplo de elementos de amarre

La disposición normal de amarres de un buque suele ser la siguiente:

- * Los largos, que saliendo por la proa y la popa, soportan las acciones que pueden actuar sobre el buque en sentido longitudinal, bien sea por viento, corriente u oleaje.

- * Los traveses, que suelen salir más o menos perpendiculares al eje del buque por los costados de proa y popa.

- * Los sorings, que son amarras prácticamente paralelas al eje del buque, saliendo de proa hacia popa y viceversa, cuya misión fundamental, aparte de colaborar con los -- largos, es la de permitir con su tensado y destensado, el centrar al buque en la posición correcta de atraque para la conexión con los elementos de carga y descarga.

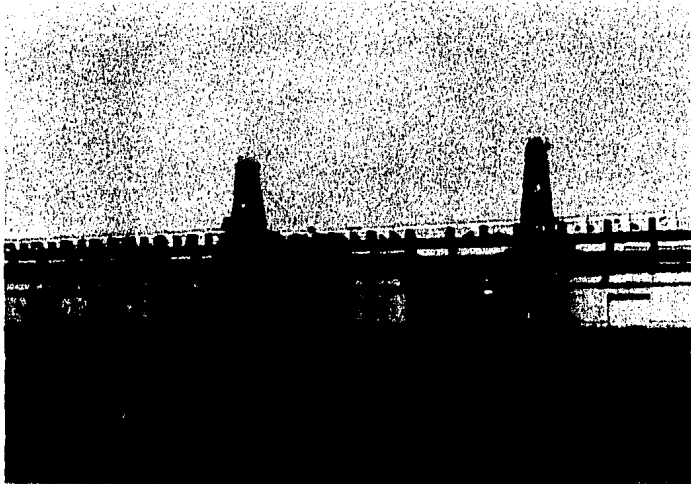
Conociendo zonas óptimas de apoyo de los barcos y la posición de sus amarres, se puede seleccionar la mejor ubicación de diversos puntos de amarre.



Puntos de amarre y defensas.

B. GRANELES SOLIDOS

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 pueden almacenarse al aire libre en áreas abiertas, como carbón, piritas, bauxita y minerales en general; y los que pueden almacenarse en silos, como los cereales y el cemento.



Muelle para carga y descarga de Graneles sólidos.

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 él, 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, éste cubre totalmente al buque.

PROCESO DE DISEÑO.

El proceso de diseño de muelles para graneles sólidos, es el mismo que el de graneles líquidos en cuanto a número de atraques, - definición en alzado y en planta, lo único que cabe comentar adicionalmente para el diseño en planta, es lo siguiente:

- a) Equipos de carga o descarga que suelen circular por el muelle sobre carriles, deben quedar lo más próximo posible a la orilla del muelle (1.5 a 2m) dejando el espacio justo para las bitas. Esto es obviamente, con objeto de reducir al mínimo la longitud de las plumas del equipo.
- b) Estos equipos, pueden ser de múltiples tipos, oscilando la anchura entre patas alrededor de los 10 ó 15m, a continuación citaremos algunos de ellos:
 - Descargadora de cuchara y tolva (minerales y cereales)
 - Descargadora de canjilones o de hélice (cereales)

- Por fluidificación y aspiración (cemento, alúmina).
- Cargadores por banda transportadora (minerales, cereales).
- Cargadores de bombeo y tubería (cemento).



Banda para carga y descarga de Graneles sólidos.

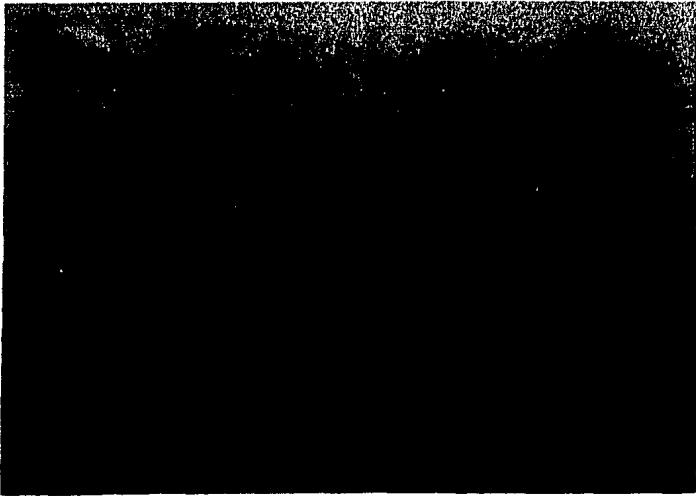
En este tipo de muelles, el ancho de la zona de vehículos puede ser reducida igual que para graneles líquidos; sin embargo, si en el muelle se prevee la posibilidad de carga directa a camión o ferrocarril, se deberá dejar ancho para doble circulación de vehículos pesados, zona de giro y maniobra, o bien, para ferrocarril de por lo menos dos vías.

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 separados en general de las zonas portuarias, ésto-

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 graneles.



Muelle para movimiento de Contenedores.

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

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

El área que queda se destina a almacenaje y maniobras de las mer

cancías o contenedores.

Así pues, por lo que se refiere al diseño del muelle, la parte importante son los 30 ó 50m. más próximos a la orilla.



Muelle para contenedores .

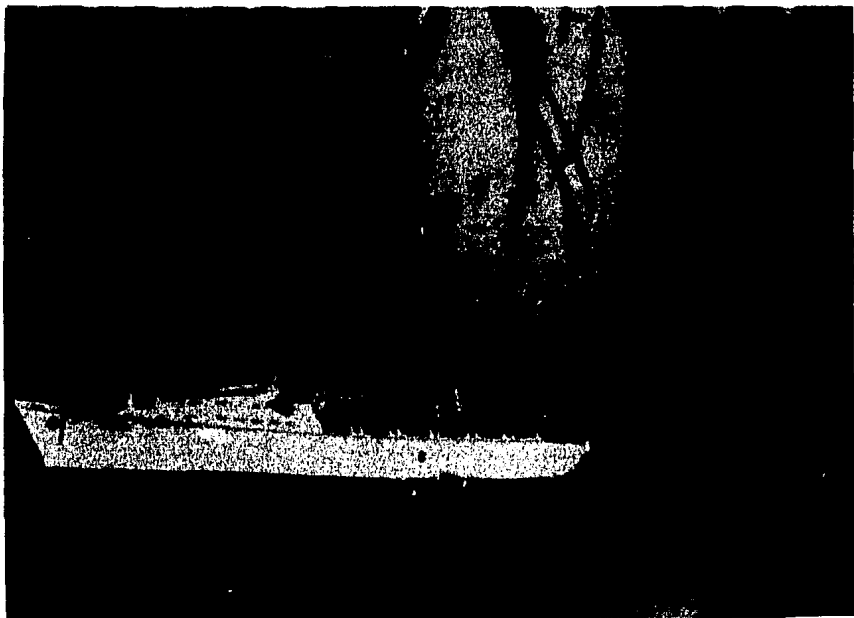
La línea de la orilla, al igual que para los graneles sólidos, - deberá cubrir la eslora del barco y, en caso de atraque simultáneo de varios barcos, deberá tener una longitud como mínimo igual a la suma de las esloras de los barcos previstos, más unos resguardos entre ellos iguales a la manga del mayor.

Como es normal que este tipo de muelles reciban varios atraques simultáneos, en lugar de disponerse puntos de atraque y amarre, más o menos fijos, lo que se debe hacer es distribuirlos uniformemente repartidos a lo largo del cantil.

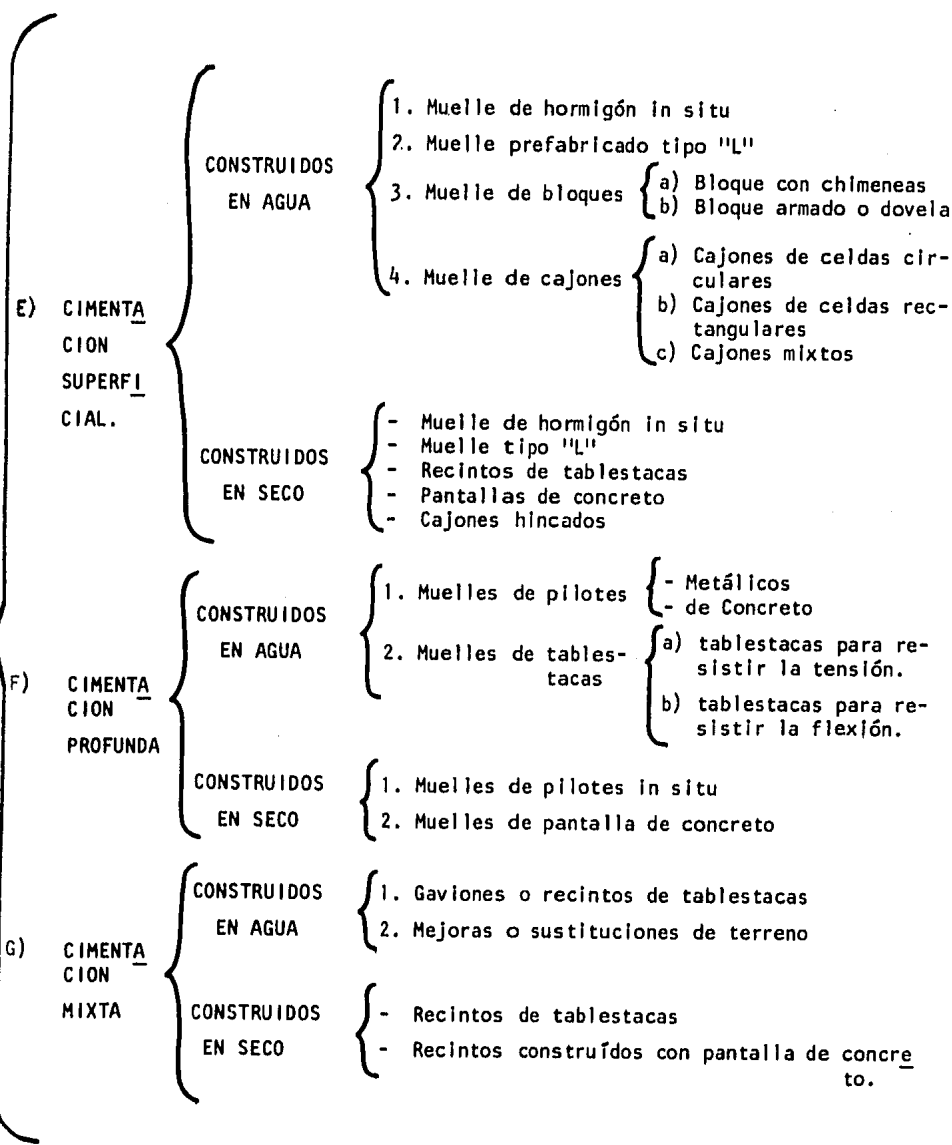
D. MUELLES PARA BARCOS DE PASAJEROS.

Existen dos tipos de buques para pasajeros, dependiendo de ello la configuración del muelle, éstos 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, al área del muelle dependerá del número de vehículos que esperan la llegada del transbordador.



TIPOLOGIA DE MUELLES DE CONSTRUCCION



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 éstas son altas (rocas, boleos o gravas, arenas, arcillas duras) lo normal 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.

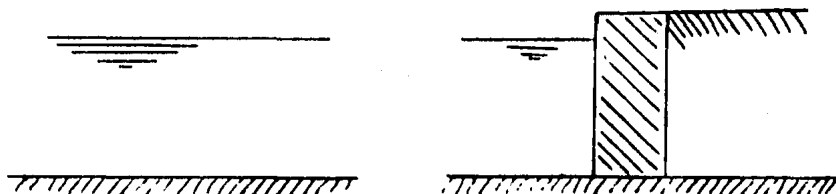
En este caso, las fuerzas verticales o bien se transmiten a capas resistentes más profundas (cimentación por punta), o bien por rozamiento a las capas de terreno existentes (cimentación por pilotes) y, las horizontales, se resisten por reacción horizontal del terreno.

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 tercer tipo se le llama cimentaciones mixtas.

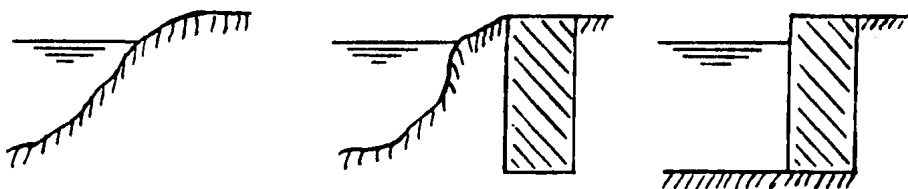
Pasando ahora al aspecto constructivo, la clasificación básica es la siguiente:

- 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.



Muelle construido en agua



Muelle construido en seco

Veamos ahora las diferentes combinaciones:

E. MUELLES DE CIMENTACION SUPERFICIAL

CONSTRUIDOS EN AGUA.

En este tipo existe un elemento común a todos, denominado banqueta 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 o gravas, esta banqueta 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 banqueta por cada lado, de 1.5 a 3m. con objeto de dar estabilidad a la misma, soportar las cargas, proteger el pié del muro y cubrir las tolerancias de construcción.

Preparada la banqueta 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 banqueta, son los siguientes:

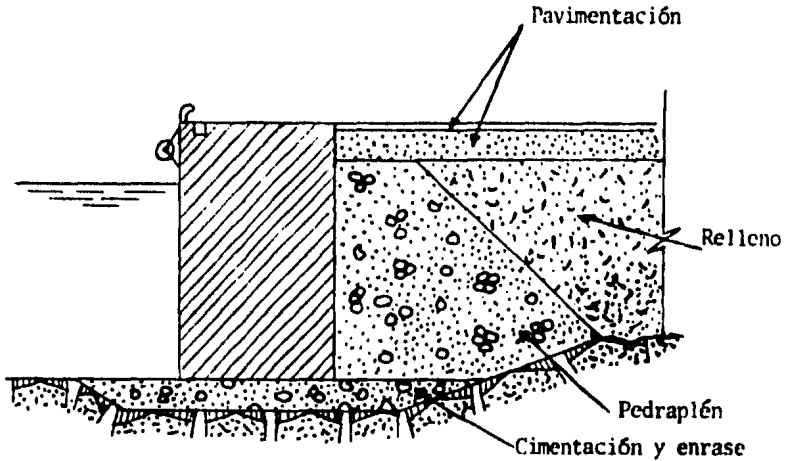
1. Muelles de hormigón in situ

Por lo general esta situación debe aplicarse a muelles de poco calado (2 ó 3m), ya que a mayor profundidad su construcción no resulta 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 es-

fuerzas producidas por el empuje del concreto fresco y quedar -- bien unidas a él.



Muelles de hormigón in situ

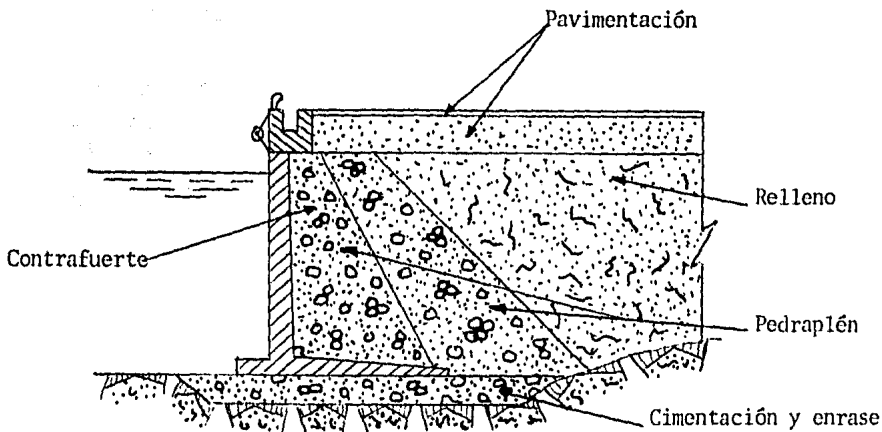
2. Muelles prefabricados tipo "L"

Su aplicación se limita a muelles de poco calado y contínuos.

Consisten en muros prefabricados tipo "L", con zapata trasera y a veces contra fuertes.

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 pié 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 tenerse cuidado con las juntas entre piezas.



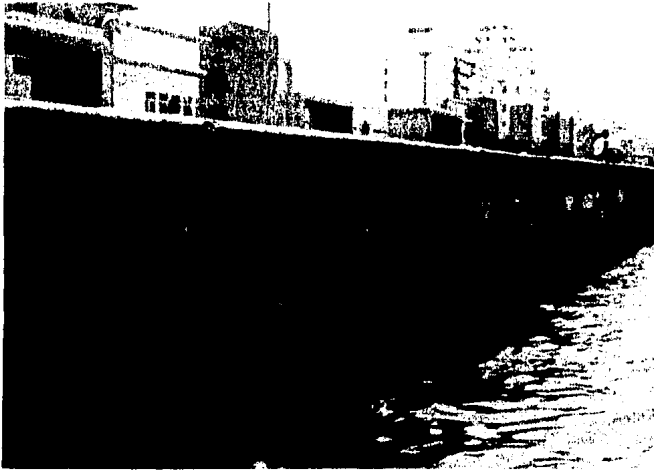
Muelles prefabricados tipo "L"

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.

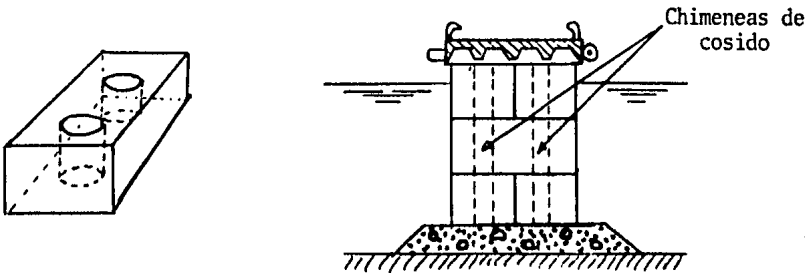
Del mismo modo que en los muelles en "L", es normal terminar la rasante con concreto colado in situ, dejando previamente los -- bloques a una cota superior al nivel del agua. Este muelle es el más usual, sin embargo, existen multitud de variantes de -- las cuales veremos algunas.



Muelle de bloques.

a) Bloques con chimeneas.

Se donominan así un tipo de bloques en los que se han dejado -- orificios o chimeneas en sentido vertical, por medio de las cua les pueden unirse unos con otros mediante la colocación de arma duras o perfiles metálicos y el colocado posterior de concreto.

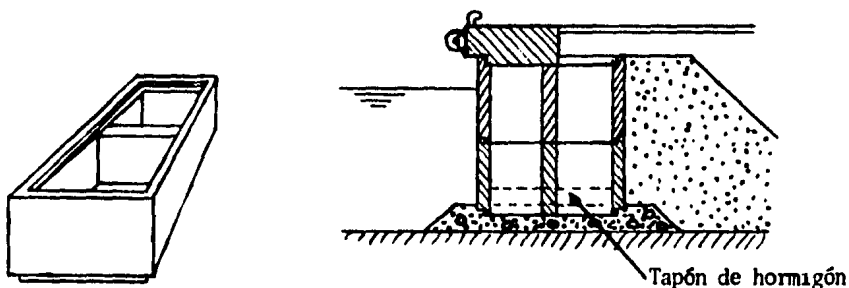


Bloques con Chimenea.

b) Bloques armados o dovelas.

La construcción está formada por bloques aligerados que se van trabando unos con otros y cuya misión es la 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 machiembrado para permitir que -- unas encajen en las otras. Se justifica su uso si las condiciones de diseño lo permiten, ya que su costo es mayor que el de los muelles mencionados anteriormente.



Bloques armados (dovelas)

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 pre tensado, formados por una serie de tabiques y celdas casi siempre verticales, que se colocan en el fondo y se rellenan 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 asentamien

tos 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:

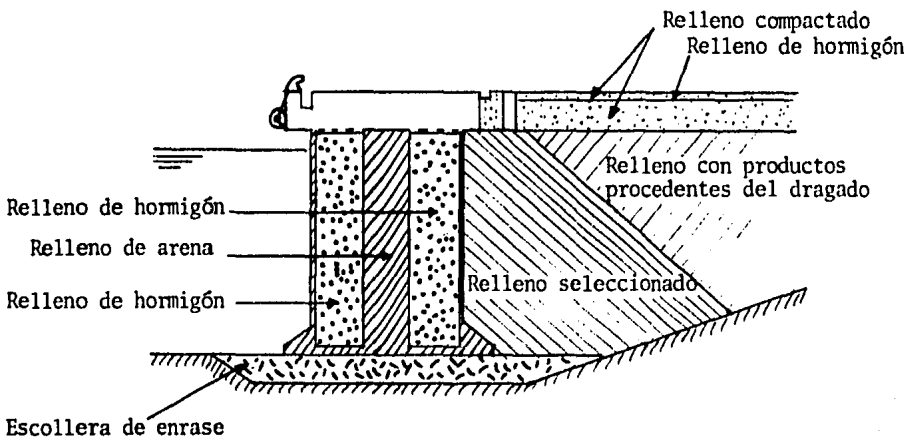
a) Cajones de celdas circulares.

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

En contra de ésto tienen la desventaja de un mayor volumen de con--creto 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 inte--riores en la fase definitiva), requiere de concretos de alta re--sistencia y fuertemente armados. Las cantidades llegan a ser del orden del doble que para los de celdas circulares.



Muelle de cajones.

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 realizar 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 - "U", aunque no necesariamente prefabricado.

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 de 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, van descendiendo a la vez que se va construyendo su parte superior.

Estos pueden construirse unos pegados a otros, en caso de un muelle continuo, 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, colando generalmente en primer lugar, en la zona inferior, una losa de concreto que haga las veces de tapón.

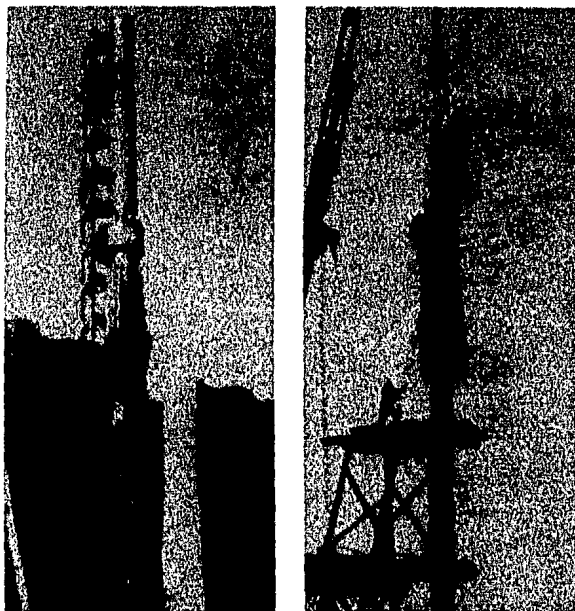
F. MUELLES DE CIMENTACION PROFUNDA

CONSTRUIDOS EN AGUA.

1. Muelles de Pilotes.

En caso de ser construídos 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 ejecu-ción 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.



Hincado de pilote tubular
y tablestacas.

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 sólo 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 requieran una buena cimentación (grúas) y a su vez, que no permita que el pié del talud sobresalga de la línea de cantil.

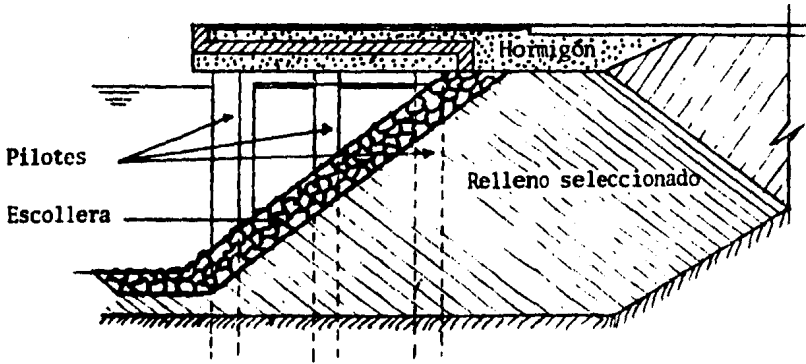


Muelle de Pilotes

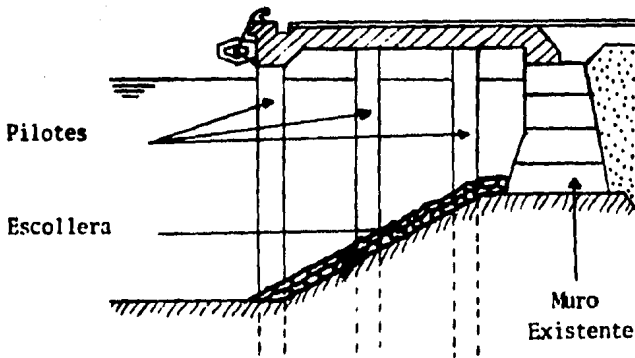
El tablero se apoya sobre los pilotes empotrados en él.

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 pié 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 éste. Hay ocasiones en que puede llegar a ser un elemento independiente de la estructu-

ra principal del muelle (muro, pantalla, etc.)



Muelle de pilotes con faldón trasero.



Muelle de pilotes con muro tra
sero.

Los pilotes pueden ser verticales, en cuyo caso las acciones hori

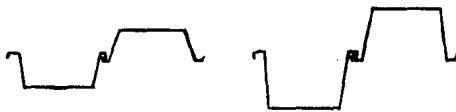
zontales se resisten por flexión pura de los pilotes, o bien inclinados, donde parte de las acciones horizontales se transforma en compresiones o tensión en los pilotes. Lo normal es utilizar pilotes verticales para diámetros grandes, ya que su capacidad resistente a flexión es más elevada, mientras que para los pilotes de menor sección, se suele acudir al pilote inclinado.

2. Muelle de tablestacas.

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:

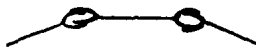
- a) Tablestacas para resistir a flexión
- b) Tablestacas para resistir a tensión

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.

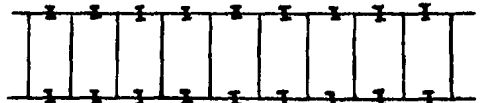
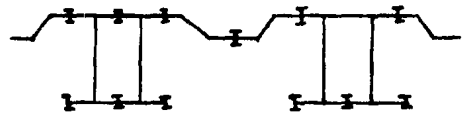


Tipo "U"

Tipo "Z"



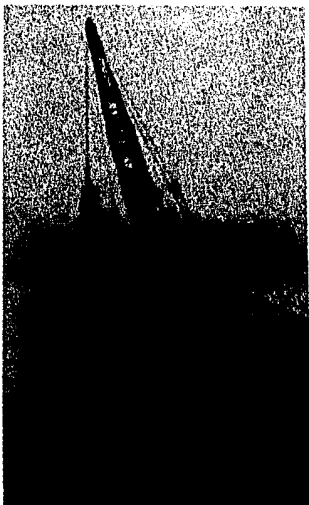
Tipo plana



Tipo "I" o doble "T"

Tipo de tablestaca.

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.



Hincado de tablestacas.

Son varios los tipos de muelles que se contruyen 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.

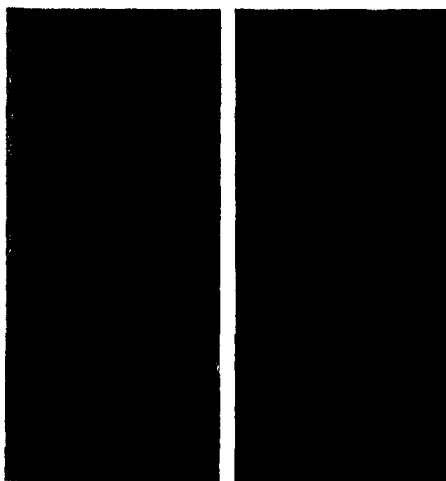
Frecuentemente son ancladas las tablestacas en la cabeza, para evitar que trabajen como cantiliver, estos anclajes suelen situarse al nivel del agua con objeto de permitir su ejecución en seco.

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, anclando el extremo opuesto a la tablestaca, o bien a un macizo de concreto que resista la tensión de cimentación profunda.

CONSTRUIDOS EN SECO.

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



Hincado de tablestacas
en seco

1. Muelles de pilote in situ.

En este caso los pilotes se construyen por excavación previa del terreno 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.



Excavadora para pilotes .

El primer tipo sólo es aplicable en terrenos no muy porosos, -- mientras que el segundo no presenta este problema. Por otra -- parte, en obras marítimas y terrenos permeables, son de esperar se 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 an

clado 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 cimiento 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 situada 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 transforma en una tensión a soportar por las tablestacas.



Recintos de 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 vibroflotación, 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 acudirse 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 a que se encuentren 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.

FONDEADEROS O ANTEPUERTOS

Se denomina así a la zona en 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 su 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, la mayor o menor proximidad de otros puertos y el costo relativo de los transportes, con lo que se determinarán 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 prodrá 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 éstos, 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% del 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 ésta 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 máxi ma 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.

RUTAS DE ENTRADA Y MANIOBRAS DEL BARCO

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

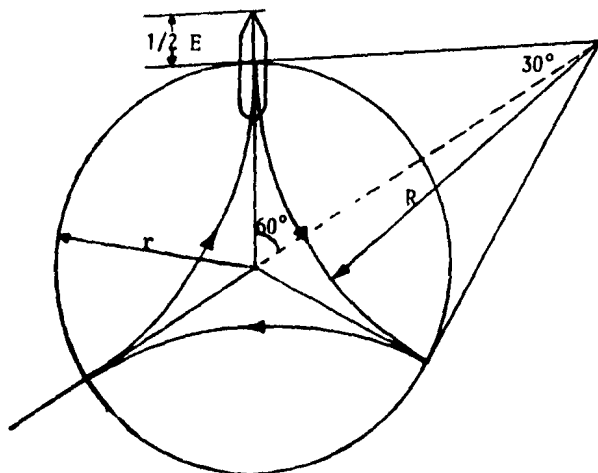
Si queremos que el puerto esté abierto aún en los mayores temporales, será preciso que la profundidad en la boca sea del orden de 6 h, siendo h la semialtura de la ola que corresponde al puerto ya construido, que se determina estudiando los planos de oleaje.

Si admitimos, como es frecuente en los puertos comerciales, que el puerto se pueda cerrar en los grandes temporales, bastará --

con dar a la boca una profundidad del orden de 4 h.

Círculo 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 remolcadores.



Círculo de maniobras

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

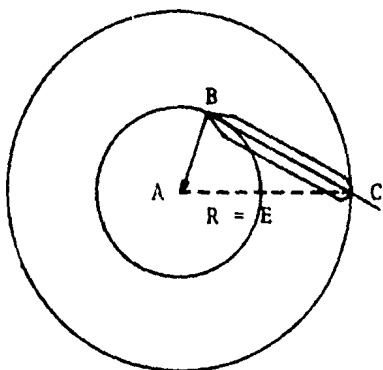
$$r = R \operatorname{tg} 30^{\circ} = 0,58 R.$$

Donde R variará, entre $1.5 E$ para los barcos pequeños, y $3.5 E$ para los grandes transatlánticos, siendo E la eslora del barco.

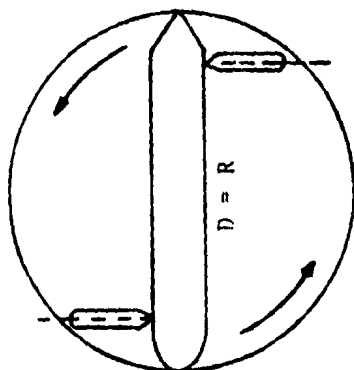
Si el buque lleva a cabo la maniobra utilizando el ancla, ha de fondear la del costado en cuyo sentido se efectúe el giro, y --

dar máquina avante, describiendo un círculo cuyo centro es el ancla y cuyo radio se aproxima a la eslora del buque, conviniendo adoptar un margen de seguridad de media eslora.

Si la maniobra se efectúa con dos remolcadores, el buque gira sensiblemente sobre sí mismo y el diámetro del círculo de maniobra se aproxima a la eslora del buque, conviniendo también aumentarlo en media eslora.



Ciaboga con ancla del barco



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.

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 (círculo 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 frecuenten.

En el canal recto, es suficiente considerar un ancho de plantilla igual a la eslora del barco, para tramos curvos será necesario ampliarlo, el radio R está regido por las cualidades evolutivas de los barcos y será el necesario para que los barcos maniobren con facilidad y seguridad, variando desde 1.5 E hasta - 3.5 E; en el caso de zonas de absoluta calma.

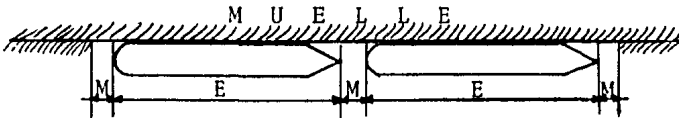
Los taludes de las orillas del canal dependerán de las características del terreno. Las orillas de los canales están sujetas a la erosión producida por las ondas generadas por el paso de las embarcaciones; por lo cual, la velocidad de los navíos será del orden de 8 nudos a lo largo de los canales.

D A R S E N A S D E O P E R A C I O N

Son obras interiores destinadas a la recepción de barcos que llegan a atracar en los muelles que las limitan. Las formas y dimensiones de éstas, dependen del tipo, dimensiones y frecuencia de arribo de los barcos y la topografía del lugar.

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 él 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 Cortés, donde se presentan mareas del orden de los 7.5 m.

La longitud y área de una dársena se dimensiona de acuerdo con el tipo y número de barcos que lleguen a atracar a los muelles. Considerando la eslora (E) de cada barco, más un espacio entre la proa de uno y la popa de otro igual a una manga (M) de los mismos se obtiene la longitud. Estos espacios tienen por objeto permitir una fácil maniobra de atraque o desatraque y evitar averías entre las embarcaciones.

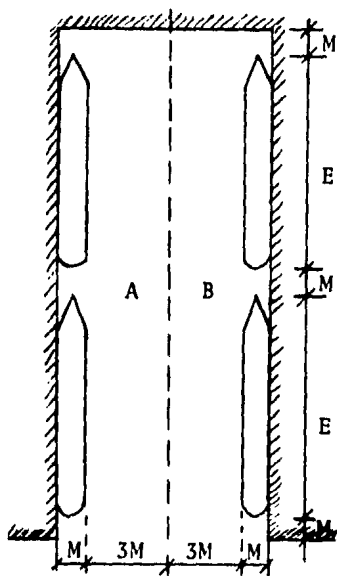


Dársenas de muelle marginal

Cuando las dársenas están dispuestas una frente a otra, el criterio a seguir es el antes indicado en cuanto a su longitud.

Para dimensionar el semi ancho de la dársena, se debe tomar en cuenta la manga máxima (M) del tipo de barco considerado, más -

un espacio de agua correspondiente a 3 M, en el que se incluye la zona de tránsito para las embarcaciones de servicio tales como : remolcadores, chalanes, pontones grúa, barcos cisterna, etc.



Dimensionamiento de dársenas.

La localización de las dársenas en los puertos obedece a las facilidades a accesos terrestres y marítimas. 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 de bandeo en el barco.

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

- Dársena simple e inmediata a los atracaderos de tipo malecón.
- Dársena doble, de forma rectangular, limitada por muelles.
- Dársena de muelles dispuestos en forma irregular, adaptada según los accidentes topográficos en donde se localice.
- Dársenas que obedecen a las características de algún tipo especial de buques.

CAPITULO 4

TIPOS DE BARCOS Y
CARACTERISTICAS PRINCIPALES

DEFINICION

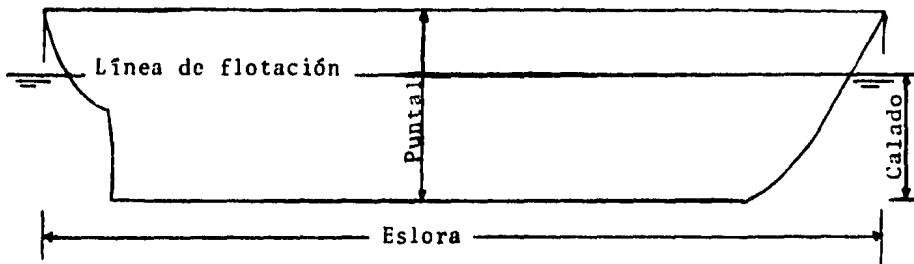
Buque, barco, embarcación o navío, es todo vaso flotante destinado a navegar, impermeable al agua y con o sin medios propios para su locomoción.



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.



Línea y superficie de flotación.

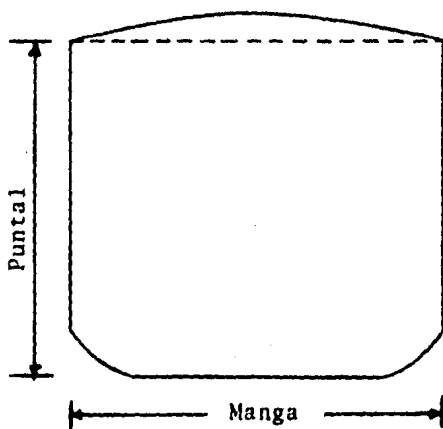
Es la línea que separa la parte seca (obra muerta y superestructura), de la parte mojada (obra o de carena), y plano de flotación, al determinado por dicha línea; ésta se marca estando el barco flotando en aguas tranquilas. La línea de carga máxima es la de inmersión máxima.

Eslora.

Es el largo del barco medido de extremo a extremo, como se observa en la figura.

Manga.

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



Puntal.

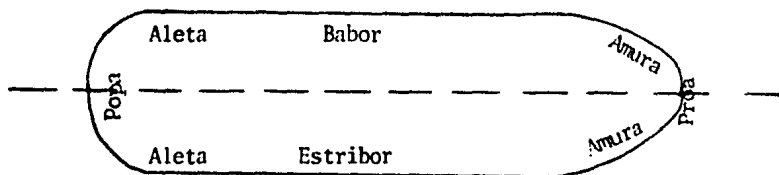
Es el peralte de un buque y es la altura media en el centro de la eslora, desde el fondo hasta la cubierta principal.

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 traslación, evitando la formación de vórtices y ofreciendo buen campo de acción a los elementos de gobierno y propulsión.



Estribor.

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

Babor.

Es el costado izquierdo de la embarcación, en igualdad de condi ciones del observador.

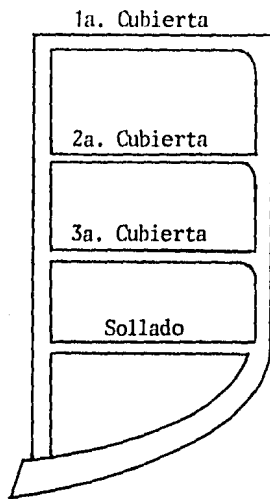
Amuras.

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

Aletas.

Son las partes, en análoga situación, próximas a popa.

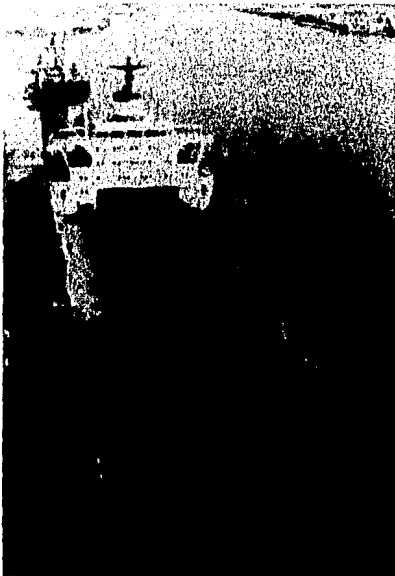
Los buques están divididos en su plano vertical en pisos, o sea en cubiertas, que son superficies horizontales que dividen el interior del barco en el sentido de la altura; la cubierta alta, o simplemente cubierta, es la primera de éstas y se encuentra to tal o parcialmente al descubierto; la colocada inmediatamente -- abajo se llama habitable y la que sigue a ésta, (generalmente en los barcos de guerra) es la protectora, llamada también sollado.



En los barcos cargueros estas áreas se destinan para bodegas.

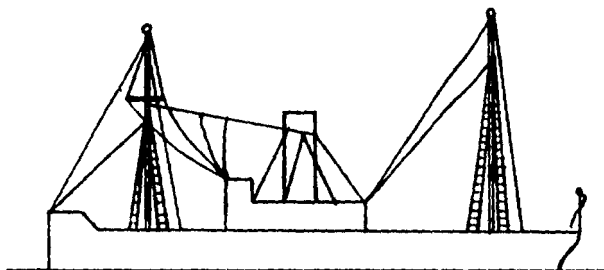
Escotillas.

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.



Escotilla de Buque Mineralero

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

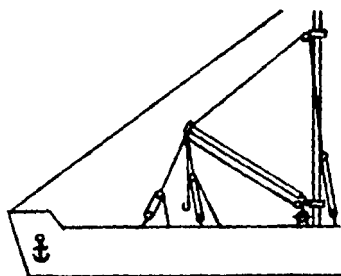


Palos trinquete y mayor con jarcia principal

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 de carga y descarga de mercancía o propias del buque.

Pluma.

Es un soporte giratorio de hierro o de madera que sobresale del costado del buque y sirve para arrear o izar carga.



Pluma

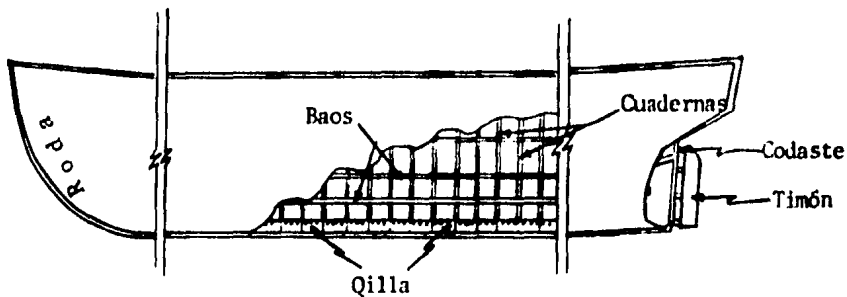
Sobre cubierta y a los costados se localizan las bitas o bitones, que son columnas de hierro fundido, hueco, unidas muy en firme a la cubierta y se utilizan para enrollar las cadenas y demás amarras que se utilizan a bordo.

Casco.

Cuerpo de la nave con abstracción del aparejo y de las máquinas. Es proyectado para las condiciones fijadas de capacidad , carga, dimensiones generales y velocidad a desarrollar.

Quilla.

Es la parte principal del casco, constituye una larga y robusta-pieza longitudinal, aperaltada que corre de proa a popa sobre la cual descansa el conjunto de todas las demás. En sus extremos - se levantan la Roda, pieza de hierro o acero fundido que forma - el extremo de proa y Codaste, pieza que forma el extremo de popa.



Afirmadas a la quilla y en dirección perpendicular a ésta, se encuentran las cuadernas, piezas curvas que dan forma al buque y - sostienen el forro.

La Sobre-Quilla:

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

Los Mamparos.

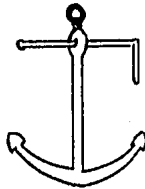
Son paredes verticales interiores que dividen al buque en compartimientos, ya sea transversales o longitudinales. Los Mamparos separan un local de otro sin constituir paredes impermeables. Los Mamparos estancos tienen doble objeto: dividir al barco en cierto número de compartimientos estancos y contribuir a la resistencia general del casco. A través de ellos, existen puertas estancas de comunicación.

Esloras.

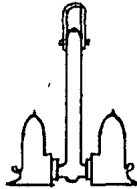
Son piezas longitudinales que se apoyan en los mamparos transversales o en puntales. La necesidad de estas piezas es frecuente en los espacios donde se tienen cargas concentradas y también sirven para dar mayor rapidez longitudinal, siendo piezas indispensables para limitar las escotillas.

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 cepo y se denominan de patente. Van unidas 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 ésta de 8 a 12 grilletes.



Ancla de cepo



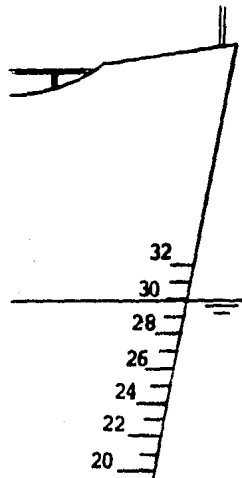
Ancla de Patente

C A R A C T E R I S T I C A S P R I N C I P A L E S D E D I S E Ñ O

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 dió 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.

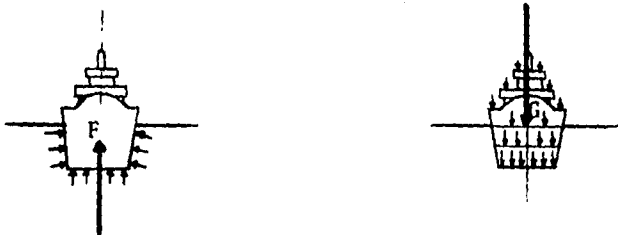


Las marcas de calado de la proa de los barcos señalan la distancia en pies de la quilla de la línea de flotación. Una marca semejante a popa, indica la profundidad de agua en ese punto. El calado es el promedio de los calados de proa y popa. Las leyes marítimas ordenan que los números sean de 15 cm.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

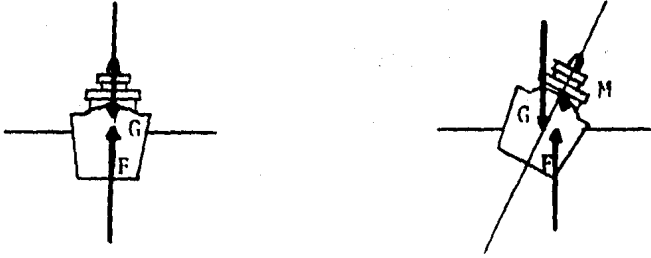
El casco de los modernos barcos de acero está dividido en compartimientos transversales, estancos, las paredes que los separanse llaman mamparos. Si por un choque, incendio o cualquier otra circunstancia se inunda una sección del barco, los otros compartimientos están calculados de tal suerte que puedan 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 sustentada 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.



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 teórico 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 M, hay riesgo de hundimiento, si la línea GM es pequeña, el barco cabeceará lenta y ampliamente y será muy probable su hundimiento en caso de choque, finalmente si G está muy abajo de M, el barco será "duro" y regresará bruscamente a la vertical, con riesgo de dañar la carga y causar trastornos a tripulantes y pasajeros.



Barco inestable; no recupera su posición ini

cial 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 al barco haciéndolo zozobrar. El metacentro está abajo de G.

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

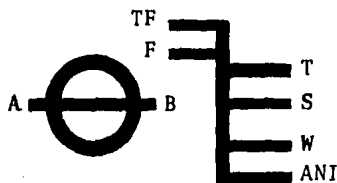
El centro de gravedad depende de la distribución del peso y la carga del barco y cambia cuando aumentan o disminuyen estos dos factores, al aumentar o disminuir la carga, al cargar combustibles y a medida que el barco lo va gastando.

Asimismo, deberá darse al barco flexibilidad y fuerza para absorber y resistir una combinación de poderosas fuerzas (la de flotabilidad, la de gravedad y el embate de las olas).



M A R C A S D E S E G U R I D A D E N
E L B A R C O

Respecto a ello, existen las líneas llamadas marcas de Plimsoll, van pintadas al costado del barco e indican la obra muerta mínima. También hay un círculo bisectado horizontalmente por una barra recta, como medio para indicar a la autoridad portuaria si un barco tiene más carga de la que está autorizado a recibir. Las letras del disco indican la autoridad que los fija. En los cargueros y cisternas, delante del disco Plimsoll, se hallan una línea vertical y seis horizontales que indican los límites de carga autorizados en diversas regiones según las diferentes condiciones del mar.



Marcas de Plimsoll

Las líneas de carga del casco indican las profundidades a que un barco puede ser cargado en diversas regiones y estaciones: T, tropical; S, verano; W, invierno. Las cuatro líneas a la derecha son para agua salada, las dos de la izquierda para agua dulce. En época de invierno del Atlántico del Norte (WNA), se carga poco a los barcos.

B R E V E H I S T O R I A D E L O S B A R C O S



Barcos de madera.

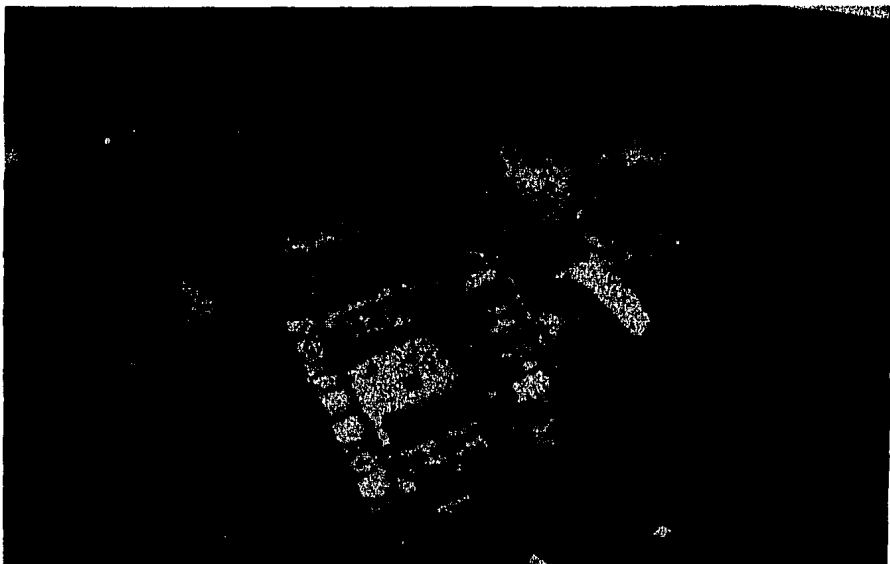
Debido a la problemática que se tenía con la madera en la construcción de barcos, se utiliza posteriormente el hierro y después el acero. Las planchas de metal pueden remacharse una con otra y al unir las a los marcos o vigas metálicas dan un casco - con la fuerza y resistencia de un puente, ésto acaba 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.



Construcción de barco
metálico.

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 cuanta 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 marftimo.



Turbina de barco de vapor.

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 trasbordos más veloces y directos entre los puntos de embarque y de destino y medios de transportar 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 sólo 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 los cisternas modernos están hechos o reves-

tidos 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).

T I P O S D E B A R C O S

Buques tanque 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 estado fluido, y -- por disponer de un sistema de bombeo para efectuar su descarga.



Buque tanque

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 las tre 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/bulk/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.



Buque granelero

Buques de carga general.

Transporta todo género de mercancías, es decir, carga de carácter heterogéneo integrada por productos manufacturados o semimanufac

turados, de alta densidad económica, empacados en sacos, tambores, bolsas, cartones, etc. Este tipo de buques tiene bodegas de una capacidad cúbica 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.

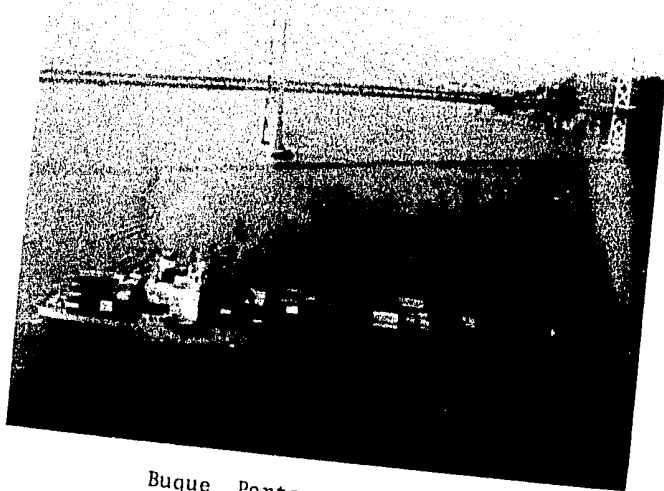


Buque de carga general.

Buques de carga seca.

Desarrollados recientemente, se conocen con el nombre de PORTA-CONTENEDORES, transportan carga general, sólo 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 consistente por lo general en productos manufacturados o semimanufacturados 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 barcasas 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.



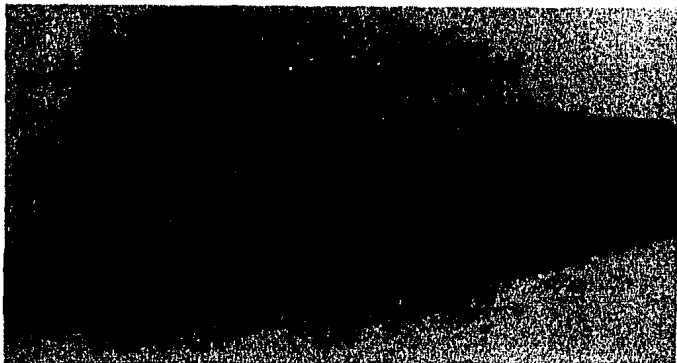
Buque Porta contenedores.

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 portabarcazas al puerto de destino, descarga, también con su propio equipo, las barcazas y éstas 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.



Buque Auto-transbordante.

Conocido en inglés como Roll on/Roll (entra rodando/sale rodando), carga y descarga a través de portales 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 Auto-transbordantes.

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.

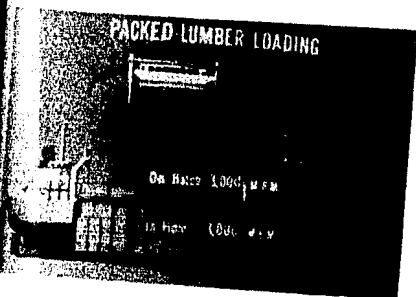
Son embarcaciones construídas y equipadas para poder efectuar trabajos de tracción, salvamento y auxilio a otras embarcaciones que necesitan ayuda para maniobrar dentro del puerto.

Existen otros tipos de buques muy especializados, dentro de los cuales destacan el maderero para trozas; el mineralero a base de lodos; el ganadero; el transporte de automóviles nuevos; una combinación muy reciente de granelero 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 sis

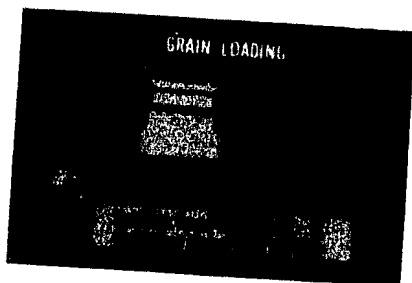
temas frigoríficos; el cerealero, los deportivos que son de diferentes tipos, según el deporte acuático a que son destinados y los mixtos que transportan carga y pasajeros.



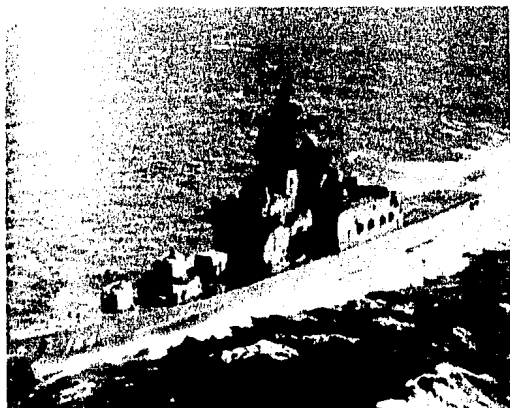
Barco especializado para sustancias químicas.



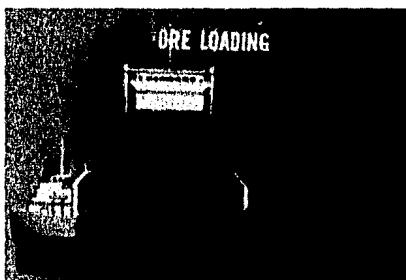
Barco Maderero



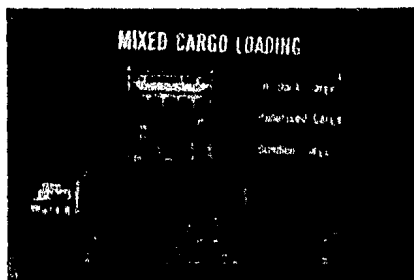
Barco Granelero



Barco de Guerra .



Barco Mineralero

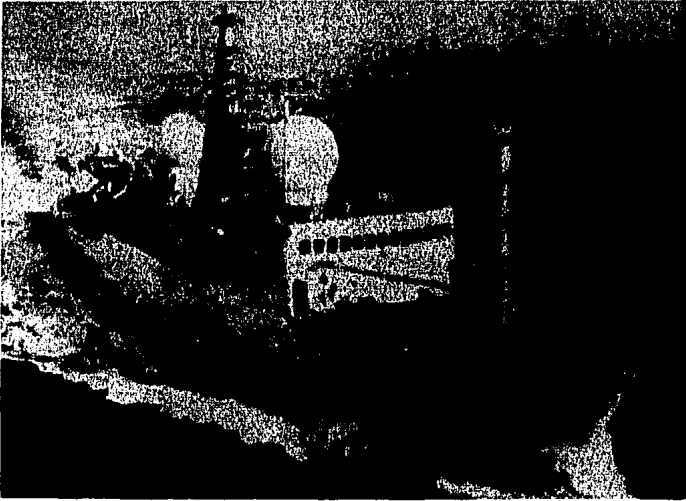


Barco de carga mixta.

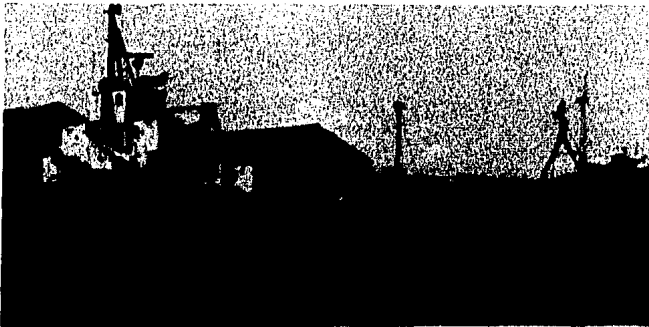
Cuando los barcos de carga general siguen una ruta que une puertos localizados en un área geográfica previamente determinada y sujeto a itinerarios fijados de antemano, se denomina buque de línea. Generalmente el buque de línea puede desarrollar una velocidad entre 15 y 20 nudos. Si excede esa velocidad se llama "buque de línea rápido", 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 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 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.



Barco para investigación científica.



Barco chalan.

UNIDADES DE CAPACIDAD DE

LOS BARCOS.

El tonelaje es el volúmen interior de los barcos o su propio peso calculado por el peso del agua que 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 la tre 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, ligto 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.

C A P I T U L O 5

DESCRIPCION DE LOS PROCEDIMIENTOS
CONSTRUCTIVOS MAS RELEVANTES EN
LA COSTRUCCION DE UN PUERTO

En la construcción de obras portuarias pueden manejarse casi todos los campos de la construcción, tales como:

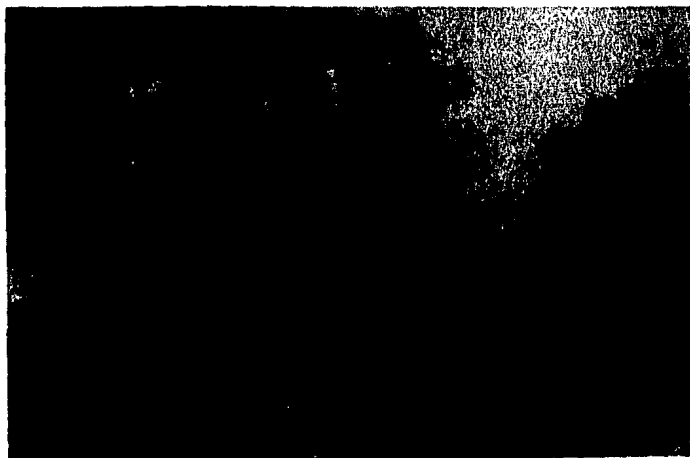
- Movimientos de Terracería (nivelaciones, terraplenes, cortes, acarreos, fundamentalmente en las áreas de trabajo y manejo de carga, accesos, vialidades. Excavaciones para tendido de redes de tubería, etc.).
- Cimentaciones (pilotes, tablaestacados, pilas en estructuras importantes como los muelles, instalaciones industriales, etc.).
- Pavimentaciones (sub-bases, bases, estabilizaciones, pavimentos flexibles o rígidos en patios de maniobra y carga, vialidades, estacionamientos, etc.).
- Fabricación y colocación de concreto hidráulico (en casi todas las partes de la obra, pilotes, pilas, pavimentos, muelles, piezas precoladas para protección en rompeolas).
- Explotación y manejo de roca (excavaciones superficiales y submarinas, obtención de enrocamiento para escolleras y rompeolas).
- Dragado (en los puertos este concepto reviste una gran importancia para su conservación y en la construcción de canales de navegación).
- Montajes (construcción, montaje y soldadura en estructuras industriales, bodegas, equipo para movimiento de las cargas y estructuras sumergidas en el mar).

Protección catódica.

Cada uno de estos temas podría ser motivo de una tesis, por ello, serán tratados aquí en forma resumida, destacando aquellos que son sobresalientes en las obras portuarias.

M O V I M I E N T O D E T E R R A C E R I A S

Como en todos los casos, podrá ser necesaria la utilización de tractores empujadores, desgarradores, compactadores, cargadores frontales, equipo de acarreo ligero como camiones de volteo o bien motoescrepas, vagonetas o camiones para fuera de carretera, motoconformadoras, retroexcavadoras, etc. y los procedimientos de berán ser iguales a cualquier movimiento de terracerías, con especificaciones iguales o muy similares, cuidando los aspectos técnicos de calidad de materiales (suelos), compactaciones, curvas masa, etc.



Movimiento de terracería .

Descripción de los equipos más utilizados:

TRACTORES EMPUJADORES

Como muchas otras máquinas, el tractor además de su función principal de "atacar", tiene otras secundarias como son:

- Empujar
- Jalar
- Acarrear
- Servir de grúa con pluma lateral

Estas máquinas son utilizadas fundamentalmente para el concepto de ataque, cortando o excavando terracerías o desgarrando material.

Los aditamentos convencionales son: cuchilla frontal y desgarrador trasero, ambas operadas hidráulicamente.

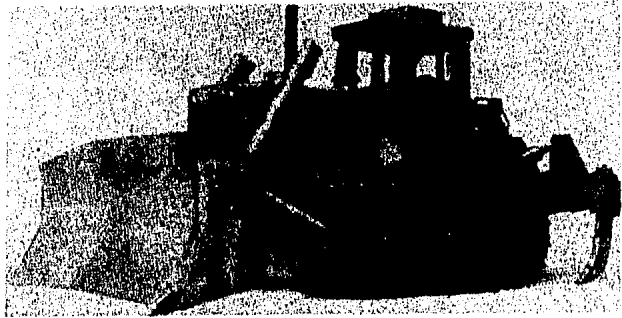
La máquina consta de un chasis sobre el que se monta un motor diesel con turbocargador acoplado a un convertidor de par-torsión -- que se une a una transmisión de tipo planetario y posteriormente a un sistema de ejes que constituyen los mandos finales que terminan en unas ruedas dentadas llamadas Catarinas, sobre las cuales v apoyándose en una rueda guía delantera, se monta el sistema de tránsitos.

Estas máquinas han sido objeto de avances muy notables en su tecnología, existiendo actualmente un tractor (Caterpillar D10) que tiene potencia de 700 HP. y próximo a salir al mercado el modelo D555A de la fábrica Komatsu, con una potencia de 1,000 HP.

El tractor empujador sobre orugas, es la máquina cuya producción requiere de mayor cuidado al ser calculada, ya que la gran varie

dad de trabajos que ejecuta, lo hace particularmente difícil. La producción será constante cuando la máquina se utilice para trabajar en una pila de material pétreo, homogéneo y de partículas pequeñas y se irá complicando si se utiliza con cuchilla angulable extrayendo material con los gavilanes, y lo será más si se encuentra en un banco de roca mal tornada haciendo rezaga.

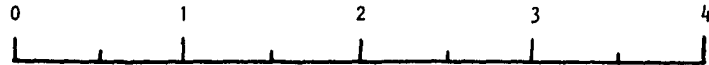
Con objeto de conocer la posibilidad de desgarramiento, los fabricantes han elaborado unas gráficas en que relacionan la clase de material y su velocidad sísmica, de la manera en que se muestra - en los siguientes cuadros.



Tractor Empujador.

TRACTOR CAT D9

VELOCIDAD SISMICA

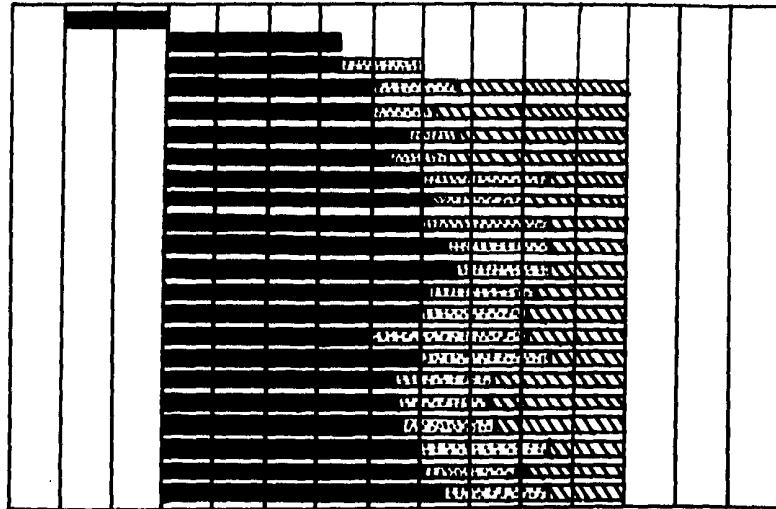


VELOCIDAD EN M/SEG

VELOCIDAD EN PIES/SEG X 1000



- TIERRA VEGETAL
- ARCILLA
- MORENA GLACIAL
- ROCAS VOLCANICAS
- GRANITO
- BASALTO
- ROCA TRAPEANA
- ROCAS SEDIMENTARIAS
- ESQUISTO ARCILLOSO
- ARENISCA
- LIMO CONSOLIDADO
- PIEDRA ARCILLOSA
- CONGLOMERADO
- BRECHA
- CALICHE
- PIEDRA CALIZA
- ROCAS METAMORFICAS
- ESQUISTO
- PIZARRA
- MINERALES Y MENAS
- CARBON
- MINERAL DE HIERRO



DESARRABLE

MARGINAL

NO DESARRABLE

MOTOESCREPAS

Para efectuar grandes movimientos de tierras, existen varios tipos de máquinas, siendo las motoescrapas las que más se utilizan sobre todo en aquellos tipos de obras donde se requiere acarrear las terracerfas a distancias que oscilan entre 200 y 3000 mts.,- debido a que compiten en costo con los sistemas tradicionales de cargador y equipo convencional de transporte, independientemente de otras ventajas de carácter técnico, tales como el corte y la colocación del material en capas a espesores controlables, que permiten un mejor control en la calidad de la construcción de cortes y terraplenes.

Esta máquina consta fundamentalmente en dos partes.- Una caja metálica reforzada soportada por un eje con 2 ruedas neumáticas en la parte trasera, una compuerta curva que puede subir o bajar mediante un mecanismo de cables, eléctrico o hidráulico, una cuchilla de acero de alta resistencia en la parte inferior de la caja que sirve para cortar el material y una placa adelante que permite desalojar el material en la caja.

Todo este conjunto es jalado mediante un tractor de ruedas neumáticas que puede ser de uno o de dos ejes, desde donde se manejan los controles de operación.

Una de las clasificaciones más actualizadas de los diferentes tipos de motoescrapas y capacidades la tiene la Caterpillar, la cual consiste básicamente de 4 grupos con 16 modelos, todos operados por medio de sistemas hidráulicos.

MAQUINA	T I P O	CAPACIDAD	No. DE MODELOS
Motoescrepa	Normal	8-31 m3	6
Motoescrepa	De potencia en Tandem	11-32 m3	4
Motoescrepa	De tiro y empuje (Push - Pull)	11-49 m3	3
Motoescrepa	De autocarga (con me- canismo elevador)	11-31 m3	3

Todos los modelos están diseñados para mover todo tipo de materia les, con excepción de roca. Para el caso de que quiera usarse pa ra roca, deberá ser muy bien tronada.



Motoescrepa.

CARGADORES FRONTALES

Cuando se comparan las palas mecánicas con los cargadores, se ve que una pala mecánica tiene una duración de vida de dos a tres veces mayor que un cargador, pero hay que hacer notar que la pala mecánica impone un gasto mayor de capital y es un equipo mucho más pesado y voluminoso, que un cargador en las mismas condiciones de capacidad. Por otra parte, el alto costo de transportación de esta maquinaria de una obra a otra es mucho mayor, además y ésto es importante, la movilidad del cargador es muy superior.

Por la forma de efectuar la descarga se clasifican en:

- Descarga frontal.
- Descarga lateral.
- Descarga trasera.

Clasificación por la forma de rodamiento:

- De carriles (orugas)
- De llantas (neumáticos)

Los cargadores montados sobre llantas pueden ser de dos o cuatro ruedas motrices. Generalmente se utilizan llantas muy grandes.- Estas sirven para proporcionar una excelente flotación que les permite trabajar en la mayoría de los terrenos.



Cargador Frontal.

RETROEXCAVADORAS

Las retroexcavadoras son equipos que se utilizan en una amplia variedad de trabajos de excavación, donde el material a excavar se encuentra bajo el nivel del piso en el que se apoya la máquina.

Originalmente aparecieron en el mercado de maquinaria de construcción operadas por cable y con el desarrollo del equipo de construcción, resurgieron con un nuevo diseño, completamente hidráulico y con un mayor poder de excavación dando por resultado una mayor productividad en los trabajos a desarrollar.

Las retroexcavadoras hidráulicas pequeñas, de $3/8$, $1/2$ y $5/8$ yd³ de capacidad, además de trabajar en alcantarillados y líneas de agua pueden hacer obras de excavaciones para cimentaciones y urbanizaciones.

Las retroexcavadoras más grandes de $2 1/2$ a 3 yd³ de capacidad, gracias a su alcance, profundidad y productividad han abierto paso a nuevas aplicaciones en excavaciones en general, trabajos de canteras y manejo de materiales.

Aunque todavía no desplazan a las dragas de arrastre por la longitud de las plumas, una retroexcavadora tiene un rango de acción amplio en el cual se puede mover económica y eficientemente, obtener su carga correctamente, colocar el cucharón para descargar y, finalmente, hacer la descarga.

Dentro de la amplia variedad de aplicaciones de una retroexcavadora, se pueden mencionar:

- Excavación de zanjas para drenaje y agua potable.
- Alcantarillas y cunetas de caminos.
- Excavación y afinamiento de canales.

- Excavación para cimentación de edificios.
- Alimentación de equipos de trituración y cribado.
- Carga de camiones.
- Levantar pavimentos asfálticos deteriorados.
- Limpieza de terrenos.
- Colocación de tuberías de drenaje y agua potable.
- Excavación de precisión.
- Rellenos
- Desazolve de canales.



Retroexcavadora.

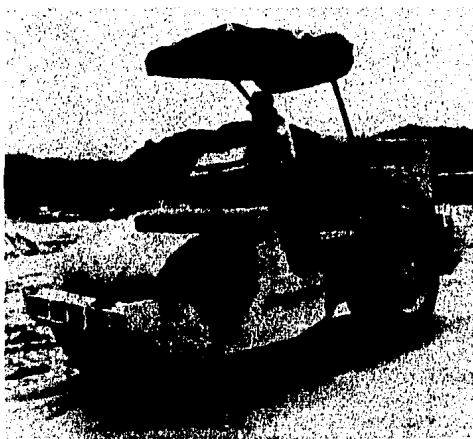
EQUIPO DE COMPACTACION

La compactación de los suelos, a excepción de correctas características de drenaje, es el factor que tiene mayor influencia en las condiciones funcionales de terraplenes, sub-bases, bases y su superficies de rodamiento .

La realización de proyectos cada vez más importantes, ha originado una intensa y constante evolución del equipo de compactación.

Se han introducido mejoras, tales como: poderosos sistemas hidráulicos, sensores electrónicos, diseños más funcionales, mayor versatilidad en su uso, transmisiones rápidas, las cuales se han trauducido en una mayor producción de los equipos.

Los grandes equipos de carga, acarreo y tipo de material, han obligado a los fabricantes de equipo de compactación a diseñar máquinas compactadoras capaces de balancear al tiro con la compactación para evitar interferencia de actividades y pérdida de tiempo, lo que da por resultado un proyecto antieconómico.



Compactadora .

La compactación puede definirse como el aumento artificial, por medios mecánicos, del peso volumétrico de un suelo, que se logra a costa de la reducción de los vacíos del mismo al conseguir un mejor acomodo de las partículas que los forman mediante la expulsión de aire y/o agua del material.

La compactación mejora las características de un suelo en lo que se refiere a:

- Resistencia mecánica.
- Resistencia a los asentamientos bajo cargas futuras.
- Impermeabilidad.

Desde el punto de vista del constructor el problema es: obtener la densidad especificada por el diseñador. Obtenida esta densidad se asegura que la resistencia a futuros asentamientos y la impermeabilidad sean las supuestas por el diseñador; sin embargo, la obtención de la densidad de diseño no necesariamente asegura la resistencia mecánica supuesta; ya que ésta depende, en muchos suelos, de la humedad a la cual fue compactado. Es necesario entonces que la compactación sea afectada a la humedad especificada, especialmente para suelos cohesivos.

Pruebas de Compactación

En la construcción de terraplenes sería ideal poder medir la resistencia del suelo para determinar cuando se ha alcanzado la resistencia necesaria, pero el equipo para medirla especialmente a esfuerzos de compactación y cortantes es difícil de manejar, es caro y no es aplicable a todos los suelos, por lo tanto se han diseñado diversas pruebas de laboratorio, siendo las más importantes:

Proctor standard

- Proctor Modificada
- Proctor Variante SCT
- Porter
- Porter Variante SCT
- California Variante A
- California Variante B
- Británica Standard
- Prueba E-10 de U.S.B.R.

La compactación puede realizarse por cualquiera de los métodos siguientes:

- Compactación por presión estática
- Compactación por impacto
- Compactación por vibración
- Compactación por amasamiento
- Compactación con ayuda de enzimas.

Selección del equipo adecuado

Aunque el poder seleccionar el equipo de compactación más adecuado no es sencillo, ya que no existe homogeneidad en los materiales, los volúmenes de obra son un factor importante y algunos otros problemas particulares del campo de la geotecnia, puede decirse en términos generales lo siguiente:

Compactación por presión estática.- Esta es aplicable a todos los suelos y pueden utilizarse rodillos metálicos o equipos neumáticos.

Compactación por impacto.- Aplicable también a toda clase de suelos, deja sin embargo un mal acabado, por lo que sólo es aplicable a terracerías (arcillas limo-arenosas). Se utilizan rodillos de impacto y rodillos de reja.

Compactación por vibración.- Aplicable a suelos no cohesivos como arenas y gravas y algunas veces a materiales semicohesivos como arenas limosas. El equipo son los rodillos lisos o pata de ca
bra vibratorios.

Otra manera de clasificar la utilización de los equipos podría ser la siguiente:

- Para suelos cohesivos: Pata de cabra vibratoria o rodillo de impacto.
- Para suelos no cohesivos: Rodillo liso vibratorio.
- Para todos los suelos: Rodillo neumático.

Y en combinación:

- Para suelos cohesivos: Neumático grande y pata de cabra o neumático y rodillo de impacto.
- Para suelos no cohesivos: Neumático y rodillo vibratorio.

Compactación con ayuda de enzimas.- Con la ayuda de enzimas que son sustancias químico-orgánicas formadas por plantas, animales y micro-organismos que son capaces de incrementar la velocidad de transformación química del medio donde se encuentran sin que se consuman en el proceso, agregadas al agua en el proceso de com
pactación, se logra una reducción en el tiempo de uso del equipo.



Compactadora de pata de
cabra.

C I M E N T A C I O N E S

Este tema es tratado dentro de los diversos capítulos para cada caso en especial.

P A V I M E N T A C I O N E S

En el subcapítulo de pavimentaciones, los conceptos llamados sub-base y base, tienen un tratamiento de construcción similar al movimiento de terracerías con la inclusión de algunos equipos especiales como el caso de la trituración, algunas veces necesaria para reducir el tamaño de los materiales que se obtienen de los bancos

de préstamo.



Planta de trituración.

El uso de la motoconformadora que es una máquina muy versátil pero cuyo diseño está enfocado a la nivelación de tarracerías, lo cual se logra con una cuchilla de poco peralte y de gran precisión en sus movimientos que se logran a través de mecanismos hidráulicos.



Moto - conformadora .

La petrolizadora, que es en resúmen un camión en el que se encuentra montado un tanque con calentadores para asfaltos y con una barra esparcidora, se utiliza para colocar los riegos de impregnación, liga o sello.

Las Sub-bases y bases se definen como las capas sucesivas de materiales seleccionados que se construyen sobre la subrasante y cuya función es soportar las cargas rodantes y transmitir las, distribuyéndolas de tal forma que no se produzcan deformaciones perjudiciales.

Los materiales deben quedar graduados adecuadamente con una curva granulométrica sin cambios bruscos y comprendida entre dos curvas

granulométricas especificadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, con tamaños de partículas máximas de 2" para sub-bases y de 1 1/2 " para bases y especificaciones geotécnicas particulares, por lo que se refiere a contracción lineal, valor cementante, valor relativo de soporte entre las más importantes.

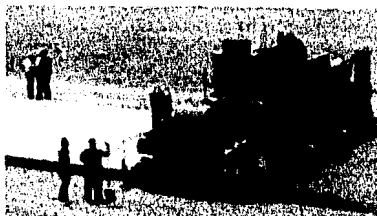
Los pavimentos pueden ser flexibles o rígidos.- Para pavimentos flexibles que son una mezcla de materiales pétreos y producto asfáltico (cementos asfálticos, asfaltos rebajados de fraguado rápido, medio o lento y emulsiones asfálticas), existen tres procedimientos de construcción que son:

- Por el sistema de riegos
- Por el sistema de mezcla en el lugar
- Por el sistema de mezcla en planta.



Pavimento flexible.

Los pavimentos llamados rígidos se construyen con concreto hidráulico, para lo cual deberá procederse con el mismo cuidado y forma al elaborarlo y colocarlo como se menciona para la utilización de concreto en otras partes de un puerto en esta misma tesis.



Pavimento rígido.

FABRICACION Y COLOCACION DE CONCRETO HIDRAULICO

El concreto hidráulico es una mezcla de cemento portland y agua, a la que se agregan materiales inertes de muy diversa índole, para obtener desde un concreto ligero hasta un concreto pesado, pudiendo utilizarse desde plásticos ligeros hasta pedacería de acero. En los cementos normales, este material inerte lo constituyen las arenas y gravas.

Existen diferentes tipos de cemento portland, los cuales presentan diversas características, siendo los más utilizados: el cemento normal tipo I, el tipo III de endurecimiento rápido, el tipo IV - para casos muy especiales por ser resistente a los sulfatos y - otros que utilizan puzolana, escoria de altos hornos, etc.

La fabricación del concreto podrá efectuarse a mano, con revolvedora o mediante el uso de plantas; para el caso de elementos portuarios que para su construcción requieran grandes volúmenes de concreto se recomienda utilizar plantas, las cuales proporcionan un concreto dosificado exactamente conforme las necesidades que se tengan.

La dosificación de agregados, cemento y, en su caso, de la puzolana, se hará por peso, para controlar debidamente la calidad del concreto, la cual depende fundamentalmente de la relación agua/cemento.

El concreto que se utilice deberá cumplir con los requisitos básicos de durabilidad, impermeabilidad y resistencia. Lo anterior se logra con las siguientes recomendaciones:

Los agregados para el concreto deben satisfacer las normas que se especifican para los concretos normales, su resistencia a la compresión, al ataque del agua del mar y a la abrasión; así como un adecuado tratamiento de lavado, trituración si procede y clasificación. No en todos los casos se pueden obtener agregados naturales, por lo que se deberá acudir a procesos de trituración que se efectúan mediante plantas portátiles o integradas, trabajando a circuito cerrado para obtener los tamaños deseados.

ELEMENTOS PRECOLADOS

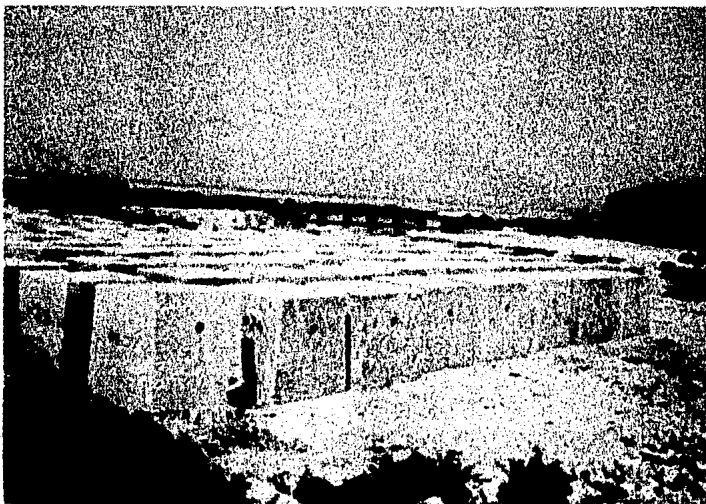
Cualquiera que sea el tipo de elemento precolado que se utilice en la coraza, resulta indispensable que el concreto que se emplee en su fabricación cumpla con los requisitos básicos mencionados.

Se utilizará en las mezclas de concreto agua dulce que cumpla con las normas de calidad requeridas para los concretos comunes. Deberán usarse de preferencia cementos con bajo contenido de alumi

nio tricálcico, el cemento tipo V es el más adecuado para este fin, ya que se fabrica para ser resistente a los sulfatos. Se recomienda también el cemento de escorias de alto horno y de fraguado rápido. Debe procurarse que el concreto sea impermeable para evitar que los elementos deletéreos del agua de mar (sulfatos y cloruros), penetren en el cuerpo de las piezas precoladas, ésto se logra dosificando y compactando debidamente el concreto.

Por lo que respecta al proporcionamiento del concreto se recomienda lo siguiente: contenido mínimo de cementante: 270 Kg/m^3 , cuando se tengan agregados con tamaño máximo de 80 mm. Relación agua/cemento: entre 0.45 y 0.50 y empleo de un plastificante para mejorar la manejabilidad de los concretos, con la baja relación agua/cemento antes indicada, para facilitar la colocación y compactación del concreto dentro de los moldes, a fin de obtener un concreto denso, con el mínimo de poros.

Por lo que respecta a la resistencia a la compresión, ésta deberá ser como mínimo de 200 Kg/m^2 cuando se utilicen agregados con tamaño máximo de 80 mm. en la fabricación de bloques y cubos.



Cubos de Concreto .

El empleo de la ceniza voladora, además de impartir al concreto resistencia a los sulfatos, permite bajar el consumo de cemento en la mezcla, lo que a su vez, trae como ventaja importante una reducción en el gradiente térmico, que se genera durante el proceso de hidratación del cemento, que traduce en una disminución de los esfuerzos térmicos durante el proceso de fraguado que inducen la microfacturación de los bloques. Como resultado final se obtiene un concreto más denso, impermeable y de mayor duración.

Durante el llenado de los moldes se procurará evitar la segregación del concreto y la formación de juntas frías. Se recomienda también compactar enérgicamente la mezcla, usando vibradores de inmersión y de forma.

Los moldes para fabricar los elementos precolados deberán ser robustos y con la suficiente rigidez para que no se deformen durante el proceso de compactación con los vibradores.



Moldes para fabricación de tetrapodos.

Resulta indispensable efectuar un curado adecuado del concreto, prescribiendo para este fin, el uso de agua de mar durante las primeras 24 horas después de terminado el colado.

Finalmente, se recomienda que los bloques permanezcan sin moverse en el patio de colado por lo menos 28 días, antes de ser transpor

tados y colocados en el rompeolas, para dar tiempo a que el con
creto alcance la resistencia especificada. Cuando se use puzola
na será necesario aumentar el tiempo de fraguado en el patio has
ta alcanzar la resistencia de proyecto.

ROCA ARTIFICIAL

Cuando no sea posible obtener de las canteras roca natural para la capa secundaria, o dicha roca resulte a un costo muy elevado, puede emplearse roca artificial fabricada con concreto hidráulico. La roca artificial se fabrica como un concreto normal, utili
zando como moldes zanjas excavadas en las cercanías de los rompeo
las; una vez fraguado el concreto se procede a fragmentar las lozas utilizando explosivos.

Variando las dimensiones de la zanja, principalmente por lo que respecta a su profundidad y combinando diversos patrones de barre
nación, así como la cantidad de explosivos se puede controlar a -
voluntad el tamaño de la roca artificial, según lo demande el pro
yecto del rompeolas. Por supuesto que el concreto deberá cumplir con las especificaciones ya señaladas.

En situaciones extremas, el núcleo también podrá fabricarse con roca artificial, en cuyo caso, para abatir el costo conviene redu
cir el contenido de cementante a unos 200 kg/m^3 , con una relación agua/cemento hasta de 0.65.

MOVIMIENTO DE ELEMENTOS PRECOLADOS

Para reducir los cargos por concepto de acarreo, convendrá fabricar los elementos de concreto precolados para la coraza en un sitio cercano a la obra.

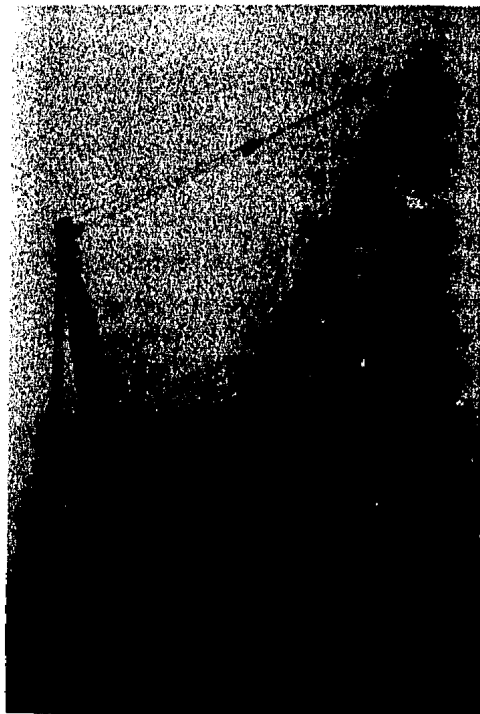
Durante el proceso de colocar los bloques precolados en la coraza, hay que respetar la especificación que marque el proyecto sobre el número de elementos que deben colocarse como mínimo en dos capas, sobre una superficie dada del talud del rompeolas, a fin de obtener una determinada porosidad y se cubra totalmente la capa secundaria.



Acomodo de elementos precolados .

Se utilizan dispositivos de izaje para los elementos precolados que no los dañen y al mismo tiempo faciliten la operación de descargarlos en el talud del rompeolas. Debe procederse con especial cuidado en la manipulación de ellos, tanto en los patios de

colado como durante las maniobras de carga y descarga, a fin de evitar que sean dañados innecesariamente.



Colocación de elementos precolados.

En el caso particular de los bloques ranurados, se recomienda que los bloques queden con las ranuras perpendiculares al talud de la capa secundaria.

Es recomendable que la colocación de los bloques de la coraza se realice con la grúa apoyada precisamente sobre la corona del rompeolas, ya que cuando la grúa se monta sobre un chalán, resulta imprecisa la colocación de los elementos de coraza.

Existe un procedimiento todavía no utilizado en México, en el cual los bloques que van en un barco que lleva una grúa sobre un riel-

a lo largo de su eje y que sobresale de la proa, coloca los bloques y los registra en una pantalla de radar submarino con la cual se conoce exactamente el sitio donde quedó la pieza.

SULFACRETO

Bajo este nombre se identifica un material formado por una mezcla de arena y gravas, como las requeridas para un concreto hidráulico normal, y azufre modificado como material aglutinante. Los agregados se calientan antes de combinarlos con el azufre fundido en la planta mezcladora. Tan pronto como se enfría el azufre fundido, se alcanzan resistencias que llegan a ser de 300 a 400 - Kg/cm² según la dosificación empleada. El peso específico del sulfacreto resulta del orden de 2 300 a 2 400 Kg/m³.

Esta tecnología aún no se ha aplicado en la fabricación de elementos de coraza, pero ofrece muchas posibilidades debido a que el sulfacreto es resistente al agua de mar y puede resultar más - económico que el concreto hidráulico. Por otra parte, habiendo abundancia de azufre en nuestro país y escasez de cemento, resulta atractiva la sustitución de un material por el otro.

EXPLORACION Y MANEJO DE ROCA

La investigación de los bancos de roca comprende estudios topográficos, geofísicos, geológicos y pruebas de calidad. Es importante efectuar un estudio de la geología estructural de cada cantera, para pronosticar el tamaño máximo de la roca susceptible de obtenerse e investigar la microfracturación que pudiera existir en el material.

Es recomendable efectuar voladuras de prueba en las canteras durante la fase de investigación de las mismas, variando los patrones de barrenación y la cantidad de explosivos, a fin de cono

cer los porcentajes probables de los distintos tamaños de roca - que pueden obtenerse, lo cual permitirá desde la fase de diseño, ajustar el proyecto a la disponibilidad de este material.



Voladuras de prueba para explotación de canteras

En caso de que no sea posible efectuar dichas pruebas de voladuras durante la fase de diseño, habrá necesidad de hacer ajustes al proyecto cuando se conozca la producción real de las canteras, para evitar el desperdicio de este material. También se recomienda que como parte del proceso de explotación de la cantera - se incluyan las operaciones de acopio y clasificación de la roca, de acuerdo con los diferentes tamaños y cantidades requeridas a lo largo de la construcción de los rompeolas.

Como en la construcción de puertos puede ser importante el volumen de roca por trabajar, los bancos deberán manejarse profesionalmente utilizando equipos adecuados de barrenación como las perforadoras sobre carriles que efectúan barrenaciones profundas (15-25m.) y de diámetro hasta 4 ó 5" alimentadas por compresoras portátiles de turbina o de tornillo de 600 a 900 pies cúbicos por minuto.



Barrenadora

Los explosivos a utilizar son generalmente del tipo de dinamitas gelatinas como el TOVAL, hidrógeles como el TOVEX y un preparado industrial a base de Nitrato de amonio como el SUPER MEXAMON D.

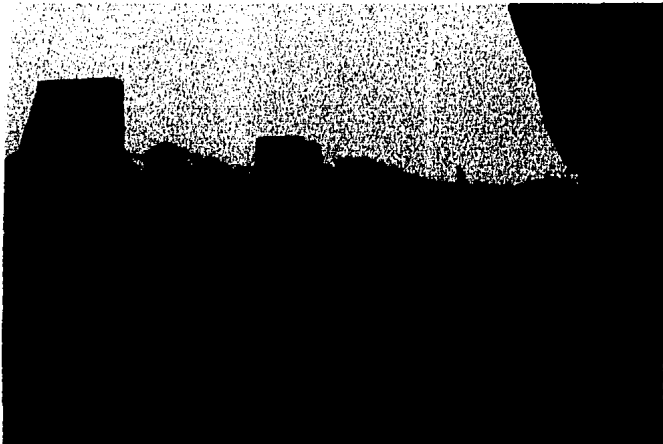
Conviene utilizar estopines eléctricos de retardo y utilizar barrenación en línea con voladura amortiguada o bien prefracturado para llevar un frente vertical en el banco.

TRANSPORTE DE MATERIALES

Transporte de la roca.

En cada caso debe estudiarse el medio de transporte más económico para llevar hasta el sitio de construcción de los rompeolas la roca previamente clasificada en los patios de las canteras. Desde un punto de vista económico, conviene dar preferencia al transporte por vía marítima o fluvial, cuando ésto resulte factible, aún cuando para utilizarlo se requiera hacer inversiones en la construcción de un puerto para el embarque de la roca en las cercanías de las canteras, así como de un puerto de servicio en el sitio de la obra. El transporte marítimo y fluvial ofrece la ventaja adicional de permitir descargar el material directamente desde el chalán al rompeolas, evitándose así varias maniobras de la roca.

Por lo que respecta al transporte terrestre conviene planear adecuadamente la selección del tipo de unidades de acarreo, así como los equipos para la carga y descarga, tanto de acarreo como de movimiento en el patio de la cantera y en las cercanías de la obra, tomando en cuenta que las piezas de roca que se transporten no deben sufrir alteraciones por esfuerzos debidos a movimientos en un mal camino.



COLOCACION DE MATERIALES

La construcción propiamente dicha del rompeolas implica la operación de colocación de los materiales, que incluye como elemento primordial el control por peso de los mismos. A continuación se describen a grandes rasgos los diversos sistemas constructivos - que utilizan para colocar los elementos de un rompeolas.

a) Vertido Marino.

Para efectuar esta operación se pueden utilizar chalanes de cubierta plana, empujando la roca con tractores o cargadores frontales. Se dispone también de equipos más especializados como son los gánguiles de vertido por el fondo y las embarcaciones - para el vertido lateral controlado, bien sea con un sistema de vibradores o con eyectores transversales.

La construcción del núcleo puede hacerse utilizando los chalanes normales y los gánguiles de vertido de fondo. La colocación de la roca en los atraques al pie de la coraza, conviene hacerla de preferencia con embarcaciones de vertido controlado, para garantizar su depósito con precisión.

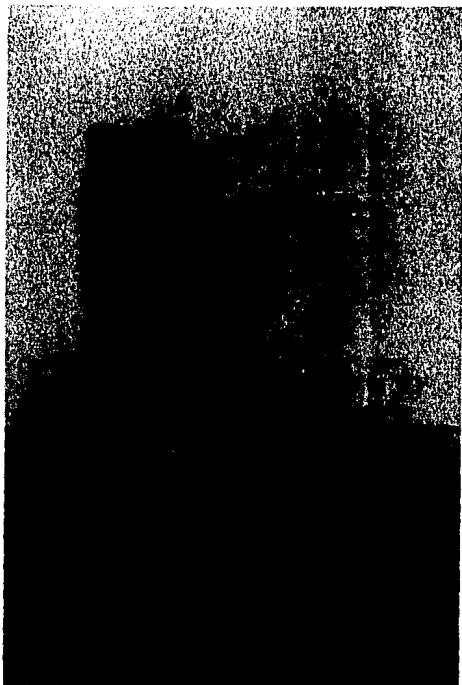
En todos los casos se requiere disponer en las embarcaciones con un sistema de posicionamiento confiable. El procedimiento de colocación de roca mediante el vertido marino es el sistema más económico y tiene como única limitación, la necesidad de disponer de un tirante mínimo de agua arriba de la roca previamente colocada, el suficiente para que las embarcaciones naveguen y --descarguen sin peligro de vararse sobre el rompeolas en construcción.

b) Colocación a volteo.

Este sistema se utiliza preferentemente para construir el núcleo.

Debe tomarse en cuenta que el talud natural de la roca así colocada resulta de alrededor de 1.3: 1 a 1.4:1 como máximo.

El material de menor tamaño especificado para el núcleo deberá colocarse de preferencia en el centro del mismo, para limitar en lo posible la pérdida del material.



Colocación a volteo .

En caso de que en el proyecto del núcleo, se exija un talud exterior más tendido que el natural de la roca colocada a volteo, resulta imprescindible completar la sección utilizando una charola para roca operada con una grúa de capacidad adecuada.

Para evitar la pérdida de material del núcleo durante el proceso de construcción y para dar cierta protección contra el oleaje se procurará ir colocando la capa secundaria de protección lo más - cerca posible a su extremo, evitando únicamente la interferencia entre la operación de los camiones de volteo y la grúa con charola para la colocación de la capa secundaria. En caso de amenaza de mal tiempo, el tramo ya construido deberá protegerse con la roca de la capa secundaria y, en casos extremos, se cubrirá con rocas o bloques de la coraza para prevenir su degradación.

c) Colocación con charola.

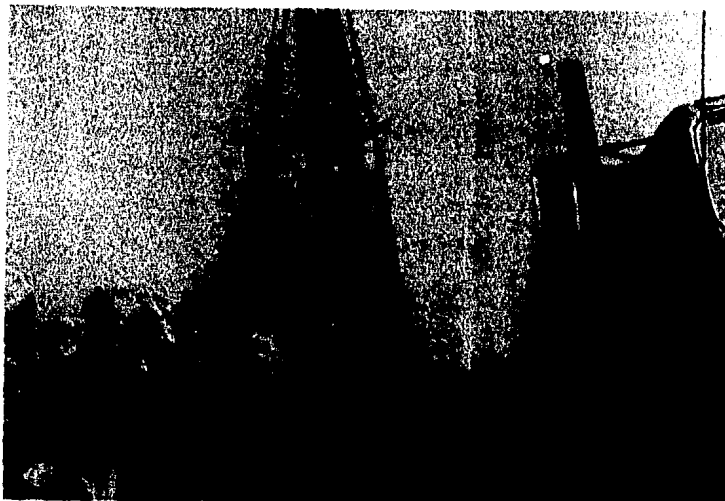
Este procedimiento resulta indispensable para colocar la roca en la parte exterior del núcleo y en la capa secundaria, cuando el proyecto requiera que estos materiales queden con taludes más ten didos que el natural de la roca depositada a volteo.

Es muy importante hacer hincapié en la necesidad de que el límite exterior del núcleo quede rugoso, aún cuando ésto implique salir se un poco de la frontera teórica que marcan los planos, a fin de que la capa secundaria quede acuñada y ligada al núcleo, ya que un afine de la superficie de contacto a que se hace referencia, propiciará la formación de un plano de falla que resulta muy per judicial para la estabilidad de la capa secundaria. La anterior observación es aplicable también a la superficie exterior de la capa secundaria, la cual debe quedar muy rugosa, para que en esta forma la coraza, bien sea de roca o de elementos precolados, se ligue y acune en la capa secundaria.

d) Colocación con grúa.

Cuando no resulte práctico manejar con charola la roca de la capa secundaria, resulta indispensable colocarla pieza por pieza, mediante una grúa. Este mismo procedimiento se hace extensivo a la colocación de roca de coraza y los elementos precolados de --

concreto para la misma en caso necesario.



Colocación con grúa.

CALIDAD DE LA ROCA

La Asociación Internacional Permanente de Congresos de Navegación en su Reporte Final de la Tercera Comisión sobre el estudio del oleaje (1980) y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes - 1982 en: "Especificaciones Complementarias para la Construcción de Rompeolas, Escolleras, Espigones y Terraplenes". Establece - las siguientes:

PRUEBAS FISICAS PARA EL CONTROL DE CALIDAD Y LIMITES
DE ACEPTACION PARA LA ROCA DESTINADA A ROMPEOLAS.

TIPO DE PRUEBA	NORMA ASTM	LIMITES DE ACEPTABILIDAD
Intemperismo acelerado (resistencia a los sulfatos):		
Sódico	C-88	2 a 3 %
Magnésico	C-88	2 a 3.5%
Absorción	C-97	1.2 a 3%
Gravedad específica	C-127	Igual o mayor a 2.5 Tn/m^3
Resistencia a la compresión	C-170	Igual o mayor a 400 Kg/cm^3
Abrasión y desgaste	C-135	25 a 35%

Algunas de las pruebas realizadas en laboratorio para determinar la calidad de la roca son las siguientes:

a) Contenido de agua.

Se define como el cociente del peso de la muestra en estado natural menos el peso de la muestra en estado seco (48 hrs. en horno a 105°C), entre el peso de la muestra en estado seco, expresado en porcentaje. El contenido de agua de una roca es por lo general muy pequeño. Sin embargo, las variaciones del contenido de agua pueden afectar considerablemente la resistencia a la compresión simple de una roca.

b) Porosidad

La porosidad de una roca es igual al cociente del volúmen de va-

lumen total de la muestra. Cuanto menor es la al-
roca, menor es su porosidad, la cual está relacio-
nada con la permeabilidad. Existe un aparato de medición directa
para medir la permeabilidad de una roca. Las rocas a utilizar en un rompeolas
deben ser poco porosas.

c) Índice de alteración.

Es el cociente del peso del agua absorbida entre el peso de la muestra. El tiempo de inmersión depende del tipo de roca, pero debe mantenerse constante al probar muestras pertenecientes a una misma familia y de igual procedencia geográfica, por lo general varía entre 1 y 4 h. Mediante este índice se puede determinar la cantidad de agua que absorberá la roca y con ello su peso sumergido y seco, así como la resistencia a la compresión para ambos casos.

d) Permeabilidad al agua.

La muestra de roca por probar se perfora longitudinalmente creando en esa forma un tubo de roca de pared gruesa. Se procede a inyectar agua en la perforación central, bajo presión de la roca creando un flujo divergente y se mide la permeabilidad de la roca en esas condiciones. Posteriormente se mide la permeabilidad de la roca bajo condiciones de flujo convergente, aplicando agua a presión (50 kg/cm²) en la superficie lateral de la muestra. Es importante que las rocas sean poco permeables o de permeabilidad constante, ya que el estado de esfuerzos tiende a abrir las microfisuras, si ésta disminuye, implica que hay acumulación de otros materiales en el interior de la roca.

e) Alterabilidad.

Con objeto de cuantificar la alterabilidad de una roca, se recomienda efectuar pruebas de permeabilidad al aire y al agua midien-

c) Índice de alteración. Cuanto menor es la alteración de una roca, menor es su porosidad, la cual está relacionada con su alterabilidad. Existe un aparato de medición directa de la porosidad de una roca. Las rocas a utilizar en un rompeolas deberán ser poco porosas.

c) Índice de alteración.

Es el cociente del peso del agua absorbida entre el peso de la muestra. El tiempo de inmersión depende del tipo de roca, pero debe mantenerse constante al probar muestras pertenecientes a una misma familia y de igual procedencia geográfica, por lo general varía entre 1 y 4 h. Mediante este índice se puede determinar la cantidad de agua que absorberá la roca y con ello su peso sumergido y seco, así como la resistencia a la compresión para ambos casos.

d) Permeabilidad al agua.

La muestra de roca por probar se perfora longitudinalmente creando en esa forma un tubo de roca de pared gruesa. Se procede a inyectar agua en la perforación central, bajo presión de 1 kg/cm^2 creando un flujo divergente y se mide la permeabilidad de la roca en esas condiciones. Posteriormente se mide la permeabilidad de la roca bajo condiciones de flujo convergente, aplicando agua a presión (50 kg/cm^2) en la superficie lateral de la muestra. Es importante que las rocas sean poco permeables o de permeabilidad constante, ya que el estado de esfuerzos tiende a abrir las microfisuras, si ésta disminuye, implica que hay acumulación de otros materiales en el interior de la roca.

e) Alterabilidad.

Con objeto de cuantificar la alterabilidad de una roca, se recomienda efectuar pruebas de permeabilidad al aire y al agua midien

do en este último caso la cantidad de elementos sólidos arrastrados por el agua de filtración (calcio, potasio, etc.). Si la permeabilidad al aire es menor de 10^{-7} cm/seg., la roca es inalterable. La roca es de alterabilidad reducida si su permeabilidad al aire es mayor de 10^{-7} cm/seg., su permeabilidad al agua es constante durante la prueba y la cantidad de sólidos arrastrados es reducida. Por lo contrario, si la permeabilidad al agua disminuye en forma notoria durante el transcurso de la prueba, la roca es muy alterable. Los factores determinantes de la alterabilidad son superficie de microfisuración interna y reactividad de los minerales. El empleo de una roca, dependiendo de su alterabilidad, puede resultar impropio en algunos casos.

f) Resistencia.

Se mide en el laboratorio mediante pruebas de compresión simple o triaxiales.

Para las pruebas se recomienda utilizar probetas cilíndricas de relación altura a diámetro igual a 2, y de diámetro NX (2.1/8 - pulg.). Las cabezas de las muestras deben rectificarse cuidadosamente ($\pm 2.5/100$ mm). Las muestras previamente identificadas desde el punto de vista geológico y de sus propiedades índices, se probarán bajo dos condiciones extremas de contenido de agua : en estado seco (48 h. en un horno a 105°C) y húmedo (inmersión total en el agua durante 7 días). El paralelismo de las placas de carga se verificará con sumo cuidado. La orientación de los planos de estratificación o foliación de la muestra respecto a la dirección de los esfuerzos aplicados deberá anotarse. Al variar el contenido de agua, se registra en ciertos casos un cambio notorio de la resistencia al corte de las muestras. La utilización de una rótula para la aplicación de las cargas, así como la interposición de una lámina de cartón entre la placa de carga y el extremo de la probeta, son discutibles. Se ha establecido una correlación entre el efecto de escala sobre la resistencia a la compresión simple y la relación de permeabilidad al agua K_{-1}/K_{50} . Debido a

la anisotropía de ciertas rocas, la resistencia a la compresión simple varía con la inclinación de los planos de estratificación o foliación respecto a la dirección de los esfuerzos aplicados.

Existe una correlación entre la resistencia al corte de las muestras de roca de una misma familia y sus índices de alteración.

DRAGADO MARITIMO

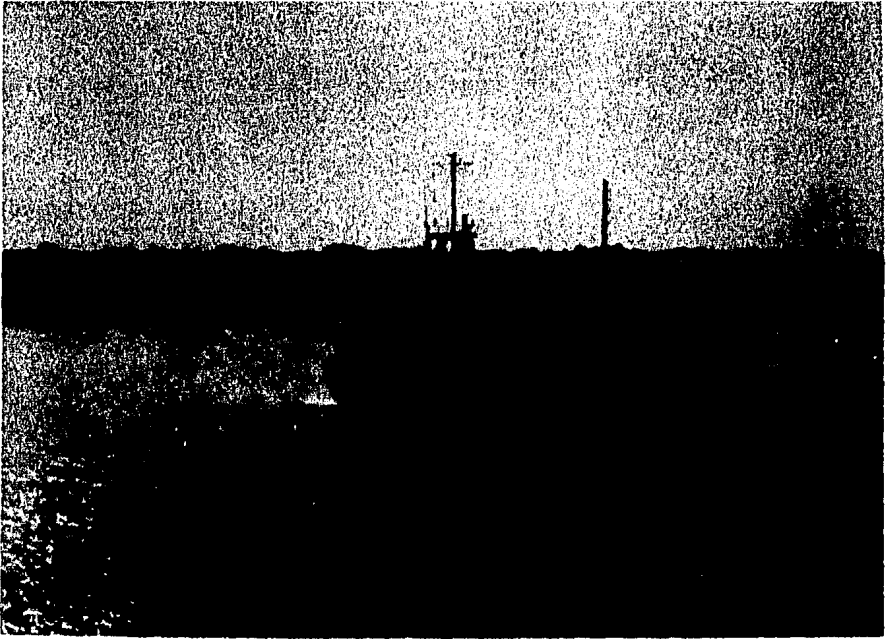
Es la acción de ahondar y limpiar con draga los puertos del mar, los ríos, etc., y tiene por objetivo mantener o incrementar las profundidades de los puertos o vías navegables, sanear terrenos pantanosos abriendo canales que permitan el libre flujo de las aguas, eliminar en las zonas en que se proyectan estructuras los suelos de mala calidad para sustituirlos por otros adecuados y en general, efectuar movimientos de tierras cubiertas por aguas.

Las dragas se clasifican atendiendo a los factores que a continuación se indican:

- Si pueden navegar por sus propios medios.
- Si almacenan con ellas el producto del dragado.
- De acuerdo con el equipo de ataque de que dispongan.

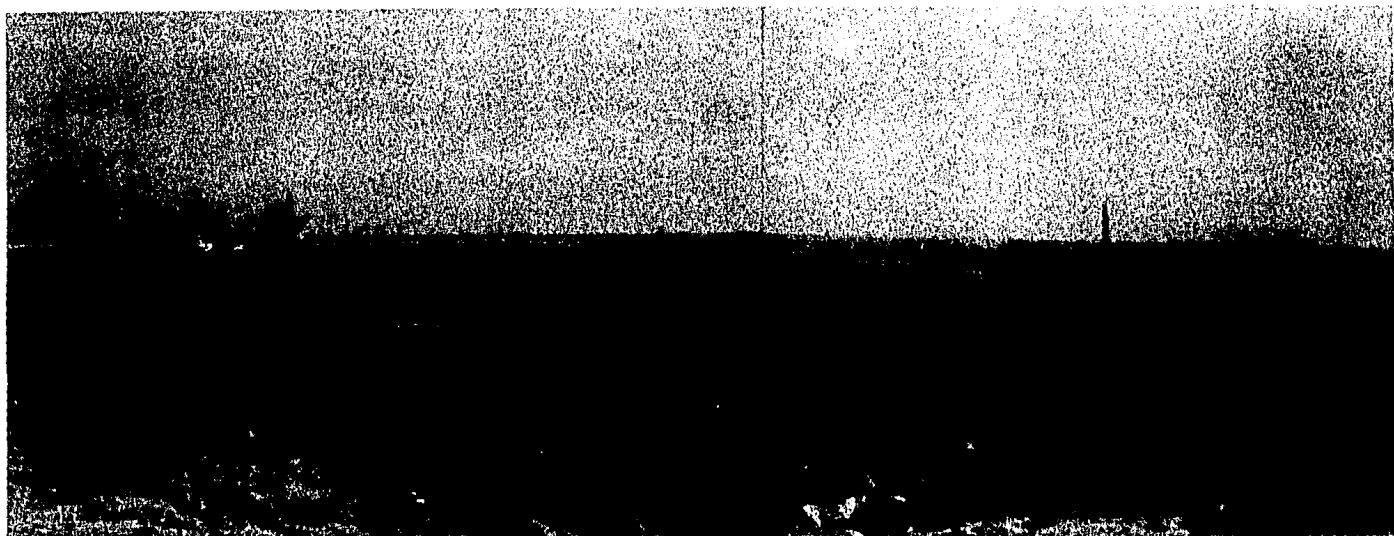
En el primer caso será tipo barco si la draga tiene medios propios de propulsión y chalán en el caso contrario.

La condición de movimiento indica también la zona en que la draga puede trabajar, ya que en mar abierto o en zonas de poco abrigo, sólo podrá trabajar una draga tipo barco que pueda moverse con sus propios medios y en el interior abrigado de los puertos, en los ríos y canales interiores, el trabajo lo puede realizar cualquier tipo.

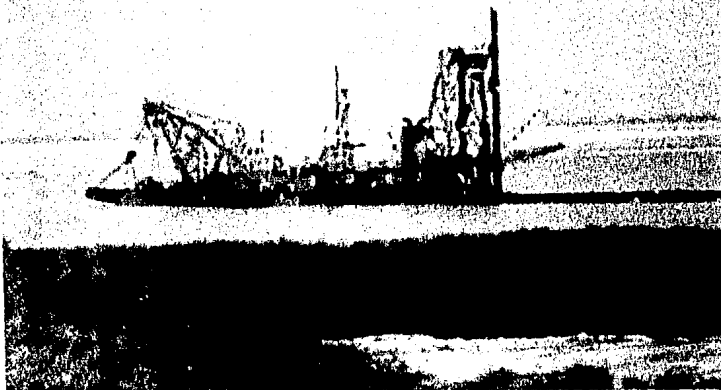


Draga de autopropulsión.

En el segundo caso, la distinción es su capacidad para almacenar el producto dragado, se denominan dragas portadoras o de tolvas a las que cuentan con un depósito en los que puede almacenarse - el material dragado en forma transitoria y no portadoras o de - descarga inmediata las que descargan el material a medida que lo dragan, ya sea a chalanes o a un lugar alejado por medio de canales o tuberías.



Draga no portadora (descarga por tubería) Altamira, Tamps.



Draga no portadora.

La tercera clasificación, atendiendo a la naturaleza de su aparato de ataque es la que a continuación se indica:

- Dragas de pala.
- Dragas de almeja.
- Dragas de granada.
- Dragas de rosario.
- Dragas de succión.

Las cuatro primeras se consideran dragas de cuchara.

Dragas de Pala: Son generalmente estacionarias, tienen un chalán por casco y carecen de tolvas. Se utilizan en zonas abrigadas como dársenas o canales interiores; su rendimiento no es grande (200m³/hr y disminuye a medida que aumenta la profundidad). Se recomienda su empleo para formar taludes de canales o cuando el fondo a dragarse es pedregoso (10m de profundidad).

Dragas de almeja y de granada: Son estacionarias o de autopropulsión, con tolvas o sin ellas, tienen un rango de utilización mayor a las de pala, aún cuando se tenga mar agitado. Su rendimiento es mayor, pero también disminuye con la profundidad, recomendándose que no exceda tampoco de 10m., tienen rendimiento de $45m^3/hr$ con una almeja, $400m^3/hr$. con tres almejas y $450m^3/hr$. - con cuatro almejas.

Dragas de rosario: Es una draga de almeja pero de operación continua, de gran rendimiento, consiste en una cadena sin fin a la que va unida una serie de cubos (cangilones), que raspan el fondo recogiendo el material, el cual se deposita bien en las tolvas de la draga, en chalanes o se transporta por canaletas o tuberías a tierra.

El corte de esta draga es muy preciso y su rendimiento es bueno cuando el material no es roca grande o muy suave (lodos); se tiene la desventaja del rápido desgaste de las piezas que forman la cadena; y tiene una estabilidad casi equivalente a las de succión, de formas muy simples y de cangilones ligeros, pero de gran resistencia.

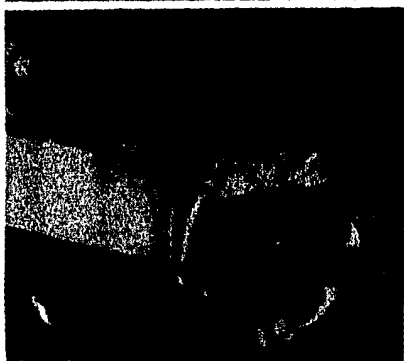
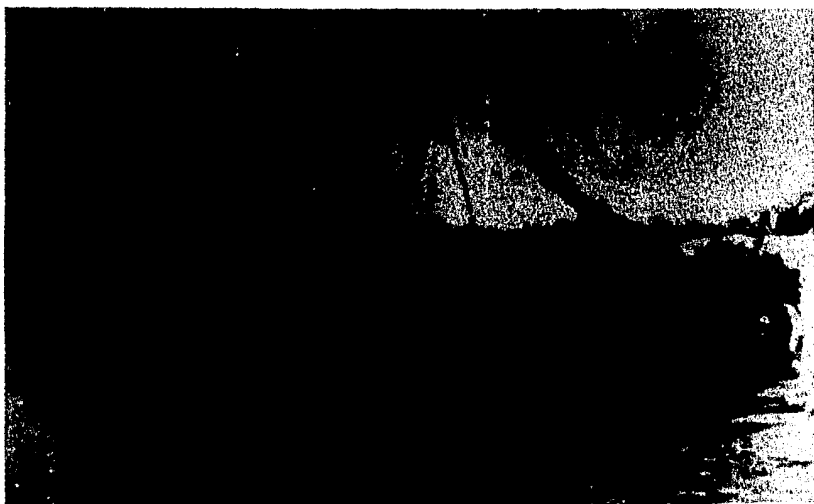
La velocidad de la cadena de cangilones varía de 10 a 18 cangilones por minuto.

Este tipo de dragas tienen rendimientos de $250m^3/hr$. hasta $700m^3/hr$., y pueden dragar hasta los 18m. de profundidad.



Draga de rueda con cangilones

Dragas de succión: Constituyen el máximo adelanto, tanto en lo - que se refiere a rendimiento como a versatilidad en su aprovechamiento. En cuanto a su mecanismo, están constituidas por una bomba de gran rendimiento, sigue inmediatamente una caja provista de una reja que impide el paso de material grande, en ella se en cuenta un aparato triturador que desmenuza el material; esta caja se conoce con el nombre de caja de piedras, continúa la escala que es una tubería formada por tramos unidos entre sí con juntas estancas; en la extremidad de la escala se coloca un cortador tipo tornillo que remueve el material para que sea aspirado con mayor facilidad; cuando éste es duro o bien se adapta una rastra o se dota al tubo de aspiración de chiflones de agua que cumplen la misma función de disgregar el material para facilitar su manejo.



Draga de succión.

La escala puede encontrarse situada lateralmente, removiendola durante la navegación, o bien puede ser central, bajándose para operar por un pozo situado al centro de la nave o colocada en popa.

Este tipo de draga funciona uniformemente o trabaja por "corte" o por "arado", según el movimiento de la escala.

El "arado" es más eficiente cuando se hace contra corriente si ésta existe. Si la cabeza de la escala va en el sentido de la marcha, excava; si va en sentido opuesto, arrastra. El "arado" no se recomienda para zonas de oleaje fuerte.

El "corte" o derrumbe consiste en anclar la draga y excavar un pozo profundo hacia el que se derrumba el material circundante. Este tipo de dragado no es recomendable si existen estructuras cercanas o en dársenas donde no hay facilidad de movimiento.

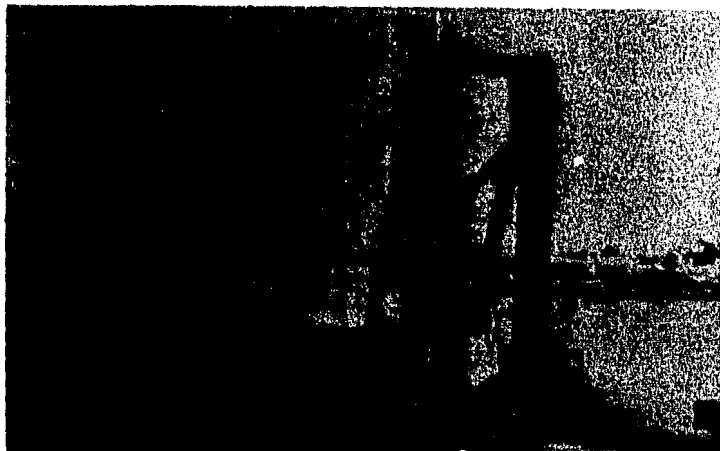
TRABAJOS PREVIOS AL DRAGADO

Es preciso hacer el levantamiento hidrográfico de la zona de trabajo y sus cercanías y deben hacerse siempre las correcciones por marea al pasarse los datos a las cartas respectivas y referirse a un mismo plano de comparación. Asimismo, se delimitará la zona a dragar, para lo que se colocarán las boyas y marcas necesarias a fin de que los operadores de la draga conozcan exactamente el área de trabajo. Debe determinarse también el sitio de vaciado del material dragado, pudiendo aprovecharse el material para relleno de zonas bajas, para construcción de bordos, etc.

Para el dragado junto a los muelles se emplearán dragas de granada; donde el terreno no sea muy duro, como arcilla consolidada, convienen dragas de succión; donde hay roca suelta, dragas de rosario, siempre que el tamaño de la piedra no sea excesivo y pueda ser recogido por los cangilones; para piedras de mayor tamaño se utiliza draga de granada o se puede romper la piedra con la ayuda de taladros, equipos autónomos de buceo, etc.

El equipo para esta operación, puede ser una rompedora de caudal libre que se guía para que golpee siempre el mismo sitio o perforadoras neumáticas, montadas en chalanes que se anclan firmemente y que pueden hacer perforaciones a diversas profundidades -

para colocar cargas explosivas.



Rompedora de caída libre .

En cuanto a explosivos, la separación de los barrenos no debe exceder del espesor de la capa a volar.

Los métodos para cuantificar el material dragado son:

- Suma de los volúmenes transportados por chalán o en las tolvas de la draga.
- Volumen teórico dragado deducido del tiempo de operación de la draga y según el rendimiento de ésta.
- Volumen deducido de la comparación de dos planos de sondeos sucesivos (Secciones topográficas bajo el - agua).
- Volumen cubicado en la zona de depósito en tierra.

M O N T A J E S

En el montaje de estructuras en zonas portuarias tanto las que están en tierra como las que son colocadas en el mar, incluyéndose aquí las plataformas marítimas para perforación petrolera tienen una secuela de actividades de construcción que pueden agruparse de la forma siguiente:

- Fabricación
- Montaje
- Inspección
- Protección

Para ello son utilizados diversos equipos destacando los siguientes:

Equipo de corte con oxiacetileno

Máquinas roladoras

Dobladoras

Tornos tipo revolver manuales o automatizados

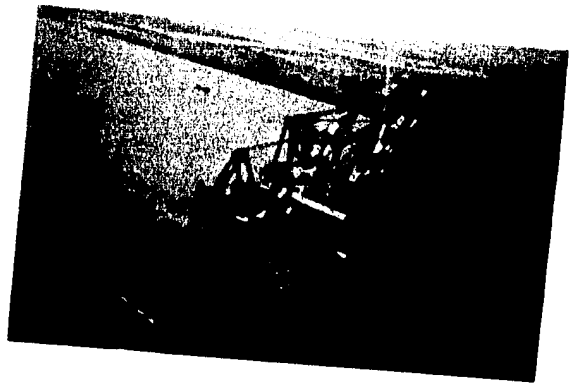
Fresadoras

Taladros verticales

Biseladoras

Soldadura eléctrica, que puede ser de arco normal o bien de arco sumergido o protegido, manual, semiautomática o automática y con una gran variedad de tipos de electrodos, variedad en cuanto a metal de aporte, fundente, resistencia, diámetro, posición de soldado, etc.

Las grúas; fijas, móviles, terrestres o marítimas, han tenido un enorme desarrollo en los últimos años, por lo que pueden realizarse montajes verdaderamente espectaculares.



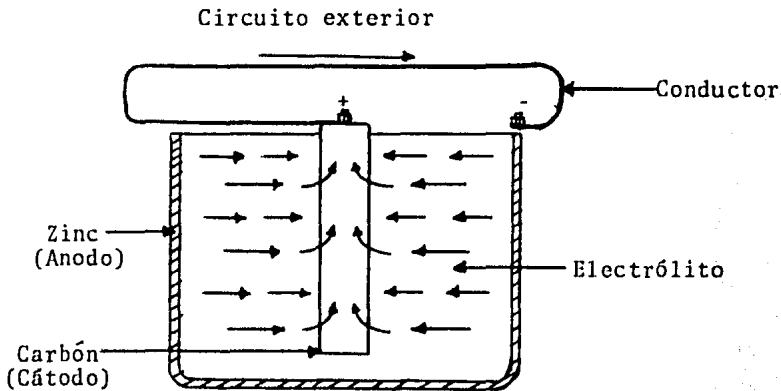
Grúas para Montaje.

La inspección en la fabricación y montaje de estructuras metálicas, ha tenido también en los últimos años un avance notable al utilizar sobre todo los avances de la energía nuclear, utilizando isótopos radiactivos en la inspección radiográfica de aceros y soldaduras que permiten detectar fallas antes invisibles.

La protección de las estructuras se realiza fundamentalmente mediante dos procedimientos: el primero es el uso de productos químicos y pinturas de muy diversos tipos y el segundo particularmente importante, en piezas metálicas sujetas a corrosión por estar colocadas dentro del mar que es el llamado PROTECCION CATODICA.

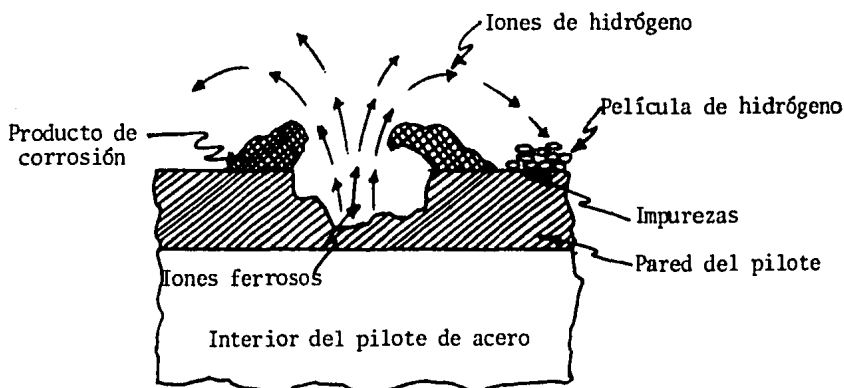
PROTECCION CATODICA

El efecto de corrosión en el acero y otros metales al ser sumergidos en el agua o empotrados en suelos húmedos se debe principalmente a la acción galvánica. Este fenómeno es análogo a las condiciones prevalecientes en una celda de batería eléctrica, es decir, la presencia de dos metales diferentes en un electrólito. En el caso de estructuras de acero sumergidas en el agua o empotradas en suelos húmedos, la no semejanza metálica consiste de no uniformidad o impurezas no ferrosas en el acero u otras estructuras metálicas adyacentes en contacto eléctrico con el acero, mientras que el agua o suelo húmedo actúa como electrólito. Esto establece un flujo de corriente del acero (ánodo) a través del agua o suelo a un metal no semejante (cátodo). Esta acción es similar a la de una batería de celdas galvánicas donde la no semejanza de materiales la constituyen el zinc y el carbón.



Batería típica de celdas galvánicas.

Actualmente se sabe que el fenómeno consiste de una corriente - que deja al acero (ánodo), fluye a través del electrólito y entra a las impurezas no ferrosas (cátodo) y se lleva a cabo mediante partículas de hierro llamadas iones ferrosos, las cuales son emitidas por el ánodo y van dentro de una solución en el agua. Los iones ferrosos, son entonces intercambiados por iones de hidrógeno - dejando atrás el hierro en una formación mohosa. Los iones de hidrógeno forman ahora un depósito en forma de película en el cátodo. Esta acción de "carcomer" gradualmente, origina un decremento en la sección transversal del acero dando lugar a secciones de falla.



Corrosión de la pared de un pilote de acero sumergido en agua.

Tratando de reducir o eliminar las pérdidas por corrosión, se ha recurrido a la protección catódica en construcciones submarinas - y estructuras metálicas sumergidas o empotradas. Esta protección se ha obtenido satisfactoriamente mediante el cambio de dirección en el flujo de corriente eléctrica, es decir, hacia el acero y no desde el acero; así se impide, el flujo de los iones de hierro ha

cia afuera del acero que es lo que origina la descomposición (acción galvánica). La protección catódica como se aplica actualmente, hace la protección a estructuras metálicas en circuitos eléctricos, contrastando la acción normal de corrosión. Esto se lleva a cabo estableciendo un voltaje de corriente directa entre la estructura metálica a proteger y un ánodo auxiliar de manera tal que la corriente fluye a través del agua o suelo húmedo hacia la estructura.

Un metal que puede gastarse o desecharse como aluminio, zinc, cadmio o magnesio, puede utilizarse para ánodo como fuente de corriente directa. Estos son descritos como ánodos galvánicos. Sin embargo, para tener un mejor control de corriente y regular la magnitud con mayor precisión, una fuente externa de corriente impresa es usualmente aplicada para la protección de estructuras construidas por pilotes de acero y en tuberías donde grandes cantidades de corriente son requeridas. Aquí, un metal soluble, tal como el hierro o un material insoluble como el grafito, generalmente es utilizado como ánodo. Sin embargo, hasta el grafito se descompone después de un tiempo, debido principalmente a la oxidación electroquímica, por lo que deberá ser reemplazado dentro de los 5 a 15 años de ser colocado, dependiendo de la cantidad, tamaño y localización de los ánodos. Teóricamente, cuando se aplica la densidad de corriente recomendada, el ánodo de grafito tiene una vida del orden de 20 000 a 80 000 ampers/hora por cada libra, tomando 20 000 ampers/hora, como un valor conservador un ánodo de grafito de 70 lb. (30 Kg. aproximadamente), sumergido en agua salada será completamente consumido luego de haberle aplicado 7 ampers continuamente por $(20\ 000 \times 70) / (7 \times 24 \times 365)$, ó 23 años. Sin embargo, el reemplazo debe ser efectuado antes que el ánodo se reduzca notablemente en tamaño con el fin de evitar la densidad de corriente excesiva e impedir la disminución de la superficie expuesta. También en adición al decremento cuantitativo del grafito debido a la oxidación del carbón, hay pérdida de material en el ánodo sumergido causada por la acción del -

agua, por lo que la vida útil y real del ánodo de grafito de 70 - lb. descrito anteriormente, es de 5 a 15 años. Si bien el costo inicial del sistema de corriente externa es más grande, la economía a largo plazo (unos 10 años), es grande comparada con la obtenida en el ánodo galvánico para instalaciones tales como: pilotes de acero, tuberías submarinas y plataformas marítimas de perforación.

Un diagrama esquemático de la instalación de una fuente de corriente impresa externa para protección catódica con dos métodos diferentes de arreglo de ánodos, se muestra en la siguiente figura:

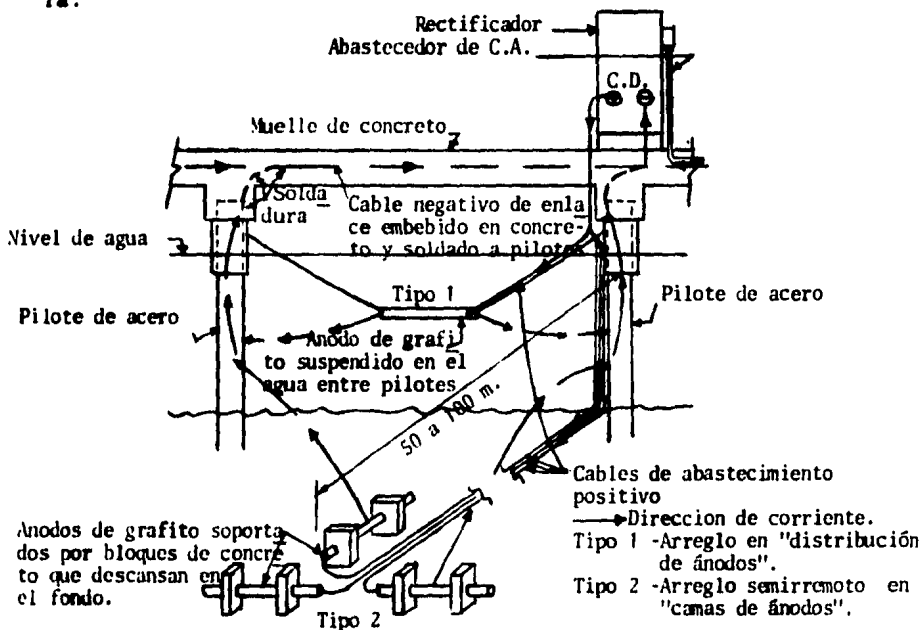


Diagrama esquemático de una instalación con protección catódica.

Esta es una aplicación típica para protección de pilotes de acero en muelles. Los ánodos de grafito sumergidos y suspendidos son espaciados a distancias iguales a todo lo largo del muelle. Este arreglo es conocido como "distribución de ánodos". Los ánodos de grafito embebidos en el fondo marino consisten generalmente en uno o más grupos de ánodos, colocados cada uno sobre bloques de madera o concreto a manera de soportes, los cuales además evitan que se cubran de lodo o sedimentos. Estas camas de ánodos se localizan a ambos lados de la estructura a proteger.

En la aplicación de protección catódica a estructuras de acero sumergidas, tales como pilotes y tuberías, el equipo seleccionado más frecuente para proveer la corriente directa requerida, -- consiste en un transformador y un rectificador montados dentro de una caseta de protección a prueba de agua y a prueba de explosiones, ubicados donde sea requerida la operación de este equipo, como se indica en el siguiente diagrama.

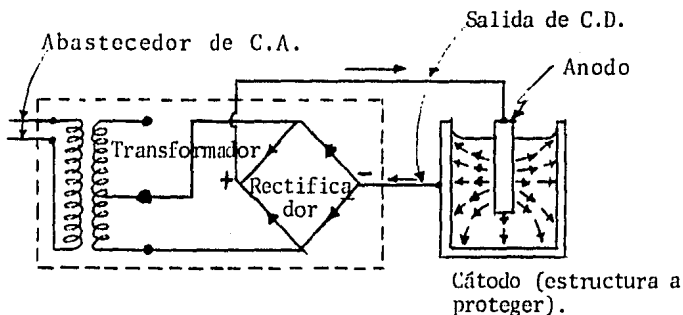


Diagrama de un transformador y un rectificador para protección catódica.

El primario del transformador es conectado al abastecedor eléctrico de corriente alterna externo que comunmente es de 440 ó 220 volts de tres fases, o puede ser de 220 ó 110 volts de fase simple. El secundario del transformador está provisto de tomas variables de manera tal que el voltaje de corriente alterna pueda ser aplicado al rectificador, que en su turno, provee el relativamente bajo voltaje de corriente directa y la alta corriente requerida para proteger la estructura metálica sumergida de la corrosión. Los tres tipos de rectificadores más comunmente utilizados son: el de óxido de cobre, de selenio y de sulfato de cobre. Su capacidad para convertir corriente alterna a directa es el resultado de una válvula de verificación eléctrica propia de ciertos metales. Esta característica es usualmente aplicada al rectificador de óxido de cobre, donde un disco de cobre puro es cubierto en uno de sus lados con una película de óxido de cobre. Una conexión eléctrica es hecha al cobre metálico y otra a un disco de plomo que está en contacto con el óxido de cobre formado en la superficie del cobre. Una corriente unidireccional encontrará menos resistencia y fluirá más fácilmente de la película de óxido de cobre al cobre que en dirección opuesta. El selenio y el sulfato de cobre rectifican la operación en forma similar.

Cualquier miembro de una estructura metálica o tubería de acero, sumergido bajo la superficie del agua, podrá ser protegido cuando una corriente de densidad adecuada sea proporcionada por un sistema de protección catódica diseñado correctamente. Sin embargo, debido a la especialidad de los problemas involucrados y las condiciones adicionales que deben darse en cuanto a resistencia, temperatura y contenido de oxígeno disuelto en el agua, un estudio completo de todas las condiciones deberá efectuarse con el fin de obtener un diseño satisfactorio y económico del sistema.

El costo inicial de la instalación de protección catódica, como se aplica al acero bajo el agua en muelles, puentes, plataformas o tuberías, resulta menor comparado con el de la estructura a pro

teger. Los costos de operación anuales que consisten en mantenimiento, energía y reemplazo eventual de los ánodos, resultan menores que los efectuados en otros métodos de protección contra-corrosión.

Algunas veces se construyen muelles en lugares donde no existen datos históricos referentes a la acción de corrosión de muelles similares dentro de una vecindad. Al tiempo de diseñar el muelle montado en pilotes de acero y aún luego de que se haya iniciado el hincado de pilotes, existen dudas sobre la necesidad o no de instalar un sistema de protección catódica. Debido a que las condiciones prevalecientes del agua y que la acción corrosiva en pilotes de acero no son conocidas completamente, podrá recurrirse en estos casos a un sistema completo de protección catódica mientras se define si es necesaria.

En estas condiciones se recomienda instalar un cable de enlace negativo empotrado, que conecte los pilotes de acero eléctricamente, así, en caso de que la instalación de protección catódica se requiera eventualmente, el cable estará en su lugar y listo para utilizarse. El cable generalmente es de cobre desnudo trenzado, variando en tamaño del No. 1 al No. 4, dependiendo de los requerimientos de capacidad de corriente y caída de voltaje. Desde luego, si este cable no se instala antes de que se cuele la cubierta de concreto, para el caso de muelles, resulta altamente-costosa su instalación posterior, debido al enlace y atado de éste a los pilotes.

La instalación a tiempo origina además de un bajo costo, la facilidad de protección catódica a futuras ampliaciones.

CAPITULO 6

SEÑALAMIENTO MARITIMO

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 exista, 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.

Este tipo de señales se describen a continuación.

B O Y A S

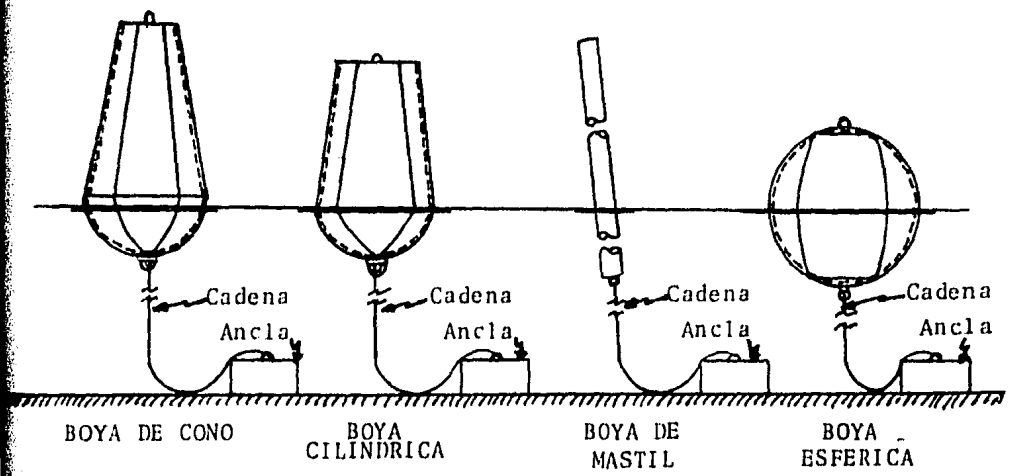
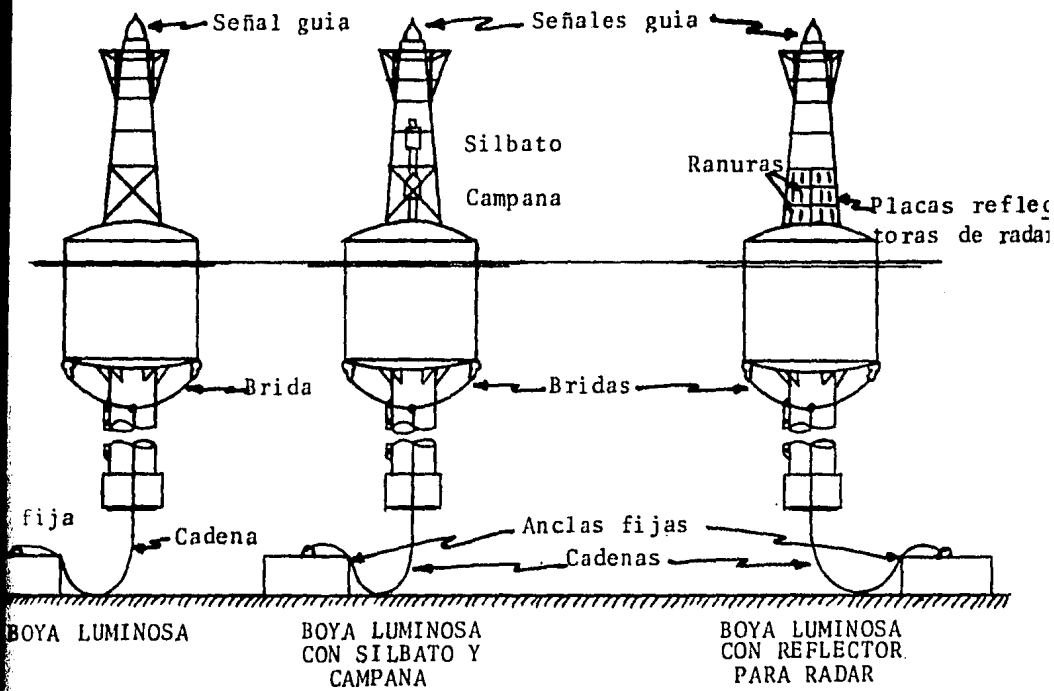
Las boyas son señales flotantes ancladas en un punto específico y pueden ser luminosas o no, de acuerdo a los requerimientos propios de la señal. Asimismo, pueden estar equipadas con reflectores para radar y campanas o silbatos.

Cuando se colocan linternas en las boyas, éstas tienen color e intensidad específicas 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 sonoro, 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. En la siguiente figura se muestran boyas típicas utilizadas en señalamiento.



Boyas en forma de Mástil.

Están compuestas por mástiles delgados de madera o metal, de 5 - a 15m. 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, y pueden ser utilizadas también como señales temporales.

Boyas en forma de Cilindro o Bote.

Están compuestas 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 construidas 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 aún en aguas tempestuosas. Las bases diseñadas para contener el combustible que generalmente es gas acetileno, son tanques de acero aunque también son utilizadas baterías 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 período de luz es menor que el de obscuridad), o de ocultación (período de luz igual al de obscuridad). Las características luminosas son indicadas en la siguiente tabla:

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

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 luminosas 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 comunmente como boya-campana, boya-silbato o boya-sirena y se utiliza en zonas de niebla constante 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.

Aún cuando el sonido indica peligro, no es fácil detectar el sitio exacto de donde proviene, por lo que se recurre a instalar campanas submarinas 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.

E X P L O S I V O S

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.

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 forme de "H" hincados en el fondo y tienen cubiertas de concreto o acero; estas cubiertas se localizan por encima del nivel alto de mareas y no deben ser bañadas por olas en ningún caso. 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 éstas últimas, las luces son montadas directamente sobre ellas y el combustible o baterías a un lado. Este tipo de señales suelen colocarse a ambos lados del canal.

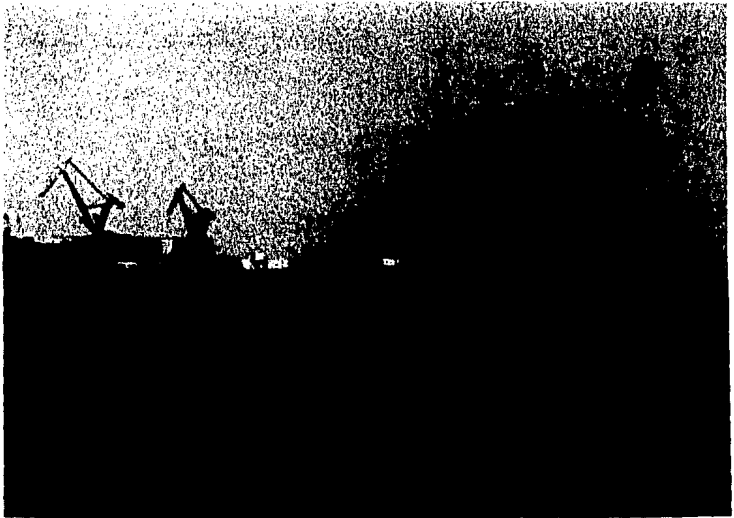
LUCES DE NAVEGACION

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.

SEÑALES LUMINOSAS

Este tipo de señales se colocan al final del rompeolas, en puertos salientes de tierra que se encuentren 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, baterías almacenadoras - de energía eléctrica o gas acetileno. Asimismo, podrán ser colocadas placas reflectoras para radar.

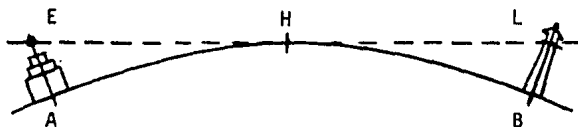


Señal luminosa en Veracruz.

F A R O S

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 suficiente-mente 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:



AHB= Superficie de la tierra.

HL= (milla náutica) = $8/7$ BL (pies)

BL = Altura de la luz

HE= (milla náutica) = $8/7$ BL (pies)

AE = Altura del ojo

HL + HE= Rango total de visibilidad

H = Horizonte

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.



Faro.

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.

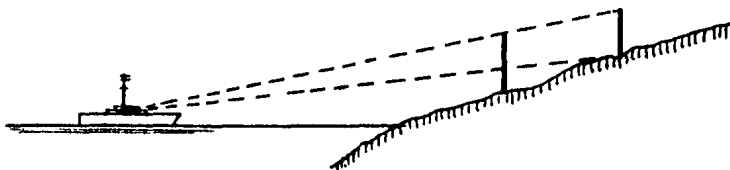
Los faros pueden ser construidos en tierra firme, islas, islotes, arrecifes y bajos fondos apoyados sobre bases artificiales como cajones de concreto.

B A R C O S F A R O

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.

B A L I Z A S

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 adelante de la otra mucho más atrás y más alta.



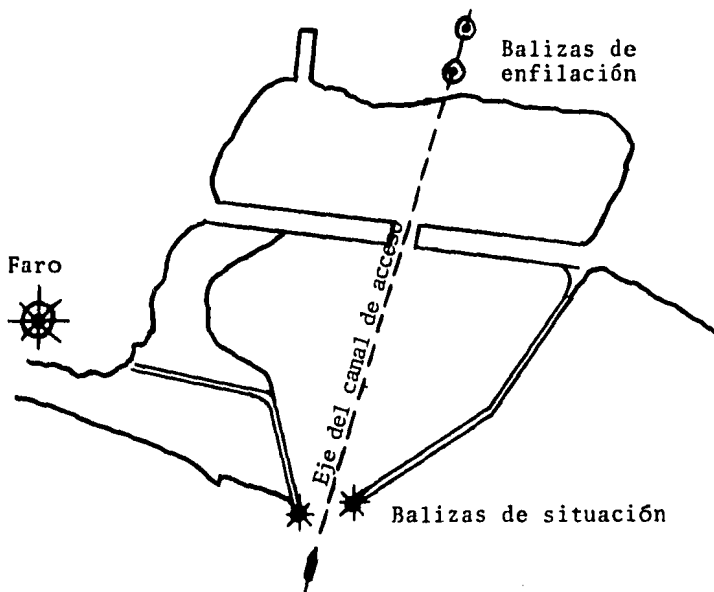
Balizas en enfilación.

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 esté 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 instalen en curvas, deberán tener 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.



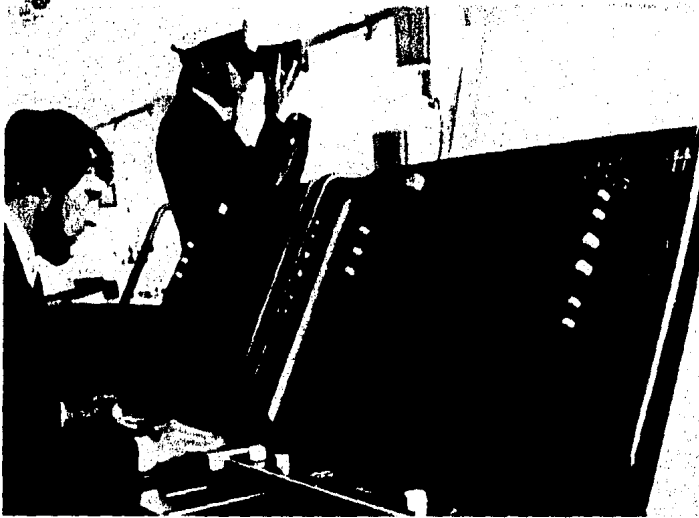
Disposición de balizas de situación y enfilación en el puerto de Salina Cruz, Oax.

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.

REFLECTORES DE RADAR

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

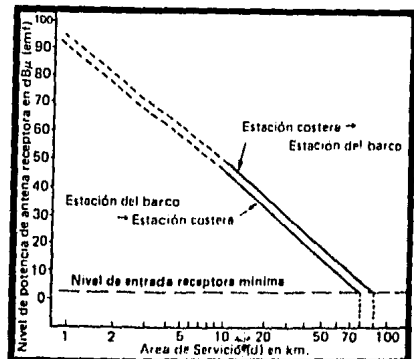
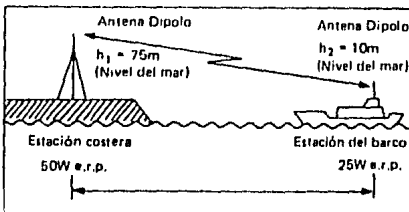
1. Los viejos tipos de radares reflectores en boyas son placas circulares fijas en la superestructura y presentan una forma cónica cuando son vistas en la pantalla del radar en el barco.
2. El siguiente tipo de placas reflectoras de radar en boyas, consiste en cuatro placas de acero verticales, que son 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 tres 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 altas de las torres, directamente abajo de las luces.



Pantallas de radar.

COMUNICACIONES POR RADIO

A continuación se ilustra el área de servicio normal del sistema típico de comunicaciones de radio marítima de Very High Frequency (VHF, muy alta frecuencia) (Estación costera-estación barco).



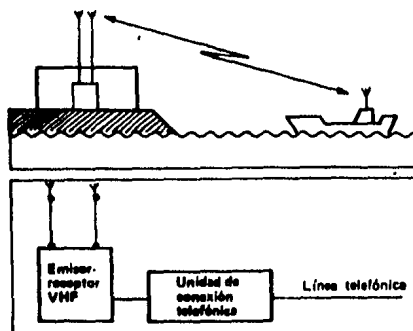
Configuraciones del sistema típico

La escala y configuración del sistema de la estación costera de VFH depende de los tipos de servicio, tráfico, horas de servicio por día y área de servicio. Por consiguiente, es difícil definir un tipo adecuado de la estación costera, sin embargo, se han clasificado cuatro tipos típicos de ella a base de estaciones domésticas y ultramarinas, éstos son los que a continuación se describen:

Tipo "A" Sistema de la Estación Costera.

Este sistema facilita la operación y es apropiado para puertos que no tienen mucho tráfico de barcos.

Los componentes son: un emisor-receptor, dos antenas, dos juegos de cable coaxial, una unidad de conexión telefónica provisional y una antena conmutador emisión-recepción opcional, lo que implica la utilización de una sola antena y un solo cable coaxial.

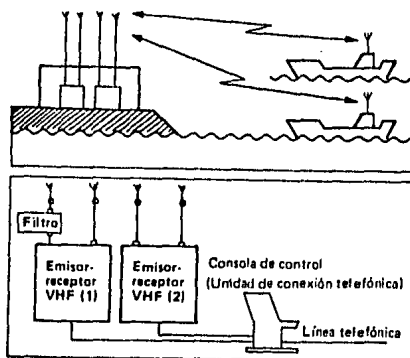


Tipo "B" Sistema de Estación Costera.

El sistema tipo "B" es adecuado para puertos que tienen mucho más tráfico. Este sistema consiste en dos juegos de equipo de radio y para evitar interferencia cruzada, es conveniente tomar las siguientes medidas:

- Uso del filtro para evitar ruido de transmisión
- Instalación de antena
- Asignación de canal

El sistema está compuesto por dos emisores-receptores, cuatro antenas, cuatro juegos de cable coaxial, una consola de control, un filtro y una antena conmutador emisión-recepción opcional, - que reduce la cantidad de antenas y cables a la mitad.



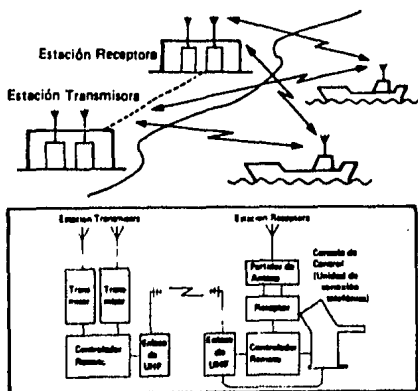
Tipo "C" Sistema de Estación Costera.

Este sistema consiste en una estación transmisora y otra receptora, instaladas por separado, la única desventaja que se tiene es interferencia cruzada; no obstante, la instalación no presentará problemas si se dan las siguientes condiciones:

- Edificios para estaciones separadas.
- La distancia entre los dos sitios deberá ser de 2 KM. para que no se presente interferencia.
- Una línea de comunicación entre ambos lugares disponible.

La estación transmisora está compuesta por dos transmisores, dos antenas, dos juegos de cables coaxiales, un controlador remoto y un enlace opcional; esta estación puede ser extendida para aumentar los componentes.

La estación receptora se compone de un receptor que puede contener hasta cuatro unidades de recepción, una antena, un juego de cables coaxiales, un controlador remoto, una consola de control y un enlace opcional.

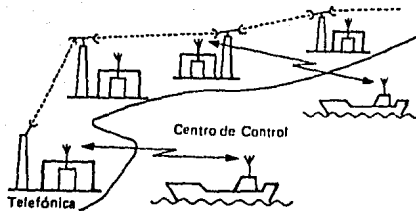


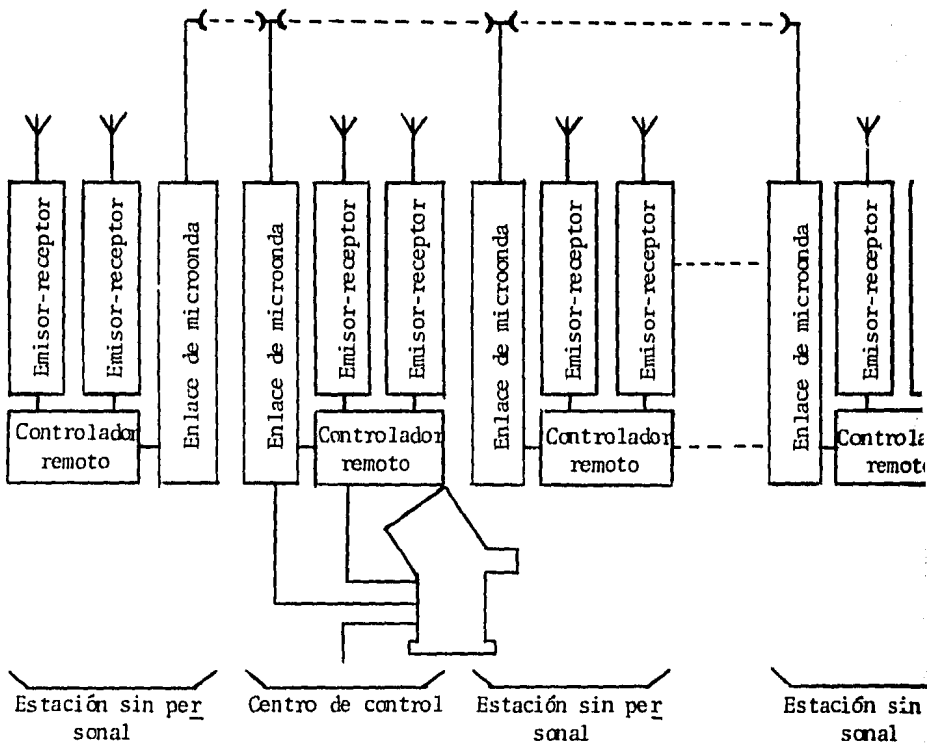
Tipo "D" Sistema de Estación Costera.

El sistema del tipo "D" es adecuado para áreas que abarcan grandes líneas costeras. El sistema consta de varias estaciones costeras separadas sin personal y un centro de control para las mismas con guardia, este centro también actúa como monitor. La comunicación se efectúa mediante micro-ondas, enlaces o líneas reales.

El centro de control está compuesto por dos emisores-receptores, cuatro antenas, cuatro juegos de cable coaxial, un controlador remoto, una consola de control y enlace radiofónico opcional.

Las estaciones sin personal cuentan con dos emisores-receptores portátiles, cuatro antenas, cuatro juegos de cables coaxiales, un controlador remoto, enlace de micro-ondas opcional, protectores opcionales, cargadores y baterías opcionales y motores-generadores, también opcionales. Tanto en las estaciones como en el centro de control pueden aumentarse los componentes por alguna futura ampliación.





LAMPARAS MARITIMAS DE SEÑALAMIENTO

Son construídas de una estructura metálica con cubierta y lente de plástico o vidrio, presentan la intensidad necesaria y son operadas mediante electricidad o gas acetileno. Se utilizan en las de operación eléctrica debido a su menor costo y consumo.

Son equipadas con mecanismos de destellos, interruptores solar o válvulas y cambiadores automáticos de lámparas.

Tipos de lámparas

Existen varios tipos de lámparas, tales como lámparas simples abiertas o encerradas, éstas últimas son utilizadas exclusivamente para tráfico marítimo. Las abiertas tienen un doble propósito, una parte de la luz es utilizada para el tráfico marítimo y la otra es desviada hacia arriba y sirve al tráfico aéreo. Las lámparas dobles tienen dos lentes separados y dos fuentes de abastecimiento. Son utilizadas en lugares de difícil acceso y se prefieren dos lentes a una lámpara con diámetro mayor, asimismo, pueden utilizarse lentes de diferente color.

Lentes

Son el medio para transmitir, dirigir e incrementar la luz. Son arreglados para conformar uno de los siguientes sistemas ópticos o una combinación de ellos:

Catóptico: En este sistema, la luz sólo es reflejada y el reflector tiene una superficie perfectamente pulida.

Dióptico: En este sistema, la luz es refractada o desviada mediante un vidrio en la dirección requerida. Estos lentes son generalmente conocidos como tipo "fresnel" y se utilizan en lámparas donde se requiere divergencia vertical. Los lentes son tipo tambor en lámparas cerradas y en las abiertas presentan rayos verticales.

Catadióptico: Este sistema es una combinación de los dos anteriores y utiliza tanto el reflejo como la refracción, para desviar los rayos de luz en la dirección requerida. Los lentes generalmente consisten en elementos catópticos y diópticos, formando círculos alrededor de los focos. Pueden ser en forma de cilindro para dar

un rayo de luz horizontal en todas las direcciones o en panel, para concentrar la luz tanto vertical como horizontalmente.

Los lentes son de vidrio cortado o comprimido y en algunos casos de plástico. La forma es generalmente tipo tambor para lámparas cerradas, o combinado para las abiertas. También hay lentes puros o en forma de traga luz para lámparas unidireccionales en torres de enfilación, el último se utiliza para los barcos ya enfilados y el primero, para los lados o ángulos agudos. La selección del grado de divergencia depende de la distancia a la que se desee que los barcos lo localicen desde cualquier lado del canal. Los lentes podrán ser claros o de colores.

I N T E R R U P T O R E S S O L A R E S O V A L V U L A S .

Son instalados cuando son necesarios en señales luminosas y boyas. Operan por la luz que hay en la atmósfera, apagando automáticamente la luz al amanecer y reanudándola a la puesta del sol.

Los interruptores solares se utilizan en lámparas eléctricas y operan mediante celdas fotoeléctricas que actúan como apagadores y encendedores de luz.

Las válvulas solares son usadas en las lámparas de gas acetileno y operan mecánicamente, mediante la temperatura ambiente.

M E C A N I S M O S D E D E S T E L L O S

Son utilizados tanto en instalaciones eléctricas, como de gas- y pueden ser regulados para obtener cualquier tipo de destello.

Los que operan en instalaciones eléctricas lo hacen mediante motores con interruptores en circuito, el destello puede ser simple o de circuito triple, éste último puede ser utilizado simultáneamente en la operación de señales luminosas, señales de niebla, señales de radio, etc.

El mecanismo de destellos en las instalaciones de gas acetileno opera mediante gas a presión y se localiza en la base de la lámpara. El mecanismo libera una cantidad de gas que se enciende mediante un piloto que permanece prendido dentro de la lámpara, lo que ocasiona el destello. El abastecimiento de gas es entonces cortado por la válvula automática y esta operación se repite luego de un período. El destello podrá ser simple, múltiple o de algún otro tipo.

Cambiadores automáticos de lámparas

Son generalmente utilizados en instalaciones eléctricas. El cambiador está formado por dos o más lámparas montadas en un mecanismo de rotación y es operado mediante un motor. Cuando una lámpara se rompe, deja de circular la corriente y hay un motor de reemplazo que empieza a funcionar, coloca la nueva lámpara y vuelve a circular la corriente, esta operación se repite tantas veces como lámparas de reserva se tengan.

AMARRES

Son elementos importantes de las señales de navegación flotantes, ya que la seguridad al 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 hincadas 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 es similar 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 corriente, 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 al barco no se le permita movimiento, se anclará por proa y popa.

CAPITULO 7

INSTALACIONES MARITIMAS

EQUIPO DE 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 eficientes 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 requerido 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 presentará 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 estantarizar el tamaño para un fácil manejo mediante grúas.

MOVIMIENTO DE CARGA GENERAL

CARGA Y DESCARGA DEL BARCO.

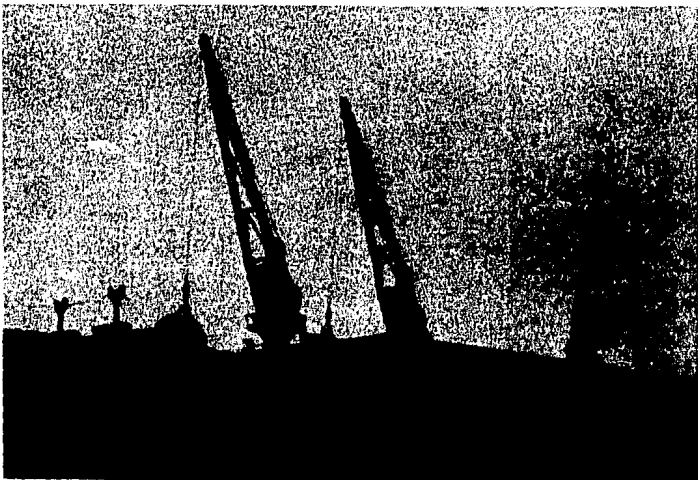
Con raras excepciones, los barcos son cargados y descargados mediante grúas. El equipo de grúas varía conforme a los requerimientos y tipos de carga, al barco y a las facilidades portuarias.

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.



Barco con grúas integradas.

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 sistema 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 tres clases de equipo que son utilizados comunmente. 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.



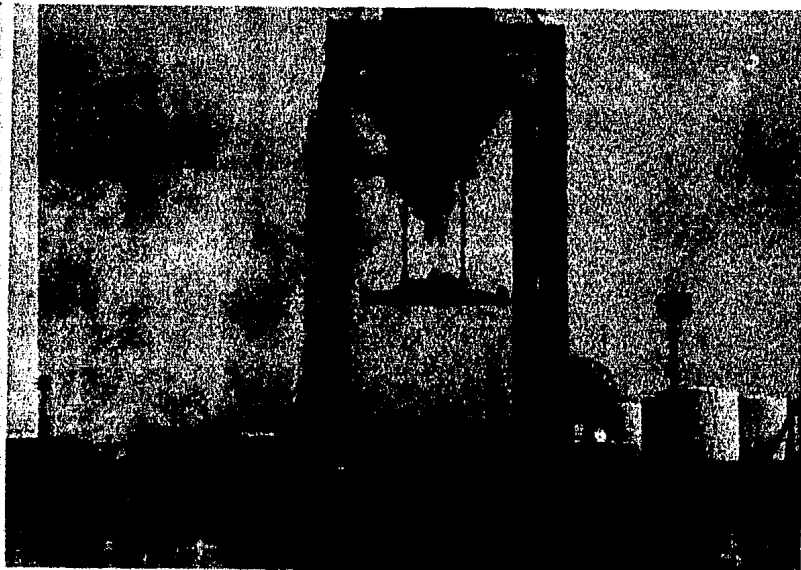
Equipo de carga flotante

Equipo Especial

Hay muchos barcos y muelles especiales contruidos 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 con

tenedores. Este equipo puede estar en el barco o el muelle.



Grúas para contenedores .

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 ó 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 un 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 las grúas móviles no es eficiente, se utilizan trenes-tractor, 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.

Bandas Transportadoras.

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 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.

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 puedan apilar en tarimas, éstas, tienen una doble plataforma, separada unos cuantos centímetros mediante costillas de madera que permiten la entrada de las cuchillas del montacarga.

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 y depositadas en camiones de carga o ferrocarriles, donde la mercancía es movida de las tarimas y guardada a mano. Los 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.

CONTENEDORES

El empaquetamiento de pequeños elementos o material 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 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 comunmente utilizado es de 2.4 x 2.4 x 10.5 m.



Contenedores.

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.



Grúa para contenedores.

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 trailer 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.



Barco para servicio Roll-on, Roll-off

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 y carbón.

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.



Descarga por Bombeo

Bandas.

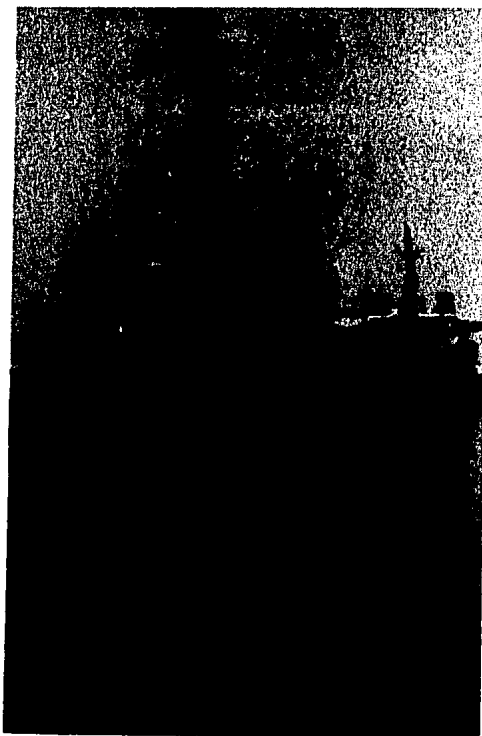
Las industrias que manejan estos materiales, han desarrollado una gran variedad de bandas para funciones especiales, los principales tipos son: transportadoras, elevadores de cangilones, dentadas, vibratorias y cubiertas. El movimiento de polvos, granos y material en terrones, se efectúa mediante bandas 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.



Banda transportadora con puntos de carga y descarga intermedios.

Son utilizadas para mover material dentro y fuera, tanto 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 en-

cuentran en los almacenes o tolvas que alimentan bandas o camiones.



Descarga de silos por succión.

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.



Banda con tolva para descarga a barco.

Los elevadores de cangilones de menor capacidad que las bandas generalmente transportan el material de manera vertical, son uti lizados para llenado de silos y pueden ser introducidos a las bo degas del barco para su descarga. Los otros tipos de bandas men cionadas se encuentran en operación en puertos como equipo auxi- liar, alimentando y conformando sistemas de bandas.



Banda cubierta para graneles ligeros.

Cangilonos.

Los cangilonos de cucharón son los más utilizados para descarga de graneles. Algunos tipos de cangilonos 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 que el barco tome la posición requerida. Para una descarga rápida de barcos, dos o más torres pueden ser operadas en un só-barco. Las torres son equipadas con tolvas a las cuales desgran los cangilonos y las que a su vez depositan el material a trenes, 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 cangilonos 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 Autodescargables

Existen barcos que cuentan con sistema de carga y descarga propio y que generalmente consisten 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 graneles, 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, ca
miones, navegación interior, etc.

Algunas terminales de carga a granel son construidas sobre pilo
res 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 movimiento de camiones y/o torres
para carga y descarga.



Muelle petrolero.

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.

S E R V I C I O S G E N E R A L E S

El puerto deberá contar con servicios de abastecimiento de com bustibles, que se puede dar en el propio atracadero o en uno es pecial con chalanos nodriza o mediante boyas de abastecimiento; -servicio de agua potable para aprovisionamiento de navíos, ali men tación del equipo contra incendios, uso doméstico y limpieza; suministro de electricidad para iluminar la zona de muelles y bo degas, abastecer el equipo de señalamiento y a los barcos; dra neje, servicio telefónico, equipo contra incendios y plantas para tratamiento de aguas.

I N S T A L A C I O N E S P O R T U A R I A S

Para que se proporcione el transbordo de mercancías entre barcos y ferrocarriles o camiones, muchas veces se requiere que la mer cancía quede detenida un tiempo hasta que el transporte a uti liar esté disponible, para ello se hacen en un puerto las sigu ientes instalaciones:

Almacenes:

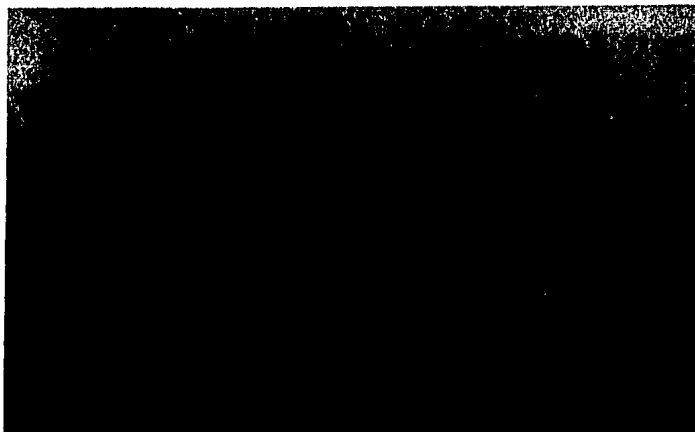
En el caso de que las mercancías no requieran transporte inmedia to, o no pasen directamente de un medio a otro de transporte, se construyen almacenes para resguardo temporal.



Almacenes en muelle.

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.



Silos con sistema de carga y descarga por bombeo.

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 son utilizados para almacenamiento. También los hay para almacenar líquidos como miel, aceites, etc.



Tanque para almacenar petróleo en
Manzanillo.

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.

C A P I T U L O 8

B A S E S D E L D E S A R R O L L O
P O R T U A R I O N A C I O N A L

Se pretende examinar los aspectos más relevantes de los programas de puertos industriales en los países industrializados y, posteriormente, en forma análoga, los de nuestro país.

La distribución geográfica mundial de la actividad industrial está experimentando cambios considerables y así, en muchas ramas industriales, parte del proceso productivo se está llevando a cabo en varios países en proceso de desarrollo. Estos cambios, repercuten indiscutiblemente en el transporte internacional y en la capacidad de las zonas industriales portuarias.

El dinámico desarrollo observado a partir del término de la segunda guerra mundial, se apoyó en buena medida por el vigor y altos rendimientos de ciertas ramas de la actividad industrial, -- que pueden considerarse como dominantes en ese período; tal es el caso de la industria petrolera, petroquímica y automotriz. -- Igualmente, es necesario examinar si como consecuencia de la crisis es posible esperar el surgimiento de nuevas actividades dominantes.

Pueden considerarse cuatro tendencias fundamentales, eslabonadas como las bases del desarrollo portuario industrial.

- El dominio de la rama petrolera.
- Las características técnicas e institucionales de las nuevas funciones de los puertos, que favorecieron la inversión estatal con bajas tasas de retorno, liberando al capital privado de una parte considerable de las inversiones requeridas para crear instalaciones industriales redituables.
- La influencia considerable de las economías de escala, en particular en el transporte marítimo y en la producción.
- La combinación de esos factores, hizo que ciertas zonas -

portuarias fueran distinguidas para las inversiones del capital dominante, ya que la internacionalización de los procesos de producción tiene como condición necesaria, el desarrollo de formas apropiadas de transporte internacional, lo cual explica la evolución del marítimo y la consecuente necesidad de desarrollo de instalaciones portuarias que respondiesen a ella.

Desde el punto de vista portuario, para su desarrollo era necesario no sólo proveer la capacidad de recepción necesaria para tamaños crecientes de barcos, sino también zonas en tierra para la transformación y almacenamiento, de un tamaño que no guarda ninguna relación con las dimensiones de terreno requeridas hasta entonces por esta industria.

Las zonas portuarias actuales no sólo incluyen industria pesada, sino mediana y ligera, que se ve atraída por la revolución en el transporte marítimo. Ello se ha tomado como efectos inducidos - en la industria petrolera y en una extrapolación podría asimilar se al caso de cualquier rama industrial dominante.

La participación del estado en el financiamiento de las zonas industriales portuarias, ha sido determinante en su evolución condistintos matices y formas de presentación (en Japón los usuarios pagan la superestructura y el Estado la infraestructura, en Francia los usuarios no pagan por los puertos).

También es importante considerar la necesidad de concentrar zonas productivas y abatir costos de producción y transporte.

PROCESO DE DESARROLLO DE LOS PUERTOS INDUSTRIALES

Las materias primas en grandes volúmenes, tenían que ser sometidas a una primera transformación, en la que la selección del sitio para ello, obedecía por razones de economía de escala, más al costo de la materia prima y del producto terminado, que a aspectos de mano de obra, tecnología de transformación, etc.

Estos procesos pasaron a desempeñar un papel esencial y fundamental en la economía industrial, de allí su importancia en el desarrollo de las zonas industriales vinculadas a los puertos.

Cabe insistir en que la industria petrolera, la química, la automotriz y la siderúrgica, han sido un motor significativo en el desarrollo de los puertos industriales.

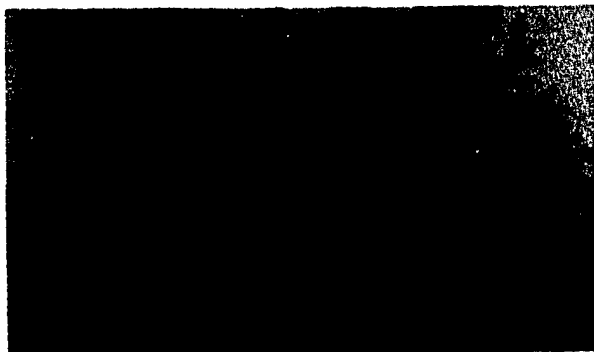
Finalmente, vale la pena destacar que la concentración industrial es también una consecuencia del mismo fenómeno de tráfico motivada por la posibilidad de respuesta de los puertos industriales a los cambios y requerimientos tecnológicos y financieros del transporte marítimo y, por tanto, también al estímulo de las industrias de transformación que pueden aprovechar las economías de escala.

Situación presente.

El ritmo de establecimiento de la industria pesada en las zonas portuarias decreció a partir de la segunda mitad de los años sesenta, todo ello asociado a la crisis de energéticos que se reflejó, no sólo en la disminución de la construcción de las nuevas refinerías, sino también en otras ramas dominantes como consecuencia lógica de la reducción general en la actividad económica, particularmente la europea.

Esta situación de crisis de los puertos industriales, está más-bien siendo motorizada por una serie de políticas de austeridad que lleva casi exclusivamente a continuar con las inversiones - que les permitan a los países desarrollados, alcanzar una cierta meta en su capacidad de almacenamiento petrolero, que les -- permita fortalecer su capacidad de negociación de precio con los países productores de petróleo.

En el caso europeo, se hace manifiesta la lucha por fortalecer economías debilitadas o derivar ya no tanto hacia la atracción de nuevas industrias, como a captar el tráfico de contenedores e incorporarse activamente al intermodalismo del transporte. ¿Es entonces, en esta situación de crisis, un momento oportuno para impulsar un programa de puertos industriales en México?



Tratemos de establecer algunas consideraciones de partida.

- Buena parte de las bases que dieron origen a los puertos industriales, son congruentes con la situación actual de desarro-

llo y perspectivas de crecimiento de nuestro mercado interno.

-Las condiciones y el substrato socioeconómico de los países desarrollados al fin de la segunda guerra, no guardan similitud -- con las de México en este momento, de aquí que los objetivos entre los programas industriales no sean tampoco similares.

Conforme a lo anterior, presentaremos los puntos que puedan respaldar los argumentos que sustentan el programa de puertos industriales.

En las tierras localizadas arriba de los 500 metros sobre el nivel del mar, que representan más del 60% de la superficie del territorio nacional, se asienta el 75% de la población del país y se concentra más del 80% de la industria nacional, en tanto que las áreas costeras y los puertos mexicanos están lógicamente subutilizados.

La magnitud e importancia que los puertos tienen respecto al comercio internacional de México, se puede entender al revisar las siguientes cifras correspondientes a 1977, en este año el comercio exterior alcanzó 35 millones 379 mil toneladas, que llegaron por mar en un porcentaje del 82.89%; o sea 29 millones 154 mil toneladas; porcentaje que en 1979 aumentó al 83.25% y en 1980, todavía subió hasta llegar al 90.1%.

El Distrito Federal y los Estados de México y Nuevo León, concentran más del 60% del valor bruto de la producción industrial.

De acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo Urbano, siete de las diez zonas de desarrollo prioritario, se ubican en los litorales donde se tiene la disponibilidad de agua, en cambio en la ciudad de México, hay necesidad de bombearla de zonas bajas donde ésta abunda.

En el aspecto de alimentos sucede lo mismo, las áreas agrícolas y ganaderas importantes se encuentran en las zonas costeras de Sinaloa, Sonora, Nayarit, la zona de Chiapas, parte de Campeche, Tabasco, todo Veracruz y Tamaulipas; por lo que la facilidad de mantener a grandes núcleos humanos en las costas por existencia de agua y alimentos, es más fácil que en el altiplano.

Por otro lado, con poblaciones a la orilla del mar, se tiene adicionalmente como alimento la pesca, lo que facilita el sostenimiento de grandes núcleos humanos en esas zonas. Pensando en los energéticos, que es un factor básico de desarrollo, también se localizan las zonas de producción y las refinerías del petróleo en las áreas costeras, destacando las regiones del sur de Tamaulipas, los estados de Veracruz y Tabasco y parte de Campeche y Chiapas, además de las zonas de producción petrolera y gas de la plataforma continental.

Lo anterior podría ser una consecuencia de que hasta principios de la década de los sesentas, existía relativa autosuficiencia en la producción de elementos básicos para la subsistencia del país, que nuestra dependencia con el exterior en nada se veía afectada por esta forma de desarrollo alejado de las costas y que en general, no había presiones importantes que hicieran necesaria una reorientación de las políticas de desarrollo urbano e industrial.

Esta situación le dió un caracter al crecimiento del país como si fuera el de un país interior, desprovisto de costas hasta el momento en que las graves presiones sociales y las deseconomías resultantes de las aglomeraciones en tres grandes áreas metropolitanas, empezaron a hacerse patentes con todas las consecuencias y los efectos sobre el medio físico y el aparato productivo del país.

Por otro lado, es también evidente que los mecanismos de desarro

llo motivaron el crecimiento y fortalecimiento de un sistema de transporte que respondiese a esa tendencia de un país interior.

México llega tarde a la etapa de los puertos industriales; durante mucho tiempo se mantuvo al margen de la modernización y expansión de la economía mundial, a causa de la centralización económica, de la permanencia del tráfico de los Estados Unidos de Norteamérica y de una política de desarrollo que protegió esos fenómenos y le impidió capitalizar sus ventajas estratégicas en el comercio internacional.

Las importaciones por vía marítima no pusieron en graves problemas a nuestros puertos, sino hasta que el estado de autosuficiencia a que nos hemos referido dejó de existir como consecuencia del crecimiento de la población y las fallas de la planeación agrícola.

El desarrollo de nuestros puertos ha obedecido a necesidades muy localizadas de movimiento marítimo, pero no a un proceso racional de integración de un sistema nacional de transporte (Ensenada nace por el algodón del Valle de Mexicali; Guaymas por el trigo del Valle del Yaqui; Tampico y Coatzacoalcos lo hicieron en apoyo a las exportaciones petroleras y azufreras).

Actualmente nuestros puertos cuentan con un mecanismo incipiente ya que los volúmenes que se manejan a través de ellos, son reducidos y de muy diversa naturaleza, trayendo por consecuencia que deben existir instalaciones portuarias para usos múltiples. Además, la estructura de la demanda de servicios se caracteriza por ser estacional y heterogénea.

La actual es la época de nuevos sistemas de transporte, pero en materia de transportación de bienes, quizá la alternativa más significativa se refiera al uso masivo y creciente de los contenedores.

No obstante la irreversibilidad de la contenerización a nivel mundial, las entidades mexicanas relacionadas con el comercio exterior, no han adoptado las medidas obvias en ese sentido, sobre todo en materia de exportaciones, lo cual redundará obligadamente en una baja en los niveles de competitividad si no se toman estas medidas.

Para tratar de ganar tiempo, se creó en Veracruz un sistema de contenedores que funciona como "experiencia piloto", que ha permitido capacitar a técnicos y trabajadores y seleccionar equipos con el fin de ingresar al mundo de los contenedores en las mejores condiciones técnicas posibles.

Los puertos no están preparados para recibir y regular entradas masivas de granos, ya que nunca se pensó que fueran a necesitarse en nuestra antigua capacidad de autosuficiencia.

El sistema de transporte no tuvo, por la diferencia de capacidades entre el barco y el ferrocarril o el autotransporte, la posibilidad de desalojar con rapidez y eficiencia los volúmenes importados (el ferrocarril Chihuahua Pacífico, sin puerto y Mazatlán, sin ferrocarril directo hacia el interior de nuestro país).

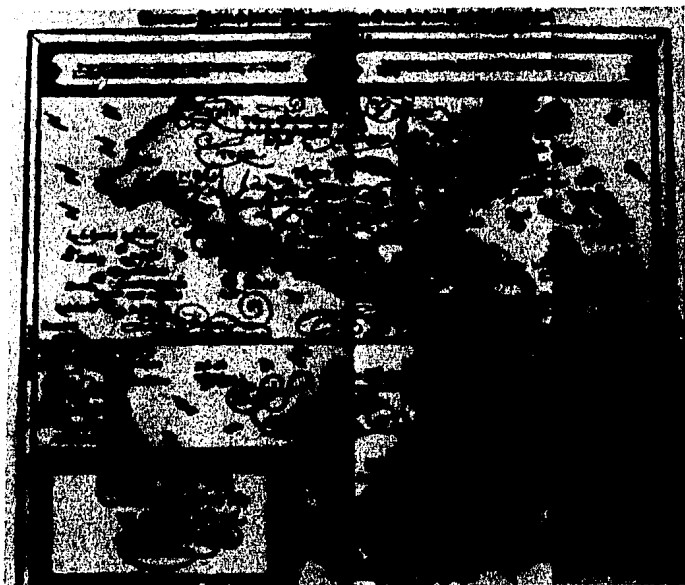
Se están dando apenas los primeros pasos hacia la modernización, ya que ello requiere no sólo de una infraestructura física y de equipamiento, sino también humana, tecnológica y de organización.

Es necesario por la crisis y sus consecuencias, cambiar de mentalidad; citaremos como ejemplo, algunos aspectos del mercado industrial del año 2000.

De acuerdo a los pronósticos de desarrollo, derivados de las tasas de crecimiento establecidas en los planes Global de Desarrollo, Nacional de Desarrollo Industrial y Nacional de Desarrollo Urbano, para el año 2000 el mercado interno se habrá triplicado,

la producción industrial deberá quintuplicarse, en tanto que la capacidad de generación de energía eléctrica, tendrá que incrementarse diez veces la actual. Por su parte, la producción de acero y cemento requerirán crecer cinco veces y la de vidrio doce, mientras que la capacidad de la industria petroquímica y la construcción, deberán llegar a casi ocho y doce veces su tamaño actual.

Ciertamente, la lógica y la razón indican que nuestra salida está en desarrollar intensamente las zonas mejor dotadas del país físicamente, que son las ubicadas por debajo de la cota de los 500 metros, éste es, las planicies litorales. Sin embargo, este proceso de desarrollo intensivo requiere de un detonador como -- son los puertos industriales.



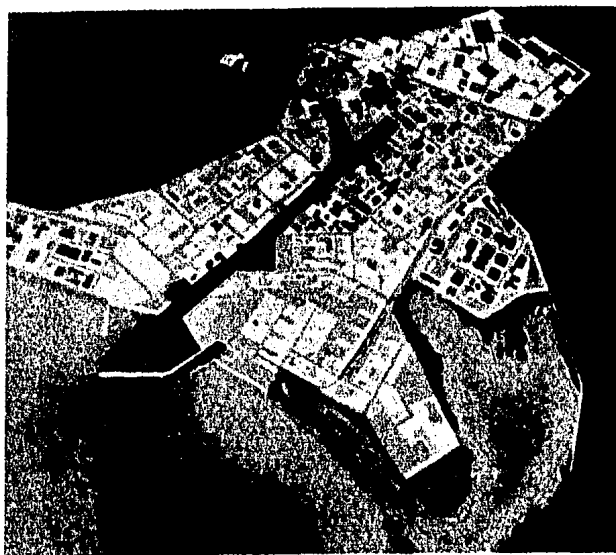
CAPITULO 2

EL CONCEPTO DE
PUERTO INDUSTRIAL

Es básico diferenciar a los tradicionales puertos comerciales - de los nuevos puertos industriales, lo que en forma muy resumida puede decirse que:

Una industria portuaria requiere de grandes extensiones de terreno, hablando de superficies desde 50 Ha. hasta 1000 Ha., como es el caso de la superficie requerida para plantas siderúrgicas. Como es obvio, en los tradicionales puertos comerciales, no es factible cumplir con la condición de disponer de muy importantes superficies de terreno que colinden con las áreas de agua del puerto. Otra característica básica, corresponde a la necesidad de contar con mayores profundidades en los puertos industriales, que en los puertos comerciales y ello se debe al tipo de mercancías que deben transportarse por vía marítima y al crecimiento de los barcos.

El puerto industrial es un conjunto planeado y coordinado de instalaciones industriales, portuarias y de servicios, para que las materias primas y los productos terminados tengan acceso directo a la industria y a los sistemas de transporte. Este tipo de puertos facilita el manejo de grandes volúmenes de carga a costos menores que los vigentes, y da más fluidez y eficacia a la correspondencia entre transporte marítimo y el terrestre.



Puerto industrial Ostión.

Los puertos industriales permiten abatir costos de producción y de operación masiva de transporte marítimo, ya que vinculan amplias áreas industriales con instalaciones portuarias adecuadas y núcleos urbanos con los servicios correlativos indispensables para el crecimiento industrial. Generalmente, estos puertos se componen de complejos industriales levantados en la costa, de preferencia en la desembocadura de un río, lo que permite reducir los costos de transporte marítimo y del manejo de carga, en el caso de materias primas a granel y de los productos terminados y, obtener, en consecuencia, un mayor rendimiento de las inversiones de infraestructura portuaria.

En términos generales, los puertos industriales están constituidos por:

- a) Rompeolas de protección contra el oleaje, los que a su vez interrumpen el tránsito de las arenas de la playa

colindante para mantener libre de azolve a los canales de acceso.

- b) Trabajos de dragado para construir el canal de acceso y las dársenas de operación.
- c) Rellenos de terrenos bajos colindantes aprovechando el material de dragado.
- d) Muelles de distinto tipo según las mercancías por manejar.
- e) Accesos ferroviarios y carreteros.
- f) Las propias industrias.
- g) Los edificios administrativos y de servicios.
- h) Las nuevas poblaciones que se están generando con todos sus servicios.

Para mantener una idea de la magnitud de estas obras, baste observar el siguiente cuadro:

PUERTO INDUSTRIAL	LONGITUD	PROFUNDIDAD EN SU EXTREMO (m)	ROMPEOLAS DE PIEDRA (ton)	m ³	PROFUNDIDAD CANAL ACCESO (m)
Lázaro Cárdenas, Mich.	520	10	137 000	45 000 000	16
Altamira, Tamps.	3 340	12	3 400 000	120 000 000	18
El Ostión, Ver.	3 400	14	3 650 000	100 000 000	18
Salina Cruz, Oax.	4 320	20	9 500 000	43 000 000	24

Conviene subrayar las diferencias fundamentales entre puerto industrial y puerto comercial respecto a su:

Concepción, el puerto industrial está diseñado para recibir la instalación industrial pesada, mediana y periférica, a la cual se condicionan las estructuras portuarias. El puerto comercial es, un sitio de traspaso de mercancías de un medio a otro de -- transporte.

Construcción, los puertos comerciales se han erigido, por lo general, al amparo del abrigo natural cuya capacidad determina la medida de su crecimiento. Sus instalaciones son de uso múltiple y para volúmenes de carga y dimensiones de naves muy limitadas. En cambio el puerto industrial no requiere de condiciones naturales específicas, puesto que la moderna tecnología portuaria permite la adecuación de infraestructura e instalaciones a las necesidades de la industria pesada, que, contando directa o indirectamente con frentes de agua, permite la entrada de embarcaciones de gran calado hasta sus instalaciones, realizando con facilidad la entrega de grandes volúmenes de materia prima y recibiendo productos terminados.



Desarrollo, el conjunto urbano, en el puerto industrial, está separado de la zona industrial, y se enlaza con ésta mediante un eficiente sistema de transporte. En los puertos comerciales, la zona portuaria está generalmente inmersa en la estructura urbana y limitada por ésta en su crecimiento.

Perfil, en el puerto comercial predomina la imagen urbana; las actividades del puerto se confunden con el conjunto de actividades de la ciudad. En el puerto industrial, por el contrario, destaca un perfil de chimeneas, altos hornos, torres de estructuras petroquímicas, tanques de almacenamiento, techos con dientes de sierra, grúas de grandes dimensiones, espuelas de ferrocarril, bandas transportadoras, patios para contenedores; en tanto que la ciudad, tierra adentro, conserva su perfil urbano, independiente del puerto y de la industria.

Los puertos industriales representan modernidad. No es dable, en la actualidad, establecer la industria pesada fuera de contacto con el mar, pues resultan anticompetitivas y antieconómicas. Buscando la economía de escala que ofrece el movimiento-marítimo, se logra que los pueblos tengan acceso a un mayor número de bienes, a precios menores.

Resumiendo, los puertos industriales se caracterizan por:

- Acceso directo a los sistemas de transporte, tanto de materias primas para la industria como de productos terminados, lo que hace posible una amplia participación en el mercado internacional y reduce los costos nacionales.
- Vinculación adecuada de las áreas industriales, particularmente las de tipo pesado, con las instalaciones y la infraestructura portuaria, lo que facilita el acceso de los productos industriales para su transportación marítima.

- Factibilidad de diseñar y establecer cadenas integradas de producción que abatan costos y permitan un comercio competitivo en el mercado mundial.
- Conjunto de instalaciones y de infraestructura portuaria para el manejo de grandes volúmenes de carga, tanto a granel, como por el moderno sistema de contenedores.
- Desarrollo de modernos núcleos urbanos que favorecen el desenvolvimiento de una adecuada vida social.
- Correspondencia eficaz entre el tráfico marítimo y el transporte terrestre, de una manera que operen sin costosa intermediación.
- Posibilidad de lograr un desarrollo regional armónico y autosuficiente, que incida en una mejor distribución de la riqueza y en el aprovechamiento de los recursos naturales de nuestro país.



Puerto Industrial Salina Cruz Oax.

CAPITULO 10

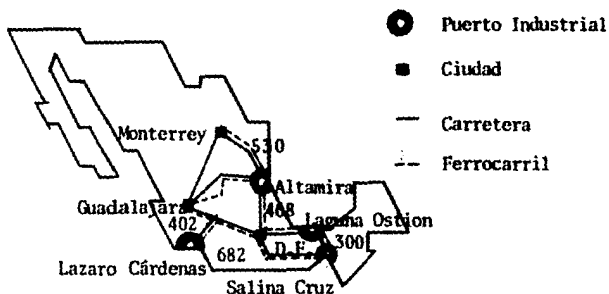
EL PROGRAMA MEXICANO DE
PUERTOS INDUSTRIALES

El programa es de largo plazo, multisectorial, a nivel nacional y servirá para contribuir a la modernización del país. No es para desarrollo de los puertos bajos, el concepto tradicional de los puertos de enlace entre el transporte marítimo y terrestre. La infraestructura portuaria es sólo el apoyo para permitir a la industria aprovechar las ventajas del cambio en la tecnología del transporte marítimo, pero no de creación de una infraestructura física para apoyo de la industria.

Tampoco se pretende crear ínsulas dentro de una región, sino por el contrario, armonizarlos con otros planes previos, sea en las fases de proyecto o de ejecución.

Pero lo más importante es que el elemento fundamental, lo constituye la meta de crear una infraestructura humana en condiciones adecuadas de vida, que le de un sustrato real al programa y asegure una permanencia y un sano desarrollo de los nuevos núcleos en estrecha vinculación con los actuales.

El programa consiste en la creación, a largo plazo, de puertos industriales en Altamira, Tamaulipas, 30 Kms. al norte de Tampico; en Laguna del Osti6n, Veracruz, 19 Kms. al norte de Coatzacoalcos; en Lázaro Cárdenas, Las Truchas en la desembocadura del río Balsas, entre los Estados de Michoacán y Guerrero y en Salina Cruz, Oaxaca. Este último, de carácter más petrolero y comercial que industrial.



Localización de los puertos industriales.

Este programa tiene algunos objetivos en común con los planes generales del actual gobierno: modificar las tasas distributivas de la población y de las actividades económicas en el territorio nacional; estimular el crecimiento industrial, orientándolo a la producción de bienes indispensables para el consumo interno y para la exportación; generar empleo y acelerar el desarrollo nacional. Tiene también otros objetivos específicos; dar cabida a la expansión ordenada de la planta industrial; desarrollar la infraestructura portuaria, así como fortalecer y racionalizar el transporte.

Dentro del Plan Nacional de Desarrollo Urbano, marco obligado de todas las acciones de esta naturaleza, se han definido las siguientes metas para su realización en el subsector portuario y marítimo:

- Continuación del mejoramiento portuario en su infraestructura

y mayor especialización de las terminales del sistema. Ampliación de los frentes de atraque por puerto.

- Plan Nacional de equipamiento portuario, a fin de homogeneizar en lo posible los equipos empleados. Apoyar la fabricación nacional de los propios equipos portuarios.

- Adecuación de los planes de urbanización de los puertos, a fin de hacer más expedito el acceso a los mismos, sobre todo en materia de libramientos carreteros y patios de ferrocarril.

- Mayor coordinación en los esfuerzos y actividades de los diferentes sectores que tienen relación con los puertos.

- Apresurar los trabajos de dragado y señalización en los puertos, a fin de lograr la modernización integral del sistema portuario.

- Creación de la Empresa Mexicana de Transporte Multimodal, así como la promoción del sistema de contenedores en todos los ámbitos; capacitación de técnicos y trabajadores en este sistema de transporte que es ya irreversible en el mundo.

- Integración entre los puertos nacionales, independientemente de su tipo, destacando el carácter de cada uno, sobre todo en el momento de entrar en funcionamiento los puertos.

- Incremento del transporte de cabotaje entre los puertos nacionales; posibilidad de ampliar notablemente el denominado gran cabotaje, que facilitaría el intercambio con Estados Unidos.

- Prosecución de la construcción de puertos y refugios pesqueros, fundamentales para las metas alimentarias.

- Capacitación y entrenamiento acelerado de los trabajadores portuarios, de acuerdo a las innovaciones tecnológicas en mate

ria de puertos y sistemas de transportación.

- Incrementar la oferta de buques por parte de la Marina Mercante, así como incrementar la industria naval mexicana.

- Mejoramiento de los sistemas de información y estadística, a fin de disponer de estos elementos básicos de análisis, evaluación y control, fundamentales en la toma de decisiones y en la orientación de las acciones y programas de desarrollo del subsector portuario.

La Comisión Nacional Coordinadora de Puertos es la entidad destinada a dar cumplimiento a una serie de postulados, en una situación sumamente compleja por la gran cantidad de carencias, la penuria de tiempos en que deberían realizarse las adecuaciones y obras y las condiciones de escasez relativa de recursos -- que siempre está presente, su estructura legal le otorga los siguientes objetivos: "Coordinar en los puertos marítimos y fluviales, los servicios marítimos y portuarios; los medios de transporte que operan en ellos, así como los servicios principales, auxiliares y conexos de las vías generales de comunicación para su eficiente operación y funcionamiento".



Vías de comunicación interiores para los Puertos Industriales.

El Programa de Puertos Industriales, tiene metas fijadas para 1982, 1985 y 1995, con perspectivas hacia el año 2000 y una base fundamentalmente humana a efecto de coadyuvar a la creación de - nuevos e importantes asentamientos de población para lograr a -- largo plazo una mejor distribución demográfica y un mejor aprovechamiento de los recursos y servicios existentes.

Las principales obras y acciones que incluye el programa se expresan a continuación:

1. En cuanto al Sistema de Transportes se desarrollarán facilidades portuarias modernas, debidamente articuladas en los sistemas de transporte terrestre, ésto implica:

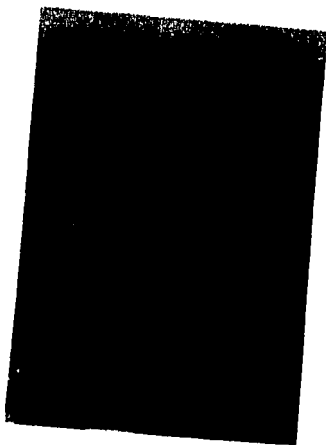
- a) Obras de infraestructura portuaria: escolleras y dársenas, que permitan la operación de barcos con peso muerto hasta de 100 mil toneladas métricas, diseñadas de tal manera que sea posible ampliarlas según las necesidades futuras.

La profundidad a que llegarán los canales de acceso y - dársenas principales está fijada en 18 metros para Alta mira y Ostión y 16 metros para Lázaro Cárdenas y el ancho de plantilla de los canales en 350 metros, salvo en Salina Cruz donde tendrá 250 metros. Para el puerto pe trolero de Salina Cruz ésta será de 24 metros.

Asimismo, se dotará a cada uno de los puertos con los - equipos e instalaciones de señalamiento marítimo, inclu yendo el sistema Loran-C, radar, balizas e iluminación de escolleras, boyas de recalado y faros, así como oficinas y servicios generales.

- b) Terminales de usos múltiples equipadas para el servicio de carga general y para el manejo de contenedores y de-

mercancías a granel, líquidos y sólidos. Será necesario construir muelles y otras estructuras e instalar los diversos equipos según lo requiera su operación productiva. El diseño deberá permitir la progresiva ampliación de la terminal, misma que comenzará a operar con un primer módulo. Se ha agregado a los objetivos del programa el establecimiento de una terminal de usos múltiples en el puerto de Dos Bocas, Tabasco, para atender las necesidades portuarias del país en la región del su reste.



Terminales equipadas.

- c) Terminales especializadas para cada una de las industrias que requieran contar con frentes de agua exclusivos en cada puerto industrial. Deberán construirse las posiciones de atraque y las instalaciones de carga y descarga para las industrias que lo vayan requiriendo. Entre las terminales especializadas cabe mencionar las de granos (con baterías de silos), las siderúrgicas --

(con bandas transportadoras) y las petroleras (con sistemas de tuberías y ductos).

- d) Accesos carreteros y ferroviarios a cada uno de los nuevos puertos, de manera que el manejo de carga entre éstos y el resto del territorio nacional pueda realizarse con la debida eficiencia. Este objetivo del programa implica obras en el recinto de cada uno de los puertos, y se relaciona en forma estrecha con otros programas específicos del sector público en materia de transporte, como son la construcción del segundo puente sobre el río Coatzacoalcos ya realizada y en funcionamiento, un puente sobre el río Pánuco que de salida al área de Tampico-Altamira, hacia el norte de Veracruz y la construcción de las líneas férreas México-Tampico (vía corta) y Veracruz-Tampico (línea costera), ésta última conectada con la primera y con un ramal al puerto de Tuxpan.

2. En cuanto a construcciones para dotación de otros servicios básicos, proporcionándose infraestructuras para los servicios de electricidad, agua potable y drenaje a cada uno de los sitios para atender tanto las necesidades de la población como las que derivan de la actividad productiva y el desarrollo portuario. - El diseño de estas distintas obras y su integración pretenderá satisfacer las demandas inmediatas dejando margen para una expansión ordenada en forma modular, según el crecimiento futuro de la industria y la vida urbana. Cabe mencionar la construcción de la presa Tamesí, en el área de Tampico-Altamira que regulará crecientes, facilitará la navegación interior, permitirá el riego de extensas superficies para cultivos y ganadería y facilitará el abastecimiento de agua potable. Así como la rectificación del brazo del San Francisco en la desembocadura del Balsas, cuyo objeto principal es el de construir avenidas y evitar inundaciones.

3. En cuanto a infraestructuras urbanas para habitación y pa uso portuario-industrial, deberán llevarse a cabo los distintos trabajos de planeación y desarrollo urbano (integrados con las obras de dotación de servicios básicos), a fin de asegurar la constitución de áreas residenciales y la disponibilidad de lot adecuadamente organizados y habilitados para industrias. En l creación de facilidades residenciales se dará especial prioridad a las demandas de la población trabajadora que se desplaza a cada sitio en razón del inicio de las distintas obras. Los programas de vivienda se orientan principalmente hacia los grupos de obreros calificados y de obreros no calificados, que constituyen el grueso de quienes inmigran a los puertos industriales. No se incluye en ellos el monto de las inversiones necesarias para el renglón de vivienda, pues éstas serán hechas por los interesados con apoyo de diversos mecanismos de crédito.

4. En cuanto a programas encaminados al bienestar de la población, se pretende fomentar el bienestar de la población en los puertos industriales como factor fundamental, al lado de la creación de nuevos empleos originados por el desarrollo de la industria, de lo cual dependerá la capacidad para atraer población del resto del país. Para este propósito se plantean varios objetivos.

- a) Protección del medio ambiente, mediante la implantación de medidas que prevengan o corrijan los distintos factores contaminantes que se originen .
- b) Adiestramiento de la población trabajadora, considerando el perfil de la demanda de mano de obra resultante de la construcción y operación de las instalaciones portuarias y del establecimiento de las empresas industriales.

- c) Dotación de viviendas de acuerdo con el crecimiento de la población de los puertos, se pretende bienestar en cuanto se refiere a salud, existencia social, educación, capacitación, urbanismo, vivienda y calidad de la vida, como aspectos fundamentales.

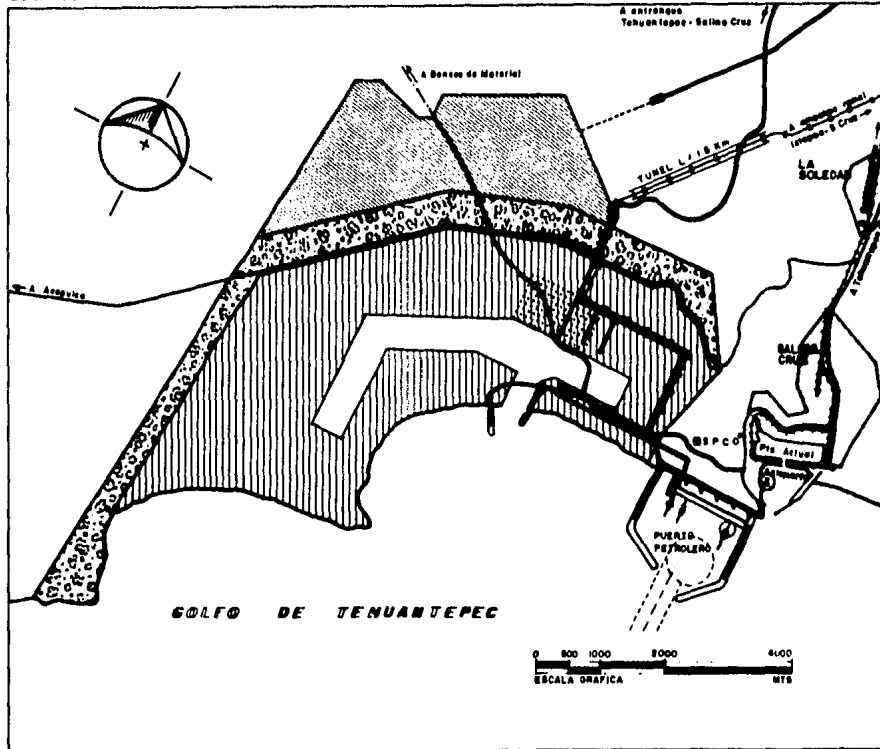


Construcción y operación de industrias.















SALINA CRUZ

PLANEACION GENERAL Y METAS 1982

A. CRISTÓBAL
Tehuacanpaseo - Salina Cruz



SIMBOLOGIA:

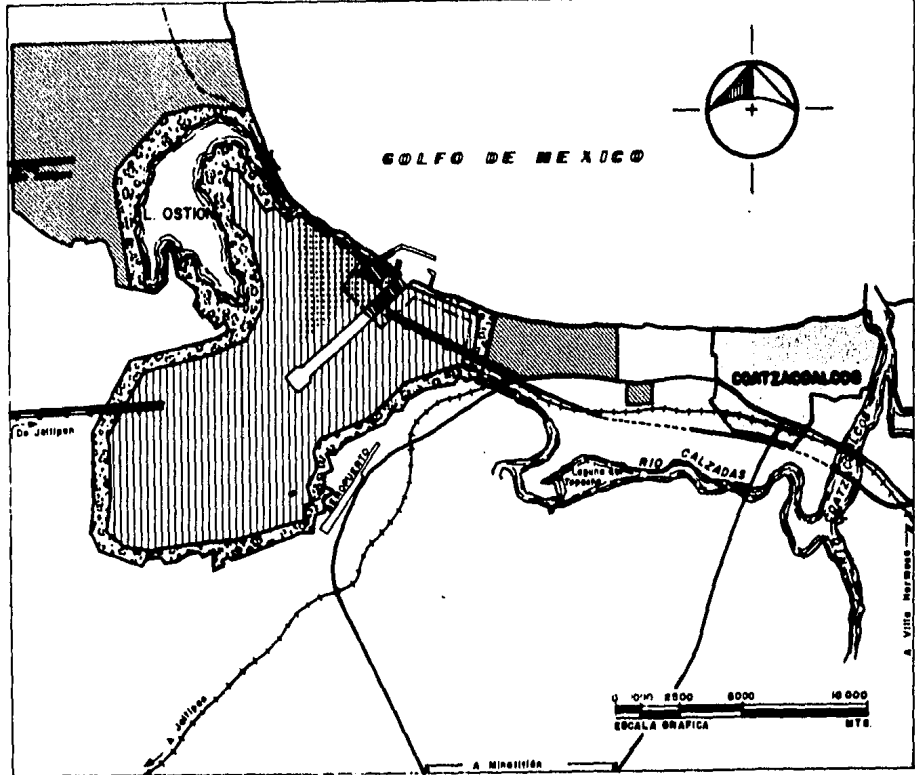
-  ZONA INDUSTRIAL
-  CINTURON VERDE
-  ZONA URBANA FUTURO
-  CARRETERA ACTUAL
-  VIALIDAD FUTURO
-  CAMINO DE CONSTRUCCION META 1982
-  CAMINO DE CONSTRUCCION FUTURO
-  P.F.C.C. ACTUAL
-  P.F.C.C. FUTURO
-  ADQUISICION DE TIERRAS META 1982
-  ACUEDUCTO META 1982
-  MUELLE EN CONSTRUCCION
-  ESCOLLERAS META 1982
-  TALUD DE DISIPACION META 1982

* SERVICIO PORTUARIO DE CONTROL DE OBRAS












OSTION

PLANEACION GENERAL Y METAS 1982



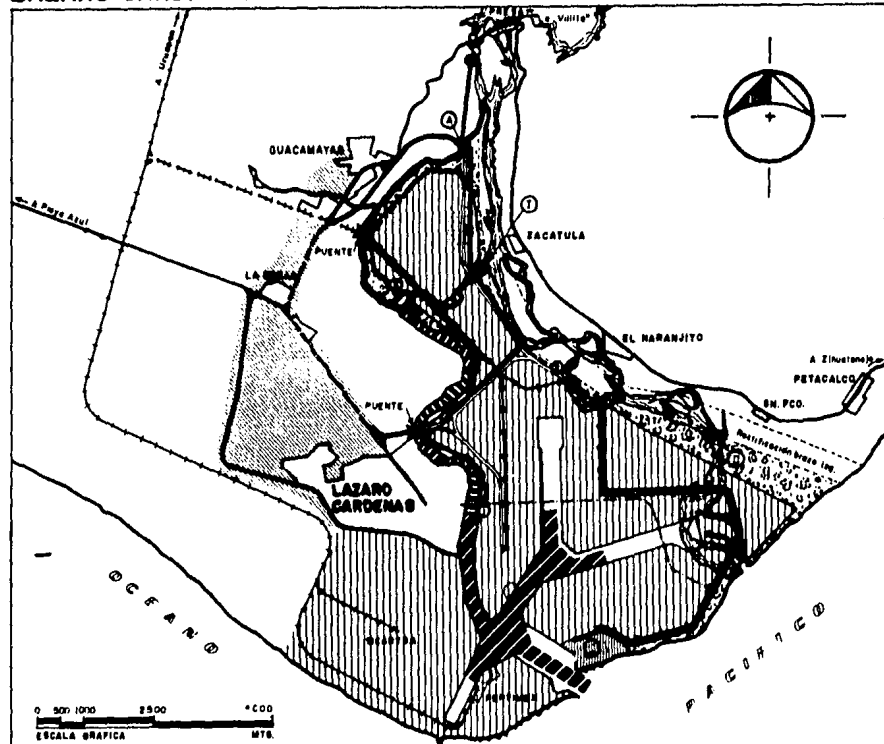
SIMBOLOGIA:

-  ZONA INDUSTRIAL
-  CINTURON VERDE
-  ZONA URBANA FUTURO
-  CARRETERA ACTUAL
-  VIALIDAD FUTURO
-  CAMINO DE CONSTRUCCION META 1982
-  PP. CC. ACTUAL
-  PP. CC. FUTURO
-  NIVELACION DE TERRENOS META 1982
-  DRAGADO META 1982
-  ESCOLLERAS META 1982
-  PUENTE META 1982
-  AGUEDUCTO EN CONSTRUCCION
-  AGUEDUCTO FUTURO



LAZARO CARDENAS

PLANEACION GENERAL Y METAS 1982



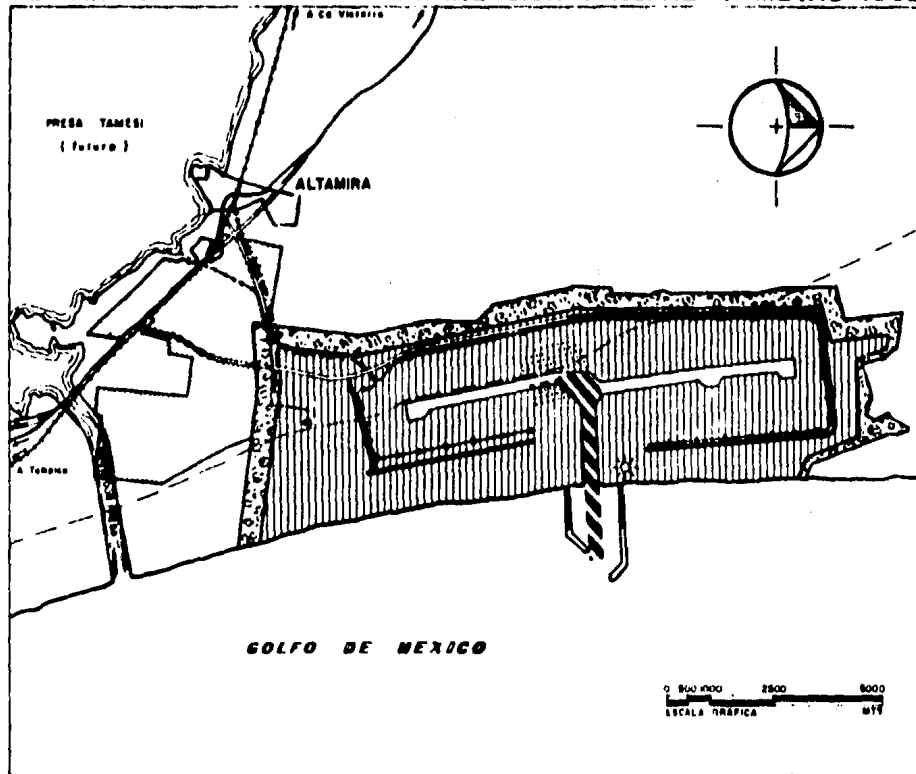
SIMBOLOGIA:

- ZONA INDUSTRIAL
- CINTURON VERDE
- ZONA URBANA FUTURO
- PUERTO PESQUERO
- CARRETERA ACTUAL
- CARRETERA AMPLIACION
- VIALIDAD META 1982
- VIALIDAD FUTURO
- FF.CC. ACTUAL
- FF.CC. META 1982
- FF.CC. FUTURO
- PUENTES
- OBRA DE TOMA
- ACUEDUCTO META 1982
- ACUEDUCTO FUTURO
- POZOS
- SITIOS DE ENTREGA
- MUELLES META 1982
- DRASADO META 1982
- RECTIFICACION BRAZO DER. META 1982
- DIQUE ALCANTARILLA
- DIQUES TAPON

















ALTAMIRA

PLANEACION GENERAL Y METAS 1982



SIMBOLOGIA

-  ZONA INDUSTRIAL
-  CINTURON VERDE
-  ZONA URBANA
-  CARRETERA ACTUAL
-  VIALIDAD META 1982
-  VIALIDAD FUTURO
-  FF. CC. ACTUAL
-  FF. CC. META 1982
-  FF. CC. FUTURO
-  NIVELACION DE TERRENOS META 1982
-  ACUEDUCTO META 1982
-  DRABADO META 1982
-  ESCOLLERAS META 1982
-  FARO META 1982



CAPITULO 11

ASPECTOS COMPLEMENTARIOS DEL
PROGRAMA DE PUERTOS INDUSTRIALES

la adquisición de la tierra, realizada conjuntamente por las Secretarías de Desarrollo Urbano y Ecología y de la Reforma Agraria, comprende una superficie de poco menos de 26 mil hectáreas y ha implicado un proceso delicado y laborioso, para salvaguardar los derechos de los ejidatarios y particulares, así como la intervención que corresponde a las autoridades estatales.

Nacional Financiera y la Secretaría de Hacienda han puesto especial empeño en que los proyectos reúnan las especificaciones necesarias a fin de facilitar su financiamiento por parte de organismos internacionales e instituciones mexicanas de crédito.

Específicamente, en 1980, a través del Fondo Nacional de Estudios de Preinversión, se destinaron 282 millones de pesos para estudios preliminares, en los siguientes aspectos:

En la determinación de las especificaciones de obras físicas en las zonas seleccionadas para el desarrollo de los puertos de Altamira, Lázaro Cárdenas, El Ostión y Salina Cruz, a través de S.C.T.



Maniobras de dragado.

- En la planeación del uso del agua y clasificación de los cuerpos receptores de las descargas residuales, así como en el establecimiento de controles de calidad del agua y del impacto ambiental para la construcción y operación de los puertos industriales, a través de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
- La Secretaría de Comunicaciones y Transportes por su parte, desarrolla los planes maestro portuario industrial y de desarrollo urbano de las nuevas áreas.

Con la participación de BANPESCA y BANOBRAS en apoyo a las obras de dragado del Puerto de Altamira y del Banco Mundial y Gobierno Federal, para la realización de los estudios financieros de ingeniería y de planeación, el Banco Nacional de Comercio Exterior - contempla apoyo financiero para las obras de infraestructura y equipamiento de los puertos.

De este modo, la Secretaría de Hacienda viene coadyuvando al desarrollo y financiamiento de las obras que se consideran importantes y afina los incentivos tributarios que faciliten la tarea que realiza la Secretaría de Energía, Minas e Industrias Paratales en lo referente a la promoción y fomento de inversiones privadas.

El objetivo es que los puertos industriales se conviertan en grandes centros de transformación de materias primas, hasta obtener productos manufacturados para su exportación o su distribución hacia el resto del país, utilizando transporte terrestre y dando una nueva dimensión al transporte marítimo de cabotaje. Esto permitirá que nuestras costas funcionen con una comunicación interna mediante barcos pequeños y lanchones. El propósito es combinar los puertos grandes con los pequeños y dar un mejor y mayor uso al enorme recurso de las costas.

Los puertos industriales tendrán además facilidades para operar los sistemas modernos de transporte marítimo a granel y en contenedores, en apoyo del comercio exterior del país.

Se trabaja también en la integración de los llamados "parques complementarios", destinados a empresas medianas y pequeñas, que satisfagan las condiciones de desarrollo que se están imponiendo al propio Puerto Industrial y que cumplan con los requisitos de preservación del medio ambiente.

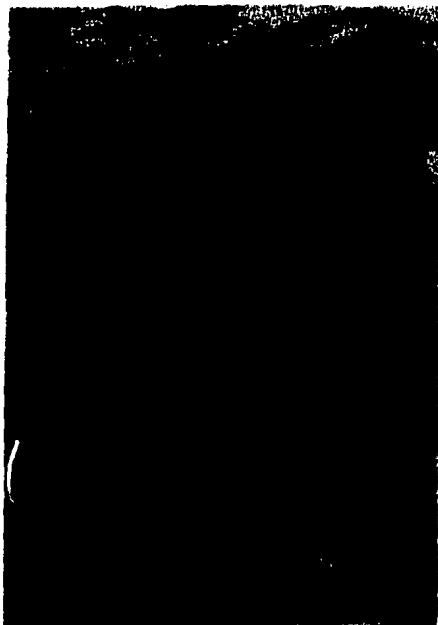
Las obras que se proyectan en los Puertos Industriales, incluyen dársenas, muelles y canales de acceso, con capacidad para manejar barcos de 100 toneladas, conforme a especificaciones que permitan su ampliación en el futuro; además, se están realizando estudios para terminales de usos múltiples que definan el tipo de operación, demanda y condiciones en general que puedan garantizar el éxito de estas terminales.

A corto plazo y de acuerdo a la estrategia del Sistema Alimentario Mexicano, será necesario complementar el abasto nacional -- con importaciones oportunas y suficientes; sin embargo, nuestros puertos comerciales se han vuelto insuficientes ante las expectativas de la demanda.

Para alentar a los empresarios a establecerse en los puertos industriales, el Gobierno ha adoptado un amplio programa que favorece la nueva estrategia de desarrollo regional, e incluye: el otorgamiento de estímulos fiscales y una reducción importante en el precio de los energéticos y de los petroquímicos, del orden - del 30%, respecto al precio nacional.

Asimismo, se tomó la decisión de constituir reservas territoriales en cada puerto industrial, a fin de disponer de espacio suficiente para la construcción de dársenas, muelles y otros elementos de apoyo, dar cabida a distintas industrias y facilitar el -

crecimiento ordenado de las áreas urbanas.



Areas industriales.

Las obras de infraestructura abarcan aspectos portuarios, industriales y urbanos, e incluyen servicios de agua, drenaje, alcantarillado, electricidad, accesos viales, ordenamiento urbano y -protección de la calidad del medio ambiente.

Otro aspecto fundamental es la vinculación con la población trabajadora, orientándola hacia las oportunidades de empleo que el Programa abre. Se atiende también a los requisitos que se deben satisfacer para el bienestar de la población que va a los puertos, los problemas de habitación y de los servicios suficientes que deben rodearla, tanto en el aspecto social como en el educativo y de salud.

El programa también busca abatir al mínimo los riesgos causados por la alteración de los ecosistemas, manteniendo los contaminantes, dentro de parámetros internacionalmente aceptados como permisibles, para aire, agua, suelo y alimentos. Para ello, se propone realizar y mantener actualizado un estudio integral del impacto ambiental de la región con el tipo de industria que se instale y los asentamientos humanos que se integren.

Para 1980 se adquirieron en su mayor parte las áreas requeridas para constituir las reservas territoriales de los puertos industriales, y los estudios requeridos para realizar las obras, se concluyeron.

La gran demanda de trabajo especializado que los puertos industriales requieren desde su construcción, hasta su pleno funcionamiento, plantea el riesgo de una oferta limitada cuantitativa y cualitativamente. En este aspecto, el sector educativo ha debido anticiparse. Así, ha puesto en marcha un programa de formación y capacitación de recursos humanos en los tres niveles educativos y en tres grandes áreas de actividad: para obreros calificados, para los niveles medios de profesiones técnicas y para el nivel superior. Es decir, trabajadores, administración media y alta dirección para tres áreas de actividad: la construcción, la administración y la operación portuaria y las diversas especialidades del desarrollo industrial.

El Programa impuso la necesidad de desarrollar la figura de la administración portuaria descentralizada, para lo cual promovió la reforma del artículo 50 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo. En lo sucesivo, la administración descentralizada de los puertos se reglamentará por disposición del Ejecutivo Federal.

Por medio de la administración descentralizada, la operación de los servicios portuarios, de comunicaciones y transportes, y los

servicios, requeridos directamente por la industria (agua, electricidad y otros) en el puerto industrial, podrá realizarse mediante una unidad de mando técnicamente autónoma. Dicha unidad poseerá personalidad jurídica propia, y su autonomía orgánica y financiera le permitirá tener poder de decisión propio en el cumplimiento de su objetivo, así como capacidad de endeudamiento para financiar sus programas. Tendrá, además, capacidad para realizar actos de administración compartidos, lo que facilitará una relación armoniosa y fructífera con las autoridades federales, estatales y municipales. La participación equilibrada de la federación y las autoridades locales en la administración del organismo, permitirá que la operación y desarrollo del puerto industrial responda a las necesidades regionales.

De acuerdo con la reforma, la administración portuaria descentralizada se regirá por un consejo directivo integrado por representantes de las secretarías de Gobernación, Marina, Hacienda y Crédito Público, Programación y Presupuesto, Comercio y Fomento Industrial, Agricultura y Recursos Hidráulicos, Comunicaciones y Transportes, Desarrollo Urbano y Ecología, Salubridad y Asistencia y Pesca. El Consejo también cuenta con representantes de los gobiernos de los estados y de los municipios, en cuyo territorio se encuentren ubicados los puertos industriales.

C A P I T U L O 1 2

L PUERTO DE ALTAMIRA TAMAULIPAS
COMO UN CASO DE ESTUDIO

LOCALIZACION, CARACTERISTICAS Y

ZONA DE INFLUENCIA

El nuevo puerto industrial de Altamira se localiza al sur de La Laguna de San Andrés, a 20kms. al norte de Tampico, sobre la margen izquierda de la desembocadura del Río Pánuco, al noreste del litoral del Golfo de México. Aquí predomina el terreno plano, con lomeríos de poca elevación paralelos a la costa, el clima es cálido sub-húmedo con lluvias durante el verano y los cultivos principales son la caña de azúcar, productos frutales y sorgo.

La zona de influencia directa del puerto es llamada zona conurbada de Tampico, e incluye los municipios de Altamira, Ciudad Madero y Tampico en Tamaulipas, y los de Pánuco, Pueblo Viejo y Tampico Alto en Veracruz, también se incluyen como zona de influencia los Estados de Nuevo León, Coahuila, Durango, San Luis Potosí, Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, México y el Distrito Federal.



Puerto Industrial. Altamira, Tamps.

En la zona del puerto se tiene una arcilla un poco más débil que la de la ciudad de México, este tipo de suelo se presenta en zonas cercanas al litoral con un espesor de 18m. Los sondeos mediante pozos hechos por el método de rotación o penetración normal, determinan una línea que delimita suelos duros contra blandos; en el paramento se encuentran suelos 100% dragables pero de gran dureza. Si se va hacia el oeste (ver croquis 1), disminuye el espesor de la arcilla de tal manera, que cuando se llega a la cabeza de la base de la ciaboga, se tienen espesores mínimos de 2 ó 3 metros. Esta arcilla es de difícil y larga consolidación, pero deberá compactarse para construir sobre ella.

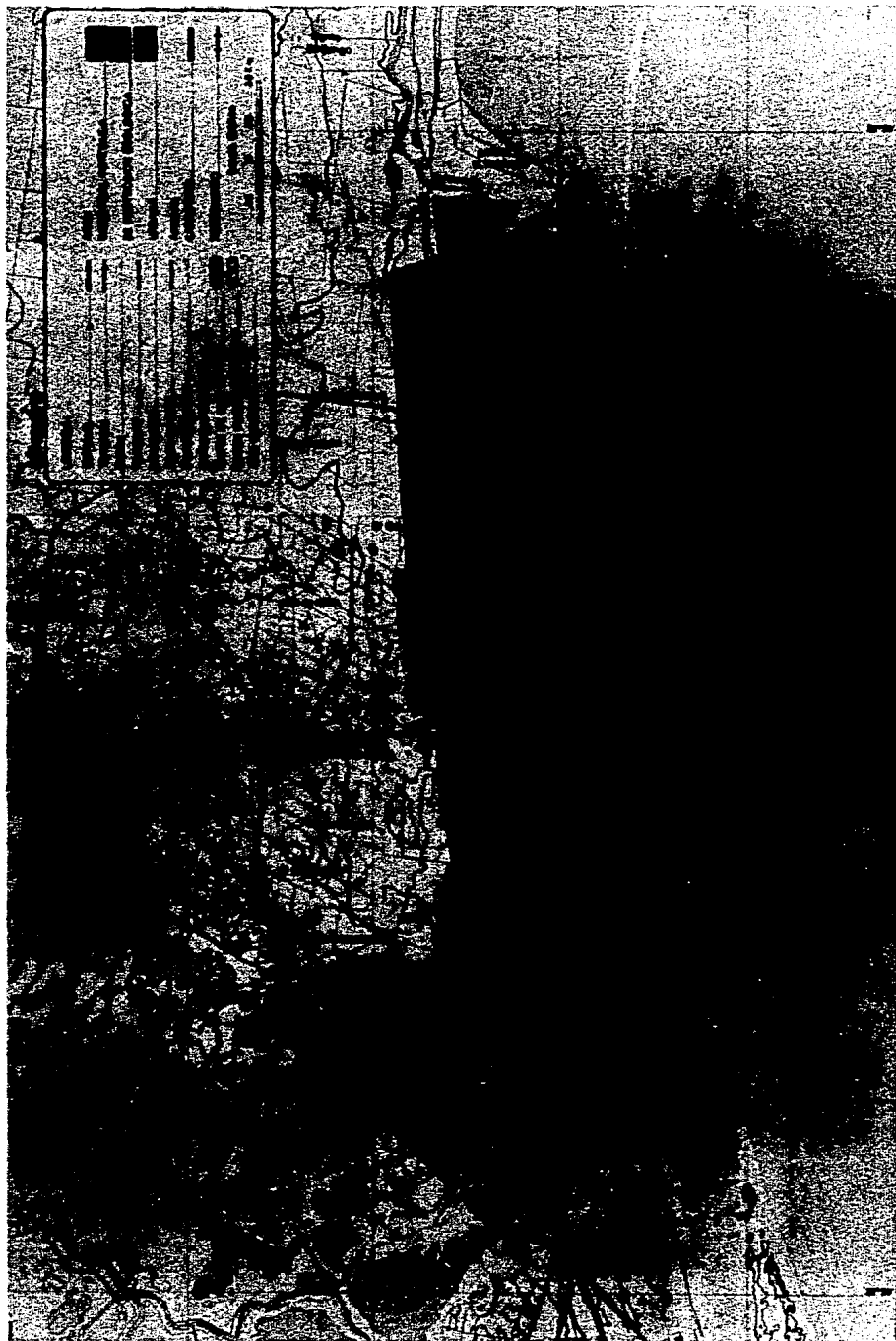
Abajo de esa arcilla existe un conglomerado que es muy heterogéneo, el cual en varias partes se presenta con conchilla, boleos de canto rodado y en otras partes se presenta la arenisca de la arena cementada.

Este material es el que al extraerse en el dragado, ha sido depositado en las partes de los asentamientos industriales en zonas blandas y de alta compresibilidad.

Si nosotros quisiéramos delimitar o comprender porqué la geometría del puerto y tuviéramos la información de los sondeos estratigráficos, veríamos que cada una de estas dársenas de operación es el límite de los suelos duros contra los suelos blandos.

De la dársena de operación hacia abajo (hacia la orilla del mar), se encuentran suelos completamente blandos conocidos con el nombre de marismas, con tirantes pequeños de 30 a 40cm. de espesor de agua. Estas marismas van a comunicarse a una laguna llamada de San Andrés, que es parte de todo el sistema lagunario de la laguna madre. Del lado sur se comunican con otras lagunas pequeñas que no llegan a desembocar al río Pánuco.

Del eje de las escolleras de Altamira al eje de las escolleras -



de Tampico se tienen 24Km. en línea recta.

Se tiene un puerto industrial tan cerca a uno mercante porque son dos conceptos completamente diferentes. El puerto mercante tiene entradas y salidas casi siempre de productos terminados.

El puerto industrial es un puerto que como ya se mencionó anteriormente, necesita mucho terreno para poder satisfacer las necesidades de la industria y cuyos insumos puedan entrar por la vía marítima, que es la más barata a nivel mundial, con lo que se pretende abatir los costos.

DESARROLLO ECONOMICO E INFRAESTRUCTURA GENERAL DE

LA ZONA

En Ciudad Madero se encuentra una de las mayores refinerías del país y el segundo centro de almacenamiento de productos refinados.

En la zona existen numerosas fábricas de productos alimenticios, jabones, materiales de construcción y embotelladoras de refrescos. A lo largo del corredor de Altamira se han establecido varias plantas de productos químicos. Operan unidades congeladoras de pescado, plantas de cocimiento y procesamiento de camarón, bodegas y plantas de hielo, embarcaciones camaroneras y talleres especializados en combustión interna, soldadura y torno. Actualmente, funcionan dos astilleros para unidades pesqueras de altamar y seis para hotes pequeños.

Sus carreteras comunican a Tampico con Matamoros y Reynosa hacia el norte con Poza Rica y Coahuacoalcos al sur. Una más une a la región con San Luis Potosí, la ciudad de México y Nuevo Laredo y

existe otra directa a la Ciudad de México, vía Pachuca.

Tampico dista 468kms. de la ciudad de México, 492 kms. de la ciudad fronteriza de Matamoros y 530kms. de Monterrey.

El enlace por ferrocarril, rumbo al norte es hacia Monterrey, y con el centro del país, por la ruta de San Luis Potosí.

INFRAESTRUCTURA DE APOYO

La ciudad de Tampico cuenta con alojamiento suficiente para atender las demandas del turismo, playas cercanas, ruinas prehispánicas y lugares de pesca y cacería deportiva.

Existe un aeropuerto nacional en Tampico, dotado para la operación de aviones jet. Tres vuelos diarios comunican a Tampico con la ciudad de México y 3 semanales con Monterrey.

Operan eficientemente los servicios de: correos, telégrafos, telex y teléfonos con red automática de larga distancia.

Existen suficientes escuelas, hasta nivel medio básico; se dispone, además, de preparatorias en Madero y en Tampico, escuelas de enfermería, medicina, técnica pesquera y numerosas escuelas comerciales, así como de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, las Escuelas Náutica de Tampico, el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos, el Instituto Tecnológico Agropecuario; el Colegio de Educación Profesional Técnica, que está desarrollando carreras de nivel medio, directamente orientadas a las demandas que habrán de surgir, tanto para la construcción de los puertos, como para la operación posterior de los mismos y, de las industrias que ahí se desarrollarán mediante convenios especiales, se han brindado recursos a las Universidades Autónomas Michoacana y de Tamaulipas y a la Universidad Veracruzana para fortalecer la do

cencia y la investigación en disciplinas de relevancia para los objetivos del programa. La Secretaría de Salud ha ampliado sus sistemas con especial atención a la medicina preventiva incluyendo además, programas para la protección del medio ambiente.

En el aspecto educativo, se realizaron estudios de requerimientos de personal calificado para el puerto de Altamira; inició sus labores el Instituto Nacional de Educación de Adultos; se construyeron y equiparon los Centros de Capacitación de Madero y Altamira, los Centros de Estudios Tecnológicos de Tampico y Madero, los Centros de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios de Altamira y Madero, un Centro de Estudios Tecnológicos del Mar en Madero y un Plantel del CONALEP en Tampico. Se creó la carrera de soldadura subacuática y se adquirió maquinaria y equipo para el Centro de Capacitación de Tampico. Las escuelas de estudios superiores han recibido el apoyo necesario principalmente en carreras relacionadas con la operación y administración portuarias .

Se realizó una encuesta por muestreo para averiguar las condiciones de salud de la población y planear adecuadamente los servicios. Actualmente se cuenta con una descripción actualizada de la situación ambiental, en lo que se refiere a la calidad del aire, el suelo y los cuerpos de agua, con lo cual, se aplican los programas de vigilancia y control de contaminación.

Se han elaborado los proyectos de ingeniería de la primera etapa del parque nacional que se construirá en el área de protección ecológica del puerto industrial. Comprenden la reforestación de 100 hectáreas y la habilitación de 20 hectáreas para la recreación.

Debido a la infraestructura portuaria y a las agroindustrias que se establecerán en el puerto, se podrán industrializar y movilizar con toda oportunidad los granos que se van a producir en cer

ca de 400 mil hectáreas de riego de Pujal Coy, que incrementarán la producción en más de 1 millón 600 mil toneladas.

Por su parte, la Secretaría de Trabajo y Previsión Social inauguró oficinas para los servicios estatales del empleo en Tampico y Morelia.

Están en marcha los estudios, proyectos y construcción de la presa de almacenamiento del Tamesí, para riego, control de ríos y obras de captación y conducción de agua en bloques, con un caudal de 25 metros cúbicos por segundo.

Esta presa, que garantiza el agua a Altamira, permitirá regar 50 mil hectáreas adicionales, en donde se podrán levantar dos cultivos al año, con cosechas del orden de 300 mil toneladas de granos, en beneficio de aproximadamente 5 mil familias de ejidatarios y pequeños propietarios, también permitirá regular gastos pluviales en la región de Tampico y Altamira y disponer de agua para consumo urbano e industrial.

En el renglón de agua potable y alcantarillado, se están realizando los proyectos y la construcción de las redes troncales, para habilitar con estos servicios una superficie de 265 hectáreas, correspondientes a la primera etapa de desarrollo urbano, generado por el Puerto Industrial.

Se construye el primer módulo de la planta potabilizadora, que proporcionará de 100 a 150 lts/seg. a un área de 200 ha. cuyo avance incluye un 85% en cuanto a tendido de tubería de agua potable que dará servicio a 400 ha. y las obras correspondientes de alcantarillado. Cabe mencionar la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales.

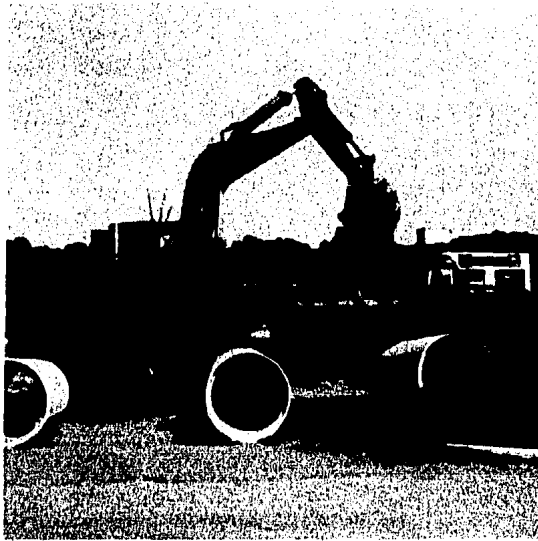
Las obras para la introducción de energía eléctrica y otros servicios públicos requeridos para el puerto industrial y los desarrollos habitacionales e industriales en las distintas áreas del

programa se encuentran muy adelantadas. En el siguiente cuadro se muestra el avance de las obras a los distintos plazos.

O B R A S	ALTAMIRA	
	1982	1985/88
Estudios y Proyectos	50%	100%
Vialidades Principales	30%	100% (35km.)
Red de Agua	5%	100%
Drenaje Sanitario	5%	100%
Drenaje Pluvial	5%	100%
Red Eléctrica y Alumbrado	5%	100%
Señalización y Jardinería	5%	100%
Vialidades Secundarias	5%	100% (15km.)
Edificios, Servicios Generales		100%
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales		100%
Planta de Tratamiento de Agua Potable		100%
Urbanización de Detalle	100%	(155 ha.)

CARACTERISTICAS DEL PUERTO INDUSTRIAL

Para un manejo adecuado de los fletes a través del puerto industrial, es necesario realizar obras complementarias: accesos carreteros y ferroviarios; corrección y ampliación de los caminos y vías existentes entre el puerto y los puntos de origen y destino dentro de la zona de influencia; patios de ferrocarril regionales, entronques, puentes, etc. También se incluyen dentro de estas obras los servicios generales del puerto (oficinas, servicio de agua, teléfono, electricidad), y los de señalamiento marítimo (faros, balizas, boyas).



Obras complementarias

Entre las obras complementarias en Altamira, se encuentran:

a) Carreteras:

- Acceso Petrocel-Puerto Industrial, de 5 kilómetros.
- Acceso Altamira-Puerto Industrial, de 6 kilómetros.
- Libramiento poniente de Tampico, de 15 kilómetros.
- Ampliación a 4 carriles del tramo Altamira-Corpus Christi, de 12 kilómetros.
- Ampliación del tramo Canoas-Libramiento Poniente de Tampico, de 34 kilómetros.
- Ampliación a 4 carriles de la carretera Aeropuerto-Altamira.
- Libramiento - Altamira.
- Puente sobre el Río Pánuco.
- Carretera Monte-Alto al Puerto de Altamira.

b) Ferrocarril:

- Construcción de un ramal de la línea actual al Puerto

Industrial.

- Construcción de la vía corta Tampico-Ciudad de México.

El total de kilómetros a construir en estas obras, incluyendo las ampliaciones de caminos y vías existentes, asciende a 84 km. aproximadamente de accesos carreteras y 21 km. ferroviarios. Actualmente se encuentran en construcción 35 km. de vialidades primarias (con una línea de servicios que comprende red de agua, drenaje sanitario y pluvial, red eléctrica y alumbrado), y 15 km de vialidades secundarias.



Vías de comunicación interior.

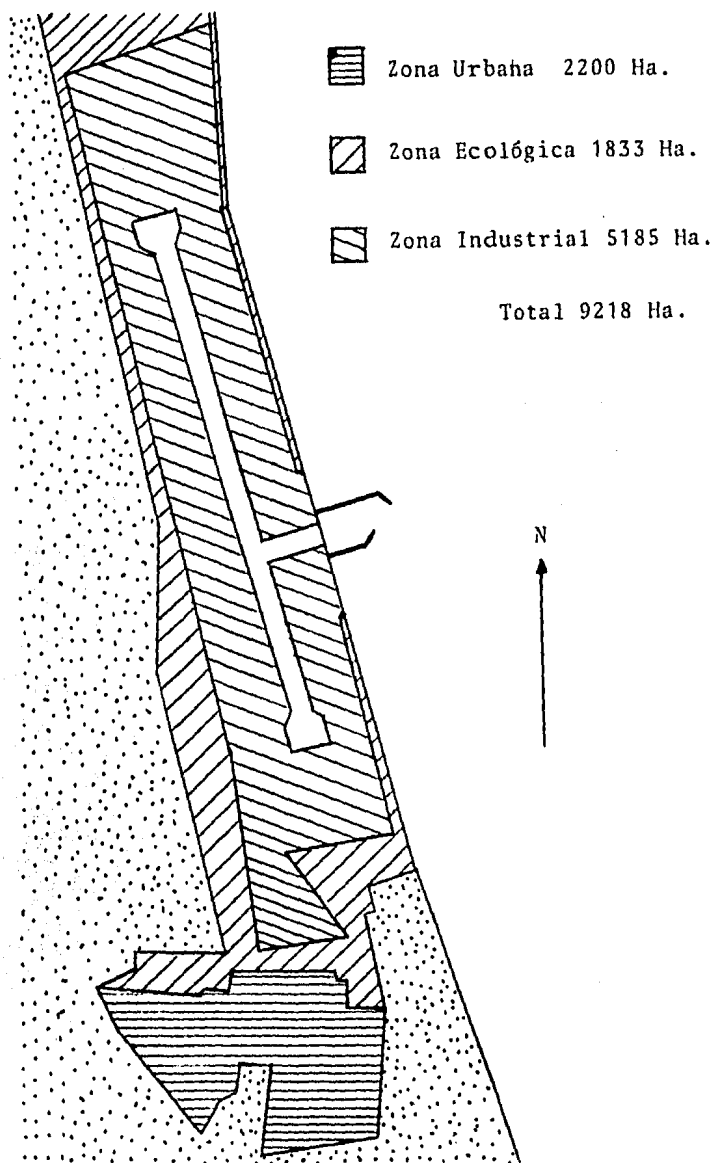
PLANEACION URBANA

La afluencia de población a las áreas incluidas en el programa de puertos industriales desbordó desde un principio la capacidad de las instalaciones urbanas y de los servicios sociales para dar debida atención a nuevos requerimientos.

En materia de vivienda, se prepararon terrenos en Altamira, se están atendiendo las necesidades de la población que fué desplazada por las expropiaciones o por los programas de obras. En forma limitada se han satisfecho algunas demandas de habitación de trabajadores provenientes de otras áreas del país.

Se han previsto 2200ha. para uso urbano y 1833 ha. para la creación del parque nacional en el área de protección ecológica del puerto.

Las obras preliminares de despalme, desmonte y terracerías en la primera etapa de urbanización general han quedado concluidas. La urbanización de detalle de las 37 ha. destinadas a los reubicados permitirá habilitar 900 lotes; consecuentemente, se dió principio a los trabajos de desmonte, despalme y trazo, así como construcción de 1.8 km. de camino pavimentado para dar acceso a esta zona y se están ejecutando las obras de señalización y jardinería.



Distribución de zonas

En un futuro inmediato, las inversiones en aspectos de urbanización, vivienda y servicios socio-asistenciales y educativos habrán de atenderse en forma prioritaria. No podrá corregirse con facilidad el rezago existente; hay que intensificar el esfuerzo para evitar que ese rezago llegue a adquirir proporciones imposibles de manejar en etapas posteriores.

En el siguiente cuadro, se consignan las cifras preliminares sobre el crecimiento de la población que se han utilizado en los cálculos sobre la demanda de servicios urbanos y socio-culturales en el puerto. Se trata de una hipótesis desprendida de la observación de lo acontecido en localidades de tamaño comparable, en las que han ocurrido incrementos demográficos acentuados.

ESTIMACIONES DE POBLACION EN LOS
PUERTOS INDUSTRIALES

(miles de personas)

Años	Altamira
1982	511.0
1985	624.0
1990	879.7

PROMOCION DE INDUSTRIAS

Se han previsto 5,185 ha. para uso Industrial, en Altamira Tamps.

Hablando de empresas fuertes con frente de agua, se tiene un complejo petroquímico de PEMEX para satisfacer una refinera que dé producto secundario a estas industrias para que puedan trabajar. PEMEX recibe su petróleo crudo por vía marítima, lo procesa y da

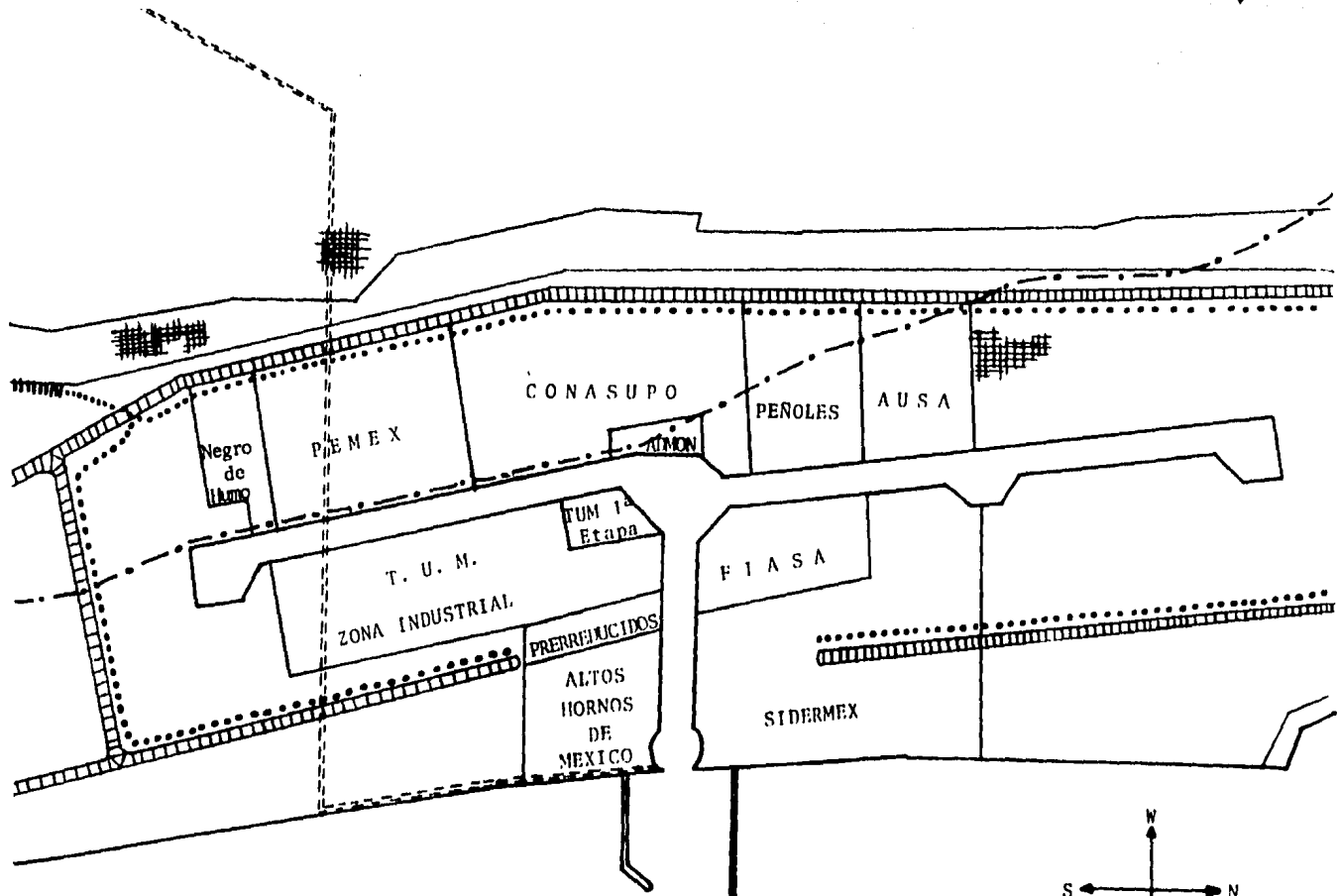
únicamente lo secundario a las demás empresas para que lo procesen y obtengan sus productos (se hará un recorrido sur a norte por la parte oeste de las dársenas en base al croquis 2). Antes de PEMEX se encuentra un Negro de Humo, de él se obtiene como producto principal, la materia prima para fabricar llantas. En la región se tienen tres negros de humo.

Luego de PEMEX viene CONASUPO, con una terminal de granos que se encargará de importar o exportar granos conforme a las necesidades que tenga el país. Tienen un programa muy ambicioso porque se cree que la región donde se localiza el desarrollo portuario, será el principal productor de alimentos en un futuro, de tal manera que todos los terrenos hacia el norte del puerto, están concebidos para ser regados por gravedad y los terrenos inmediatos al suroeste contarán con un sistema de riego muy importante (el Pujal Coy). Con todo ello se pretende que en un futuro ésta sea una zona agrícola altamente productiva.

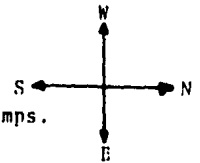
Después de CONASUPO se encontrarán las oficinas administrativas, lo que significa el control del puerto y todas las aduanas, luego Industria PÉROLES que pretende trabajar aquí también y se dedica a la extracción de minerales finos, principalmente oro y plata. Asimismo, una empresa que hace embarcaciones (Astilleros Unidos, S.A.) AUSA.

En la parte este de las dársenas y de norte a sur, se encuentra primero SIDERMEX trabajando acero que llegará a producir 6 millones de toneladas; en seguida, se encuentra FIASA, que se dedica a trabajar aluminio y que aún no determina si se establece, luego vienen Altos Hornos de México, Prerreducidos que se dedica a endulzar el acero y hacer piezas con más calidad y, finalmente, la Terminal de Usos Múltiples (T.U.M.)

Dentro de la industria siderúrgica se instalarán 3 plantas productoras de acero crudo que iniciaron su construcción en 1982 pa



Puerto de Altamira Tamps.
Croquis 2



ra alcanzar su plena producción en 1990 con una capacidad instalada total de 12 millones de toneladas. Se tiene estudiado establecer un complejo petroquímico, que incluirá plantas de acrílico, nitrilo, ácido acrílico, acroleína, isopreno y polibuteno.

Está contemplada la instalación de ocho plantas que producirán, PVC, DOP, resinas ABS, fibras cortas y cable de poliacrilonitrilo, ésteres acrílicos, negro de humo, hule polisopreno y plásticos; alcanzarán su máxima producción programada en 1990.

La construcción de dos plantas refinadoras de aluminio que tendrán una capacidad de 260 mil toneladas y alcanzarán su plena producción en 1986. La construcción de una planta productora de cemento, alúmina, magnesio y sulfato de potasio, la cual alcanzará su máxima producción en 1991. La construcción de una planta para obtener óxido de aluminio, la cual alcanzará en 1990, 7,560 toneladas de este producto. Se instalarán silos para el almacenamiento de granos y semillas, los que serán materia prima para una serie de industrias que elaboren harinas, aceites, grasas vegetales, jabones y detergentes, procurando de esta forma lograr una integración horizontal en esta actividad. A la fecha se está trabajando en la promoción de empresas de este tipo. Se tiene intención por parte de una empresa del sector privado, establecer silos y planta procesadora de cereales, y otra para la producción de glucosa de alto poder endulcolorante.

Se instalará una empresa para almacenamiento y distribución de productos líquidos a granel. Se han previsto muelles y almacenes para recibir y conservar materias primas que permitan abastecer una fábrica de aceites, mantecas y jabones, una planta de alimentos balanceados que aprovechará el sorgo de la zona norte del Estado de Tamaulipas, otra fábrica de harina de maíz y una planta de leche evaporada. A corto plazo se ha dispuesto el establecimiento de una fábrica de detergentes, que por razones ambientales y de disponibilidad de materias primas, se instalará en la ciudad de Tampico.

Por su localización, recursos naturales y disponibilidad de agua y energéticos, Tampico-Altamira ofrece ventajas para desarrollar diversas industrias, entre las cuales destacan:

- Nuevas plantas mineras para concentrar, fundir, refinar y exportar productos.
- Industria cervecera, para atender las demandas del mercado de la zona del Golfo de México y la posible exportación al Caribe, Centro América y los Estados Unidos.
- Industria del Acero y del Hierro.
- Industria alimenticia, dada la variedad y calidad de productos .
- Desarrollo de plantas de alimentos balanceados.
- Producción de llantas y cámaras.
- Fabricación de artículos para el hogar.

Considerando las relaciones interindustriales:

- Industria automotriz, que contaría con mayores ventajas en costos.
- Industrias destinadas a la producción de bienes de capital, principalmente equipos y componentes para la industria petrolera y petroquímica.

Se cuenta ya con un plan maestro para el desarrollo del parque industrial complementario y se ha iniciado la promoción para instalar pequeña y mediana industria; el gobierno del Estado de Tamaulipas apoya esta promoción, en la que participan también los

distintos organismos representativos del sector privado. Se tá promoviendo además la instalación de plantas maquiladoras. cuenta a la fecha con 65 solicitudes de pequeña y mediana industria que demandan aproximadamente 40 ha. con posibles inversiones de 500 millones de pesos en el puerto de Altamira.

Cabe mencionar que algunos proyectos industriales, especialmente en Altamira, han quedado aplazados en espera de un cambio favorable en las perspectivas generales de la economía.

TERMINALES DE USOS MÚLTIPLES

La parte más importante del puerto es la terminal, puesto que en un momento dado, es la que va a dar inicio a las actividades industriales ya que mediante ella se da la entrada y salida tanto de insumos, como productos terminados, para las mismas industrias o para lugares cercanos a la región que no requieren frentes de agua, tendrá muelles para recibir barcos portacontenedores y roll-on, roll-off, manejará también graneles sólidos y líquidos.

Los estudios realizados han permitido definir todos los elementos necesarios para el dimensionamiento general de estas terminales; sus reservas de áreas para expansión; el equipamiento requerido; el personal necesario y las necesidades de capacitación del mismo.

Cada terminal contará con el equipo requerido para el tipo de carga que maneje: grúas móviles, montacargas, tractores, chasis, remolcadores, portacontenedores, trastainers, etc. además de bodegas, talleres, cobertizos y oficinas. Se tomó como parámetro un horizonte de 20 años (hasta fines del siglo), quedando definidos los lineamientos para el desarrollo total de la terminal. Para la etapa inicial de cada terminal se diseñó un módulo poliva

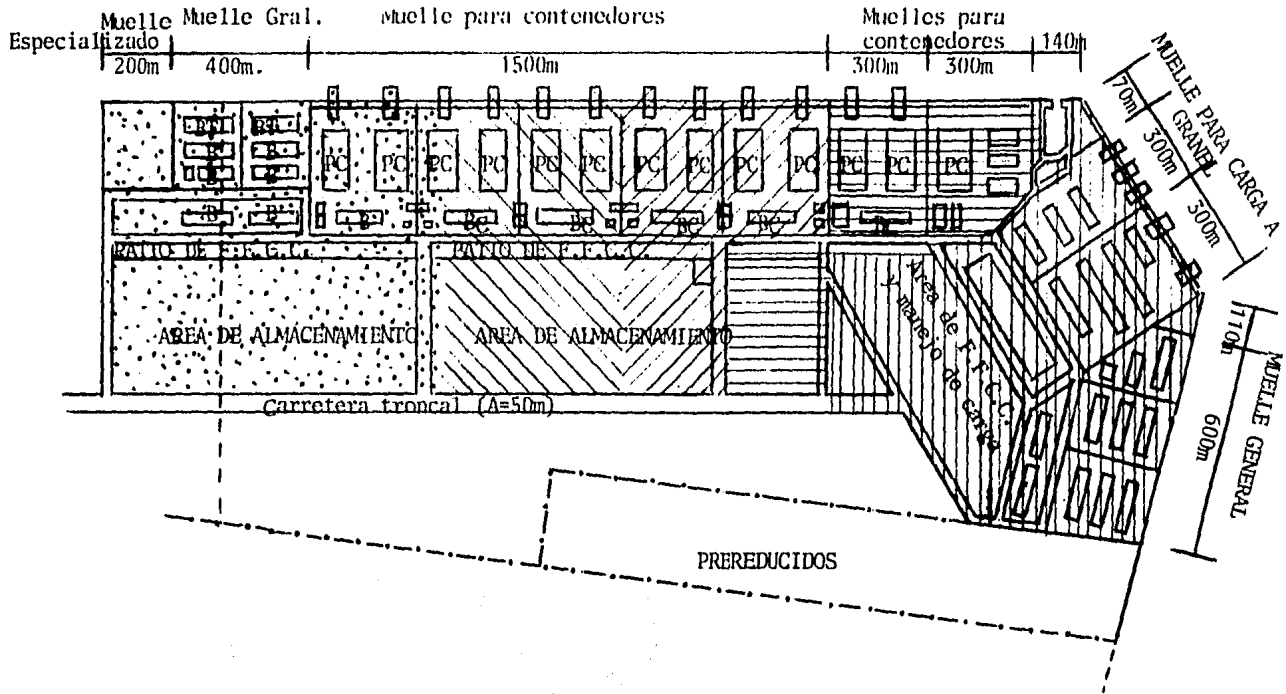
lente que incluye la ingeniería básica y el programa de construcción y desarrollo, según lo requerido para los diferentes tipos de operación portuaria.




El croquis 3, muestra la distribución de la T.U.M., así como su avance de construcción.




PROYECCION DEL VOLUMEN DE CARGA Y MUELLES REQUERIDOS EN LAS TERMINALES DE LOS USOS MULTIPLES

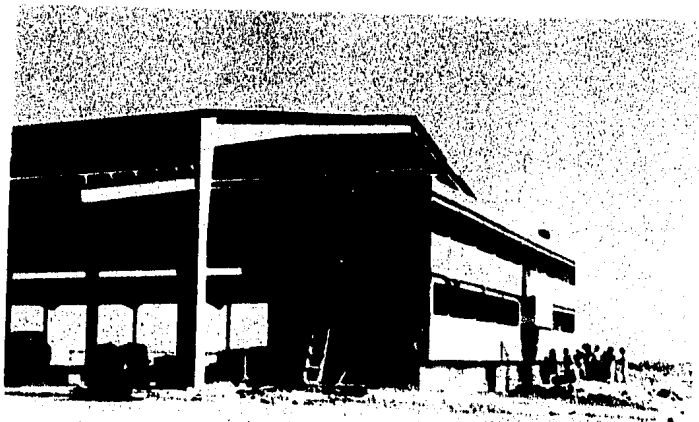
		ALTAMIRA	
		Muelles	Tons.
1985	Convencional	2	500
	Contenerizable	1	300
	Granel	1	600
	Total	4	1,400
1988	Convencional	2	500
	Contenerizable	2	1,000
	Granel	1	1,000
	Total	5	2,500

	Superficie de la terminal				Longitud de Muelles			
	Hectáreas				Metros			
	1982	1983	1988	Meta Final	1982	1983	1988	Meta Final
Altamira	10	31	78	264	300	600	1,500	3,850

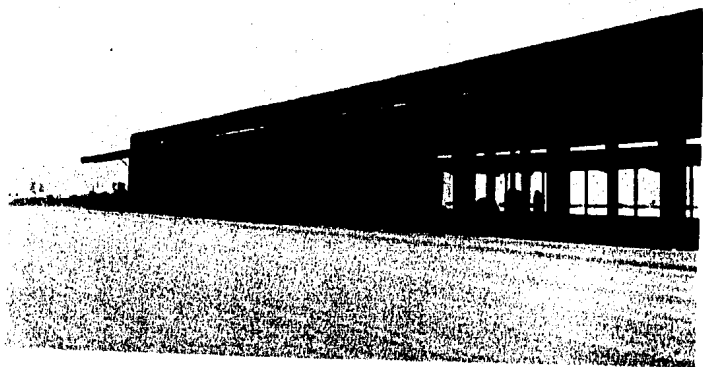


-  Construidos a 1985
-  Se construirán de 1985 a 1990
-  Se construirán de 1990 a 1995

-  Se Construirán de 1995 a 2000
-  Se construirán de 2000 a 2005
-  Disposición futura



Dos aspectos de bodega en construcción en la primera etapa de la terminal de usos múltiples en Altamira, Tamps.



INFRAESTRUCTURA PORTUARIA

La infraestructura portuaria en Altamira, Tamps., comprende el dragado de los canales de acceso y dársenas, las obras de relleno y nivelación de terrenos de las zonas industriales y del área de la Terminal de Usos Múltiples; las obras de protección al puerto, como son rompeolas y espigones y, finalmente la construcción de muelles. El material obtenido en el dragado se aprovecho para relleno y nivelación, también se depositó en la playa exterior al rompeolas sur.

El puerto contará con 29 km. de muelles de atraque, comprendiéndose en su etapa inicial de construcción la parte sur.

La terminal de Altamira contará en un principio con 250 metros de muelle habilitado para el manejo de carga general y contenedores. En este puerto el dragado de la dársena se detuvo por ahora en 12 metros de profundidad, ya que los barcos a que dará servicio durante los próximos 2 años no requieren de mayor profundidad.

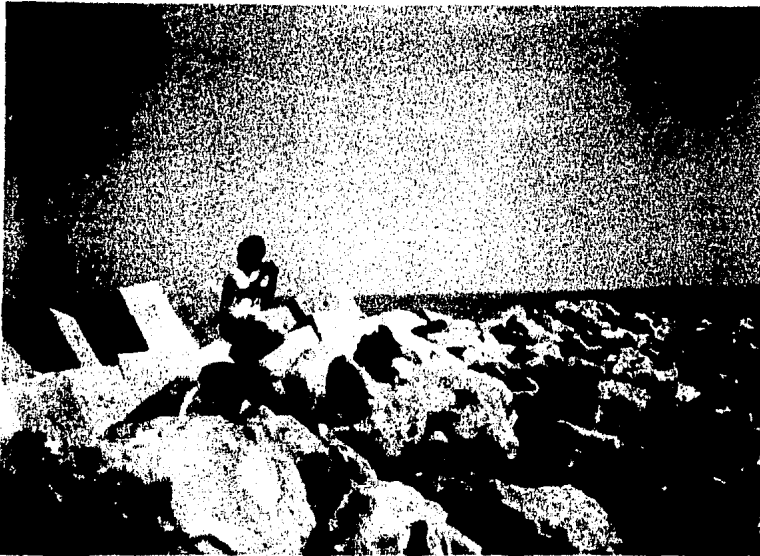
Cuando se plantee la necesidad para el movimiento de barcos de mayor calado, el dragado adicional podrá hacerse con la conveniente anticipación.

Los rompeolas son construidos con un producto traído de El Abra en el Estado de San Luis Potosí a 134 km. mediante ferrocarril en plataformas y depositado en un patio cercano a Altamira, luego es subido en plataformas de tractocamiones de 30 ton. de capacidad.

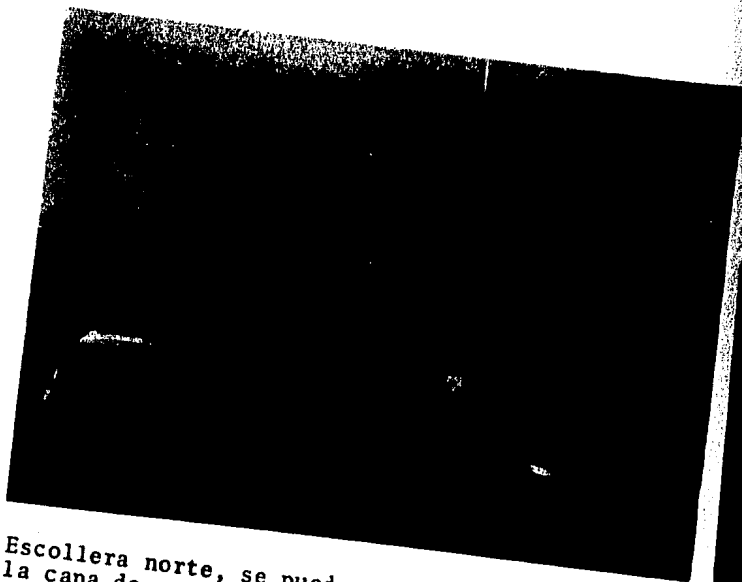
Los rompeolas tienen una formación similar a la de una cortina de presa; la parte interna está integrada por roca con pesos de 30 a 1000 kg. llamada núcleo, luego viene una capa llamada secun

daria cubriendo al núcleo con pesos de 1000 a 4000 kg., luego una capa de coraza I con pesos de 4000 a 6000 kg., en partes más profundas entra también una capa de coraza II, con pesos de 6000 hasta 12000 kg. y en zonas mucho más profundas vienen ya piezas prefabricadas de concreto llamadas cubos con pesos de 24 a 35 toneladas.

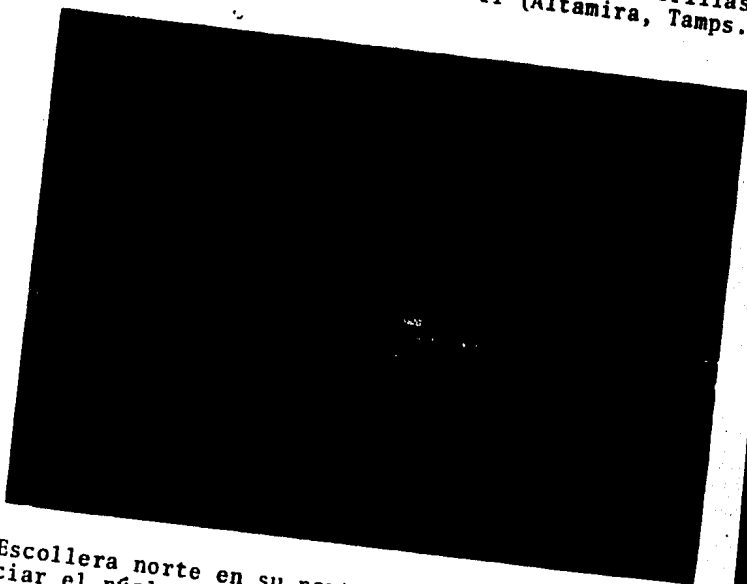
Los cubos sirven para dar estabilidad y peso a la estructura, además de que rompen con la fuerza que trae la ola al estrellarse contra el rompeolas en su parte final.



Elementos precolados en la Escollera
de Altamira, Tamps.



Escollera norte, se puede apreciar en las orillas
la capa de coraza I y coraza II (Altamira, Tamps.)



Escollera norte en su parte inicial, se puede apre
ciar el núcleo y la capa de coraza I .
(Altamira, Tamps.)

El muelle de 250 m. ya fue construido y se proyecta extenderlo 350 m. más.

A L T A M I R A

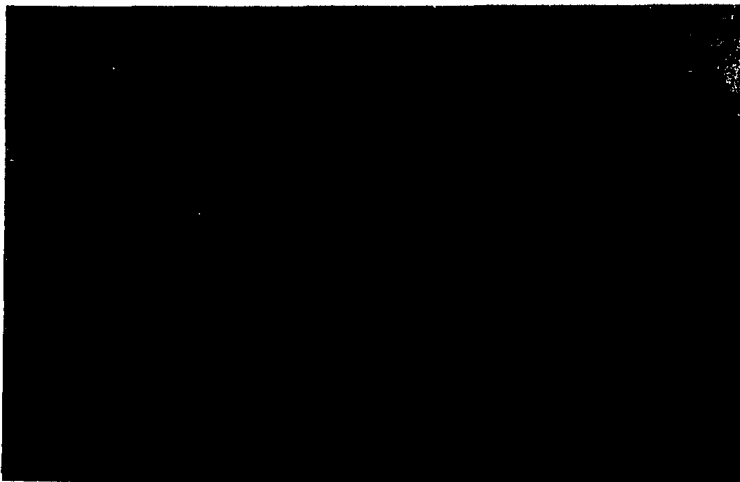
O B R A S	1982	1985
ROMPEOLAS	realizado	
- Norte 2,064m. de longitud	48%	100%
- Sur 1,275m. de longitud	63%	100%
ESPIGONES		
- Norte 165m. de longitud	100%	
- Sur 180m. de longitud	100%	
DRAGADO		
- Canal de Acceso		
- longitud 3,700m.	100%	
- plantilla 350m.	85% (300m.)	100%
- profundidad 16m.	75% (12m.)	100%
- Dársena E - W		
- longitud 2,300m.	100%	
- plantilla 350m.	85% (300m.)	100%
- profundidad 16m.	75% (12m.)	100%
- Dársena Ciaboga		
- a la cota - 12m.	85%	
- diámetro 700m.	100%	
- Dársena Sur		
- longitud 3,800m.	18% (700m.)	100%
- plantilla 300m.	57% (170m.)	100%
- profundidad - 12m.	100%	
RELLENO Y NIVELACION		
- Terminal de Usos Múltiples Superficie total 390 ha.	8%	100%
- Zona industrial. Superficie aproximada 1,500 ha.	7%	55%

Las obras físicas a concluirse para fines de 1982, se complemen-

taron satisfactoriamente. Las dársenas ya han sido dragadas y se ha terminado la construcción de la terminal de usos múltiples en su primera fase.

La zona profunda tendrá una capacidad para recibir barcos hasta de 100mil TPM, en la no profunda, entrarán barcos de hasta 50mil TPM.

Altamira constituye por lo tanto, una nueva realidad portuaria con sus dársenas, escolleras y muelles que facilitarán la recepción y re-expedición de carga que llegue al nor-este del país en barcos de gran porte. Su Terminal de Usos Múltiples brindará una alternativa al puerto de Tampico en la recepción de buques portacontenedores y permitirá una mayor utilización de estos por nuestro país.



Buque portacontenedores.

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

CANECO SHIP YARD.

Construções e Reparos Navis.
Rio de Janeiro, Brasil, 1982.

COMMON REASONS FOR DAMAGE OF BREAKDOWN OF MOUND BREAKWATERS.

Division of Port and Ocean Engineering.
The norwegian Institute of Technology, P. Brunn.
Trondheim Norway, 1979.

DESING AND CONSTRUCTION OF PORTS AND MARINE STRUCTURES.

Alonzo DeF. Quinn.
Mc Graw Hill.
New York, 1970.

DIGEST OF JAPANESE INDUSTRY & TECHNOLOGY.

Japan Trade & Industry Publicity Inc.
No. 168
Tokyo, Japan, 1982.

DISEÑO DE ESCOLLERAS Y ROMPEOLAS.

Nuevos principios de diseño.
Bloques de coraza.
Ing. Victoriano Fernández Dupuy.
C.E.C. Facultad de Ingeniería U.N.A.M.
México, 1982.

DRAGADO.

Ing. J. P. C. Van Der Kieboom.
C.E.C. Facultad de Ingeniería U.N.A.M.
México, 1982.

EL SISTEMA DE TRANSFERENCIAS MARITIMAS Y SU INCIDENCIA EN EL COMERCIO EXTERIOR DE MEXICO.

Serafín Olmedo Gómez (Tesis).
Facultad de Economía U.N.A.M.
México, 1975.

EL SISTEMA PORTUARIO NACIONAL.

Revista de la Facultad de Ingeniería.

ESPECIFICACIONES COMPLEMENTARIAS PARA LA CONSTRUCCION DE ROMPEOLAS, ESCOLLERAS, ESPIGONES Y TERRAPLENES,
Secretaría de Comunicaciones y Transportes,
México, 1982.

ESTABILIDAD EN BUQUES.
Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
México, 1984.

FINAL REPORT OF THE THIRD INTERNATIONAL COMMISSION FOR THE STUDY OF WAVES.
Permanent International Association of Navigation Congresses.
1980.

FREEDOM MK-11.
Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co.Ltd.
Algoship International.
Japan, 1983.

I H I SHIPS.
Ishihawajima-Harima Heavy Industries Co. Ltd.
Tokyo, Japan, 1981.

INGENIERIA MARITIMA.
Roberto Bustamante Ahumada.
México, 1959.

LA INGENIERIA DE SUELOS EN LAS VIAS TERRESTRES.
Alfonso Rico.
Ed. Limusa.
México, 1981.

LOS ASPECTOS RELEVANTES EN EL DISEÑO, LA CONSTRUCCION Y LA SUPERVISION DE ROMPEOLAS.
Ing. Francisco Mendoza Von Borstel.
C.E.C. Facultad de Ingeniería U.N.A.M.
México, 1982.

LOS PUERTOS INDUSTRIALES EN MEXICO.
Revista Ciencia y Desarrollo.
Julio-Agosto, No. 39.
México, 1981.

LOS PUERTOS MEXICANOS.
Revista Constru-Noticias.
Noviembre.
México, 1982.

MEMORIA DEL PROGRAMA DE PUERTOS INDUSTRIALES.
Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
México, 1979-1982.

MOVIMIENTO DE TIERRAS.
Carlos Chavarrí, Federico Alcaráz, Julio Cesar Acoves, Rafael Aburto
y otros autores.
C.E.C. Facultad de Ingeniería U.N.A.M.
México, 1984.

NAVIMIN.
Folleto de la Compañía Naviera Minera del Golfo S.A. de C.V.
México, 1983.

OBRAS DE ATRAQUE Y AMARRE.
Diseño y Construcción.
Ing. Victoriano Fernández Dupuy.
C.E.C. Facultad de Ingeniería U.N.A.M.
México, 1982

OBRAS MARITIMAS.
Ramón Iribarren.
Ed. Dossat.
1954.

PORT ENGINEERING.
The Gulf Publishing Company, P. Brunn.
Houston, Texas, 1981.

PORT RECORD.
Official Publication of the board of commissioners of the Port of
New Orleans.
Vol. 42, No. 9, September.
New Orleans, 1984.

PRACTICAL VIEWS ON THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF MOUND BREAKWATERS.

Division of Port and Ocean Engineering.
The Norwegian Institute of Technology.
P. Brunn,
Trondheim, Norway, 1981.

PUERTOS INDUSTRIALES - PROGRAMA.
Coordinación General del Programa de Puertos Industriales.
México, 1981.

PUERTOS INDUSTRIALES Y DESARROLLO.
Revista de la Facultad de Ingeniería U.N.A.M.
Vol. LI, No. 2.
México, 1981.

SEATRADE.
Revista de Octubre.
Vol. 12, No. 10.
New York, 1982.

SERVICIO MULTIMODAL TRANSISMICO.
Folleto de Sistema de Puente Terrestre.
México, 1984.

SHIPS WITH SSG SYSTEM.
Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co. Ltd.
Tokyo, Japan, 1982.

SHIP REPAIRING
Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co, Ltd.
Tokyo Japan, 1981.

SOBRE TECNOLOGIA DE DRAGADOS Y SU EQUIPAMIENTO.
Ing. JPC Van Der Kioboom.
C.E.C. Facultad de Ingeniería U.N.A.M.
México, 1982.

THE HISTORY AND PHILOSOPHY OF COASTAL PROTECTION.
13th Coastal Engineering Conference, P. Brunn.
Vancouver, 1972.

THE STANDARD RO/RO IS ON HER WAY.
Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co. Ltd.
Trans Consultants AB.
Japan, 1982.

THIS IS IHI.
Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co. Ltd.
Tokyo, Japan, 1983.

USE OF TRACERS IN HARBOR COASTAL AND OCEAN ENGINEERING.
Engineering Geology.
P. Brunn.
Amstengam, 1970.