



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA

FACULTAD DE INGENIERIA  
EXAMENES PROFESIONALES  
60-1-288

29  
63

A los Pasantes señores ANTONIO ELENO GOMEZ IBARRA  
MEDARDO ALVAREZ MARTINEZ y  
JOAQUIN J. SANCHEZ LOAEZA,  
P r e s e n t e s .

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a ustedes a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. Joaquín Rebuella Gutiérrez, para que lo desarrollen como tesis en - su Examen Profesional de Ingeniero CIVIL.

**"PLANEACION, DISEÑO Y OPERACION DE SISTEMAS PORTUARIOS INDUSTRIALES"**

- I. Introducción.
- II. Planeación de puertos industriales.
- III. Diseño de puertos industriales.
- IV. Administración portuaria.
- V. Operación portuaria.
- VI. El puerto comercial dentro del puerto industrial.
- VII. Puerto industrial pesquero.
- VIII. Consideraciones legales.
- IX. Conclusiones.

Ruego a ustedes se sirvan tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberán prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

A t e n t a m e n t e  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, 30 de octubre de 1981  
EL DIRECTOR

ING. JAVIER JIMENEZ CORTU

**FALLA DE ORIGEN**

JJE/0801/ser



## **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

Página

## CAPITULO I INTRODUCCION

1.1	Objetivos .....	1
1.2	Contenido .....	2
1.3	Aspectos Generales .....	4
1.3.1	Análisis del Transporte .....	4
1.3.2	Evolución del Transporte Marítimo .....	17
1.4	Situación Económica del País .....	26
1.5	Política Económica .....	27
1.6	Comercio Exterior .....	29
1.7	Puertos Industriales en México .....	29
1.7.1	Plan Global de Desarrollo .....	29
1.7.2	Plan Nacional de Desarrollo Urbano .....	31
1.7.3	Plan Nacional de Desarrollo Industrial .....	39
1.7.4	Programa de Puertos Industriales .....	42

## CAPITULO II PLANIFICACION DE PUERTOS INDUSTRIALES

II.1	Introducción .....	54
II.2	Fases de la Evolución de un Puerto .....	55
II.3	Etapas de la Planificación Portuaria .....	58
II.4	Pronósticos de Tráfico .....	65
II.5	Cálculo de la Capacidad de los Puestos de Atraque ...	69
II.6	Carga General Fraccionada .....	71

	Página
11.7 Terminal de Contenedores .....	98
11.8 Terminales para Carga Seca a Granel .....	117
11.9 Diseño en Planta y Arreglo de Instalaciones .....	130
11.10 Factores Condicionantes de la Planificación .....	141
11.11 Evaluación de Proyectos .....	144

### CAPITULO III DISEÑO DE PUERTOS INDUSTRIALES

111.1 Esquema General .....	148
111.1 El Puerto .....	148
111.1.2 Funciones de los Puertos .....	152
111.1.3 Clasificación de Puertos .....	152
111.2 Los Usuarios del Puerto .....	154
111.3 Flota Mundial y Buque de Diseño .....	163
111.3.1 Los Grandes Tráficos .....	165
111.3.2 Flota Mercante Mundial .....	167
111.3.3 Buque de Diseño .....	168
111.3.4 El Futuro del Tráfico y las Flotas .....	188
111.4 Ingeniería Oceanográfica .....	193
111.4.1 Topohidrografía .....	194
111.4.2 Vientos .....	195
111.4.3 Ondas: Oleaje .....	196
111.4.4 Variaciones del Nivel del Mar .....	209
111.4.5 Corrientes .....	216
111.5 Ingeniería de Detalle .....	224
111.5.1 Clasificación de las Obras .....	224
111.5.2 Obras de Protección .....	227

111.5.3	Procedimiento de Diseño de Obras de Protección con Talud .....	236
111.5.4	Procedimientos de Diseño de Obras de Protección Verticales y Mixtas .....	252
111.5.5	Diseño de Rompeolas .....	259
111.5.6	Obras de Acceso .....	278
	5.6.1 Canales de Navegación .....	278
	5.6.2 Zonas de Evolución y Fondeo .....	285
111.5.7	Obras de Atraque .....	290
	5.7.1 Clasificación .....	291
	5.7.2 Parámetros de Diseño .....	313
	5.7.3 Procedimiento de Diseño .....	327
111.5.8	Instalaciones Auxiliares .....	359
	5.8.1 Instalaciones de Defensa .....	359
	5.8.2 Instalaciones de Amarre .....	363
111.6	Señalamiento Marítimo .....	372
111.6.1	Clasificación General de Señales Marítimas .....	373
111.6.2	Señales Visuales .....	373
	6.2.1 Particularidades de las Luces .....	375
	6.2.2 Instalaciones Luminosas .....	378
111.6.3	Señales Flotantes .....	380
111.6.4	Luces de Enfilación .....	380
111.6.5	Sistemas de Balizamiento .....	382
111.6.6	Señales Sonoras .....	388
111.6.7	Señales Radioeléctricas .....	389
	6.7.1 Sistemas de Estación .....	389
	6.7.2 Sistemas Autónomos .....	393

## CAPITULO IV ADMINISTRACION PORTUARIA

IV.1	Introducción .....	395
IV.2	Conceptos Generales .....	396
IV.2.1	Planificación Portuaria .....	397
IV.2.2	Organización Portuaria .....	397
IV.3	Sistemas de Administración Portuaria .....	398
IV.3.1	Administración Gubernamental .....	399
IV.3.2	Administración Portuaria Autónoma .....	400
IV.3.3	Puertos Privados .....	401
IV.3.4	Puertos Francos .....	402
IV.3.5	Puertos Mixtos .....	403
IV.4	Zona Franca .....	403
IV.4.1	Evolución .....	403
IV.4.2	Zona Franca Comercial .....	404
IV.4.3	Zona Franca Industrial .....	405
IV.5	La Administración Ideal .....	406
IV.6	Proyectos de Administración de Puertos Industriales en México .....	407
IV.6.1	Introducción .....	407
IV.6.2	Administración Portuaria en nuestro País ....	408
IV.6.3	Modelo Propuesto .....	408

## CAPITULO V OPERACION PORTUARIA

V.1	Introducción .....	412
V.2	Principios Básicos de la Operación .....	413
V.3	Clasificación y Características de las Operaciones .....	415

V.4	El Sistema de Puestos de Atraque .....	421
V.5	Fases de la Operación .....	421
V.6	Concepto de Capacidad Teórica y Margen de Capacidad de un Puerto.....	424
V.7	Terminales, Equipo e Instalaciones Especiales .....	433
	V.7.1 Operaciones Ordinarias .....	434
	V.7.2 Terminales para Cargas Unitarizadas .....	444
	V.7.3 Terminales de Graneles Sólidos .....	450
	V.7.4 Operaciones con Granelas Líquidos .....	452
V.8	Indicadores de Rendimiento .....	463
V.9	Terminales de Carga General .....	468
V.10	Terminales de Contenedores .....	489

#### CAPITULO VI EL PUERTO COMERCIAL DENTRO DEL PUERTO INDUSTRIAL

VI.1	Concepto de Terminal de Usos Múltiples y Módulo Polivalente .....	503
VI.2	Módulo Polivalente .....	504
VI.3	Principales Características del Módulo Polivalente ..	506
VI.4	Muelles para Carga a Granel .....	510
VI.5	Terminal de Contenedores .....	517

#### CAPITULO VII PUERTO INDUSTRIAL PESQUERO

VII.1	Introducción .....	529
VII.2	Servicios que Debe Proporcionar el Puerto .....	530
VII.3	Características Especiales de los Usuarios del Puerto .....	532
VII.4	Emplazamiento del Puerto .....	536

	Página
VII.5 Planeación y Diseño del Puerto .....	537
VII.5.1 Zona Marítima de Flotación .....	537
VII.5.2 Zona Terrestre de Servicios .....	546
CAPITULO VIII CONSIDERACIONES LEGALES	
VIII.1 Marco Jurídico de la Actividad Portuaria en México...	555
VIII.2 México y la Reglamentación Marítima y Portuaria Internacional .....	565
CAPITULO IX CONCLUSIONES .....	575
BIBLIOGRAFIA .....	587

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

#### 1.1 OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es exponer los conocimientos necesarios para la realización de proyectos de sistemas portuarios, considerando los aspectos más importantes, tales como la planificación, el diseño y la operación.

Se tratan técnicas que permiten comprender el proceso de diseño de las diversas obras de infraestructura que integran un sistema portuario. En función de su importancia son enfatizados los aspectos de planificación en todas y cada una de sus etapas, de igual manera, se examinan temas directamente relacionados con la operación de un puerto, con la doble finalidad de describir la explotación racional de las instalaciones portuarias y establecer las bases para el desarrollo de proyectos eficientes.

No se pretende hacer un análisis de la situación marítimo-portuaria en México, sin embargo, en algunos casos se hace referencia a las perspectivas de desarrollo portuario del país.

Se ha creído conveniente abordar los temas de la forma más completa posible, pero debido a la magnitud de los mismos, ha sido preciso en ocasiones plantearlos de manera superficial.

La obra encierra el propósito de exponer y orientar con su contenido, a manera de texto de consulta, tanto al principiante como al profesional, siempre dentro del difícil cometido de no sobrepasar los límites reservados a los expertos.

## 1.2 CONTENIDO

Debido a la complejidad y extensión de la actividad marítimo-portuaria y sin perder de vista los objetivos de la obra, se puede apreciar que algunos temas se tratan con cierta profundidad y otros sin entrar en detalle estimando la importancia de cada uno de ellos. Aun cuando se presentan diversos aspectos, se decidió conveniente hacerlo de esta manera, pues es preferible tener en consideración cualquier conocimiento por insignificante que pudiera parecer, que eliminarlo.

El documento está constituido de nueve capítulos conformados de la siguiente forma:

En el Capítulo Primero, se contemplan los factores que han dado lugar al desarrollo de los puertos industriales en el mundo por su importancia en las relaciones internacionales y las comunicaciones.

Se presenta la evolución del transporte marítimo y su influencia en el comercio, de igual forma el desarrollo del transporte marítimo en México y las implicaciones de orden político, económico y social que representan los puertos industriales.

El Capítulo Segundo versa sobre las Técnicas de Planificación, necesarias en todo proyecto de la magnitud de puertos industriales. Proporcionándose algunos ejemplos prácticos que permiten mostrar su aplicación, estudiando los factores que intervienen en el proceso, así como los métodos de evaluación económica y financiera de proyectos.

El Capítulo Tercero expone el "Diseño de Puertos Industriales", e inicia con algunas definiciones de los elementos que conforman al-

puerto, examinándose aspectos de ingeniería oceanográfica, para posteriormente presentar procedimientos de diseño de las obras e instalaciones.

El Capítulo Cuarto describe los diferentes regímenes de administración portuaria del mundo, comentando sus ventajas y desventajas.

Los principios y características de las operaciones portuarias se estudian en el Capítulo Quinto, de igual manera son descritos la maquinaria y equipo que pueden ser utilizados en cada terminal y fase del sistema de puestos de atraque.

El Capítulo Sexto denominado "El Puerto Comercial dentro del puerto industrial", describe el significado de este concepto y el de "Módulo Polivalente". Hace mención a las características de una Terminal de Usos Múltiples (TUM), ventajas, elementos que la conforman y el equipo conveniente en este tipo de terminal, junto con aspectos de su planificación y operación.

Capítulo Séptimo, plantea lo concerniente al "Puerto Industrial -- Pesquero", inicia con una explicación de los usuarios del puerto para después especificar los servicios que debe proporcionar, así como el dimensionamiento de las obras e instalaciones requeridas.

El Capítulo Octavo, se reservó para tratar lo alusivo a "Consideraciones Legales", es decir las Leyes, Reglamentos, Convenios y Códigos de Conducta que norman nacional e internacionalmente la actividad marítimo-portuaria.

Las conclusiones y recomendaciones, resultado del desarrollo de la investigación, son expuestas en el capítulo noveno.

### 1.3 ASPECTOS GENERALES

Antes del siglo XVIII las relaciones comerciales internacionales tenían una importancia restringida; en su mayoría los tráficos se limitaban a mercancías de escasa densidad económica y a negociaciones entre las metrópolis y sus colonias, la escasez de medios de transporte tecnológicamente avanzados impedía el desarrollo a gran escala del comercio.

Sin embargo, a partir de este siglo los movimientos de la población y los requerimientos de la misma conforme a las necesidades de la época obligaron a buscar mejores instrumentos para la explotación de los recursos y el intercambio de bienes y servicios entre las naciones.

Con el descubrimiento de la máquina de vapor, origen de la revolución industrial, el volumen del tráfico comercial aumentó considerablemente, lo cual favoreció el desarrollo de los medios de transporte. En la actualidad los sistemas de transporte se han perfeccionado de manera notable a tal grado que ya no se consideran aislados, sino en estrecha coordinación de todos sus modos.

#### 1.3.1 ANALISIS DEL TRANSPORTE

En la historia de los pueblos, atender y resolver las necesidades de abastecimiento de materias primas, alimento, vestido y otros tipos de mercancías, por lo general se supedita al mayor o menor grado de sus relaciones comerciales.

De hecho ningún país es autosuficiente y a medida que la sociedad evoluciona técnica y culturalmente, son necesarias vinculaciones de tipo comercial; situación natural que permite el acercamiento entre los países.

El medio de realización del comercio nacional e internacional es el transporte en cualquiera de sus modos: terrestre, aéreo, marítimo; merced a su desarrollo la humanidad ha progresado.

Como parte integrante de la actividad económica, el transporte es un factor fundamental. Si éste presenta deficiencias en cualquiera de sus etapas, se producirán altos costos en el tráfico de los productos, ocasionando una mala o nula comercialización de los mismos, retrasos en los abastecimientos de los insumos, por lo que cualquier deficiencia en su estructura lesiona directamente las alternativas de progreso.

#### 1.3.1.1 Características de los Transportes

##### a) Transporte Carretero

La existencia de una infraestructura física es prioritaria al establecer las bases para el desarrollo económico que se haya planeado, su carencia obstaculiza la integración e impide el acceso a los mercados, tanto en función del comercio interior como del comercio exterior.

Esta forma de transporte es la más adecuada para distancias cortas y medias y para pequeños volúmenes de mercancías. Dada la flexibilidad en el uso de remolques o camiones, su utilización como sistema principal de transporte terrestre puede ser preponderante.

No obstante, su bajo rendimiento y las molestias causadas por interacción con el tráfico normal por carretera puede ocasionar que su crecimiento quede limitado.

La superficie utilizada por este medio de transporte no causa problemas a otros medios, y ubicándolo dentro del marco de referencia de un recinto portuario tampoco representa obstáculo en las actividades desarrolladas, puesto que el ancho total dedicado a la vía es de 10 a 60 metros.

b) Transporte Ferroviario

Este tipo de transporte, aún presentando ventajas para el traslado de grandes cantidades de mercancías en masa o diversificada, por su regularidad y economía tiene como contrapartida una gran rigidez. Su entrada a los centros de producción o distribución se efectúa por trayectos únicos, exigiendo en los casos en que no se disponga de una terminal ferroviaria próxima, otro medio de transporte de enlace y las consiguientes operaciones de carga y descarga.

Dentro de la zona portuaria, la vía férrea ha de extenderse a gran número de terraplenes o zonas de depósito y a los muelles, si las maniobras se hacen en forma directa; y se pueden clasificar conforme al servicio que prestan como: vías de acceso, espuelas, vías de patio, vías de lijado, vías de maniobras, etc. Su trazado debe proyectarse de forma que no interrumpa la operación y tráfico de otros medios. El ancho medio total dedicado a la vía oscila entre los 10 y 20 metros.

c) Transporte por Tuberías

Debido a la importancia que han recibido los energéticos en la actualidad, el transporte de éstos se efectúa mediante tuberías, presentando ventajas con respecto a otros medios de transporte como los carros-tanque de los ferrocarriles y los camiones tanque, los cuales hacen el viaje de regreso en lastre. Otras ventajas son: gran rendimiento,

automatización, bajos costos de mantenimiento y explotación, no susceptible a las inclemencias del tiempo, adaptabilidad a cualquier trazado y distancia, y no produce interferencias.

En la actualidad se está implantando en todos los puertos importantes del mundo para el traslado de productos líquidos.

Los diámetros de las tuberías son variables dependiendo del rendimiento adoptado y de la capacidad de las bombas de impulsión. Valores comprendidos entre 1,000 y 10,000 toneladas por hora son normales.

d) Transporte Marítimo

Uno de los grandes medios de transporte que resulta económico utilizar es el mar.

El transporte terrestre siempre ha tenido capacidad limitada para el manejo de grandes y variados volúmenes de mercancías, en tanto que el marítimo es casi ilimitado.

El rápido incremento del comercio mundial durante los últimos veinte años y el costo creciente de la mano de obra en los países industrializados, ha dado lugar a la creación de una nueva tecnología en el transporte marítimo que tiene de abatir los costos a través de: buques cada vez más grandes, un alto grado de mecanización en los puertos y sistemas que facilitan el transbordo de la carga entre los transportes oceánicos y los medios de transporte terrestre.

El transporte marítimo sólo tiene un límite, el de las condiciones portuarias. La estrategia económica antes señala

da reduce el número de escalas de viajes; los puertos ante este fenómeno han de evolucionar al ritmo de los barcos si no quieren verse alejados de las rutas marítimas, y por lo tanto el puerto en su evolución debe considerar la infraestructura, el equipo, las instalaciones y los servicios.

En los países desarrollados, los medios de transporte terrestre han reducido sus costos en las distancias cortas y medias, además de que compiten en algunos casos con los marítimos, cuando éstos no agilizan sus sistemas y abaten el costo de las maniobras portuarias.

Mucho ha variado el tonelaje mundial transportado por mar desde la Segunda Guerra Mundial. A partir de la década de los cincuentas, el transporte aéreo absorbió el 80% de los pasajeros transportados en el mundo, además de ciertas cargas valiosas y de poco volúmen.

Esto no ha impedido el constante desarrollo del transporte marítimo y por ende el incremento de la flota mercante mundial, gracias sobre todo a la modernización, aumento de velocidad y mayor tecnificación actual de las embarcaciones.

e) Transporte Aéreo

Por sí sola, la rapidez ya no es el factor principal que justifica el uso del avión. Las mercancías transportadas en la actualidad por este medio son de alta densidad económica abarcando productos diversos.

Aunque el costo del transporte aéreo para algunas mercancías resulte demasiado elevado, cada vez son mayores las posibilidades de competencia entre el transporte por avión y otros medios. (Los fletes por avión representan en la -

actualidad menos del 1% del transporte total de mercancías).

Tradicionalmente las mercancías de gran valor por unidad de peso pueden soportar mejor el costo del flete aéreo, -- así como los productos para los cuales el tiempo de viaje es vital, tales como: alimentos frescos, flores, animales vivos, materiales radioactivos y piezas de reparación y re cambio.

### 1.3.1.2 Problemática de los Transportes en México

#### a) Transporte Carretero

En gran medida, el desarrollo de los servicios de trans porte ha estado condicionado por la distribución de los asentamientos humanos y de la actividad económica, lo -- que ha caracterizado la demanda de cada servicio y de-- terminado la distribución geográfica de su infraestructura.

Los programas para el desarrollo de cada uno de los modos de transporte han sido implementados generalmente -- en forma individual, por lo que en diversos casos los -- problemas de organización y coordinación han originado una desarticulación intermodal que conduce a menor eficiencia y mayor costo social del sistema de transporte. Es necesario aprovechar las posibilidades de integrar -- el transporte marítimo, de tal manera que se permita -- ofrecer la combinación de servicios de transporte multi modal más apropiado para cada tipo de carga.

Analizando la situación de este modo de transporte en -- el país, se observa que la participación del autotrans-- porte en el desarrollo económico y social ha sido funda

mental, ya que por este medio se moviliza alrededor del 80% de la carga total. Su predominio se debe en parte a sus posibilidades de acceso a las diversas regiones geográficas y a la facilidad y flexibilidad operativa que presenta en comparación con otros modos de transporte.

Es importante observar que la mayor actividad comercial se realiza con los Estados Unidos, tanto en uno como en otro sentido y que debido a la situación geográfica entre ambos, el intercambio comercial se realiza primordialmente por vía terrestre; esto ha originado un impulso de transporte carretero a través de los años y a la vez un menor grado de desarrollo de otros medios con respecto a éste.

La longitud actual de la red de carreteras y caminos en México es del orden de 226 mil km, de los cuales poco más de 70 mil km están pavimentados, 32 mil km son carreteras revestidas, 94 mil km son caminos rurales y el resto 30 mil km, aproximadamente, son brechas.

No obstante, el servicio ha presentado problemas por diversas causas, como deficiencias en la utilización de la flota vehicular, derivadas de una precaria organización para la distribución de fletes, propiciando un inadecuado aprovechamiento de la capacidad disponible.

El descuido en áreas tales como la administrativa, para el manejo eficiente del servicio, la mecánica, para el mantenimiento de las unidades y la selección del tipo de vehículo adecuado a la clase de carga transportada y a los caminos utilizados, repercute en forma negativa tanto en los costos como en la eficiencia.

En las centrales de carga no se cuenta con una reglamen

tación que permita un apropiado desarrollo y coordinación con los demás modos de transporte, sin olvidar la falta de organización para establecer convenios de enlace entre transportistas autorizados en diferentes rutas.

Por otro lado, el constante incremento de los accidentes en los caminos federales y la falta de seguros que cubran los daños, tanto de las unidades como de la carga, generan grandes pérdidas a los autotransportistas. El personal que participa en el autotransporte cuenta con amplia experiencia, pero carece de preparación formal, ya que la gran mayoría de los operadores no han cursado la educación primaria, lo que acarrea serios problemas de organización, repercutiendo en la frecuencia de accidentes.

Con respecto a la infraestructura con que cuenta actualmente el país, ésta se encuentra técnicamente a la altura de las mejores del mundo, pero su capacidad ya es superada por la demanda que de ella exigen los usuarios.

En este aspecto se hace necesario: dotar a las carreteras con un mayor número de carriles, ampliar la capacidad para soportar mayores cargas y densidad de tráfico vehicular, aumento de las acotaciones, optimización en la selección de rutas, rectificación del trazo de la misma evitando fuertes pendientes y curvaturas cerradas. Hacer llegar los beneficios de ésta al mayor número de poblaciones y centros productivos, disponer de una señalización acorde con las características de la vía, obras de protección, puentes, entronques, ramales y cruces a desnivel, sin olvidar un aspecto muy importante como es el de contar con una diversa gama de servicios a lo largo de la ruta, como los de ayuda, vigilancia y seguridad en la carretera.

Por lo anterior, se puede observar que es necesaria la ampliación y modernización de la red, para hacerla congruente con el grado de desarrollo que se desee lograr para el país.

b) Transporte Ferroviario

Hasta 1976 el sistema ferroviario mexicano estaba integrado por cinco entidades, cada una operando como una organización autónoma. Esto dió lugar a problemas como: encarecimiento de los costos de operación, desaprovechamiento de la fuerza tractiva y de transporte, lo mismo que de talleres e instalaciones, y finalmente una falta de coordinación en el movimiento de mercancías y pasajeros.

Por otra parte, la infraestructura ferroviaria construída casi en su totalidad a fines del siglo pasado y principios del actual, impone limitaciones en la explotación y desarrollo del sistema. Su estado físico afecta considerablemente la velocidad comercial, los niveles de seguridad y de capacidad de circulación de los trenes, debido tanto a sus características geométricas como a la falta de mantenimiento de la vía.

Asimismo, existen tramos de la red que por su mayor densidad de tráfico, estado físico y bajo calibre de riel, requieren rehabilitación con el objeto de ampliar la capacidad de las líneas. Se tienen un gran número de puentes y alcantarillas de baja capacidad, que por los avances tecnológicos en la fabricación de equipo tractivo y de arrastre, imponen bajas velocidades y riesgos a la operación, retardando el recorrido de los trenes.

Las fuertes pendientes superiores al 1% y curvaturas mayores de 5 grados en numerosos tramos de las principales líneas, la insuficiente dimensión de los laderos, la baja capacidad de los patios y terminales de los principales centros ferroviarios y la dispersión de los talleres de mantenimiento, afectan desfavorablemente la eficiencia del sistema.

El tráfico por ferrocarril ha seguido una tendencia creciente obligando a la empresa operadora del servicio a ampliar el equipo de transporte. Sin embargo, el uso de unidades con muchos años de servicio dificulta su reparación y mantenimiento y da lugar a fallas y accidentes en el camino. Estas y otras causas como la elevada permanencia en talleres origina uno de los principales problemas de los ferrocarriles, la falta de disponibilidad de insuficientes locomotoras y furgones, para poder atender las necesidades que requiere el servicio, se rentan unidades procedentes de Estados Unidos y Canadá, lo cual repercute en la economía nacional al permitir la salida de divisas del país por este concepto.

Otros factores que afectan el rendimiento de los ferrocarriles es la escasez de personal técnico calificado, el bajo nivel de escolaridad, la falta de oficiales para ocupar los puestos de mando y la poca coordinación entre las diferentes áreas de la operación.

Se carece de una capacidad adecuada para absorber el incremento del movimiento de los carros de carga, existen líneas con mayor densidad de tráfico con tramos que están próximos a la saturación, lo mismo sucede en los patios de las terminales en donde se recibe, clasifica y se despacha a los trenes, por lo que se producen congestionamientos y se complican las maniobras.

A lo anterior debe adicionarse que la longitud actual del sistema ferroviario está casi en su totalidad constituido por vía sencilla, por lo que se requiere laderos de encuentro con las mismas dimensiones para que sus cruces se hagan sin dificultad. A falta de estas condiciones los trenes tienen que realizar maniobras extras en la vía principal retrazando su tiempo de recorrido.

No se cuenta con un sistema adecuado de señalización, radio comunicación y telefonía, lo que afecta la eficiencia operativa y la seguridad de la misma.

De lo anterior se puede deducir que es crítica la situación del sistema ferroviario nacional, debido sobre todo al abandono en que se incurrió, es por ello que es bastante lo que se tiene que hacer al respecto.

Con el objeto de incrementar la eficiencia y obtener un mejor aprovechamiento de los equipos e instalaciones, debe reestructurarse la organización del transporte ferroviario, mediante la ampliación y rehabilitación de la infraestructura, mantenimiento del equipo, construcción de nuevas rutas y terminales de carga, nuevas enlaces ferroviarios, ampliación de la capacidad de las líneas sobre todo en aquéllas con mayor densidad de tráfico, rectificando el trazo de los tramos con pendientes pronunciadas y curvaturas cerradas, ampliación de puentes y terminales, reforzar y reconstruir puentes y alcantarillas, realización de los proyectos de "Doble Vía", instalación del sistema electrificado; así como la modernización de la red de comunicaciones mediante la implantación del Sistema Central de Información y Control de Operaciones.

En el aspecto operativo, algunas medidas para lograr un mejor funcionamiento del sistema pueden ser: incrementar el número de trenes unitarios, fomentar la participación de los ferrocarriles en el movimiento de contenedores y promover la utilización del sistema multimodal.

Con todo esto, se trata de fortalecer al ferrocarril para que reasuma su papel de promotor de nuevos polos de desarrollo y como instrumento eficaz para apoyar el desenvolvimiento de las actividades productivas, ya que - por sus características debe ser el medio de transporte terrestre por excelencia.

c) Transporte Aéreo

El transporte aéreo contribuye al crecimiento de la actividad económica principalmente de los sectores turísticos y comercial. El servicio se presta mediante dos empresas troncales, 10 alimentadoras y 86 empresas de alcance regional, en el ámbito internacional el país está comunicado con el exterior por las dos empresas troncales nacionales y por 29 empresas extranjeras.

Se cuenta con una infraestructura constituida por 61 aeropuertos, de los cuales 27 son de alcance internacional, además de 1248 aeródromos registrados, para totalizar una red de 1309 campos aéreos. El nivel de servicios prestados hasta 1986 fue de 38,865,479 millones de pasajeros, correspondiendo 26,426,448 millones al servicio nacional y el resto al servicio internacional, mediante 1,091,943 millones de operaciones; con respecto a la carga, movilizó 236,426 toneladas de las cuales el 61% correspondió al servicio nacional. Por otra parte, el sistema de ayudas a la aeronavegación cuenta en la -

actualidad con 68,494 km de rutas balizadas (aerorutas), con 58 radiofaros omnidireccionales de muy alta frecuencia (VOR), 58 equipos medidores de distancia (DME), 12 sistemas de aterrizaje por instrumentos (OLS), 10 medidores de alcance visual (RVR), 46 radiofaros no direccionales de baja frecuencia (NDB), 34 indicadores visuales auxiliares de pendiente de aproximación (AVASI). - De igual forma para el control del tránsito aéreo operan 14 radares; 7 de terminal y 7 de ruta a través de centros de control localizados en distintos puntos del país; se cuenta también con 37 estaciones meteorológicas y con centros de análisis y pronóstico para procesar la información. Estas instalaciones expresadas en porcentaje de cobertura del espacio aéreo nacional, representan un 87% con equipo DME, 91% con VOR y 83% con radar.

A pesar de estas cifras, el desarrollo de la actividad aeronáutica ha enfrentado diversos problemas, como el estancamiento de la oferta frente a una demanda creciente, así como la configuración de la red de rutas que obstaculiza la combinación de servicios para atender las necesidades. En las ayudas a la navegación aérea no se alcanzan aún los niveles óptimos de cobertura del espacio aéreo. Además, el constante desarrollo tecnológico en este campo, la evolución de los procedimientos para la operación de los equipos, el aumento de la velocidad y las proporciones de las aeronaves, complican el control del tránsito aéreo, razón por la cual es necesario mantener una constante modernización de las instalaciones y equipos aeroportuarios.

Por otra parte, la evolución del servicio no es homogénea en todos los niveles. Las líneas troncales registran altos índices de desarrollo técnico y crecimiento-

económico por la creciente demanda, tanto nacional como internacional. En cambio, la aviación alimentadora y regional, registra un escaso desarrollo por su reducida capacidad financiera para operar en condiciones adecuadas. Este desequilibrio origina una vinculación incompleta de la aviación a nivel nacional.

Por lo anterior, para apoyar el desarrollo de la aviación civil, la estrategia ha seguir consiste en consolidar la organización del subsector, coordinando las tareas de construcción de la infraestructura, la operación del servicio y el equipamiento. Asimismo, se debe mejorar la regulación de los servicios y estructurar un sistema tarifario que propicie su fortalecimiento financiero; también se debe poner especial atención en incrementar la eficiencia operativa y económica de los servicios, así como en mejorar la estructura de rutas de las empresas nacionales y en racionalizar el uso de los equipos y de la infraestructura aeroportuaria.

### 1.3.2 EVOLUCION DEL TRANSPORTE MARITIMO

Para comprender la situación que vive actualmente este sistema de transporte, se describe su evolución a nivel mundial, tratándose por separado el caso de México.

#### 1.3.2.1 Hitoria General

Se cree que el primer medio de que se sirvió el hombre para transportarse a través del agua fue el tronco de un árbol, que posteriormente fue ahuecado para formar la primera canoa. La unión de varios troncos amarrados entre sí, dió origen a la balsa, que facilitó al hombre el traslado de sus cargas con mayor rapidez y menor esfuerzo que si lo hacía por tierra.

Posteriormente descubrió la vela, implemento con el que pudo utilizar la fuerza del viento, y así sucesivamente fueron aprovechándose los descubrimientos náuticos para desarrollar y modificar las embarcaciones.

Los Fenicios por los años 1000 A.C. dominaron el Mediterráneo, comerciando con España, Bretaña y otros pueblos. El comercio de mercancías se realizaba por medio de naves provistas de velas y remos.

También los Egipcios, Persas, Griegos y Romanos llegaron a destacar en esta actividad. El mar, desde entonces ha sido de gran valía para la comunicación; de hecho fueron más importantes las comunicaciones marítimas que las terrestres.

En la Edad Media, Génova y Venecia se constituyeron como las potencias navales más sobresalientes.

A fines del siglo XV los países que dominaban las rutas marítimas eran España y Portugal principalmente y Francia, Inglaterra y los Países Bajos en menor escala.

En esta época los Turcos conquistan el Medio Oriente, interrumpiendo el comercio entre Europa y Oriente, procediendo entonces las grandes potencias a buscar nuevas rutas para continuar su comercio, siendo estas necesidades las que llevaron al descubrimiento de América.

Con la invención de la máquina de vapor (1712), en 1786 el inglés Johnatan Hull patentó un barco de ruedas accionado mediante vapor, restringido a remolcar barcasas por río. En 1807 el norteamericano Robert Fulton da un gran impulso al desarrollo del buque de vapor al construir el primer barco de este tipo.

El transporte marítimo y el comercio constituían una sola actividad puesto que los comerciantes eran propietarios y armadores de los barcos.

Al comenzar el siglo XIX, los puertos experimentaban un tráfico creciente, como consecuencia de la aparición de los barcos con casco de hierro, el invento de la máquina de vapor, la revolución industrial, el auge del transporte terrestre con el tendido de ferrocarriles, etc. Se traduce este aumento de tráfico en la necesidad de ampliar los puertos y crear otros nuevos. En 1889 se construyó una nueva ruta entre Europa y Asia: el Canal de Suez.

El Canal de Panamá se abre en 1915. Los nuevos tipos de propulsión de los barcos y el combustible empleado en la navegación impulsan aún más el comercio marítimo. La Primera Guerra Mundial frena el tráfico marítimo, volviéndose a incrementar al finalizar ésta.

En esta época las características de un puerto eran:

- Polifuncionales, que atienden cualquier clase de transporte - sin especialización, con predominio de la mercancía general.
- Escasa profundidad (Aprox. 8 metros).
- Reducida mecanización y grúas de poca potencia.
- Anchura de los muelles: 40 metros.
- Almacenes para las mercancías junto a la zona de carga y descarga.

Como consecuencia del aumento considerable del tráfico marítimo y de la capacidad de los buques al término de la Primera Guerra Mundial, los puertos europeos modifican sus instalaciones profundizando sus dársenas y canales.

Después de la Segunda Guerra Mundial, se procede a la reconstrucción y modernización de los principales puertos europeos. Las -

embarcaciones alcanzan mayor desarrollo en tanto a velocidad como en capacidad de carga.

En esa época los países que cuentan con los puertos de mayor importancia, advierten las ventajas que el transporte marítimo puede proporcionar. Surgen amplias zonas industriales alrededor de los puertos, transformando a éstos en centros de actividad industial, lo que los convierte en generadores de desarrollo económico. Los países que realizaron este tipo de proyectos logran los costos más bajos en sus manufacturas, ya que aprovechan el transporte más económico que es el marítimo.

Cuando en 1956 se cierra por vez primera el Canal de Suez, el -- tráfico marítimo disminuye, obligando a que las embarcaciones -- aumentasen de tamaño, especialmente los barcos petroleros que -- transportaban el energético de Medio Oriente a Europa y América, puesto que las grandes embarcaciones permiten reducir el costo -- por tonelada transportada, debido a que un incremento en el tamaño de las naves no corresponde a un incremento de la tripulación, además de que los grandes barcos tienen un costo de fabricación -- más barato por tonelada.

Con el inicio de la década de los 60's da comienzo una gran --- transformación del transporte marítimo, motivada por el extraordinario desarrollo de las relaciones internacionales, el crecimiento de las actividades productivas, la necesidad de proporcionar al usuario de este medio de transporte el costo más bajo por tonelada transportada, lo cual originó la competencia de las compañías navieras, produciéndose de esta manera un cambio constante en la especialización y el tamaño de las naves.

Es así como surgen los supertanques, los barcos portacontenedo--res los bulk carriers (barcos mineraleros y graneleros), barcos--LASH (Lighters Aboard Ship) (barcasas a bordo), barcos Ro-Ro --- (transbordo por rodadura), barcos Freedom (multipropósitos), entre los principales.

de planeación nacional durante los últimos 50 años. Sin embargo, la administración del periodo 1976-1982, fue la primera que decidió hacer de la planificación el punto de partida de la acción administrativa.

El régimen empezó por estructurar a todo el aparato público en forma sectorial. Programáticamente, recurrió a una mezcla de sistemas temas inductivos y deductivos para llegar a su primer plan nacional. Algunos sectores elaboraron sus propios planes y programas, recogiendo e incluyendo proyectos de las entidades que los integran. Con esos programas y considerando los problemas de los demás sectores, el proceso de elaboración siguió hasta culminar el 15 de abril de 1980 en que fue presentado oficialmente el Plan Global de Desarrollo 1980-1982.

Si bien el Plan Global resultó en parte de los diversos planes sectoriales: Plan Nacional de Desarrollo Urbano, Plan Nacional de Desarrollo Industrial, Plan Nacional de Desarrollo Pesquero, Planes Anuales del Sector Agropecuario, etc., no fue sólo una suma de ellos, sino que pretendió integrarlos y darles congruencia.

El Plan tuvo su justificación y fundamento, por la situación prevaleciente en la economía hacia 1976, ante lo cual se planteó una nueva estrategia de desarrollo que permitiera reconstruir la base económica, como condición necesaria y urgente para resolver los problemas y carencias acumuladas.

Se definieron tres etapas bianuales en la estrategia socioeconómica: superación de la crisis en sus aspectos más agudos; consolidación de la economía y acceso a un crecimiento constante con inflación controlada y decreciente.

Así también se definieron dos prioridades: Sector agropecuario, para satisfacer la demanda de alimentos; y energéticos, que significaba un recurso nuevo para controlar la crisis.

## 1.6 COMERCIO EXTERIOR

El comercio exterior de México, en parte ha estado determinado por el desarrollo histórico de la división internacional del trabajo y por el proceso productivo de todos los sectores de la economía.

Particular importancia tiene el proceso de industrialización que -- significa en su primera fase sustituir la importación de bienes de consumo.

Las ramas de la producción industrial que tienen un ritmo de crecimiento acelerado son las de bienes de consumo duradero, energéticos, siderurgia, química, petroquímica y producción manufacturera, por lo que la industria agrícola y el sector primario en general tienden a estancarse.

La consecuencia de estos factores es el deterioro de la exportación formada primordialmente por productos primarios y el crecimiento -- de la importación de acuerdo a las necesidades que la industrialización impone.

Bajo estas condiciones la balanza comercial ha sido generalmente deficitaria, imponiendo la necesidad de importar capitales que permitan financiar la importación de bienes.

En términos generales la política de comercio exterior a través de los últimos años es diversificar mercados para los productos, incrementando el intercambio con algunas áreas poco explotadas a la fecha para no depender del petróleo.

## 1.7 PUERTOS INDUSTRIALES EN MEXICO

### 1.7.1 Plan Global de Desarrollo

Como otros países, México ha venido haciendo ensayos en materia -

### 1.3.2.2 Caso de México

Durante la época prehispánica, la actividad marítima tuvo pocas posibilidades de desarrollo. Esta situación es atribuible al hecho de que los asentamientos humanos de las diferentes culturas se desarrollaron en las zonas centrales del país principalmente por la relativa benignidad del clima y la existencia de valles suficientes para el cultivo, no obstante, en el Altiplano de México floreció una incipiente actividad de transportación por vía acuática.

El desconocimiento de la rueda útil para el desplazamiento de los cuerpos de gran peso y de los animales de carga como fuerza de tracción, así como el hecho de ubicarse la población en el centro de un lago, obligó a los antiguos mexicanos a utilizar el medio acuático para satisfacer sus necesidades de transportación.

Gracias a los trabajos de los cronistas españoles es posible saber que en la parte norte de la Gran Tenochtitlán, en lo que hoy es "La Lagunilla", se localizaba el embarcadero más grande con capacidad para dar servicio simultáneo a 50,000 canoas aproximadamente.

Con el transcurso del tiempo se presentó la necesidad de comunicar a la antigua ciudad con tierra firme por medio de caminos -- los que a su vez funcionaron como diques, ya que permitieron controlar las aguas del lago para prevenir inundaciones.

Es interesante mencionar que en esta época (1449) se construyó una cerca compuesta por dos líneas paralelas de estacas terraplenadas con piedra y arena, cuya función fue proteger la ciudad -- contra inundaciones y separar las aguas saladas del Lago de Texcoco de las aguas dulces del Lago de México.

Esta obra impidió la salinización de las tierras en perjuicio de la agricultura y favoreció el desarrollo de peces y aves acuáticas.

cas; puede considerarse a esta obra como el antecedente directo de las "obras marítimas" en México.

La localización de la ciudad dentro de un lago, permitió a las culturas prehispánicas del Valle de México usar la navegación acuática con diversos objetivos: transporte de bienes y personas con fines comerciales y de comunicación y transporte de material bélico.

Con la conquista del país por los españoles, hombres de gran tradición marina, no se modifica la tendencia a establecer los asentamientos humanos en las regiones centrales del país, ya que los hispanos se dedican casi exclusivamente a someter a los nativos, explotar las riquezas naturales y descubrir nuevas tierras.

Durante el periodo de colonización española se introdujo el empleo de la rueda y los animales de tiro, lo que revolucionó las comunicaciones y los transportes.

En 1522 Hernán Cortés ordenó a Alvaro López la construcción de los caminos México-Veracruz y México-Tampico, lugar éste último donde se construyó el primer muelle del país.

Se habilitó en 1518 el puerto de Veracruz, y se considera que así nace el sector marítimo portuario de México al establecerse el comercio de mercancías y transporte de pasajeros con España.

Fue el Virrey Antonio de Mendoza quien mandó construir el camino que unía la capital de la Nueva España con Acapulco, siendo habilitado este puerto en 1531 por órdenes de Hernán Cortés y fue ahí donde se contruyeron los barcos que se utilizaron para continuar las exploraciones de los Mares del Sur. Asimismo, este puerto sirvió de intercambio comercial entre España y su entonces colonia las Filipinas.

Diego Ocampo fundó en 1550 el puerto de Tehuantepec, con objeto de iniciar el comercio con Perú, pero en 1594 se cierra por el perjuicio que este ocasionaba al comercio del puerto de Sevilla, el centro español más importante del comercio por vía marítima. Por esa razón solamente Veracruz y Acapulco fueron los únicos puertos que a México se le permitió tener para efectos de su comercio.

En el puerto de Tehuantepec y en el de Campeche, fundado este último en 1522, existieron unos astilleros que alcanzaron renombre debido a la alta calidad de la madera empleada en la construcción de los barcos, pero dependían en gran parte de los demás artículos complementarios para dicha construcción, que en ese tiempo se traían de España.

A partir de 1778, Carlos III implanta un nuevo sistema de comercio que termina en España con los monopolios comerciales de un reducido número de puertos, propiciando en México la apertura de nuevos puertos. Ellos fueron en 1783, Guaymas, en 1793 La Paz, en 1810 San Blas, Campeche y Sisal; y para 1820 Altamira, Tampico, Matamoros, Soto la Marina, Tlacotalpan y Mazatlán.

Al término de la guerra de Independencia, las comunicaciones y los transportes resultaron seriamente dañados. Ante el estado de agitación política y la escasez de los recursos financieros, fueron muy pocas las obras que se realizaron para restaurar esos daños.

Hasta la primera mitad del siglo XIX, la mayor parte del comercio exterior se realizó con Europa, posteriormente la construcción de vías terrestres hacia E.E.U.U., motivada por el desarrollo de ese país, ocasionó una baja en la actividad portuaria. No obstante los puertos de Tampico y Veracruz manejaron el 75% del comercio exterior y tuvieron relación con los principales puertos de Europa, América Latina y E.E.U.U.

Durante la época del Gral. Porfirio Díaz, las comunicaciones recibieron un fuerte apoyo, sobre todo por las facilidades que se otorgaron a la inversión de capital extranjero, esto permitió la construcción de vías férreas, caminos y la rehabilitación de obras marítimas; destacando las obras de los puertos de Veracruz y Tampico, con lo que adquirieron importancia internacional. Además, destaca la construcción del puerto de Salina Cruz, iniciándose la explotación del puente terrestre entre este puerto y el de Coatzacoalcos, lo cual constituye el antecedente más antiguo del sistema de transporte de carga multimodal del istmo de Tehuantepec.

Lo anterior impulsó al país hacia el mejor aprovechamiento de los recursos naturales y es así que en 1891 se crea la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, la cual tuvo a su cargo la construcción de las obras portuarias requeridas. Dicha Secretaría contó hasta el año de 1921, con un departamento llamado "Puertos, Faros y Marina Mercante", que a partir de ese año se modificó denominándose Departamento de Marina Mercante, Puertos y Faros.

Como es de suponerse, durante la lucha revolucionaria, el desarrollo de los puertos fue lento hasta la Primera Guerra Mundial, al incrementarse la actividad petrolera que se encontraba en manos de empresas extranjeras, siendo en este caso el puerto de Tampico el que se convierte en centro petrolero al disponer de muelles y depósitos de combustible en ambas márgenes del Río Pánuco.

Posteriormente, durante los años de 1921 a 1939 las inversiones anuales asignadas a obras marítimas fluctuaron entre 1.7 y 7.8 millones de pesos. Su monto da idea de la escasa importancia que se dió a este renglón, puesto que prácticamente los puertos estaban abandonados. Debe aclararse que para esos años el Presupuesto General de la Nación era sumamente reducido, empleándose-

buena parte de éste en la reconstrucción de las vías férreas seriamente dañadas durante la Revolución, y otra parte se destinaba a la construcción de nuevas carreteras de la incipiente red de ese entonces. Por otro lado el comercio exterior también era reducido y la construcción y mantenimiento de los puertos hubiera requerido inversiones muy elevadas, cuya aplicación a los servicios portuarios no se justificaba económicamente.

En 1937 el Presidente Lázaro Cárdenas con fecha 1° de enero de 1940 creó un Departamento Autónomo de Marina, que fue elevado a la categoría de la Secretaría de Estado en 1941.

Este organismo quedó constituido agrupando a la Secretaría de Guerra y Marina, la Armada de México, la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, la Marina Mercante, Faros y Obras Marítimas.

Los años que siguieron a la creación de la Secretaría de Marina en 1941, no fueron favorables para el incremento del comercio exterior del país, ya que en septiembre de 1939 estalló la Segunda Guerra Mundial, acarreado la consecuente contracción del comercio mundial.

Al finalizar la contienda en 1945, transcurrieron algunos años antes de que el comercio internacional se normalizara al grado de justificar las grandes inversiones que requerían la modernización, construcción y mantenimiento de los puertos mexicanos al servicio de un comercio exterior, cuyo desarrollo durante la década de los 50, fue principalmente con Estados Unidos por vía terrestre.

Al término de la década de los 50's y durante los años 60's, se modernizaron algunos puertos y se contruyeron otros, para servir principalmente a buques de bandera extranjera que concurrían a puertos mexicanos transportando productos industrializados y re-

gresaban con carga de muy baja densidad económica (materias primas), esta carga no obstante su reducido flete, era mejor que regresar con las bodegas vacías, pero impedía el desarrollo de la flota mercante mexicana constituida principalmente por buques --tanque de Pemex y las embarcaciones de Transportación Marítima --Mexicana.

Debe recalcar que el lento desarrollo de la Marina Mercante --Mexicana, por las razones expuestas, conducía a invertir lo estrictamente necesario para el mantenimiento y administración de aquellos puertos que manejaban la mercancía de procedencia extranjera, ya que una inversión más elevada representaba subsidio indirecto a las embarcaciones ocupadas de su transporte.

Es por todo lo anterior, que ahora se está tratando de dar un --nuevo enfoque a la actividad marítimo portuaria, acorde con las diversas necesidades del país que permita a México incorporarse al continuo desarrollo de la tecnología portuaria y de las relaciones comerciales internacionales.

#### 1.4 SITUACION ECONOMICA DEL PAIS

La economía mexicana experimentó un crecimiento constante durante --las décadas de 1950 y 1960. El producto interno bruto PIB se incrementó con una tasa media anual de 6.3% a precios constantes, lo que permitió casi duplicar la suma de bienes y servicios disponibles.

Sin embargo, factores nacionales e internacionales han contribuido a provocar una crisis económica general. La Crisis se caracteriza por la presencia de problemas estructurales que se manifiestan, básicamente en elevados índices de desempleo e inflación, alcanzando sus índices más altos en los periodos 1974-1976 y 1981-1983.

Esta situación fue factor decisivo en las devaluaciones de la moneda en 1976 y las correspondientes de 1982. Otros elementos que han influido son la baja productividad, lo que se ha reflejado en el PIB que en 1971 aumentó sólo en un 3.4%, en 1972 el incremento llegó al 7.2% pero a partir de 1974 la tasa del PIB sufre descensos continuos que van desde el 6% al 2% en 1976.

Posteriormente se presentó una leve mejoría en las finanzas nacionales; a partir de 1979, el auge petrolero de México en medio de los desequilibrios energéticos mundiales permitió al país recuperarse de la crisis de 1976.

De esta fecha hasta 1982 se incrementó notablemente la tasa del PIB pero la economía del país no experimentó realmente este crecimiento, sino que sólo correspondió al renglón petrolífero, hecho que ha convertido a México en un país monoexportador.

Con base a esto, México consideró al petróleo como el pivote para su desarrollo, avocándose a proyectos de gran envergadura, creando una época de bonanza ficticia a pesar de que el resto del mundo vivía etapas de recesión aún para las naciones desarrolladas, e inclusive se crecía a una tasa del 8% anual.

Es en este periodo cuando se presenta la crisis económica como efecto de la contracción de la economía mundial, generada en parte por los desajustes del sistema monetario establecido, lo que origina el encarecimiento de los productos en el mercado internacional y una contracción en las tasas de crecimiento en la producción.

## 1.5

### POLITICA ECONOMICA

Para enfrentar los cambios de estructura que impuso la situación económica y social del país, el gobierno del periodo 1976-1982 implantó políticas que intentaron superar la crisis, aumentar el em-

pleo, incrementar la producción, restablecer el ritmo creciente del PIB y en suma, lograr un mejor nivel de vida para la población.

El programa puesto en marcha incluyó entre otras las siguientes medidas:

- Incremento de la inversión estimulando la participación privada y fortaleciendo la inversión pública.
- Apoyo a los grupos sociales marginados con el fin de mejorar el mercado interno, estimulando la participación de todos los sectores en las tareas productivas.
- Aumento de los índices de empleo para contrarrestar la desocupación originada en la incapacidad de absorber la mano de obra que genera la explosión demográfica mejorando la capacidad tecnológica del país.
- Mejoras en los niveles de atención médica, educación y bienestar social.
- Aprovechamiento racional de los recursos petroleros.
- Aumento de la producción en el sector agropecuario para satisfacer la demanda de alimentos y materias primas que requiere la industria y a la vez producir excedentes que en lo posible sean transformados antes de su exportación.
- Incremento y mejoras de los servicios turísticos, de comercio y de transporte.

Estas medidas adquieren mayor relevancia al haberse programado a mediano y largo plazo con objetivos específicos para cada sector que van en busca de un desarrollo económico equilibrado.

La estrategia del Plan se orientó hacia la consecución de cuatro -- grandes objetivos:

- Reafirmar y fortalecer la Independencia de México como nación democrática, justa y libre en lo económico, político y cultural.
- Proveer a la población de empleo y mínimos de bienestar, atendiendo con prioridad las necesidades de alimentación, educación, salud y vivienda.
- Promover un crecimiento económico.
- Mejorar la distribución del ingreso entre las personas, los factores de la producción y las regiones geográficas.

Se tomaron ciertas consideraciones: "La actividad económica presenta una distribución territorial desigual. El desarrollo económico se ha caracterizado por una excesiva concentración urbana en tres -- áreas metropolitanas y por una gran dispersión de la población". -- En este aspecto, el Plan Global consideró políticas regionales cuyos lineamiento estuvieron orientados, por un lado, al control del crecimiento desmedido de áreas como la ciudad de México, Guadalajara y Monterrey y, por otro, al fortalecimiento de ciudades intermedias en el interior y a lo largo de costas y fronteras.

#### 1.7.2 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO URBANO

El 19 de mayo de 1978 se dió a conocer el Plan Nacional de Desarrollo Urbano, como uno de los elementos básicos de la planeación integral del país.

##### 1.7.2.a Diagnóstico

La población de México tiene un crecimiento acelerado. A prin

cipios de este siglo la población del país era de 13.6 millones de habitantes. En 1978 la población llegó a 65.8 millones de habitantes. Además de este cambio cuantitativo se da otro cualitativo; la población se transforma aceleradamente de rural a urbana.

La migración del campo a la ciudad es uno de los aspectos relevantes de este fenómeno. Este proceso de migración se orienta a unos cuantos centros urbanos, destacando en primer término la ciudad de México, cuya población total se compone de casi un 30% de inmigrantes.

De este modo, mientras que alrededor del 20% de la población se concentra en la zona metropolitana de la ciudad de México el 37.7% se asienta en más de 95 mil localidades menores de 2,500 habitantes. Esta situación refleja los dos extremos que caracterizan el problema de los asentamientos humanos: la concentración urbana y la dispersión de la población rural.

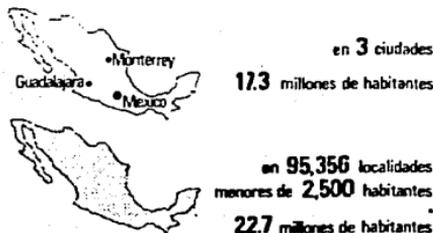
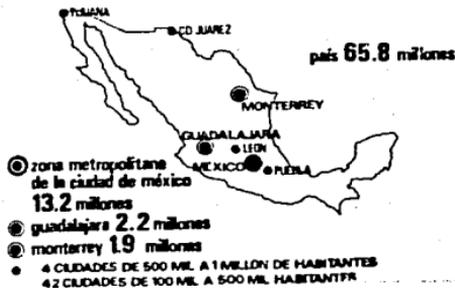


Fig. 1.2  
POBLACION DE LAS CIUDADES  
MAS IMPORTANTES\*



\* Datos de 1978.

Fig. 1.1  
CONCENTRACION-DISPERSION\*

El conjunto de localidades con población de 50 mil a un millón de habitantes, comprende sólo el 16.9% de la población del país, lo que representa un número insuficiente de centros de población de tamaño medio que permitan la integración de un sistema urbano menos desequilibrado.

La distribución geográfica de los centros urbanos también muestra desequilibrios. La mayor parte de los habitantes del país y de las actividades productivas se localizan en el Altiplano. Por debajo de los 500 metros sobre el nivel del mar, donde existe una mayor dotación de agua y energéticos, se localizan 85 poblaciones mayores de 15 mil habitantes que representan el 29% de la población que habita en tal tipo de localidades, mientras que arriba de ese nivel existen 95 poblaciones que agrupan el 71% restante. También en el Altiplano, pero solamente entre los paralelos 18 y 22 (es decir entre Aguascalientes y Puebla) y arriba de los 500 metros sobre el nivel del mar, se concentra aproximadamente el 60% de la población y el 80% de las actividades industriales.

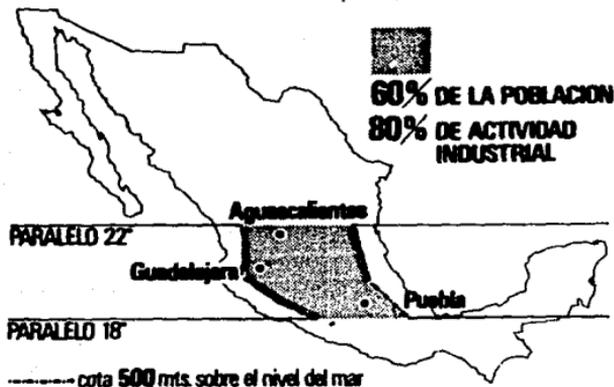
La conformación de la actual estructura urbana dificulta la dotación de servicios, infraestructura de apoyo a la producción, el eficaz aprovechamiento de los recursos y el mejoramiento de la calidad de la vida de la población.

Fig. 1.3 **ESCALA POBLACION DONDE EXISTEN  
MAYORES RECURSOS**



Fig. 1.4

## CONCENTRACION DE POBLACION Y ACTIVIDADES ECONOMICAS



La distribución territorial de las inversiones públicas, muestra una marcada concentración en el área central del altiplano. En particular, la zona metropolitana de la ciudad de México absorbe fuertes volúmenes de inversión pública, que se destinan a conceptos tales como dotación y modernización de los sistemas de agua potable, vivienda y la construcción y ampliación de los medios de transporte.

Por otra parte, la actualidad económica ha influido en la distribución de la población. Los tres principales asentamientos de la actividad manufacturera (el Distrito Federal y los estados de México y Nuevo León) suman, aproximadamente el 28% de la población del país y 63% del valor bruto de la producción industrial. Esta última cifra refleja un aumento muy significativo, comparado con 49% que se observó en 1940 y 54% correspondiente a 1960.

En las fases iniciales del desarrollo, las empresas manufactureras se establecieron, por lo general en las grandes ciudades, buscando las ventajas de la proximidad a los principales

Fig. 1.5 **AFORTACION PRODUCTO INTERNO BRUTO**



núcleos de consumidores. En la mayor parte de los casos, estas ventajas hicieron que se subestimaran otros factores como la calidad y cuantía de los recursos naturales o las perspectivas de expansión que algunas factorías habrían tenido, de establecerse en otros lugares del territorio. La concentración industrial y demográfica condicionó el establecimiento de infraestructura, lo que a su vez contribuyó a reforzarla.

De esta manera, se incurre en fuertes deseconomías cuyo costo soporta el Estado y que repercute adversamente sobre la sociedad. Los grandes centros de actividad industrial disfrutaban de sistemas de transporte, suministros de energéticos y agua y de otras facilidades que los empresarios pagan según precios y tarifas generalmente inferiores a los costos de producción.

La sobreprotección, útil y tal vez necesaria en una etapa inicial de la administración, en que era preciso asegurar a los-

empresarios niveles de utilidad elevados, conduce hoy a distorsionar la estructura productiva y a una competitividad muy escasa a nivel internacional. Estos factores ayudan a explicar la pérdida de dinamismo del sector manufacturero, cuya tasa de crecimiento anual, de alrededor de 6% en la década de 1950, ha sido inferior en los últimos años.

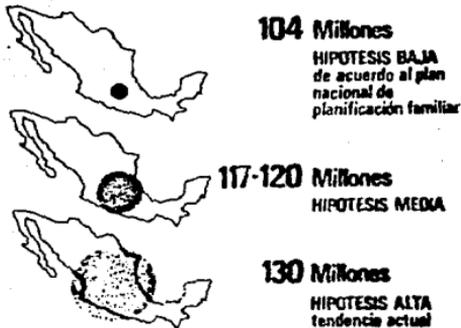
1.7.2.b Pronóstico

Las estimaciones del Consejo Nacional de Población muestran que con las tendencias actuales y sin política de planeación familiar, los 65.8 millones de habitantes que tenía el país en 1978, serán 83 en 1987 y cerca de 130 millones en el año 2000.

La zona metropolitana de la ciudad de México seguirá constituyéndose como el principal punto de atracción de la migración, por lo que pasaría de 19 millones en 1987 a 35 millones en el año 2000. Cabe destacar que ésta zona está creciendo a una tasa de 5.6% anual, lo que representa un ritmo superior a cualquiera de las ciudades mayores a 5 millones de habitantes en el mundo.

Fig. 1.6

**CRECIMIENTO DE LA POBLACION AL AÑO 2000\***



\*Segun cálculos del año 1978.

Fig. 1.7

## POBLACION DE LAS CIUDADES IMPORTANTES AL AÑO 2000\*



Por lo que toca a las ciudades de Guadalajara y Monterrey recibirán también fuertes corrientes migratorias que adicionadas a su crecimiento natural, darían como resultado para el año 2000, 7.2 y 6.7 millones de habitantes, respectivamente.

Asimismo, se mantendría una inadecuada distribución geográfica ya que el 62% del total agrupado en ciudades mayores de 15,000 habitantes, estaría arriba del nivel de los mil metros y solamente el 38% por debajo de esta cota, donde se encuentra la mayoría de los recursos.

Además de no actuar con programas adecuados, la población asentada en las localidades rurales dispersas continuaría siendo precariamente atendida.

\* Según cálculos de 1978; actualmente va se están alcanzando estas cifras, por lo menos en el área del D.F.

1.7.2.c      Objetivos

Como respuesta a la problemática expuesta se definieron como objetivos a largo plazo del Plan Nacional de Desarrollo Urbano los siguientes:

- Racionalizar la distribución geográfica de las actividades económicas y de la población, localizándolas en las zonas de mayor potencial del país.
- Promover el desarrollo urbano integral.
- Propiciar condiciones favorables para que la población pueda resolver sus necesidades de suelo, vivienda, servicios públicos e infraestructura.
- Mejorar y preservar el medio ambiente.

1.7.2.d      Políticas

Para alcanzar los objetivos citados se establecen las tres políticas siguientes:

- De ordenamiento del territorio
- De desarrollo urbano de los centros de población.
- Otras, relacionadas con los componentes y acciones de los asentamientos humanos.

En materia de desarrollo urbano existe un gran número de requerimientos que no pueden ser satisfechos en forma simultánea, por lo que resulta indispensable jerarquizar la aplicación de los recursos orientados a este propósito. Por ello, el Plan ha establecido un conjunto de zonas y centros de pos-

blación prioritarios que deben inicialmente recibir apoyo, para el logro de los objetivos.

Las zonas que son identificadas como prioritarias en el Plan Nacional de Desarrollo Urbano para el ordenamiento territorial, se localizan dentro de las franjas costeras del país. Entre estas zonas tienen especial importancia las de Coahuila de Zaragoza, Villahermosa - Istmo de Tehuantepec; Tampico - Ciudad Madero - Ciudad Valles; Guaymas - Ciudad Obregón - Guasave; Manzanillo - Puerto Vallarta y Lázaro Cárdenas - Zihuatanejo, cuyas principales ciudades son los puertos de Coahuila de Zaragoza, Tampico, Guaymas, Manzanillo y Lázaro Cárdenas.

### 1.7.3 EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO INDUSTRIAL

Con fecha 19 de marzo de 1979, aparece en el Diario Oficial de la Federación el decreto que aprueba el Plan Nacional de Desarrollo Industrial. El sector industrial juega un papel central en la estrategia del Plan Global, ya que pretende generar los recursos -- que contribuirán, en forma importante, a proporcionar los medios adicionales para crear empleo y aumentar, simultáneamente, el ahorro, la inversión y el consumo.

El desarrollo industrial intenta fortalecer la producción de bienes de consumo popular a fin de elevar el nivel de bienestar de la población, mejorar el poder adquisitivo de los salarios y apoyar una demanda suficiente para los productos del campo de uso industrial. Se procura fomentar el desarrollo de la industria alimenticia, en lo que se refiere a producción, distribución y consumo. Asimismo, el impulso de la producción de bienes de capital, ligada a la industria siderúrgica permitirá una mayor autonomía tecnológica.

Al sector le corresponde también un papel destacado en el objeti-

vo de mejorar la distribución regional del ingreso. Las acciones deben contribuir a la desconcentración, en donde destaca el desarrollo, a largo plazo de cuatro puertos industriales que son: Lázaro Cárdenas, Tampico (Altamira), Coatzacoalcos (El Ostión) y Salina Cruz, en la primera etapa.

El sector industrial dentro de la estrategia global, pretende contribuir a resolver el problema de la desocupación y el subempleo y a garantizar un nivel mínimo de bienestar para toda la población. En este contexto, los objetivos de la política industrial son los siguientes:

- Reorientar la producción hacia bienes de consumo básico, particularmente los alimentos.
- Desarrollar ramas de alta productividad, capaces de exportar y sustituir importaciones.
- Integrar adecuadamente la estructura industrial para aprovechar los recursos naturales y humanos y para desarrollar ramas como las productoras de maquinaria y equipo.
- Desconcentrar territorialmente la actividad económica, orientando las inversiones hacia las costas como alternativas viables a los grandes centros industriales del país.
- Equilibrar las estructuras del mercado, en las industrias más dinámicas articulando la gran empresa con la mediana y pequeña.
- Aumentar la eficiencia y la eficacia de la producción industrial, evitando las diferencias excesivas entre los precios internos y los que rigen en el exterior.
- Diversificar las exportaciones y combinar este esfuerzo con la

selección adecuada de importaciones reemplazables, sin que esto implique una política cuya meta sea dejar de importar, aprovechando la disponibilidad de los recursos del país y la evolución de los mercados internacionales.

- Desarrollo de tecnologías propias aprovechando aquellas que, estando disponibles a nivel mundial, puedan adaptarse a las condiciones del país.

Acciones del Plan para lograr los objetivos dentro del sector industrial:

- Inversión pública.- Se orientará parte de la inversión pública hacia el desarrollo de infraestructura económica y social - de las regiones preferentes de descentralización industrial, - sobre todo en los puertos industriales.
- Ramas estratégicas.- Continuar la promoción de la agroindustria en apoyo al sistema alimentario y el fomento a la producción de bienes de capital e insumos estratégicos para el sector industrial, tales como hierro, acero y cemento.

Las empresas del Estado contribuirán a la formación de capital en ramas estratégicas de la economía, como energéticos, petroquímica básica, siderúrgica y fertilizantes.

- Energéticos.- Continuar con la política de fomento a la inversión en las zonas designadas como prioritarias, a través de descuentos en los precios de los energéticos. Con ello, se pretende incrementar la capacidad competitiva de la industria al otorgarle un margen sustancial de protección, vía los costos de los insumos y establecerse adicionalmente un impulso directo a la exportación.
- Programas de fomento.- Fomentar los estímulos al conjunto de

empresas que realizan la misma actividad, así como, los compro  
misos de inversión, producción, precios y exportación.

- Proteccionismo. - Continuar con la política de sustitución gra  
dual del permiso previo por el arancel. Con esta sustitución-  
se pretende estimular la competitividad de la industria, bus-  
cando proteger no sólo al productor sino también al consumidor  
y continuar con la apertura gradual de la economía, conforme -  
al panorama internacional y las posibilidades industriales del  
país.
- Estímulos fiscales. - Proseguir con la promoción de la indus-  
tria a través de estímulos fiscales al empleo, la inversión a-  
la pequeña industria, a la producción de bienes socialmente ne  
cesarios y en forma preferente a los alimentos.
- Exportaciones. - Continuar apoyando las exportaciones mediante  
los instrumentos fiscales directos e indirectos y fomentar la-  
captación de divisas.

#### 1.7.4 PROGRAMA DE PUERTOS INDUSTRIALES

La navegación marítima experimentó un importante avance tecnológi  
co al término de la Segunda Guerra Mundial, sobre todo a partir -  
del cierre del Canal de Sué, la capacidad de los buques se inre  
mentó de 50 hasta 250 mil toneladas de peso muerto, tratando en -  
esta forma de compensar el alto costo que representaba bordear el  
Cabo de Buena Esperanza, en Africa. Este aumento provocó la inme  
diata ampliación y evolución de los puertos.

Rotterdam, Amberes, Havre y Singapur, entre otros, superaron ráp  
damente su capacidad de operación comercial y tuvieron que am-  
pliarse con un nuevo concepto: el de puertos industriales.

Los puertos industriales se diseñan para recibir la instalación pesada, mediana y periférica, a la cual se condicionan las estructuras portuarias.

Los puertos comerciales se construyen por lo general, al amparo del abrigo natural cuya capacidad determina su crecimiento. Sus instalaciones son de uso múltiple y para volúmenes de carga y dimensiones de naves 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 de acuerdo a las necesidades de la industria, que, contando directa o indirectamente con frente de agua, permita el arribo de embarcaciones de gran porte, realizándose con facilidad la recepción de grandes volúmenes de materia prima y el envío de productos terminados.

En los puertos comerciales predomina la imagen urbana, las actividades del puerto están íntimamente ligadas con las actividades de la ciudad y la zona portuaria está generalmente contenida en la estructura urbana y limitada por esta en su crecimiento.

Por el contrario, el conjunto urbano en el puerto industrial, está separado de la zona industrial y ha de enlazarse mediante un eficiente sistema de transporte, en tanto que la ciudad tierra adentro, conserva su perfil urbano independiente del puerto y de la industria.

En los países desarrollados los puertos industriales presentan -- las siguientes características:

- Conjunto de instalaciones e infraestructura portuaria para el manejo de grandes volúmenes de carga, tanto a granel como por contenedores.

- Desarrollo de modernos núcleos urbanos que favorecen el desenvolvimiento de una adecuada vida social.
- Vinculación adecuada de las áreas industriales, especialmente las de tipo pesado, con las instalaciones y la infraestructura portuaria.
- Correspondencia eficaz entre el tráfico marítimo y el transporte terrestre.
- Factibilidad de diseñar y establecer cadenas de producción que reduzcan costos y permitan el desarrollo de un comercio competitivo en el mercado mundial.
- Posibilidad de lograr un desarrollo regional armónico y autosuficiente, para una mejor distribución de la riqueza y en el aprovechamiento de los recursos naturales.

Considerando las características que ofrecen los puertos industriales y teniendo en cuenta que existe la necesidad de resolver presiones económicas y de orientar el desarrollo industrial y regional del país: el Gobierno Federal puso en marcha en mayo de 1979 el "Programa de Puertos Industriales".

Dicho programa de puertos consiste en una estrategia de desarrollo a largo plazo por parte del gobierno federal, con el propósito de impulsar el crecimiento de la economía y mejorar los niveles de vida de la población.

**Objetivos fundamentales:**

- Aprovechar las ventajas que por sus recursos naturales ofrecen los litorales del país para apoyar la expansión de la actividad industrial y el surgimiento de nuevos polos de desarrollo.

- El desarrollo de instalaciones portuarias modernas que permitan operar eficientemente el tráfico marítimo especializado - que origina el comercio internacional, a la vez que ofrecen - condiciones apropiadas de servicio a las industrias que se establezcan en los puertos.

Se basa en la estrategia de llevar la población hacia los recursos. Dicho programa está vinculado con el Plan Nacional de Desarrollo Urbano y con el de Fomento Industrial y debe contribuir a orientar la distribución de las actividades económicas y de la población en el territorio nacional.

De esta manera, se pretende impulsar la modernización del país e incorporarlo a los grandes avances de la comunicación en el mundo del comercio exterior y de la eficiencia industrial.

#### 1.7.4.a Descripción de los Proyectos

En una primera etapa se seleccionaron cinco localidades clave en tres zonas prioritarias que define el Plan Nacional de Desarrollo Urbano, y son:

- Lázaro Cárdenas, Mich.- En torno a la desembocadura del Río Balsas, en el litoral del Océano Pacífico.
- Altamira, Tam.- A 20 km al norte de la desembocadura -- del Río Pánuco, en el Golfo de México.
- El Ostuén, Ver.- Al sur de la laguna del mismo nombre, - localizada a 15 km al noroeste de la Ciudad de Coatzacoalcos, Ver., en el Golfo de México.
- Salina Cruz, Oax.- En el borde Sur del Istmo de Tehuantepec, en el Océano Pacífico.

- Dos Bocas, Tab.- En el Golfo de México.

El puerto de Salina Cruz y el Ostión-Coatzacoalcos conforman además otro proyecto denominado "Sistema Multimodal -- Transístmico".

En estos cinco lugares se proyectó, en una primera etapa -- la construcción de puertos industriales dejando para una segunda fase los Puertos Industriales de Tuxpan, Ensenada, Topolobampo y el Caribe en las costas de Quintana Roo.

Los sitios seleccionados en el Programa de Puertos Industriales, ofrecen importantes ventajas para acomodar una población creciente, apoyada en una actividad económica diversa, especialmente en la industrial de transformación y se inicia con el impulso de industrias ya existentes: la petrolera y petroquímica en Coatzacoalcos y Tampico, la siderúrgica y la de fertilizantes en Lázaro Cárdenas, Mich.

Las figuras y cuadros siguientes compendian las características de las principales obras y acciones proyectadas en cada uno de los puertos industriales.

#### ESTIMACIONES DE POBLACION EN LOS PUERTOS INDUSTRIALES

(miles de personas)

CUADRO 1.1

AÑOS	LAZARO CARDENAS	ALTAMIRA	LAGUNA DEL OSTION	SALINA CRUZ	DOS BOCAS
1982	102.6	511.0	555.0	59.5	49.1
1985	156.0	624.0	692.7	74.5	61.8
1990	254.0	879.7	1,004.6	119.9	155.2
2000	630.0	2,250.0	2,300.0	251.7	325.9

Fig. 1.9

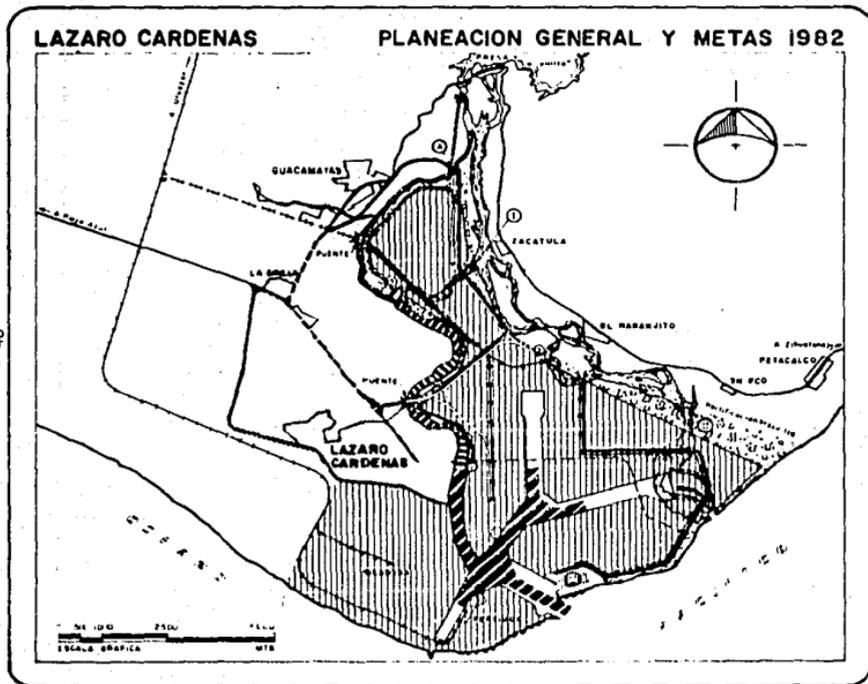
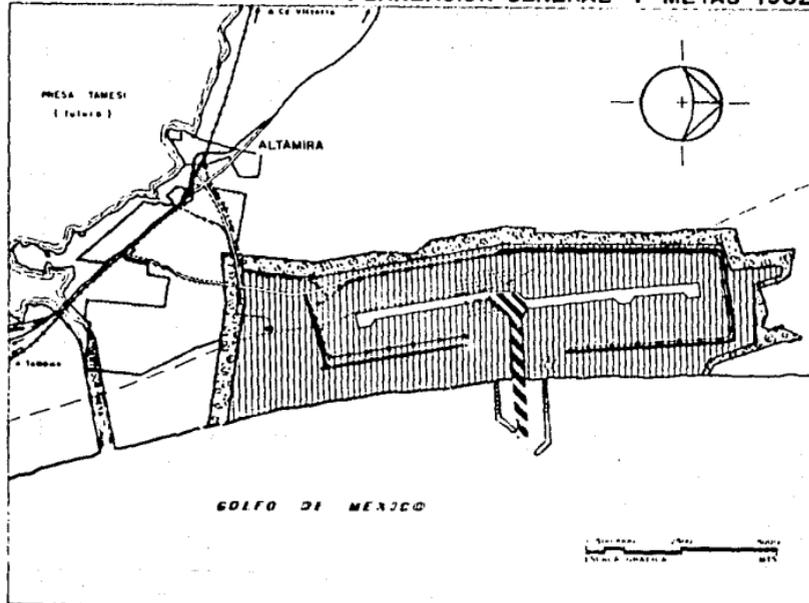


Fig. 1.8

ALTAMIRA

PLANEACION GENERAL Y METAS 1982

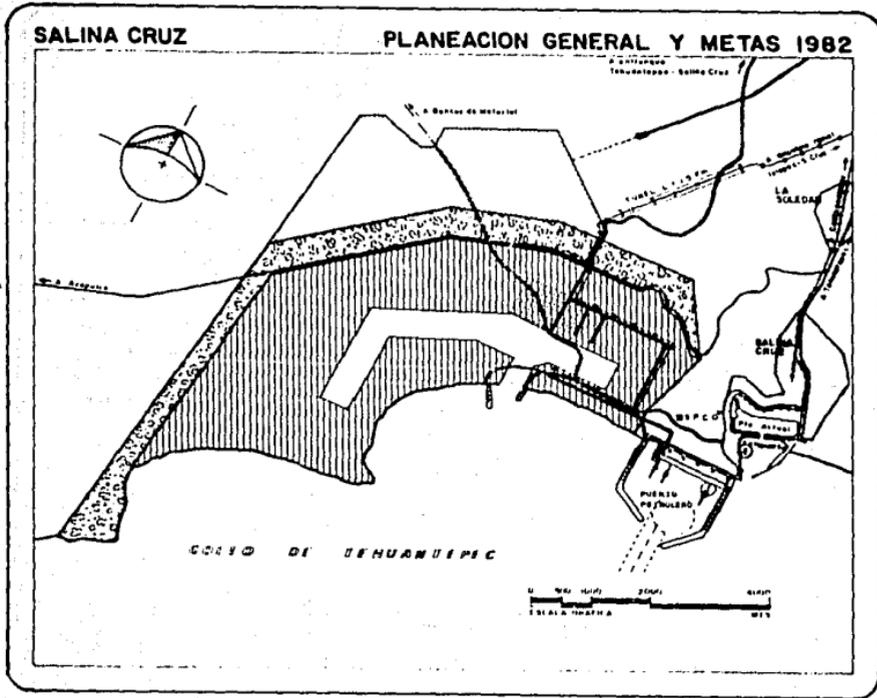


SIMBOLOGIA

- 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
- DRAGADO META 1982
- ESCOLLERAS META 1982
- BARRIO META 1982



Fig. 1.11



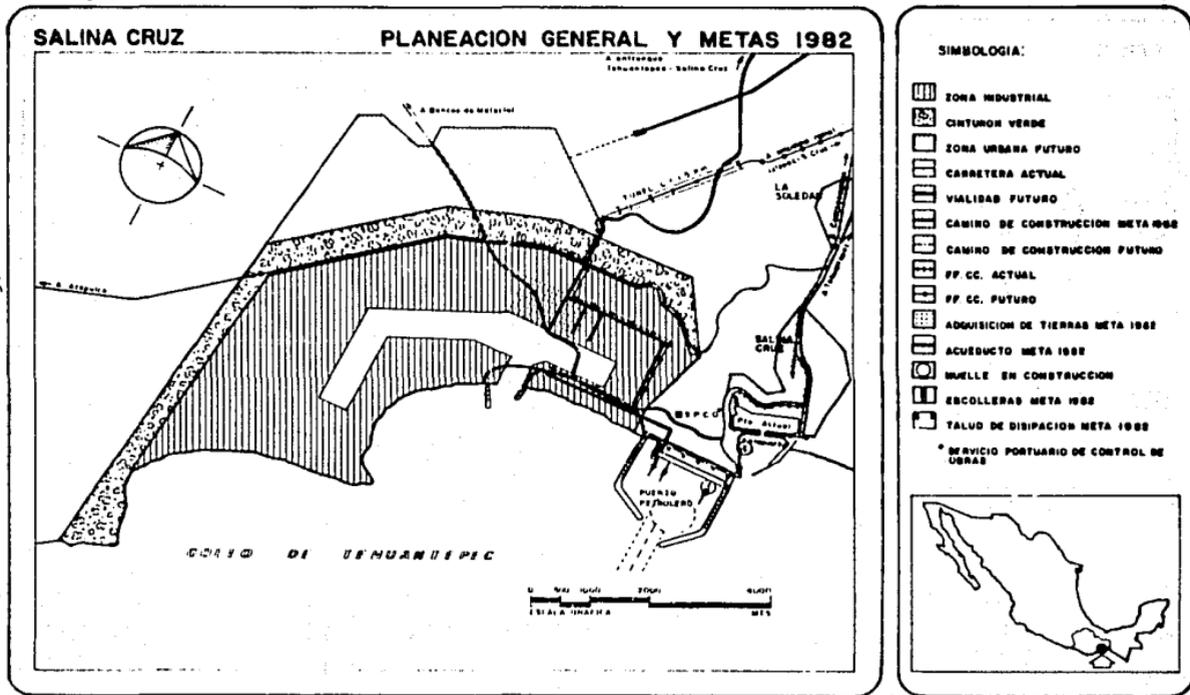
**SIMBOLOGIA:**

- 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
- BUELLE EN CONSTRUCCION
- ESCOLERAS META 1982
- TALUD DE DIBIPACION META 1982
- \* SERVICIO PORTUARIO DE CONTROL DE USUARIOS





Fig. 1.11





Concebidos los puertos industriales, como modelos de desarrollo a gran escala, las especificaciones de obras físicas comprenden distintos aspectos, como: infraestructura portuaria, industrial y urbana, reservas territoriales, comunicaciones, servicios de agua potable, drenaje y energía eléctrica, así como, de los servicios de salud, educación vivienda y la preservación del medio ambiente.

#### 1.7.4.b Implementación

Este Programa se divide en Subprogramas, cuyo objetivo es la ejecución del proyecto de puertos industriales; para este fin se tiene:

##### 4.b.1 Subprograma de Infraestructura Portuaria

Las obras de infraestructura portuaria son:

- Rompeolas de protección.
- Canal de acceso.
- Dársenas de maniobras y operación.
- Instalaciones de atraque.
- Habilitación de tierras para uso industrial.
- Señalamiento marítimo y sistemas de ayuda a la navegación.

##### 4.b.2 Subprograma de Planeación Territorial

Contempla la realización de estudios de carácter general para definir la ordenación y uso del suelo urbano en regiones y municipios considerados.

##### 4.b.3 Subprograma de Manejo del Agua y Medio Ambiente

Contiene planes y estudios relativos al manejo de los sistemas hidráulicos, al suministro de agua al Distrito Indus---

trial Marítimo, al control de la contaminación de ríos, proyectos de parques para reservas ecológicas, estudios de impacto ambiental, proyectos de parques para reservas ecológicas, estudios de impacto ambiental, proyectos de captación y distribución de agua potable y reglamentos para control ambiental; en este aspecto se tiene un "Plan de Salud integral de los Puertos Industriales", cuyos propósitos abarcan: mar, industria, población y zonas perimetrales de los puertos.

#### 4.b.4 Subprograma de Infraestructura de Transporte

Define el sistema de comunicación entre los puertos industriales y su enlace con la infraestructura existente, así como su mejoramiento, considera además los sistemas de comunicación que confluyen en el puerto, proponiendo la vialidad necesaria y la asignación de rutas por modo de transporte, a fin de solucionar las necesidades de transporte que se originen en cualquier parte de la República, cuyo destino sean las instalaciones industriales.

#### 4.b.5 Subprograma de Infraestructura Urbana, Servicios y Vivienda

Comprende los planes de desarrollo urbano de los centros de población, uso del suelo, planes ecológicos municipales, control ambiental, dotación de vivienda, abastecimiento de agua potable, drenaje y tratamiento de las aguas residuales y urbanización de los centros de población, vialidad, prevención y atención de emergencias urbanas y equipamiento urbano.

Otros aspectos importantes son la creación de parques para la mediana y pequeña industria que complementen la actividad productiva y proporcionen servicios e impulsen la producción de bienes de capital.

Estos son a grandes rasgos los principales aspectos del ---  
Programa de Puertos Industriales.

Se están estructurando metas y objetivos para las fases pos  
teriores y están en proceso de realización los estudios y -  
análisis complementarios.

## C A P I T U L O   I I

### PLANIFICACION DE PUERTOS INDUSTRIALES

#### II. 1    INTRODUCCION

Los puertos constituyen uno de los conjuntos más complejos de la actividad humana, por ello es indispensable establecer las metas y objetivos que se -desean alcanzar durante el desarrollo de un puerto y definir a su vez la gama de opciones que se pueden seleccionar conforme se vayan presentando los problemas.

En virtud de que las circunstancias cambian con el tiempo, es difícil realizar una previsión y un plan que pueda ser utilizable siempre sin necesidad de introducir modificaciones, y es evidente que un estudio cuidadoso estará más próximo de acierto que proceder sin ejecutar ninguna previsión.

Un plan es un proyecto flexible que permite la toma de decisiones. Si los fundamentos que sirvieron de base al plan cambian, debe modificarse la solución elegida para adecuarse a las circunstancias.

El objetivo final que se trata de alcanzar mediante la planificación, es obtener un puerto que alcance el máximo beneficio para la nación y no sólo para un grupo o actividad en particular y con una valoración adecuada de -- los criterios que han de predominar en la elección de la solución, ya sean políticos, económicos, sociales o humanos. En otras palabras, el objetivo de un puerto de uso público es proporcionar instalaciones portuarias y sistemas operacionales en beneficio del país al costo combinado más bajo posible para el puerto y sus usuarios. Planificar con miras a la consecución de este objetivo, exige un buen conocimiento de los futuros usuarios y sus cargas probables, además de que representa la modalidad tradicional de planificación portuaria, cuya finalidad es elaborar el plan más adecuado para hacer frente a cualquier demanda de tráfico.

Durante el desarrollo de un plan se pasa por varios estadios que implican - cada vez mayor precisión de las actividades.

Se pueden distinguir cuatro estadios:

- 1) Campo sobre el que se va a actuar, estableciendo objetivos en el tiempo, de acuerdo a hipótesis y datos. Se puede decir que en -- esta etapa se da respuesta a la pregunta ¿Para qué?, o sea enunciar el objetivo del Plan.
- 2) Acciones a realizar para conseguir el objetivo. En esta etapa - se plantea ¿Qué se va a hacer? y es lo que se entiende por Planificación.
- 3) Concreción de las acciones y esquemas que será necesario desarrollar a lo largo del plan. Corresponde esta etapa al ¿Cómo se va a hacer? y es lo que comúnmente se conoce por Planeamiento.
- 4) Establecer prioridades en el tiempo. Corresponde con el ¿Cuándo se va a hacer? o sea Programación.

Si se considera el puerto como un conjunto de obras instalaciones y organizaciones que proporcionan un servicio integral a los usuarios, cualquier -- plan que se realice debe contemplar en primer término la organización, la - forma de realizar las operaciones y los rendimientos esperados para después atender el dimensionamiento de las obras e instalaciones.

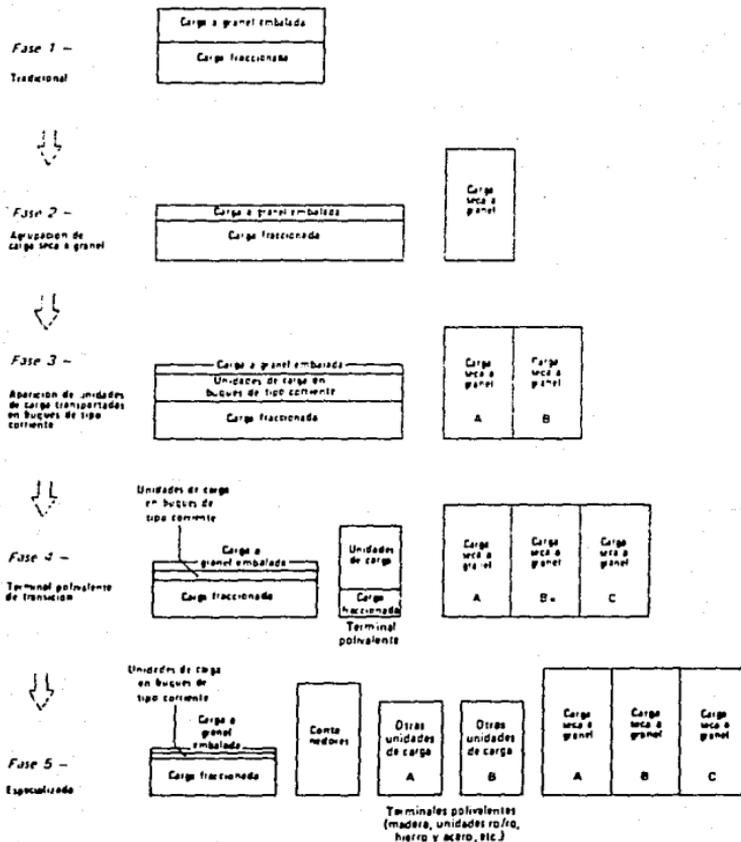
## 11.2 FASES DE LA EVOLUCION DE UN PUERTO

Generalmente los puertos durante su desarrollo pasan por una serie de fases,

las cuales son el resultado de la evaluación del tráfico y de las innovaciones tecnológicas en el transporte marítimo.

La Figura 11.1 muestra las fases, en las cuales la base de los rectángulos representa el número de puestos de atraque o longitud de muelles y la altura el movimiento anual de mercancías.

Fig. 11.1 Fases por las que pasa un puerto en expansión



- FASE I TRADICIONAL.- Está constituida por un grupo de puestos de atraque para usos generales, en los que se manipula una combinación de carga general fraccionada y de mercancías embaladas.
- FASE II AGRUPACION DE CARGA SECA A GRANEL.- Cuando el volumen de embarques a granel alcanza un nivel rentable, se transporta en buques - graneleros, para los que el puerto debe disponer de una instala- ción o terminal separada, dado el largo tiempo de permanencia de - este tipo de buques en el puesto de atraque; paralelamente se --- debe ampliar la terminal de carga fraccionada para poder manipular el mayor volumen de tráfico de carga general.
- FASE III SURGIMIENTO DE UNIDADES DE CARGA.- Generalmente cuando empieza a llegar al puerto carga agrupada en unidades tales como: paletas, contenedores, madera embalada, etc., en cantidades pequeñas, se -- transportan en buques de carga general; simultáneamente empieza a disminuir el volumen de carga fraccionada y el de carga seca a gra nel alcanza un nivel para el cual se hace necesario la construc- ción de terminales separadas para los distintos tipos de tráfico.
- FASE IV TERMINAL DE USOS MULTIPLES.- Cuando se incrementa el número de -- unidades de carga y llegan los primeros buques portacontenedores, - se requiere disponer de terminales especializadas para el manejo - de la carga unitarizada; pero como aún no se tiene la certeza de la forma como evolucionará el tráfico, es más recomendable crear - una instalación multipropósito o polivalente, adaptable, que permí ta manipular diferentes clases de carga.
- FASE V ESPECIALIZADA.- Cuando las diversas formas del tráfico de unida- des de carga crece hasta alcanzar un nivel en el que se requieran terminales separadas, entonces se habrá llegado a la inevitable -- etapa de la especialización de las formas de transporte y la canti dad de carga restante habrá disminuído en un gran porcentaje.

### II. 3 ETAPAS DE LA PLANIFICACION PORTUARIA

Para la planificación de un puerto se debe partir de concepciones de planificación a nivel nacional, que en el caso de México tiene como objetivo resolver problemas de índole económico, industrial, de transporte, demográficos, etc.

Desde este punto de vista es posible identificar tres etapas principales de la planificación:

- A) Planificación Nacional Portuaria.- En esta etapa se adoptan decisiones políticas que determinan el papel de cada puerto y tienden a garantizar que los recursos nacionales se utilicen de la manera más económica y eficiente.
- B) Planificación Regional Portuaria.- Proporciona una guía de desarrollo a largo plazo de un puerto, sin indicar cuando se producirá una determinada fase de ese desarrollo. A esta etapa corresponde la elaboración del Plan Maestro de cada puerto.
- C) Planificación de Proyectos Portuarios.- Tiene como finalidad llevar a la práctica cada una de las partes del plan maestro del puerto en el momento oportuno y en la forma adecuada.

#### A) PLANIFICACION NACIONAL PORTUARIA

Para llevarla a cabo se debe contar con amplios conocimientos y destreza en el manejo de la economía. Las principales tareas son:

- a.1) Definir los objetivos económicos nacionales que se relacionen con los proyectos portuarios.
- a.2) Definir la responsabilidad financiera de los puertos.
- a.3) Definir la responsabilidad de los puertos en materia de planificación.

ción.

- a.4) Preparar un estudio general del tráfico a nivel nacional.
- a.5) Asignar el tráfico a los diversos puertos.
- a.6) Preparar un plan preliminar de inversiones.
- a.7) Coordinar y obtener la aprobación correspondiente de los Planes -- Maestros de los distintos puertos.
- a.8) Preparar y publicar el Plan de Desarrollo Portuario Nacional.

#### B) PLANIFICACION REGIONAL

Constituye la fase inicial de largo alcance de tareas tales como: pronósticos de tráfico, preparación de estudios técnicos, etc.

Secuencia de tareas:

- b.1) Llevar a cabo un análisis del tráfico actual, si es que no existe.
- b.2) Preparar un pronóstico general del tráfico a largo plazo.
- b.3) Iniciar los estudios técnicos necesarios.
- b.4) Analizar la función del puerto.
- b.5) Determinar las necesidades a largo plazo de terrenos, superficies de agua y canales de acceso.
- b.6) Asignar el tráfico a las principales zonas del puerto.
- b.7) Calcular el costo aproximado de cada terminal o grupo de puestos -

de atraque.

- b.8) Preparar el proyecto del Plan Maestro y presentarlo para su aprobación a nivel nacional.
- b.9) Revisar y publicar el Plan Maestro del puerto.

### C) PLANIFICACION DEL PROYECTO

En la figura 11.4 se indica un procedimiento sistemático para planificar proyectos. Consiste en dividir el conjunto de tareas en dos fases, la primera a nivel general y la segunda a nivel más detallado.

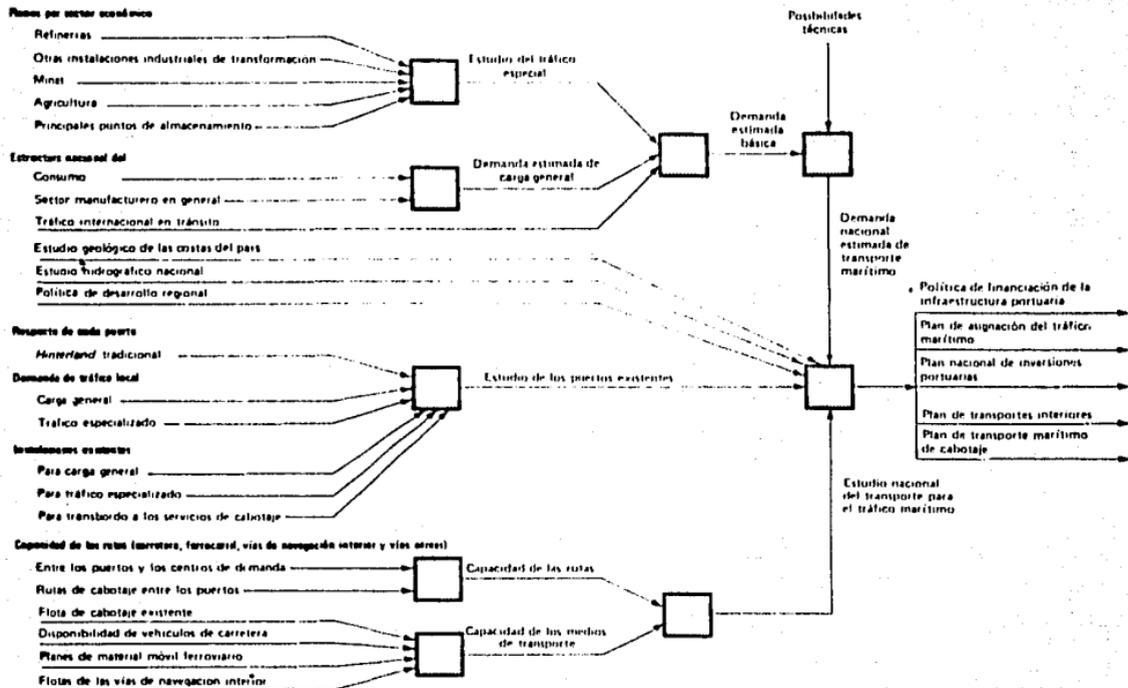
Primera fase a nivel general:

- c.1) Efectuar un pronóstico detallado del tráfico.
- c.2) Examinar distintas técnicas de manipulación de la carga.
- c.3) Estimar las dimensiones aproximadas de las instalaciones necesarias.
- c.4) Analizar las alternativas de localización de las instalaciones.
- c.5) Iniciar los estudios técnicos para cada alternativa.
- c.6) Calcular el costo aproximado de las obras y del equipo para cada opción.
- c.7) Examinar las limitaciones de mano de obra que implique cada tecnología.
- c.8) Seleccionar las opciones más prometedoras y obtener la autorización para seguir adelante.

Segunda fase:

- c.9) Efectuar un diseño preliminar de cada opción.

Fig. 11.2 Preparación del plan nacional de puertos



- c.10) Preparar planes operacionales para cada propuesta.
- c.11) Calcular diversos niveles de instalaciones para definir los límites de capacidad factible.
- c.12) Afinar las estimaciones de costos.
- c.13) Efectuar un análisis costo-beneficio de cada opción.
- c.14) Llevar a cabo un análisis financiero de cada opción.
- c.15) Preparar el proyecto en el que se recomienda una solución.
- c.16) Obtener la aprobación de la solución recomendada.
- c.17) Elaborar proyecto definitivo.

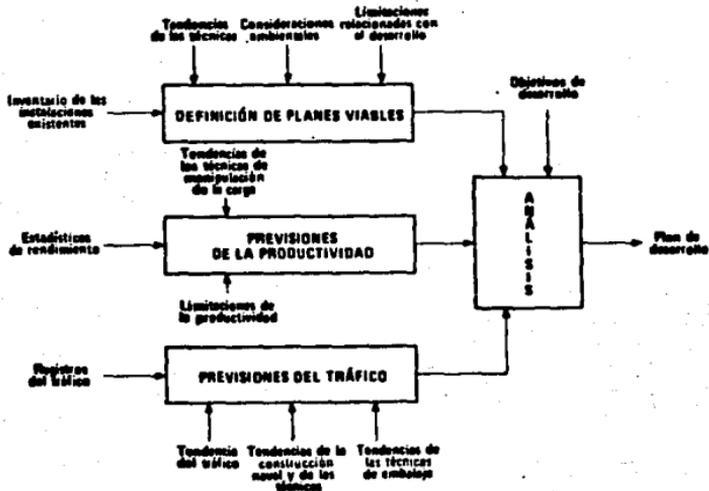


Fig. 11.3 Información necesaria para los proyectos de desarrollo portuario

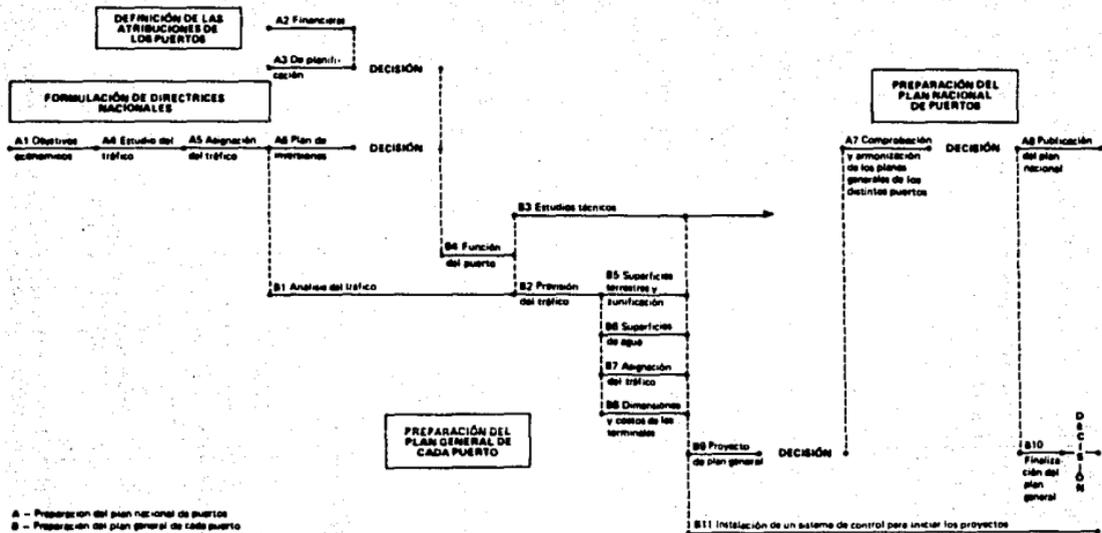


Fig. 11.4 (a).- Secuencia de planificación - I

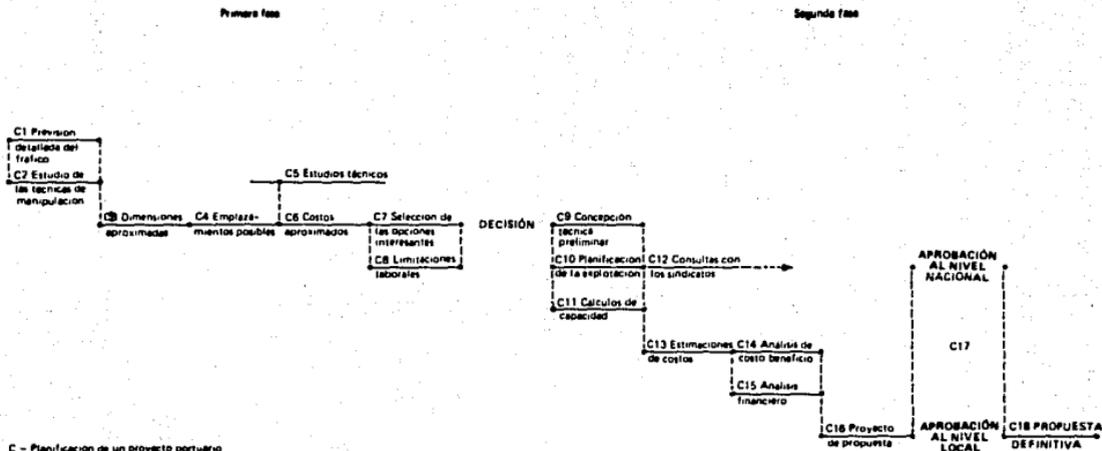


Fig. 11.4 (b).- Secuencia de planificación - II

#### II. 4 PRONOSTICOS DE TRAFICO

Esencialmente el pronóstico del tráfico portuario consiste en determinar:

- a) Las clases y tonelajes de mercancías que pasarán por el puerto.
- b) La forma de embalaje y transporte de las mercancías.
- c) Las escalas de buques que dará lugar el movimiento de mercancías.

Todos los pronósticos del comercio futuro son inciertos y el puerto es vulnerable a esa inseguridad, dado el largo plazo de planificación. Cada uno de los pronósticos deben supeditarse a los planes nacionales de desarrollo. -- Asimismo se debe considerar la evolución de las plantas industriales, así -- como la demanda de carga que pasará por el puerto con fines netamente comerciales.

Los errores del pronóstico pueden ser considerables y las consecuencias de una sobrestimación no son equivalentes; construir más de lo necesario sólo puede agregar unos dólares por tonelada al costo de los fletes, pero construir menos de lo necesario puede provocar una congestión que de lugar a costos mucho mayores.

Es posible reducir al mínimo este riesgo buscando como solución un diseño -- que sea sensato, es decir que constituya una buena inversión para toda una serie de posibles valores del tráfico futuro. Para ello se requiere elaborar diversos escenarios que comprendan esas opciones. La administración portuaria puede limitar el riesgo, aún más, introduciendo un sistema de operación que pueda responder a las variaciones del tráfico, junto con un sistema de información que proporcione una indicación clara respecto al funcionamiento del puerto.

#### ESCENARIOS DE TRAFICO

Un escenario de tráfico es una descripción coherente de la totalidad del --

tráfico futuro que probablemente llegue al puerto, partiendo del supuesto - de que el puerto no hará nada por impedir la llegada del tráfico, sino que lo alentará ofreciendo unas instalaciones razonablemente satisfactorias.

Para cada categoría de carga, se consideran los volúmenes probables en diferentes circunstancias y las posibles alternativas tecnológicas, que pueden utilizarse en el transporte y la manipulación. Luego se elaboran varios---escenarios, todos ellos congruentes, de modo que resuelvan cualquier contradicción en cuanto a las previsiones relativas a distintos tráficos y que -- permitan hacer una estimación confiable de los recursos necesarios.

El cuadro 11.1 muestra una forma típica de presentar los pronósticos de - tráfico en diferentes escenarios, en el cual la lista de mercancías no es - necesariamente todo el universo.

Cuadro 11.1 Disposición típica de un pronóstico de tráfico

IMPORTACIONES a/ (miles de toneladas)	ESCENARIO A		ESCENARIO B	
	1986	1996	1986	1996
<u>Carga líquida a granel:</u>				
petróleo crudo,				
productos derivados del petróleo:				
azúcar y/				
melaza/ aceite vegetal.				
<u>Carga seca a granel:</u>				
carbón				
mineral de hierro				
azúcar y/				
cenizas y/				
cereales				
otras cargas.				
<u>Contenedores y carga de transbordo:</u>				
<u>por categoría de tráfico:</u>				
en buques celulares				
en buques de tipo clásico				
en buques ro/ro				
<u>carga presentada por estados:</u>				
<u>internos:</u>				
madera emblada				
productos siderúrgicos				
Otras mercancías preestivadas y				
paletizadas.				
<u>Carga fraccionada:</u>				
trigo en sacos				
cemento en sacos y/				
fertilizantes en sacos y/				
frutas refrigeradas				
vehículos				
maquinaria				
general				

a/ Las principales mercancías que figuran en el Cuadro son típicas de las que pueden ---moverse un pronóstico independiente en un solo puerto: no se pretende que la lista sea completa.

b/ Las mercancías deberán subdividirse en distintas clases de tráfico según su modo de - transporte.

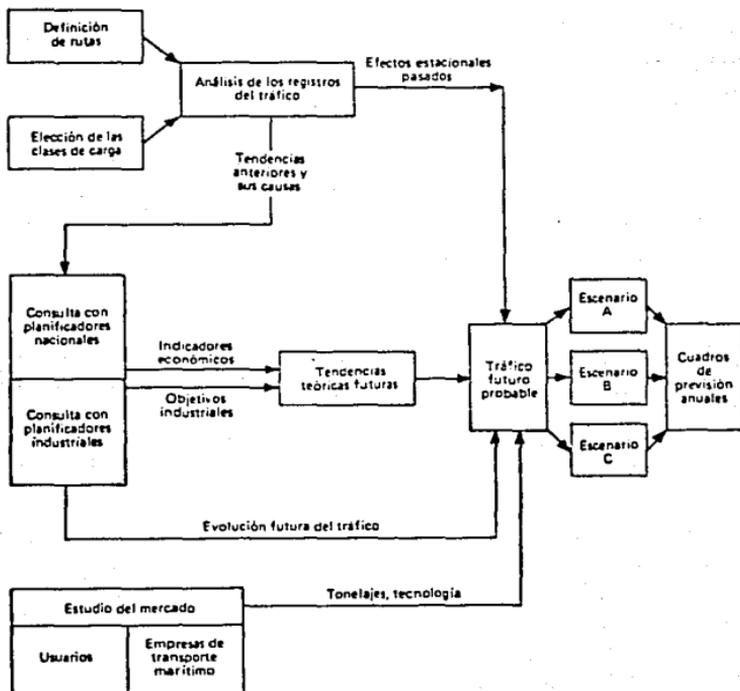
c/ Los contenedores ISO y las cargas ro/ro deberían registrarse en toneladas y en unidades equivalentes de 20 pies (TEU).

PROCEDIMIENTO DEL PRONOSTICO

En la práctica los planificadores pocas veces podrán seguir de cerca este -- proceso y muchas de las actividades tendrán que efectuarse simultáneamente. También es posible que sea necesario repetir los ciclos y mejorar paulatinamente los datos y el análisis.

La Figura 11.5 presenta el orden y estructura del proceso.

Fig. 11.5 El procedimiento de previsión



## TAREAS PARA EL PRONOSTICO

De acuerdo al diagrama de flujo se tienen las siguientes tareas:

- 1.- Analizar el tráfico actual.
  - 1.1) Definir las rutas del comercio marítimo y sus convenios.
  - 1.2) Seleccionar la clasificación de la carga.
  - 1.3) Tabular la información.
  - 1.4) Determinar las tendencias y analizar sus causas.
  - 1.5) Precisar los efectos estacionales.
- 2.- Examinar las influencias del mercado sobre el tráfico y las tendencias de la tecnología.
  - 2.1) Estudiar las opiniones de los usuarios.
  - 2.2) Examinar los planes de las compañías de navegación.
- 3.- Estimar las tasas de crecimiento del tráfico.
  - 3.1) PNB-Cargas relacionadas con el tráfico.
  - 3.2) Cargas especiales.
  - 3.3) Tendencias de la región (hinterland).
- 4.- Investigar los acontecimientos que puedan influir en el tráfico.
  - 4.1) Planes de la industria.
  - 4.2) Planes de la agricultura.

4.3) Políticas en materia de enlaces de transporte y de tráfico.

5.- Para cada escenario tabular los pronósticos anuales de cada clase de tráfico.

5.1) Tonelajes.

5.2) Cantidad y tamaño de los buques.

5.3) Efectos estacionales.

Es conveniente mencionar que en determinados tráficos se produce un aumento significativo durante algunos años, pero esto no significa que la tendencia haya de persistir. Existen tendencias que pueden invertirse muy rápidamente. Antes de proyectar una tendencia, el planificador debe determinar la razón de esa tendencia y la probabilidad de que se mantenga. Por lo general la razón obedece a :

- a) El tráfico de un determinado producto se ha desarrollado o frenado deliberadamente.
- b) El tráfico depende directamente del P.N.B.
- c) Se está dando una modificación gradual de la tecnología del transporte o de sus rutas.
- d) Se está produciendo un cambio gradual en los centros de producción o de consumo.

#### 11.5 CALCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS PUESTOS DE ATRAQUE

Las dos tareas principales del equipo de planificación consiste en dar respuesta a:

- ¿Cuántos puestos de atraque deberá tener el futuro grupo de puestos?

- ¿Cuánto espacio de almacenamiento será necesario en cada grupo de puestos de atraque?

Los resultados que se obtienen al efectuar los cálculos de capacidad de los puestos de atraque, tienen aplicación en la determinación del número de puestos de atraque necesarios en el proyecto, en los análisis económicos y financieros, así como en los planes de operación; por este motivo los cálculos han de realizarse reiteradamente a medida que los proyectos se van afinando.

Existen varios métodos para el cálculo de la capacidad de los puestos de atraque; métodos gráficos, métodos analíticos y de simulación por computadora.

La metodología que aquí se expone, se fundamenta en la teoría de colas y tiene la ventaja de que se puede aplicar por medio de nomogramas. Este método ha sido probado por la UNCTAD y es el más ampliamente usado por su facilidad y confiabilidad. Los cálculos obtenidos mediante las gráficas pueden ser comprobados a través de las fórmulas que se proporcionan, las cuales permiten a su vez, preparar gráficas para situaciones no incluidas dentro de los límites graficados<sup>(1)</sup>.

Durante la realización del trabajo de planificación mediante el uso de los nomogramas, es probable que haya que realizar los cálculos de diversas maneras; a saber: fijando el nivel de servicio, por ejemplo el tiempo de espera, y la capacidad propuesta o sea el número de puestos de atraque, variando el rendimiento previsto (productividad); o bien, fijando, la capacidad y el rendimiento y observando como el incremento de tráfico afecta al nivel de servicio.

Es conveniente indicar que en los cálculos se han aplicado también distintos principios en función de la naturaleza del tráfico marítimo:

- En cuanto a la carga fraccionada común, es necesario sobre todo determinar el número de puestos de atraque que se utilizarán para mantener a un nivel económico el tiempo de espera de las naves.
- Respecto a la carga especializada a granel es esencial determinar el ritmo horario que se necesita para que la carga/descarga de los

buques se logre en un tiempo aceptable.

- Respecto a la carga en contenedores es necesario en primer lugar - determinar la superficie requerida para atender el movimiento ---- anual sin obstaculizar el desarrollo de la operación.

## 11.6 CARGA GENERAL FRACCIONADA

Antes de presentar las gráficas conviene proporcionar algunas definiciones.

### 11.6.1 DEFINICIONES

11.6.1.1 Número de puestos de atraque (PA).- Se refiere a la cantidad de buques de eslora media que pueden atracar simultáneamente en un grupo de puestos.

11.6.1.2 Fracción total de tiempo en que se trabaja en los buques atracados (F<sub>t</sub>).- Se calcula con la relación:

$$F_t = \frac{T_u h d}{24 \times 7}$$

Donde:

T<sub>u</sub> = Indica el número de turnos trabajados por día.

h = Es el número de horas por turno

d = Es el número de días trabajados por semana.

Ejemplo: Si se desea calcular el F<sub>t</sub> para un grupo de puestos de atraque en el que se trabaja 3 turnos de 8 horas, durante 6 días por semana, esa fracción será:

$$F_t = \frac{(3) (8) (6)}{(24) (7)} = 0.85$$

11.6.1.3 Número de días al año en los cuales el puesto de atraque está disponible para la carga y descarga, independientemente de la organización normal de los turnos (D5a).

Para el cálculo de este factor hay que tomar en cuenta los -- días perdidos por causas diversas, que suelen ser las siguientes:

- Días durante los cuales se prevé no ocupar el puesto de atraque debido a realización de actividades de: mantenimiento, dragado y otras.
- Días de interrupción causados por mal tiempo.
- Días en los cuales el puesto será ocupado por buques no dedicados al transporte de carga (buques de guerra por ejemplo).
- Días no laborales por fiestas nacionales y/o religiosas.

NOTA: Los domingos pueden incluirse en esta lista, si la organización de los turnos acostumbra descanso en todos estos días.

11.6.1.4 Necesidades de puestos de atraque-días (NPAd)..- Es el número total de días durante los cuales los buques permanecerán en los puestos de atraque. Se calcula con la fórmula:

$$\text{NPAd} = (B) \cdot (T)$$

Donde:

B = Indica el número de buques que necesitan atracar simultáneamente;

T = Es el tiempo que permanecerá atracado cada buque (días).

- 11.6.1.5 Tiempo de servicio (TS). - Es el tiempo medio durante el cual se realizan las operaciones de carga/descarga en una embarcación.
- 11.6.1.6 Tiempo de espera (TE). - Es el tiempo medio durante el cual un barco debe esperar para ocupar una posición de atraque. - Este valor está en función del tiempo medio de servicio y normalmente fluctúa entre el 10 y el 50% del TS. Para obtenerlo se debe recurrir a la Tabla 11.3 de distribución estadística, misma que está basada en la aplicación de la teoría de colas\*
- 11.6.1.7 Tiempo de permanencia (TP). - Es el tiempo total de permanencia del buque en el puerto y se obtiene mediante la suma de - el tiempo de espera y el tiempo de servicio.
- 11.6.1.8 Tiempo medio en tránsito (TT). - Es el tiempo medio que transcorre desde el momento en que un cargamento se coloca en el - área de almacenamiento y el momento de su salida definitiva - del almacén. Se obtiene por medio de un muestreo estadístico de los registros del almacén.
- 11.6.1.9 Densidad de las mercancías ( $\rho$ ). - Se refiere a la densidad -- promedio de las mercancías que se han de almacenar. Se calcula dividiendo el tonelaje total entre el volumen correspondiente; sus unidades son  $\text{ton}/\text{m}^3$ . Muchas veces conviene aplicarlo para una muestra de buques, utilizando los datos del manifiesto de carga. Esta relación ha sido determinada para diversas mercancías y empaques (embalajes); en el cuadro 11.2 se dan valores para algunas mercancías.
- 11.6.1.10 Altura media de apilamiento (HP). - Es la altura media de las pilas en el almacén. Se obtiene por muestreo.

---

(\*) Véase página 230 del Manual de Planificación para los Países en Desarrollo.

- 11.6.1.11 Volumen neto de almacenamiento (Vn).- Es el volumen teórico correspondiente a la capacidad del almacén, suponiendo que la carga forma un único embarque y está apilada sin dejar ningún espacio libre.
- 11.6.1.12 Volumen bruto de almacenamiento (Vb).- Es el volumen de almacenamiento que se necesita en la práctica para la variedad de mercancías prevista. Es mayor que el volumen neto en un coeficiente (F1) de ajuste, que toma en cuenta los espacios -- perdidos, necesarios para pasillos y ventilación. Para el -- caso de carga general fraccionada F1 tiene el valor de 0.20.
- 11.6.1.13 Superficie media de apilamiento (Sp).- Es la superficie que en la práctica ocupan las pilas de carga. No se incluyen las áreas destinadas a pasillo, oficinas, controles de aduanas y otras.
- 11.6.1.14 Superficie media de almacenamiento (S).- Es la superficie total de la zona de almacenamiento, incluidas tanto las zonas -- de apilamiento como todas las demás superficies. Para el --- cálculo de los almacenes de tránsito de carga fraccionada, se considera el factor de ajuste F<sub>2</sub> del 40%, para las primeras -- fases de planificación.
- 11.6.1.15 Márgen de seguridad (F3).- Es un factor que se debe aplicar para poder hacer frente a las variaciones de la demanda, tanto en las operaciones diarias en el llenado y vaciado de almacén, como en lo referente a las fluctuaciones de la demanda -- de tráfico. Este valor varía entre 25 y 40% en el caso de carga fraccionada.

CUADRO 11.2

## Características de ciertos productos a efectos de planificación de puertos

Producto	Producto a granel, calidad mínima, tonelaje correspondiente (grados)	Características físicas			Método de manipulación	Tipo de almacenamiento	Requisitos especiales
		Coeficiente de peso					
		kg/m <sup>3</sup>	Paquetes	Otros empaques			
<b>CARGAS LÍQUIDAS</b>							
Aceites vegetales		1,1 (39)		Barriles, bidones 1,8 (64)	Tuberías	Depósito	
Láten		1,0 (37)		Bidones 1,5 (52)	Tuberías	Depósito	
Melazas		0,8 (27)		Cestas, cubas 1,4 (50)	Tuberías	Depósito	
Petróleo crudo		1,2 (42)			Tuberías	Depósito	
Productos del petróleo		1,2 (43)			Tuberías	Depósito	
Vinos				Cubas, depósitos 1,8 (63)			
<b>CARGAS SECAS</b>							
<i>Minerales, productos minerales y químicos:</i>							
Alúmina	35	0,6 (21)			Cargador transportador	Cubierto	Limpieza de transportadores y de zonas de almacenamiento cuando se manipule alúmina después de baustita en instalaciones comunes
Arena	30-40	0,5 (19)		Cajones 1,7 (60)	Transportador	Al aire libre	
Arena de ilmenita	40	0,4 (13)			Paquetes Descargador, cinta transportadora	Al aire libre	
Azufre	35-40	0,9 (31)			Transportador	Cubierto	Precauciones sanitarias y contra incendios
Baustita	28 (seca)- 49 (húmeda)	0,8 (28)	1,0 (36)	Barriles 1,3 (47)			Filtro de polvo
			1,1 (39)				

(continuación)

Producto	Producto a granel, calidad normal, cuando corresponde "grados"	Cargas brutas fijas			Cargas brutas de manipuladoras		
		Certeza de escala (porcentaje de exactitud)			Método de manipulación	Tipo de abridor/cubierta	Regulaciones especiales
		A granel	En sacos	Otros envases			
Caolín (arcilla de porcelana) .....	30-35	1,1 (39)			Descargador/cinta transportadora	Cubierto	
Carbon .....	30-45	1,4 (48)	1,3 (46)		Descargador/cinta transportadora	Al aire libre	Para ciertas calidades, precauciones contra incendios
Cemento .....	40*	0,7 (23) 0,9-1,5	1,0 (34)		Transportador de tornillo de Arquimedes y neumático	Totalmente cerrado	Protección contra la humedad, filtro de polvo
				Bidones, cubas 1,1 (40)			
Coque .....	37	2,4 (85)			Descargador/cinta transportadora	Al aire libre	
Coque de petróleo .....	30-40	1,5 (52)			Descargador/transportador	Al aire libre	
Fosfatos naturales .....	30-34	1,0 (34)			Descargador/transportador	Al aire libre o cerrado	Filtro de polvo
Magnesita .....	35	0,7 (25)			Transportador	Cubierto	
Mineral de cromo .....	35	0,4 (14)		Cajones 0,4 (15)			
Mineral de hierro .....	30-50	0,4 (14)			Descargador/cinta transportadora	Al aire libre	Filtro de polvo para ciertas calidades
Mineral de manganeso .....		0,5 (17)	0,7 (23) 0,6 (20)		Transportador	Cubierto	
Mineral de níquel .....				Barrios 0,7 (25)			
Mineral de plomo .....	40	0,4 (13)	0,5 (17)		Paquetes Transportador Paquetes	Cubierto Cubierto	
Piritas de hierro .....	40	0,7 (25)			Descargador/cinta transportadora	Al aire libre	
Potasa .....	32-35	0,9 (33)	1,0 (36)		Descargador/transportador	Cerrado	Filtro de polvo

Sal .....	45	1,0(37)	1,1(37)	Barriles 1,4(41)	Transportador Paquetes	Cubierto Cubierto	Protección contra la humedad
Superfosfatos .....	35		1,1(39)		Paquetes Paquetes	Cubierto Cubierto	
Yeso .....		1,1(38)			Descargador,cinta transportadora	Cubierto	
<i>Productos alimenticios y productos de origen vegetal:</i>							
Algodón .....				Balas 2,7(94)	Paquetes		Protección contra parásitos y gorgojos
Arroz .....			1,5(54)	Barriles 1,9(69)	Paquetes Sacos Paquetes	Cubierto Cerrado	
Avena .....	32	2,1(75)	2,3(80)		Transportador	Cubierto	
Azúcar .....	32	1,3(46)	1,3(46)				Protección contra parásitos y gorgojos
Azúcar sin refinar .....				Cestas 1,5(52) Cajones 2,5(87)	Paquetes	Cubierto	
Cacao .....			1,9(67)		Paquetes	Cubierto	Protección contra gorgojos
Café .....			1,8(65)		Paquetes	Cubierto	
Cebada .....	16-28	1,5(54)	1,7(60)		Transportador Paquetes	Cubierto Cubierto	
Centeno .....	30	1,4(50)	1,6(55)		Transportador	Cubierto	Protección contra parásitos y gorgojos
Copra .....		2,1(73)	2,9(103)		Transportador	Cubierto	
Esparto .....				Balas 4,2(150)	Paquetes	Cubierto	
Frutas perocderas .....				Cajones, cajas de cartón, etc. 2,7(97)	Paquetes	Cubierto	Almacén refrigerado
Frutas cítricas .....				Cajones, cajas de cartón, etc. 2,5(88)	Paquetes	Cubierto	Almacén refrigerado
Harina .....		1,3(45)		Sacos, barriles 1,6(55)	Paquetes	Cubierto	

\* El valor nominal del empaque se difiere de definir porque depende de la cantidad de aire que contiene. Con el aire reemplazado convenientemente, el valor nominal puede disminuir hasta 7%, pero cuando el empaque está completamente y correctamente lleno o vacío, su valor nominal es correcto a los 90°.

(continuación)

Producto	Características físicas			Características de manipulación			
	Producto a granel, unidad mínima, en múltiplos de cinco quintales grandes	Características de estiba [metros cúbicos por contenedor (para referencias estándar)]		Método de manipulación	Tipo de almacenamiento	Agentes químicos	
		6 grande	En sacos				Otras estibas
Harina para animales			1,5 (53)		Paquetes	Cubierto	
Maíz	30-40	1,4 (44)	1,5 (54)		Transportador (neumático)	Cerrado	Protección contra parásitos y gorgojos
Otras legumbres			2,0 (71)				
Patatas		1,6 (57)	1,7 (60)	Cajones, barriles, balsas 1,61 (57)	Paquetes	Cubierto	
Plátanos				Cajas de cartón, cestas, barriles 2,7 (95)	Paquetes	Cubierto	
				Cajas de cartón 3,9 (138)	Transportador de cangilones	Cerrado	Refrigeración
Remolacha azucarera			3,8 (135)		Paquetes	Al aire libre	
Semillas oleaginosas		1,8 (63)	2,1 (74)				
				Cajones, barriles 2,0 (70)	Paquetes	Cubierto	
Semolina			1,7 (61)		Paquetes	Cubierto	Protección contra parásitos y gorgojos
Soja	29	1,2 (44)	1,4 (50)		Transportador	Cubierto	Protección contra parásitos y gorgojos
			1,5 (53)		Paquetes	Cubierto	
Tapioca	25-28	1,3 (47)	1,5 (52)		Transportador	Cerrado	Protección contra parásitos y gorgojos
Uvas				Cajones, barriles 3,9 (140)	Paquetes	Cubierto	
<i>Productos de origen animal:</i>							
<i>Carnes congeladas:</i>			2,3 (80)		Transportador de cangilones	Cerrado	Refrigeración
Balena				Cajas de cartón 2,1 (75)	Transportador de cangilones	Cerrado	Refrigeración

(continuación)

Productos	Puntos de origen, países beneficiarios y/o cantidad en toneladas equivalentes	Cajas de origen vegetal			Método de manipulación	Tipo de atmósfera	Requisitos especiales
		Especificaciones de cajas [verificar cubiertas interiores y exteriores]					
		En gramos	En sacos	Otras unidades			
Harina para animales .....			1.5(53)		Paquetes	Cubierto	
Maíz .....	30-40	1.4(44)			Transportador (neumático)	Cerrado	Protección contra parásitos y gorgojos
			1.5(54)				
Otras legumbres .....			2.0(71)				
				Cajones, barriles, balas 1.61(57)	Paquetes	Cubierto	
Patatas .....		1.6(57)					
			1.7(60)				
				Cajas de cartón, cestas, barriles 2.7(95)	Paquetes	Cubierto	
Plátanos .....				Cajas de cartón 3.9(138)	Transportador de canchilones	Cerrado	Refrigeración
Remolacha azucarera .....			3.8(135)		Paquetes	Al aire libre	
Semillas oleaginosas .....		1.8(63)					
			2.1(74)				
				Cajones, barriles 2.0(70)	Paquetes	Cubierto	
Semolina .....			1.7(61)		Paquetes	Cubierto	Protección contra parásitos y gorgojos
Soja .....	29	1.2(44)			Transportador	Cubierto	Protección contra parásitos y gorgojos
			1.4(50)				
Tapioca .....			1.5(53)		Paquetes	Cubierto	
Trigo .....	25-28	1.3(47)			Transportador	Cerrado	Protección contra parásitos y gorgojos
			1.5(52)				
Uvas .....				Cajones, barriles 3.9(140)	Paquetes	Cubierto	
<i>Productos de origen animal:</i>							
<i>Cárnes congeladas:</i>							
Balena .....			2.3(80)		Transportador de canchilones	Cerrado	Refrigeración
				Cajas de cartón 2.1(75)	Transportador de canchilones	Cerrado	Refrigeración

Cordero .....	3,2(115)		Transportador de cangilones	Cerrado	Refrigeración
Vaca .....	2,6(92)		Transportador de cangilones	Cerrado	Refrigeración
Carnes enlatadas .....			Paquetes	Cubierto	Almacén refrigerado
Cueros húmedos .....			Paquetes	Cubierto o al aire libre	Buena ventilación
Huesos .....	2,4(84)		Transportador	Al aire libre	
Huesos calcinados .....	2,8(100)	1,8(65)	Transportador	Cubierto	
Lana .....			Paquetes	Cubierto	
			Paquetes	Cubierto	
			Paquetes	Cubierto	
Leche condensada .....			Paquetes, cajas de cartón, barriles	Cubierto	
Leche desecada o en polvo .....	1,9(68)		Paquetes	Cubierto	
Mantequilla .....			Cajones, cajas de cartón	Cubierto	
			Cajones, cajas de cartón, barriles	Paquetes	Refrigeración en los climas cálidos
Piel, cueros secos .....			Sin empacar	Paquetes	Cubierto
			Balas	Paquetes	Cubierto
			Balas prensadas	Paquetes	Cubierto
Queso .....			Cajones, cajas de cartón	Cubierto	Almacén refrigerado o refrigeración
Tocno .....			Cajones	Paquetes	Cubierto
			Barriles, cajones	Tuberías	Refrigeración en los climas cálidos
Productos de pescado:				Depósito	
Aceites de pescado .....	1,1(40)		Barriles, cajones	Cerrado	

FOM TRANS NO DEBE  
 SALIR DE LA DEPENDENCIA

(continuación)

Producto	Características físicas			Características de manipulación			
	Producto a granel, talón normal correspondiente (grados)	Coeficiente de costo (arrendo estándar/unidad) (para valores/tonelada)			Método de manipulación	Tipo de almacenamiento	Requisitos especiales
		A granel	En sacos	Otros valores			
Harina de pescado .....		1,8(63)			Paquetes	Cubierto	
Pescado congelado .....				Cajas 2,1(75)	Paquetes	Cerrado	Refrigeración
Pescado en lata .....				Cajones 1,7(60)	Paquetes	Cubierto	
<b>Productos forestales:</b>							
Caucho .....				Hojas 1,7(60)	Grúa	Cubierto	
				Balas, sacos 1,9(66)	Grúa	Cubierto	
				Crepé, cajones 2,0(70)	Grúa	Cubierto	
Corcho .....				4,2(150)	Grúa	Al aire libre	
Madera contrachapada, madera en láminas o cintas .....				2,3(80)	Grúa	Cubierto	
Madera de coníferas .....				1,4-2,0(50-70)	Grúa	Al aire libre	
Madera dura .....				0,9-1,4(30-50)	Grúa	Al aire libre	
Papel .....				Rollos 2,5(90)	Grúa	Cubierto	
				Balas 1,4-2,8(50-100)	Grúa	Cubierto	
Pulpa de madera .....				Balas prensadas 1,7(60)	Grúa	Al aire libre	
Puntales para minas y madera contrachapada .....				2,2-3,4(80-120)	Grúa	Al aire libre	
Traviesas .....				1,3(45)	Grúa	Al aire libre	
<b>Productos metálicos:</b>							
Cobre .....				Lingotes 0,3(11)	Grúa	Cubierto	
				Bobinas 0,9(30)	Grúa	Cubierto	
Concentrados de cobre .....	45	0,5(16)	0,7(25)	Desbastes planas 0,3(12)	Grúa	Cubierto	

Concentrados de zinc .....	40	0,6(21)		Grúa	Cubierto	
Chatarra de hierro y acero .....		1,0(35)		Grúa	Al aire libre	
Estaño .....			Lingotes 0,3(19)	Grúa	Al aire libre	
Estaño en planchas .....			0,3(12)	Grúa	Cubierto	
Hierro y acero .....			Hierro en bruto 0,3(10)	Grúa	Al aire libre para periodos breves	Instalación de desagüe
			Plancha 0,3(12)			
			0,4(15)	Grúa	Cubierto para almacenamiento prolongado	
			Planchas de acero 0,3(12)			
Zinc .....			Lingotes 0,4(15)	Grúa	Cubierto	1 00 1
<b>Vehículos:</b>						
Vehículos automóbiles, desembalados .....			4,0-8,0 (150-300)	Grúa	Al aire libre	
Vehículos automóbiles, desmontados .....			Jaulas 1,0(35)	Grúa	Al aire libre	

Cuadro 11.3 Coeficientes de tiempos de espera: tiempos medios de espera de los buques en una cola  $M/E_2/n$ 

(En unidades de tiempo medio de servicio)

(Llegadas aleatorias, tiempos de servicio distribuidos según la fórmula Erlang 2)

Llegadas	Número de puertos de atracar														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,30	0,32	0,08	0,03	0,02	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,31	0,34	0,09	0,03	0,02	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,32	0,35	0,09	0,03	0,02	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,33	0,36	0,09	0,04	0,02	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,34	0,37	0,10	0,04	0,02	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,35	0,39	0,11	0,04	0,02	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,36	0,41	0,11	0,04	0,03	0,02	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,37	0,43	0,12	0,05	0,03	0,02	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,38	0,44	0,13	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
0,39	0,46	0,13	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
0,40	0,48	0,14	0,06	0,03	0,02	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
0,41	0,50	0,15	0,06	0,03	0,02	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
0,42	0,52	0,16	0,06	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-
0,43	0,54	0,16	0,07	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-
0,44	0,56	0,17	0,07	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-
0,45	0,59	0,18	0,08	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-
0,46	0,61	0,19	0,08	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-
0,47	0,64	0,20	0,09	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-
0,48	0,66	0,21	0,09	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-
0,49	0,69	0,23	0,10	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	-	-	-	-	-
0,50	0,72	0,24	0,11	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	-	-	-	-	-
0,51	0,74	0,25	0,12	0,07	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	-	-	-	-
0,52	0,78	0,26	0,13	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	-	-	-	-
0,53	0,81	0,28	0,13	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	-	-	-	-
0,54	0,84	0,29	0,14	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	-	-	-
0,55	0,88	0,31	0,15	0,09	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	-	-	-
0,56	0,91	0,33	0,16	0,10	0,06	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	-	-
0,57	0,95	0,35	0,17	0,11	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	-
0,58	1,00	0,37	0,18	0,11	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
0,59	1,04	0,39	0,19	0,12	0,08	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
0,60	1,08	0,42	0,20	0,13	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
0,61	1,13	0,44	0,22	0,14	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
0,62	1,18	0,47	0,23	0,15	0,10	0,07	0,06	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
0,63	1,23	0,49	0,25	0,16	0,11	0,08	0,06	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
0,64	1,29	0,51	0,27	0,17	0,12	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01
0,65	1,34	0,53	0,29	0,19	0,12	0,09	0,07	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01
0,66	1,40	0,60	0,31	0,20	0,13	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02
0,67	1,48	0,63	0,33	0,22	0,14	0,11	0,09	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02
0,68	1,55	0,66	0,36	0,23	0,16	0,12	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02
0,69	1,62	0,70	0,38	0,25	0,17	0,13	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
0,70	1,70	0,72	0,42	0,27	0,19	0,14	0,11	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03
0,71	1,80	0,75	0,44	0,29	0,20	0,15	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06	0,04	0,04	0,03	0,03
0,72	1,90	0,83	0,48	0,31	0,22	0,17	0,13	0,11	0,08	0,07	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04
0,73	1,99	0,87	0,51	0,34	0,24	0,18	0,14	0,12	0,09	0,08	0,07	0,05	0,05	0,04	0,04
0,74	2,08	0,93	0,54	0,36	0,26	0,20	0,16	0,13	0,10	0,09	0,08	0,05	0,05	0,05	0,04
0,75	2,20	1,00	0,59	0,39	0,28	0,22	0,17	0,14	0,11	0,10	0,09	0,06	0,06	0,05	0,05
0,76	2,31	1,08	0,63	0,42	0,30	0,24	0,19	0,15	0,13	0,11	0,09	0,07	0,07	0,06	0,06
0,77	2,46	1,16	0,68	0,45	0,33	0,26	0,21	0,17	0,14	0,12	0,11	0,09	0,08	0,07	0,07
0,78	2,59	1,23	0,73	0,49	0,36	0,28	0,23	0,19	0,16	0,13	0,12	0,10	0,09	0,09	0,08
0,79	2,75	1,30	0,79	0,53	0,40	0,31	0,28	0,21	0,17	0,15	0,13	0,11	0,10	0,09	0,08
0,80	2,95	1,40	0,84	0,57	0,43	0,34	0,27	0,22	0,19	0,17	0,15	0,13	0,11	0,10	0,09
0,81	3,17	1,50	0,92	0,63	0,47	0,38	0,30	0,24	0,21	0,19	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10
0,82	3,45	1,70	0,98	0,68	0,52	0,42	0,34	0,27	0,23	0,21	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11
0,83	3,75	1,85	1,08	0,74	0,57	0,47	0,38	0,31	0,26	0,23	0,20	0,18	0,15	0,14	0,13
0,84	4,10	1,90	1,16	0,81	0,64	0,50	0,42	0,34	0,29	0,26	0,22	0,20	0,17	0,16	0,15
0,85	4,40	2,05	1,28	0,90	0,70	0,56	0,46	0,38	0,32	0,29	0,25	0,22	0,19	0,18	0,16
0,86	4,75	2,20	1,40	0,98	0,76	0,61	0,51	0,42	0,36	0,32	0,28	0,25	0,22	0,20	0,18
0,87	5,20	2,40	1,52	1,07	0,84	0,67	0,56	0,47	0,40	0,35	0,31	0,28	0,25	0,23	0,20
0,88	5,60	2,60	1,68	1,16	0,92	0,75	0,63	0,52	0,45	0,39	0,35	0,31	0,28	0,26	0,24
0,89	6,10	2,85	1,83	1,29	1,04	0,83	0,70	0,58	0,50	0,44	0,40	0,36	0,32	0,29	0,27
0,90	6,60	3,20	2,00	1,43	1,12	0,92	0,76	0,64	0,56	0,49	0,44	0,40	0,36	0,33	0,30

## 11.6.2 ECUACIONES

11.6.2.1 Estimación del número aproximado de puestos de atraque necesarios.

$$PC_d = 24(PC_h) (F_t) \quad \text{Ec. 11.1}$$

$$PB_d = (PC_d) (C) \quad \text{Ec. 11.2}$$

$$NPA_d = \frac{Ma}{P_{bd}} \quad \text{Ec. 11.3}$$

$$NPA = \frac{NPA_d}{(DS_a)(Fu)} \quad \text{Ec. 11.4}$$

Donde:

$PC_d$  = Productividad promedio diaria de una cuadrilla (Ton/día-cuadrilla).

$PC_h$  = Productividad promedio diaria por buque (Ton/hora-cuadrilla)

$F_t$  = Fracción de tiempo de trabajo en buques.

$PB_d$  = Productividad promedio diaria por buque (Ton/día-buque)

$C$  = Número de cuadrillas promedio empleadas por buque y por turno.

$NPA_d$  = Número de puestos de atraque necesarios por día o número de días de permanencia de los buques en los puestos de atraque.

$Ma$  = Movimiento de mercancías previsto anualmente (Ton/año).

$NPA$  = Número de puestos de atraque necesarios.

$DS_a$  = Dfas de servicio por año.

$F_u$  = Factor de utilización del puesto de atraque. Las tazas de utilización empleadas son:

Nº PUESTOS	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$F_u$	0.50	0.53	0.56	0.60	0.62	0.65	0.68	0.69	0.70

11.6.2.2 Cálculo del costo de permanencia del buque en el puerto.

$$NPA_{d-p} = \frac{NPA_d}{PA} \quad \text{Ec. 11.5}$$

$$U = \frac{NPA_{d-p}}{DS_a} \quad \text{Ec. 11.6}$$

$$TP_a = 365 (PA) (1+E_1) (U) \quad \text{Ec. 11.7}$$

$$GP_b = (TP_a) (GP_{b-d}) \quad \text{Ec. 11.8}$$

Donde:

$NPA_{d-p}$  = Necesidades de puestos de atraque en dfas por puerto

$U$  = Coeficiente de utilización de puestos de atraque.

$TP_a$  = Tiempo total de permanencia en el puerto en un año - (dfas/año).

$E_1$  = Coeficiente que toma en cuenta el Tiempo de Espera(1)

(1) Ver Manual de Planificación pág. 232 .

según la teoría de colas y comprende el tiempo pasado en la cola. Los valores se obtienen de la Tabla N° 11.3

$GP_b$  = Costo anual de la permanencia del buque en el puerto -- (Dólares/año).

$GP_{bd}$  = Costo medio diario de la permanencia del buque en el -- puerto (Dólares/día).

### 11.6.2.3 Determinación de las necesidades de superficie de Almacena--- miento.

$$A_n = \frac{(M_m) (TT)}{365} \quad \text{Ec. 11.9}$$

$$V_n = \frac{A_n}{\delta} \quad \text{Ec. 11.10}$$

$$V_b = (V_n) (1+F_1) \quad \text{Ec. 11.11}$$

$$S_p = \frac{V_b}{H_p} \quad \text{Ec. 11.12}$$

$$S = (S_p) (1+F_2) \quad \text{Ec. 11.13}$$

$$S_r = (S) (1+F_3) \quad \text{Ec. 11.14}$$

En las que:

$A_n$  = Capacidad necesaria de almacenamiento anual de carga ge  
neral (Ton).

$M_m$  = Movimiento anual de mercancías en el almacén (Ton/año).

$TT$  = Tiempo medio en tránsito de las mercancías (días).

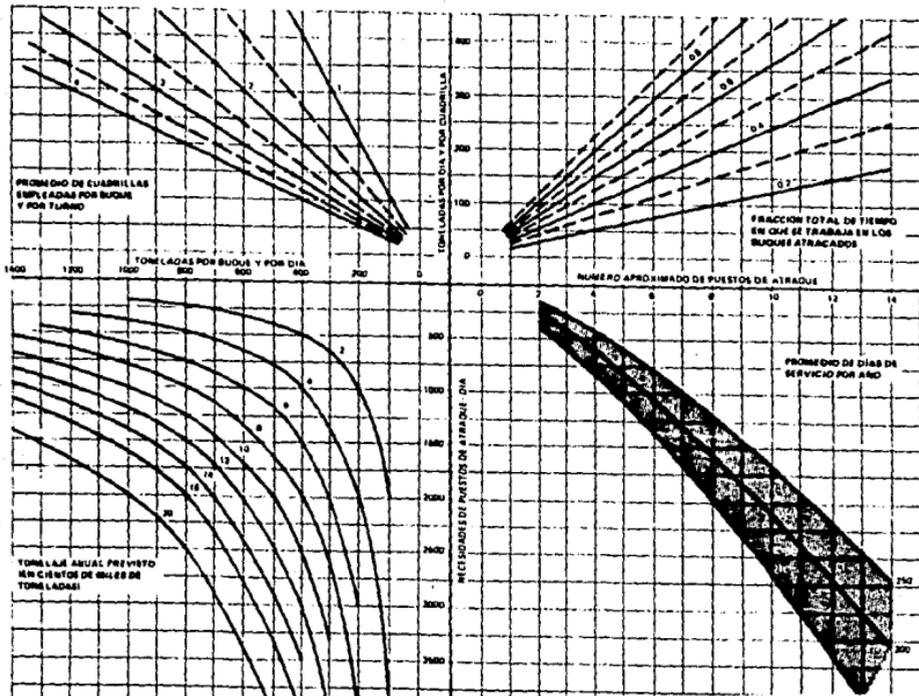
- $V_n$  = Volumen neto de almacenamiento necesario (M<sup>3</sup>)
- $\delta$  = Densidad de las mercancías (Ton/M<sup>3</sup>).
- $V_b$  = Volumen bruto de almacenamiento necesario (M<sup>3</sup>).
- $F_1$  = Coeficiente de ajuste (igual a 0.2 para este tipo de carga).
- $S_p$  = Superficie media de apilamiento (M<sup>2</sup>).
- $H_p$  = Altura media de apilamiento (M).
- $S$  = Superficie media de almacenamiento (M<sup>2</sup>).
- $F_2$  = Coeficiente de ajuste que toma en cuenta todas las superficies de apilamiento como todas las demás superficies (40%).
- $S_r$  = Superficie requerida de almacenamiento.
- $F_3$  = Margen de seguridad (de 25 a 40%).

A continuación se presentan los nomogramas que pueden ser utilizados (de los cuales ya se trató al inicio de esta sección) y posteriormente un ejemplo de aplicación, tanto gráfico como analítico.

# Gráfica II.1.a

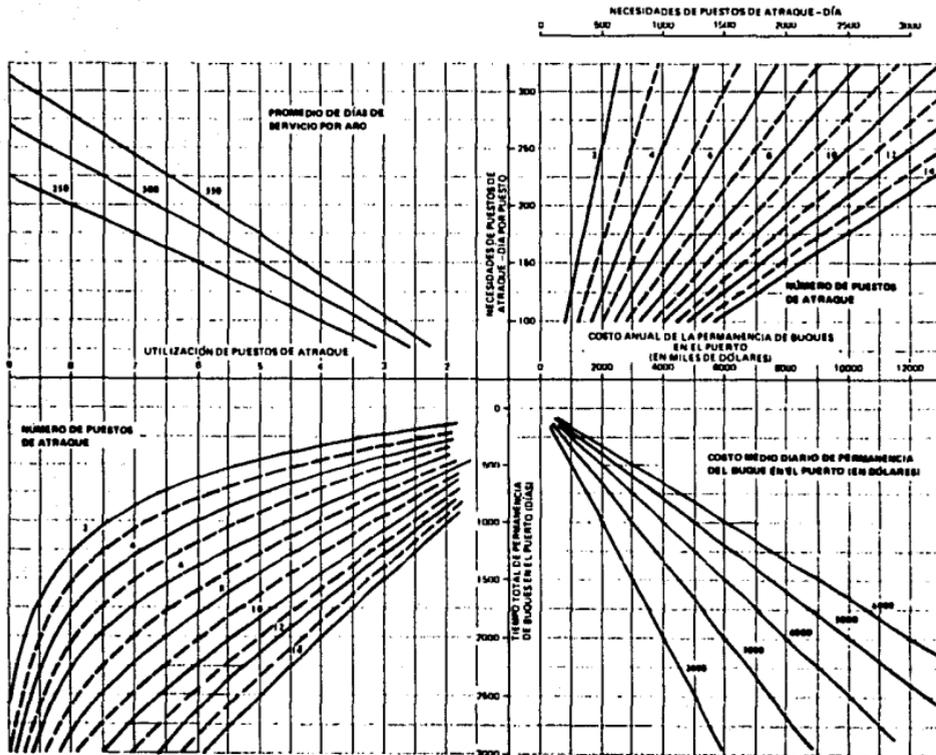
Terminal de carga general fraccionada — Diagrama de planificación

PROMEDIO DE TONELADAS POR HORA - CUADRILLA  
0 5 10 15 20 25 30 35



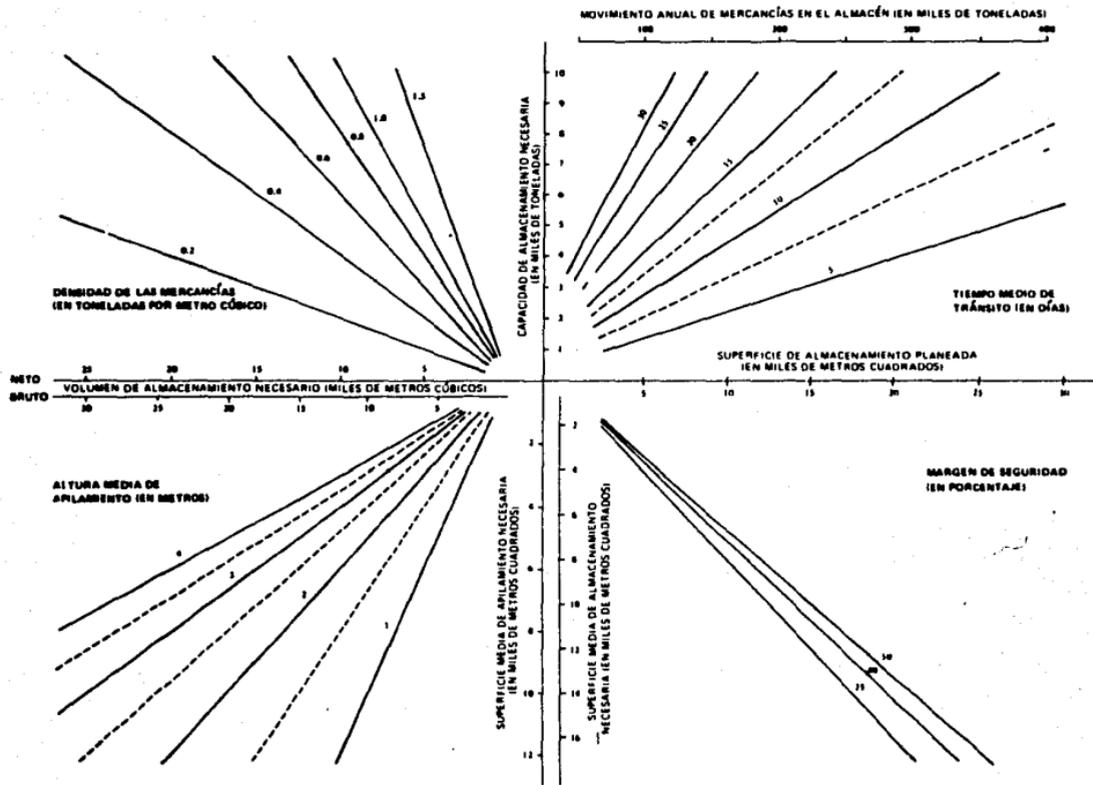
Gráfica II.1.b

Terminal de carga general fraccionada — Diagrama de planificación II



Gráfica II.1.c

Terminal de carga general fraccionada — Diagrama de planificación III: necesidades de superficie de almacenamiento



11.6.3 EJEMPLO: aplicación de las gráficas para carga general fraccionada.

11.6.3.1 Método Gráfico

Se desea determinar las necesidades de puestos de atraque-día, número de días de permanencia de los buques en los puestos de atraque, el número aproximado de puestos de atraque necesarios, el costo anual de permanencia del buque en el puerto y la superficie de almacenamiento requerida.

Datos:

- Nº de toneladas manipuladas por cuadrilla: 11 ton/cuadrilla-hora.
- Nº de turnos trabajados: 2 de 8 horas durante 6 días por semana.
- Nº de cuadrillas empleadas por buque: 3.
- Tonelaje anual previsto: 600,000 ton/año.
- Nº de días de servicio al año: 310 días.
- Costo diario de permanencia del buque en el puerto: \$ 3,500.00 Dólares.
- Tiempo medio en tránsito de las mercancías: 10 días.
- Densidad de las mercancías: 0,6 ton/m<sup>3</sup>
- Altura media de apilamiento: 3 m
- Considerar que 1/3 del tonelaje anual previsto utilizará áreas de almacenamiento.

- 1° Calcúlese la fracción total de tiempo en que se trabajará - en los buques atracados; con la ecuación:

$$Ft = \frac{t_{uhd}}{24 \times 7}, \text{ sustituyendo valores:}$$

$$Ft = \frac{(2)(8)(6)}{24 \times 7} = \frac{96}{168} = 0.57$$

- 2° Trácese en la gráfica 11.1(a) una línea vertical (A), en el cuadrante superior derecho, con los datos:

PCd = 11 ton/cuadrilla-hora y Ft = 0.57 (localizado en -- forma interpolada).

- 3° Desde el último punto trácese una línea (B) horizontal hasta localizar el cuadrante superior izquierdo, la curva que indica el número de cuadrillas promedio a utilizar por buque y por turno (en este caso c=3).

- 4° Descender verticalmente con una línea (C) hasta interceptar la curva que representa el tonelaje anual previsto (en este caso Ma = 600,000).

- 5° Trazar una línea horizontal (D), hasta encontrar la curva - que representa el número de días de servicio por año (en - el ejemplo D<sub>Sa</sub> = 310).

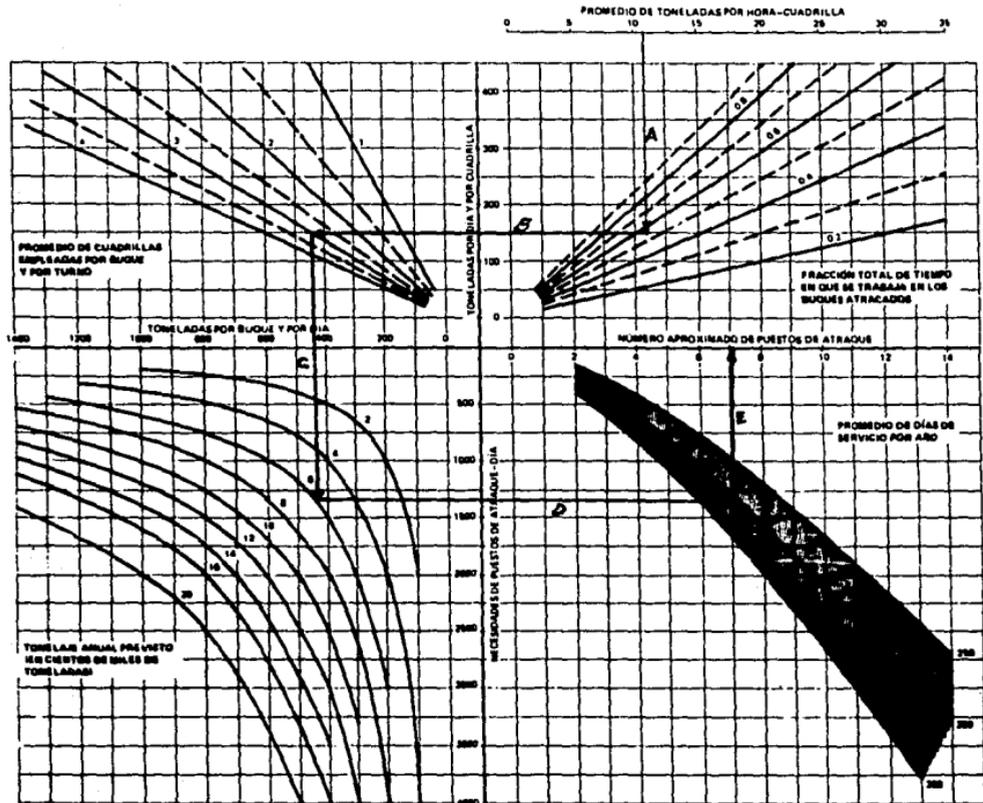
- 6° Dibujar una línea vertical ascendente (E) desde este último punto hasta el eje horizontal, obteniendo el número aproximado de puestos de atraque necesarios (en este caso NPA=7)

- 7° Utilizando la gráfica 11.1(b) con NPA<sub>d</sub> = 1360 (este dato - se obtiene en la gráfica 11.1 (a) en el cruce de la línea D y el eje vertical), ubicado en el cuadrante superior derecho, se traza una línea vertical (F) hasta la curva que representa el número de puestos de atraque propuesto NPA=7.

- 8° Se traza una línea horizontal (G) hasta la curva que indica el número de días de servicio por año ( $DSa = 310$ ).
- 9° Dibújese una línea vertical (H) hasta encontrar la curva -- que representa el número de puestos de atraque.  $NPA=7$
- 10° Trácese una línea horizontal (I) hasta localizar la curva - que representa el costo medio diario de permanencia del buque en el puerto ( $GPbd = 3500$ ).
- 11° Trácese una vertical (J) hasta encontrar sobre el eje horizontal el costo anual de permanencia del buque en el puerto ( $GPb = 6 \times 10^6$  dólares/año).
- 

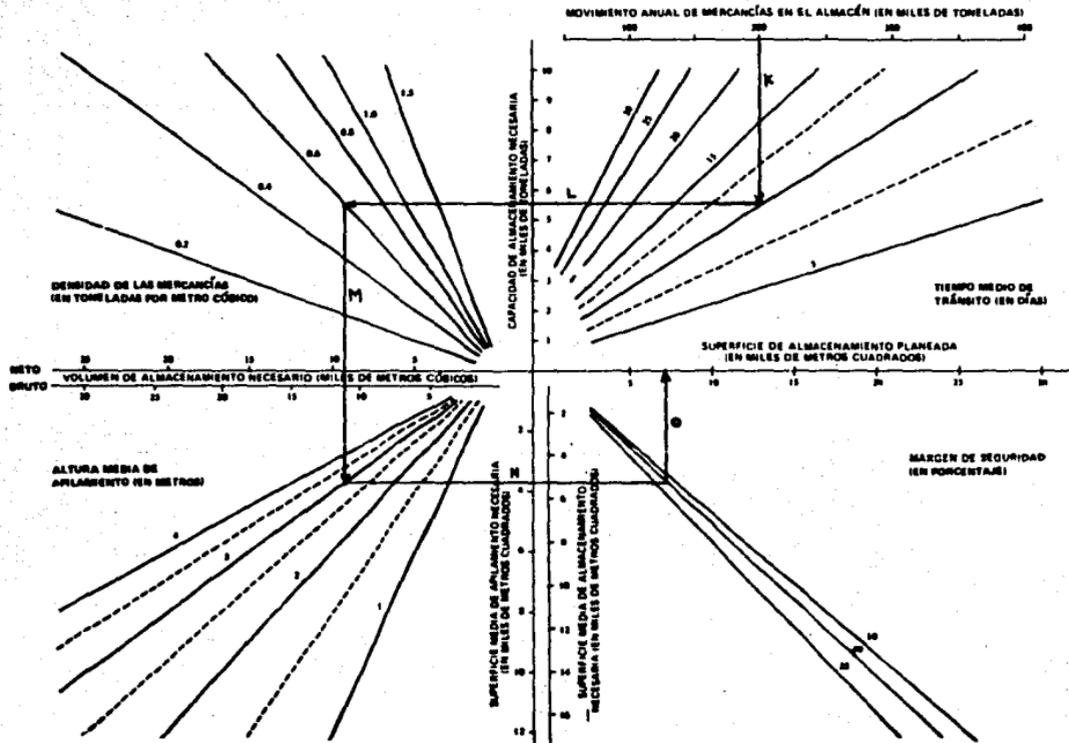
- 12° En la gráfica 11.1 (c) se sitúa la cantidad de mercancía que pasará por almacén; que para este caso  $Mm = 1/3 Ma = 200,000$  ton/año y se dibuja una línea vertical (K) hasta interceptar la curva que representa el tiempo medio en tránsito --- ( $TT = 10$  días).
- 13° Trácese una línea horizontal (L) hasta encontrar la curva - que indica la densidad de las mercancías ( $f = 0.6$  ton/M3).
- 14° Dibujese una línea vertical (M) hasta cruzar la recta que - representa la altura media de apilamiento.
- 15° Dibujese una línea horizontal (N) hasta intersectar la recta que representa el margen de seguridad desado ( $F_3 = 0.40$ ).
- 16° Finalmente se dibuja una línea vertical (O) hasta el eje - horizontal donde se obtiene la superficie de almacenamiento requerida ( $Sr = 7,100$  m<sup>2</sup>).

Gráfica II.1.a Ejemplo  
Terminal de carga general fraccionada — Diagrama de planificación I

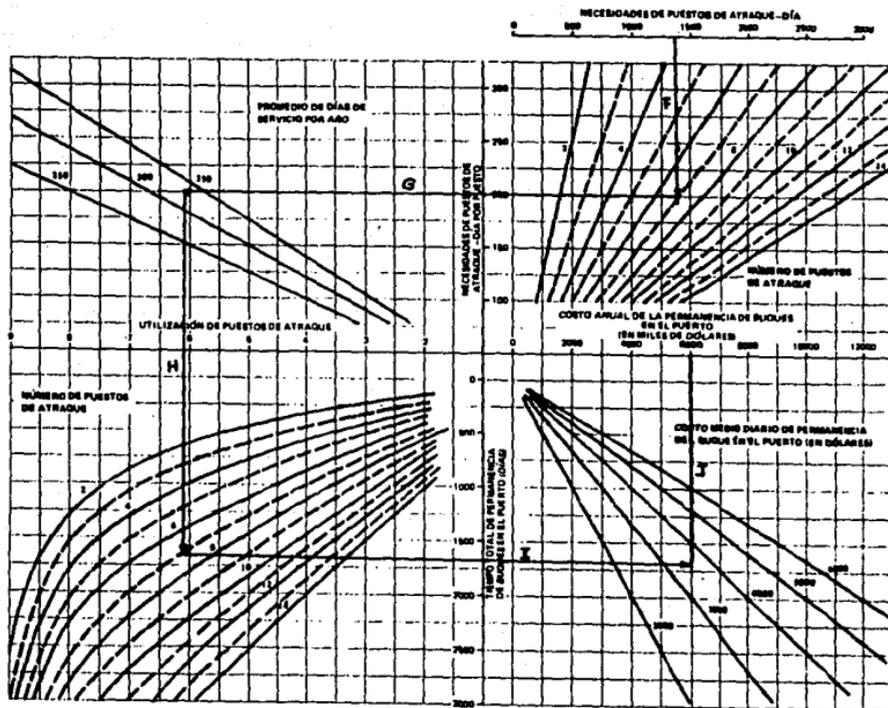


Gráfica II.1.c Ejemplo.

Terminal de carga general fraccionada — Diagrama de planificación III: necesidades de superficie de almacenamiento

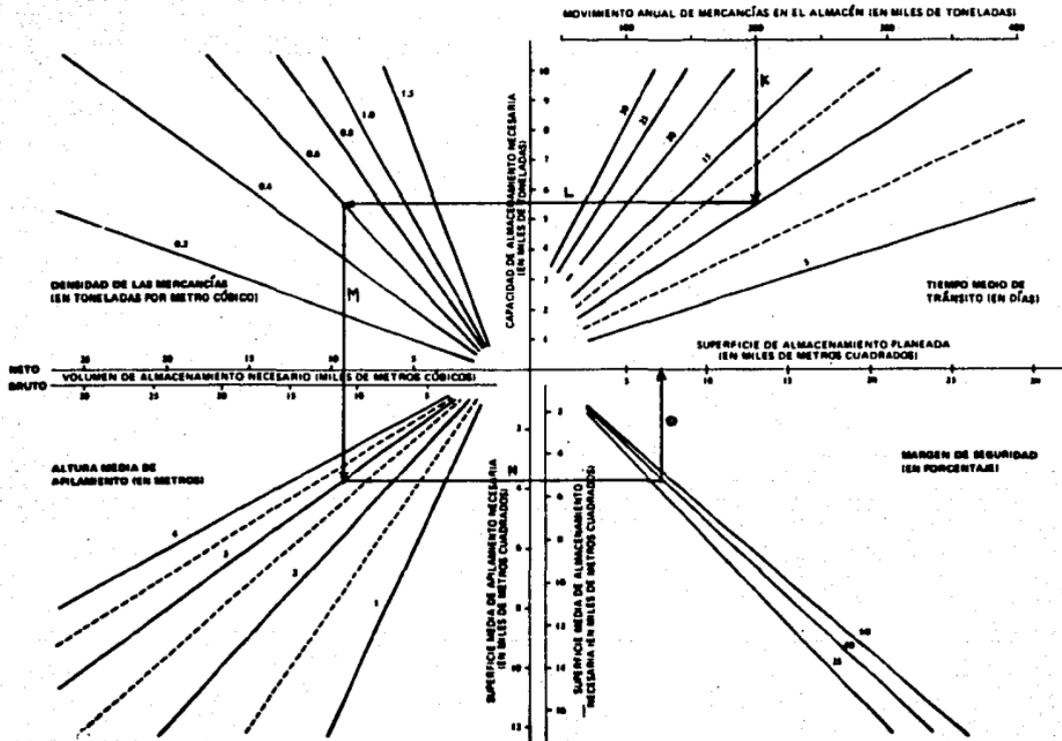


Gráfica II.1.b Ejemplo  
Terminal de carga general fraccionada — Diagrama de planificación II



Gráfica II.1.c Ejemplo.

Terminal de carga general fraccionada — Diagrama de planificación III: necesidades de superficie de almacenamiento



## 11.6.3.2 Procedimiento Analítico.

$$PC_d = 24 (PCh) (Ft) = 24 \left( \frac{11 \text{ Ton}}{\text{Cuadrilla}} \right) 0.57 = 150.48 \text{ t/cua-}$$

drilla-d

$$P_{bd} = (PC_d) (C) = (150.48 \frac{\text{ton}}{\text{cuadrilla-d}}) (3 \text{ cuadrillas}) = 451.44 \text{ ton/dfa.}$$

$$NPA_d = \frac{Ma}{P_{bd}} = \frac{600,000 \text{ ton/año}}{451.44 \text{ ton/d}} = 1,329.08 = 1,329 \text{ días/año.}$$

Suponiendo un  $F_u = 0.62$  (véase definición).

$$NPA = \frac{NPA_d}{(DSa) (F_u)} = \frac{1,329}{310(0.62)} = 6.92 = 7 \text{ puestos de ataque}$$

$$NPA_{d-p} = \frac{NPA_d}{PA} = \frac{1,329 \text{ día/año}}{7} = 189.86 \text{ día/año-puesto.}$$

$$U = \frac{NPA_{d-p}}{DSa} = \frac{189.86 \text{ día/año-puesto}}{310} = 0.6124 = 62\%$$

$$TPa = 365 (PA) (1+E_1)U; \text{ con } U = 0.62 \text{ y } NPA = 7$$

Se obtiene en cuadro 11.3  $E_1 = 0.06$

$$\therefore TPa = 365 (7) (1+0.06) 0.62 = 1,679.15 \text{ días-año.}$$

Ahora,

$$GP_b = (TPa) (GP_{bd}) = 1,679.15 \text{ días (3500 dólares/dfa)} = 5,877,025 \text{ dólares/año.}$$

El valor calculado es aproximadamente similar al obtenido gráficamente.

---

$$A_n = \frac{(Mm) (TT)}{365} = 200,000 \frac{\text{ton}}{\text{año}} \times \frac{10 \text{ días}}{365 \text{ días/año}} = 5,479 \text{ Ton.}$$

$$V_n = \frac{A_n}{d} = \frac{5,479 \text{ ton}}{0,60 \text{ ton/m}^3} = 9,131.67 \text{ m}^3$$

$$V_b = V_n (1+F_1) = 9,131.67 (1+0.20) = 10,958 \text{ m}^3$$

$$S_p = \frac{V_b}{3} = \frac{10,958 \text{ m}^3}{3} = 3,652.67 \text{ m}^2$$

$$S = (S_p) (1+F_2) = 3,652.67 (1 + 0.40) = 5,113.74 \text{ m}^2$$

$$S_r = (S) (1+F_3) = 5,113.74 (1 + 0.40) = 7,159.24 \text{ m}^2$$

$$\therefore S_r = 7,160 \text{ m}^2$$

Que concuerda con el valor obtenido por gráfica.

## 11.7 TERMINAL DE CONTENEDORES

### 11.7.1 DEFINICIONES

El movimiento anual de contenedores es el número total de contenedores, tanto llenos como vacíos destinados a la exportación o a la importación que pasan por la terminal, medido en unidades equivalentes de 20 pies (TEU). Un contenedor de 40 pies equivale a 2 TEU.

El tiempo medio de tránsito es el tiempo medio que transcurre entre el momento en que un contenedor se coloca en el patio, tras haber sido descargado, hasta el momento en que se retira para la entrega y viceversa en el caso de la exportación.

La superficie necesaria por TEU es la cifra determinada por el método de operación del patio. Se pueden utilizar los valores siguientes:

CUADRO 11.4

	<u>Altura de Apilamiento</u> (número de contenedores)	<u>M<sup>2</sup> por TEU</u>
Contenedores sobre chasis	Uno	65
Caballete (Straddle Carrier)	Uno	30
	Dos	15
	Tres	10
Grúa de pórtico (Transtainer)	Dos	15
	Tres	10
	Cuatro	7.5

Por necesidades netas de superficie de almacenamiento en tránsito se entiende, la superficie teórica que se necesitaría si en todos los sectores del patio los contenedores se apilarán hasta la altura máxima.

La relación entre la altura media y la altura máxima de apilamiento

to es la media global que se deriva en la práctica de la necesidad de organizar los contenedores. Si se cuenta con un personal capacitado y bien dirigido esa relación puede ser incluso de 0.9, pero 0.7 es una cifra más común y, tratándose de una terminal nueva, en la que la mano de obra todavía no tiene experiencia, sería más prudente escoger la cifra de 0.5.

El horario normal de trabajo en el buque por día es el número de horas del día laborables en que se presta servicio a los buques -- cuando hay que cargar o descargar contenedores.

El promedio de TEU por hora y grúa es el número medio de TEU's que pueden manipularse durante todo el tiempo en que hay contenedores para cargar o descargar. La cifra es baja debido a que pueden producirse interrupciones por diversas razones. No sería prudente suponer más de 15 TEU's por hora en una terminal hasta que todos los sistemas funcionen bien y la mano de obra esté plenamente capacitada.

El número de grúas por puesto de atraque es el número de grúas que se propone para la operación de cada puesto de atraque de la terminal. La experiencia muestra una eficiencia del 100% con una grúa, con dos grúas por puesto de atraque la eficiencia no pasa del 90 % y con tres grúas del 80 % por lo que los coeficientes de eficiencia serán 1.0, 1.8 y 2.4 respectivamente. En la gráfica se han -- utilizado esos valores.

El cargamento medio del buque en TEU's es el número medio de contenedores descargados y cargados, incluidos los contenedores vacíos por buque.

El tiempo medio de permanencia en el puesto de atraque por buque -- es el tiempo de servicio calculado más un periodo de una hora para atracar y desatracar (dos horas en total).

El número de días en servicio por año. Véanse las definiciones --

anteriores (carga fraccionada).

## 11.7.2 ECUACIONES

### 11.7.2.1 Estimación de superficies de almacenamiento necesarias:

$$A_n = \frac{(M_c) (T_T)}{365} \quad \text{Ec. 11.15}$$

$$S_n = (A_n) (S_o) \quad \text{Ec. 11.16}$$

$$S_b = \frac{S_n}{H/H \text{ máx.}} \quad \text{Ec. 11.17}$$

$$S_r = (S_b) (1 + F_4) \quad \text{Ec. 11.18}$$

Siendo:

$A_n$  = Capacidad necesaria de almacenamiento anual del patio de contenedores (TEU).

$M_c$  = Movimiento anual de contenedores (TEU/año).

$T_T$  = Tiempo medio de tránsito de contenedores en la Estación ---- (días).

$S_n$  = Superficie neta necesaria de almacenamiento en tránsito ( $m^2$ )

$S_o$  = Superficie necesaria por TEU ( $m^2/TEU$ ) (Véase cuadro No. 11.4).

Sb = Superficie bruta necesaria de almacenamiento de tránsito (m<sup>2</sup>).

$\bar{H}$  = Altura media de apilamiento en el almacén (m).

H máx = Altura máxima de apilamiento en el almacén (m).

Sr = Superficie requerida del patio de contenedores (m<sup>2</sup>).

F<sub>4</sub> = Factor de seguridad (varía de 0.25 a 0.40).

#### 11.7.2.2 Cálculo de la superficie de la Estación de Consolidación y Desconsolidación (ECD).

$$Ancd = \frac{(Mcd) (TTC)}{365} \quad \text{Ec. 11.19}$$

$$Spcd = 29 \frac{(Ancd)}{\bar{H}cd} \quad \text{Ec. 11.20}$$

$$Scd = (Spcd) (1 + F_5) \quad \text{Ec. 11.21}$$

$$Srcd = (Scd) (1 + F_4) \quad \text{Ec. 11.22}$$

Siendo:

Ancd = Capacidad de almacenamiento necesaria de la estación de consolidación y desconsolidación (TEU)/día.

Mcd = Movimiento anual de contenedores en la ECD (TEU/año).

TTC = Tiempo medio en tránsito en la ECD (días).

Spcd = Superficie de apilamiento de la ECD (m<sup>2</sup>).

$\bar{H}cd$  = Altura media de apilamiento de los contenedores en la -

ECD (m).

Scd = Superficie media de almacenamiento de la ECD (m<sup>2</sup>).

F<sub>5</sub> = Coeficiente que toma en cuenta las áreas de acceso --  
(varfa de 0.25 a 0.50).

Srcd = Superficie requerida de almacenamiento de la ECD (m<sup>2</sup>).

F<sub>4</sub> = Coeficiente (de 0.25 a 0.40), que considera el márgen  
de seguridad.

### 11.7.2.3 Cálculo del número de puestos de atraque necesarios:

$$PCg = (J) (R) \quad \text{Ec. 11.23}$$

$$Ppa = (PCg) (\gamma_g) \quad \text{Ec. 11.24}$$

$$TP = \frac{24 (V_c)}{Ppa} + To \quad \text{Ec. 11.25}$$

$$NPAd = \frac{(TP) (B)}{24} \quad \text{Ec. 11.26}$$

Donde:

PCg = Productividad de la cuadrilla por día y por grúa en la terminal de contenedores (TEU/grúa-día) (varfa de 15 a 30 TEU/hora-cuadrilla).

J = Jornada normal de trabajo (horas).

R = Rendimiento real de la grúa (TEU/hora).

Ppa = Productividad en el puesto de atraque por día - - - -  
(TEU/día- puesto de atraque).

$\eta_s$  = Coeficiente de eficiencia que toma en cuenta el número de grúas por puesto de atraque

Nº de Grúas	1	2	3
$\eta_s$	1,00	1.8	2.4

$V_c$  = Cargamento del buque (TEU).

$T_o$  = Tiempo de atraque y desatraque (Horas) (más o menos son 2 horas).

$NPAd$  = Necesidades anuales de puesto de atraque-día.

$TP$  = Tiempo medio de permanencia en el puesto de atraque por buque (horas).

$B$  = Número de buques por año.

#### 11.7.2.4 Estimación del costo de permanencia de los buques en el puerto.

$$NPAd-p = \frac{NPAd}{PA} \quad \text{Ec. 11.27}$$

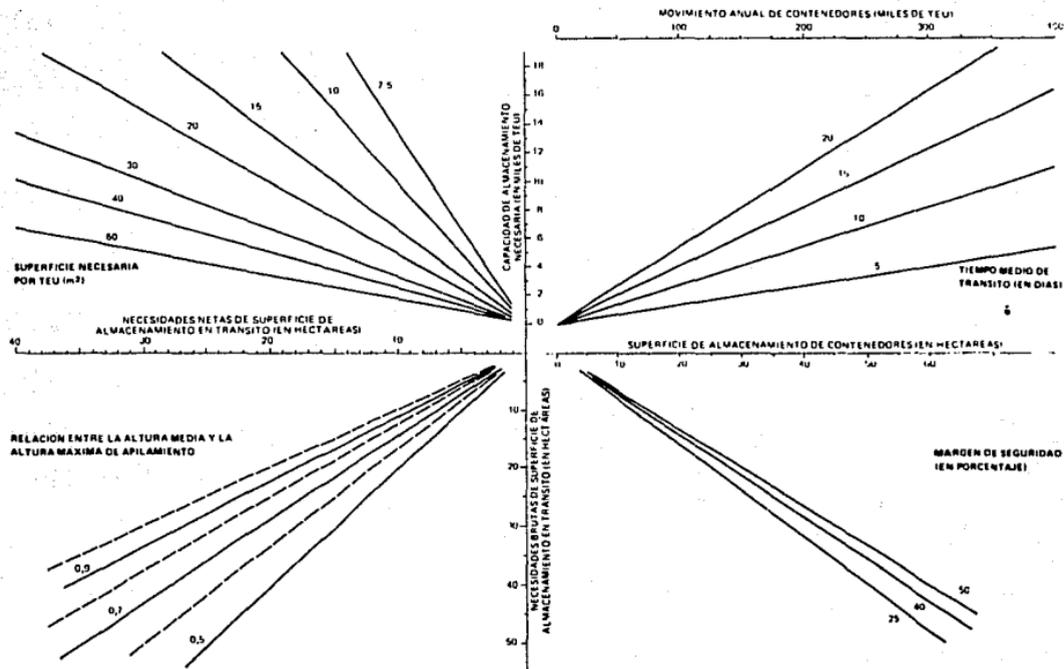
$$U = \frac{NdPA}{DS} \quad \text{Ec. 11.28}$$

$$TPa = 365 (PA) (U) (1 + E_2) \quad \text{Ec. 11.29}$$

$$GPbd = (TPa) GPbd \quad \text{Ec. 11.30}$$

Gráfica 11.2.a

Terminal de contenedores — Diagrama de planificación I: zona de almacenamiento de contenedores



NOTA: 1 hectómetro = 100 metros

Siendo:

- NPA<sub>d</sub>-p= Necesidades de días de puestos de atraque por puesto de atraque (días/puesto).
- PA = Número de puestos de atraque propuestos(ó necesarios).
- U = Utilización de los puestos de atraque ( % ó decimal).
- DS = Días de servicio por año por puesto de atraque.
- TPa = Tiempo total de permanencia de los buques en el puerto -- (días/año).
- E<sub>2</sub> = Coeficiente que toma en cuenta el tiempo de espera , según la teoría de colas. Véase cuadro N° 11.5 (aplicable a terminales especializadas).
- GPb = Costo anual de permanencia de los buques en el puerto --- (dólares/año).
- GPbd= Costo medio diario de la permanencia de los buques en el puerto (dólares/día).

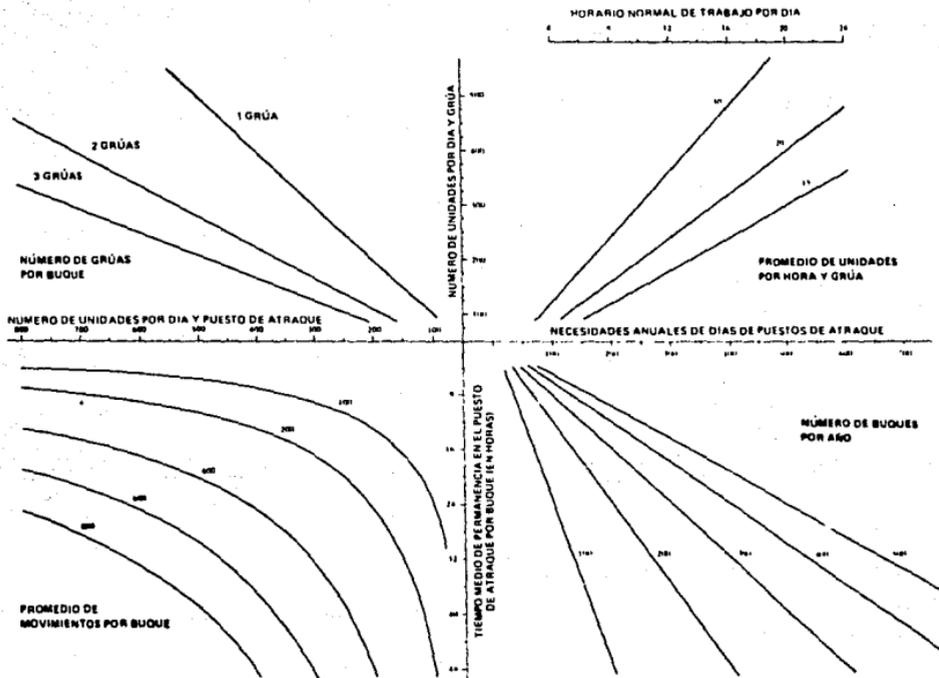
Cuadro 11.5

Tiempos medios de espera de los buques en una cola E<sub>2</sub>/E<sub>1</sub>n  
(En unidades de tiempo medio de servicio)

Utilización	Número de puestos de atraque							
	1	2	3	4	5	6	7	8
0.10	0.02	0	0	0	0	0	0	0
0.15	0.03	0.01	0	0	0	0	0	0
0.20	0.06	0.01	0	0	0	0	0	0
0.25	0.09	0.02	0.01	0	0	0	0	0
0.30	0.13	0.02	0.01	0	0	0	0	0
0.35	0.17	0.03	0.02	0.01	0	0	0	0
0.40	0.24	0.06	0.02	0.01	0	0	0	0
0.45	0.30	0.09	0.04	0.02	0.01	0.01	0	0
0.50	0.39	0.12	0.05	0.03	0.01	0.01	0.01	0
0.55	0.49	0.16	0.07	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01
0.60	0.63	0.22	0.11	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01
0.65	0.80	0.30	0.16	0.09	0.06	0.05	0.03	0.02
0.70	1.04	0.41	0.23	0.14	0.10	0.07	0.05	0.04
0.75	1.38	0.58	0.32	0.21	0.14	0.11	0.08	0.07
0.80	1.87	0.83	0.46	0.33	0.23	0.19	0.14	0.12
0.85	2.80	1.30	0.75	0.55	0.39	0.34	0.26	0.22
0.90	4.36	2.00	1.20	0.92	0.65	0.57	0.44	0.40

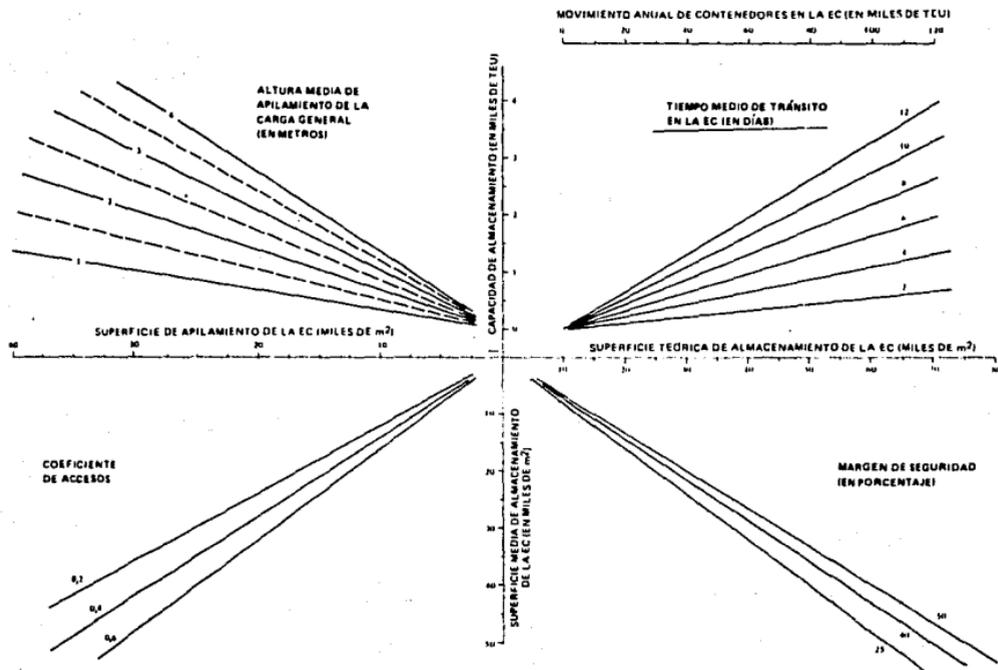
Gráfica 11.2.c

Terminal de contenedores — Diagrama de planificación III: días de puerto de atraque que se requieren



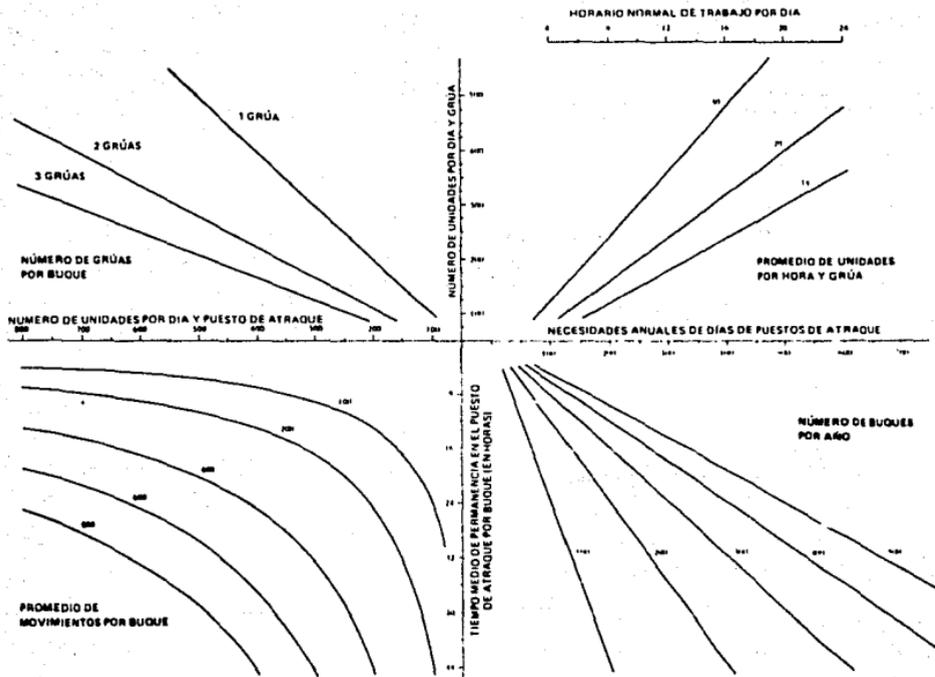
Gráfica 11.2.b

Terminal de contenedores — Diagrama de planificación II: superficie de la estación de contenedores



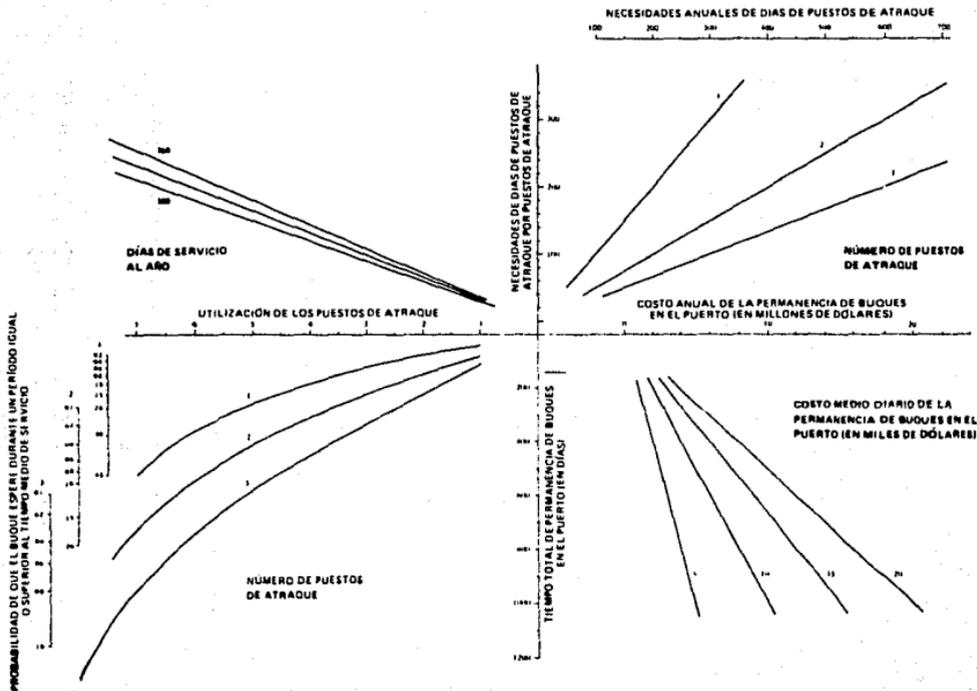
Gráfica 11.2.c

Terminal de contenedores — Diagrama de planificación III: días de puerto de atraque que se requieren



Gráfica 11.2.d

Terminal de contenedores — Diagrama de planificación IV: costo de la permanencia de buques en el puerto



11.7.3

EJEMPLO: Se desea obtener:

- a) La superficie de almacenamiento de contenedores (Sr).
- b) La superficie teórica de almacenamiento de la estación de consolidación y desconsolidación (Srcd).
- c) Necesidades anuales de días de puesto de atraque en la terminal de contenedores (NPAd-p).
- d) Costo anual de la permanencia de los buques portacontenedores en el puerto (GPb).

Mediante los datos siguientes:

$$M_c = 200,000 \text{ TEU/año}$$

$$T_T = 10 \text{ Días}$$

$$M_{cd} = 60,000 \text{ TEU/año}$$

$$T_{Tc} = 6 \text{ Días}$$

$$J = 16 \text{ horas (2 jornadas de 8 horas).}$$

- Considere que se cuenta con un puesto de atraque con dos grúas.

$$B = 200 \text{ Buques/año}$$

$$G P_{bd} = 10000 \text{ dólares/día}$$

$$D_S = 300 \text{ días/año.}$$

11.7.3.1 Solución Analítica.

- a) Con la fórmula 11.15 y los datos proporcionados se obtiene:

$$A_n = \frac{(M_c) (T_T)}{365} = \frac{(200,000) (10)}{365} = 5,410 \text{ TEU}$$

Ahora, suponiendo que se realizará la operación mediante ---  
Straddle - Carrier y que se apilarán los contenedores en una  
sola capa, entonces  $S_o = 30 \text{ m}^2/\text{TEU}$  (de la tabla 11.4).

$$S_n = (A_n) (S_o) = (5480) (30) = 164,400 \text{ m}^2$$

Dado que se estará apilando en una sola capa la relación.

$$\frac{H}{H_{\max}} = 1 \quad \text{por lo que:}$$

$H_{\max}$

$$S_b = \frac{S_n}{H/H_{\max}} = \frac{164,400}{1} = 16.44 \text{ Ha. (hectáreas).}$$

Asumiendo un margen de seguridad de un 50; entonces, se debe  
rá proveer una superficie de almacenamiento de:

$$S_r = (S_b) (1+F_4) = (16.44) (1.40) = 23.0 \text{ Ha}$$

b) Superficie teórica de almacenamiento de la ECD

Con :

$$M_{cd} = 60,000 \text{ TEU/año ; } T_{Tc} = 6 \text{ días}$$

$$A_{ncd} = \frac{(M_{cd}) (T_{Tc})}{365} = \frac{(60,000) (6)}{365} = 986 \text{ TEU/día}$$

$$S_{pcd} = \frac{(29) (A_{ncd})}{H_{cd}} = \frac{29 (986)}{2\text{m}} = 14,297 \text{ m}^2$$

$$S_{cd} = (S_{pcd}) (1+F_5) = 14,297 (1.4) = 20,015.80 \text{ m}^2$$

$$S_{r_{cd}} = (S_{cd}) (1+F_4) = (20,015) (1+0.40) = 28,022 \text{ m}^2$$

Valor que corresponde con el que se obtiene en la gráfica  
11.2.b Ejemplo.

Por lo tanto la superficie teórica de almacenamiento de la ECD es de 28,022 m<sup>2</sup>.

c) Necesidades anuales de días de puesto de atraque:

Considerando una productividad de 15 TEU/grúa-hora y -- dos jornadas de ocho horas c/u se tiene:

$$PCg = (J) (R) = (2) (8) (15) = 240 \text{ TEU/grúa-día}$$

$$Ppa = (PCg) (f_z) = (240) (1.6) = 432 \text{ TEU/día-p.a.}$$

Considerando un cargamento del buque de 400 TEU.

$$TP = \frac{29 (Vc)}{Ppa} + T_o = \frac{(24) (400)}{432} + 2 = 22.22 +$$

$$+ 2 \text{ hors} = 24.22 \text{ hrs.}$$

Que es el tiempo de servicio calculado, incluyendo el -- tiempo de atraque y desatraque.

$$NPAd = \frac{(TP) (B)}{24} = \frac{(24.22) (200)}{24} = 201.84 = 202 \text{ --}$$

días

En la gráfica 11.2 (c) se puede observar que se obtiene -- un valor similar.

d) Costo de la permanencia del buque:

$$NPAd-p = \frac{NPAd}{PA} = \frac{201}{1} = 201 \text{ días}$$

$$U = \frac{NdPA}{Dspuesto} = \frac{201}{300} = 0.67$$

$$TPa = (365) (PA) (U) (1+E_2), E_2 = 0.90 \text{ de cuadro ---} \\ 11.5 \text{ e interpolando}$$

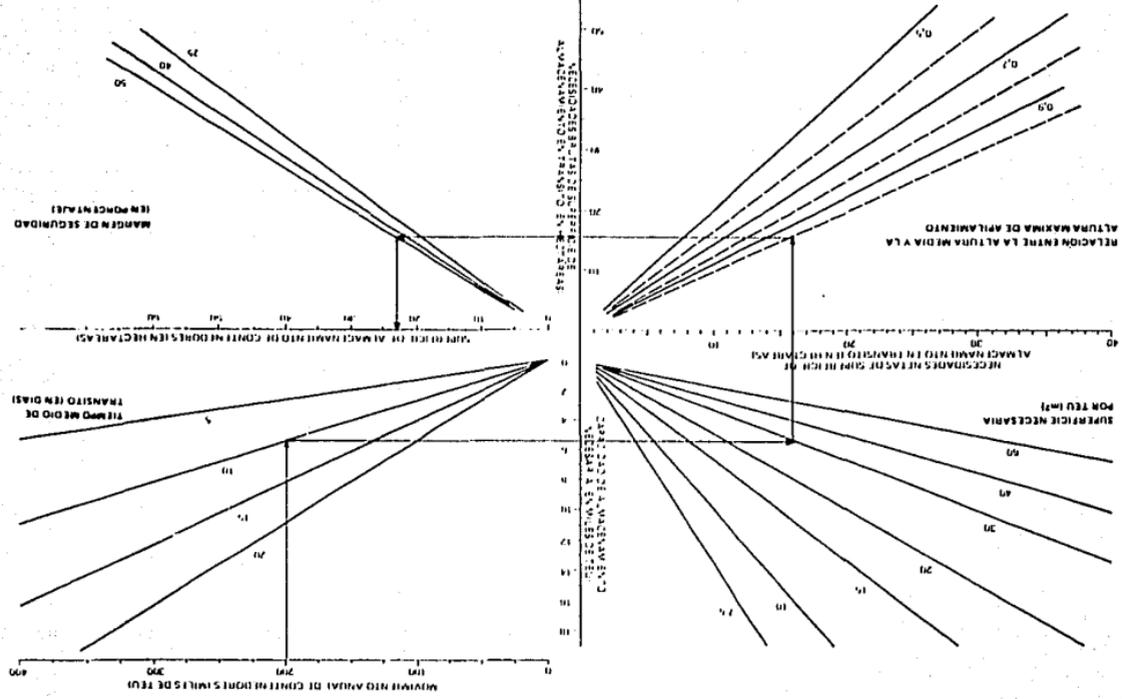
$$TPa = (365) (1) (0.67) (1 + 0.90) = 464.65 \text{ días -} \\ \text{año.}$$

$$GP_{bd} = (TPa) (GP_{bd}) = (464.65) (10,000)$$

$$GP_{bd} = 4,646,500 \text{ dólares/año}$$

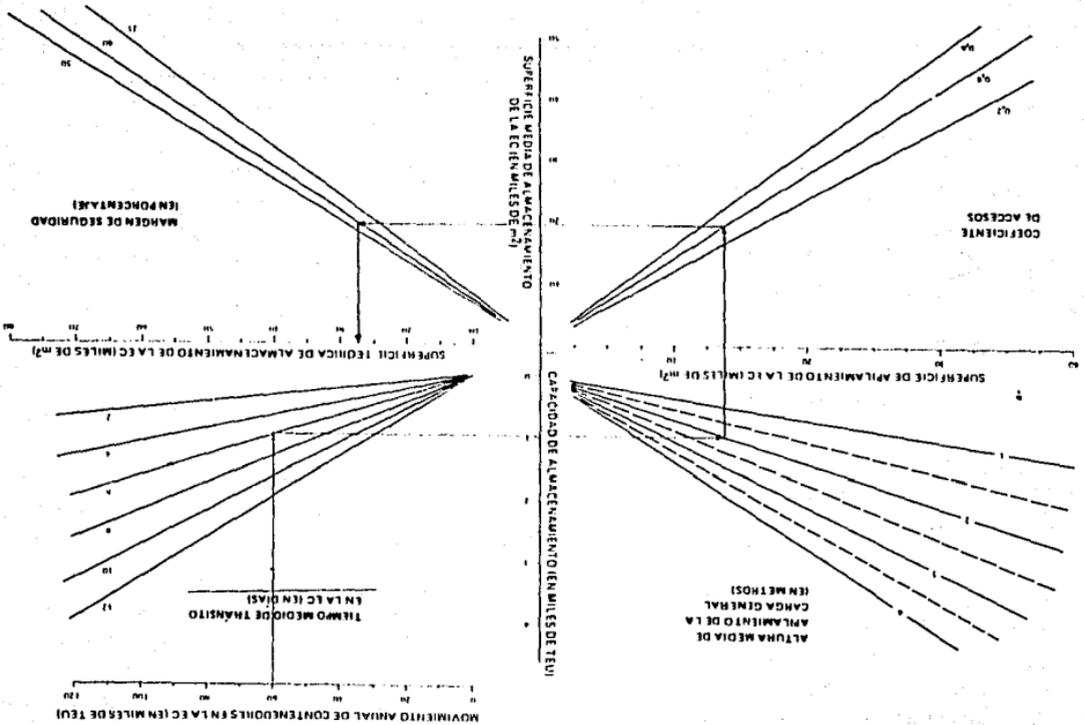
A continuación se muestra el procedimiento en forma gráfica.

Terminal de contenedores -- Diagrama de planificación : zona de almacenamiento de contenedores



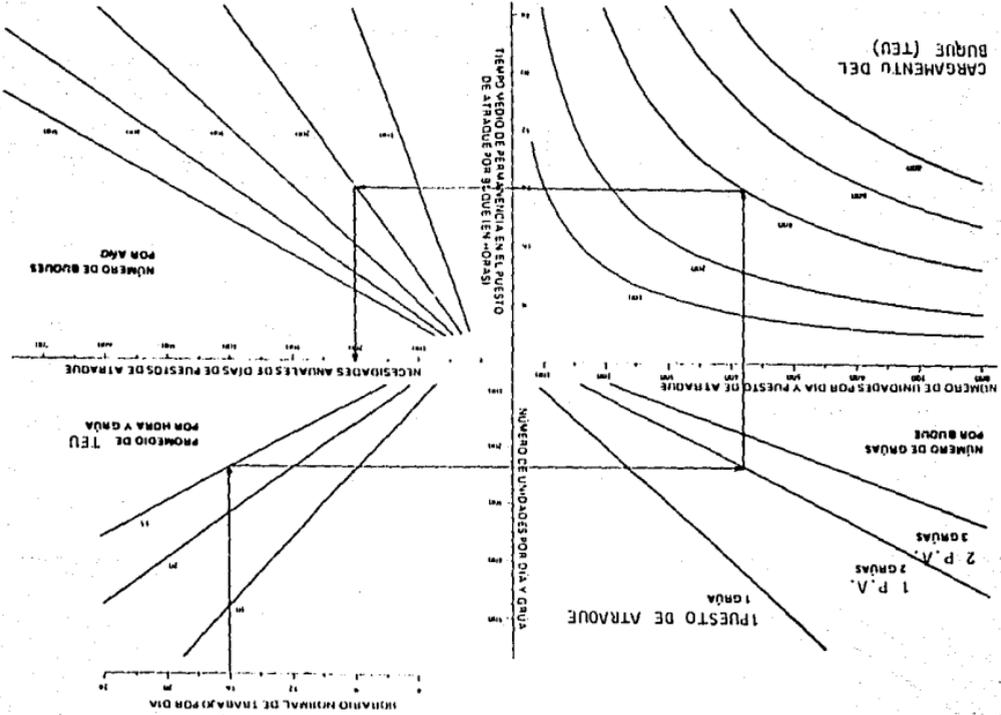
Gráfica 11.2. b [E] cmpl.

Terminal de contenedores - Diagrama de planificación II: superficie de la estación de contenedores

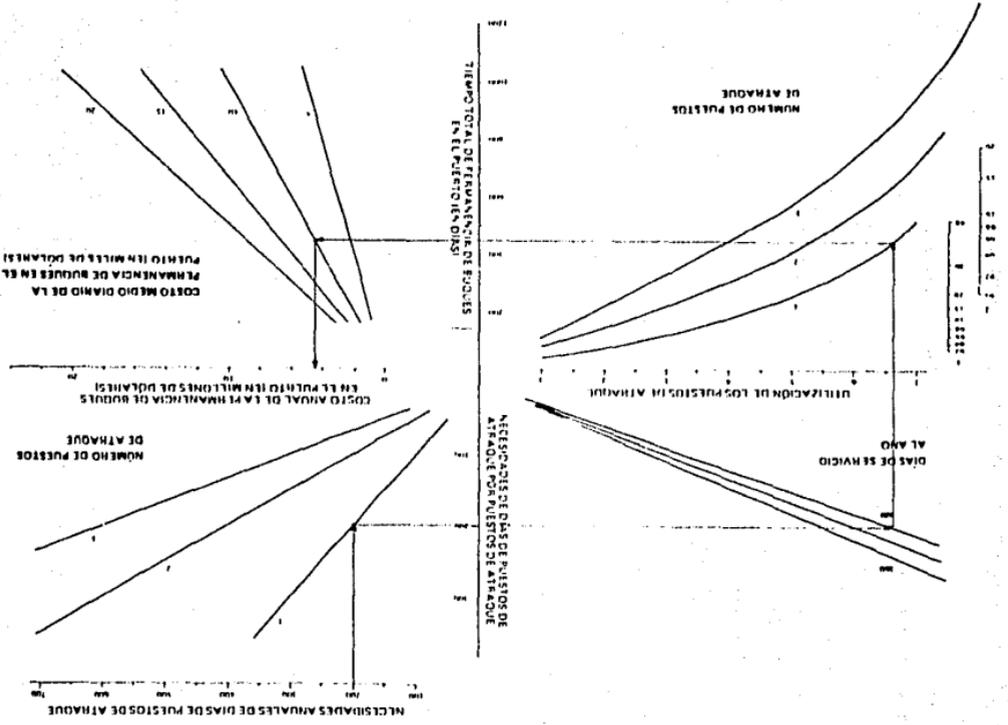


Gráfica 11.2.c Ejemplo.

Terminal de contenedores -- Diagrama de planificación 11: días de puerto de atraque que se requieren



ACERCA DEL DÍA QUE LA BUENA ESTERÁ DURANTE UN PERIODO TOTAL  
 OBTENIENDO AL TIEMPO MEDIO DE SERVICIO



Terminal de contenedores — Programa de planificación IV: costo de la permanencia de buques en el puerto

Gráfica 11.2.ii Ejemplo.

## 11.8 TERMINALES PARA CARGA SECA A GRANEL

### 11.8.1 ECUACIONES

11.8.1.1 Relaciones para determinar el tiempo de permanencia en el puesto de atraque.

$$Re = (Rn) (\eta) \quad \text{Ec. 11.31}$$

$$Pb = (Re) (q) \quad \text{Ec. 11.32}$$

$$Pn = \frac{(Pb) (T)}{24} \quad \text{Ec. 11.33}$$

$$TP = \frac{(V-m)}{Pn} + T_0 \quad \text{Ec. 11.34}$$

Siendo:

Re = Rendimiento efectivo del equipo de carga/descarga en (ton/hora).

Rn = Rendimiento nominal de equipo (ton/hora).

$\eta$  = Coeficiente de eficiencia del servicio de un buque completo. Toma en cuenta el tiempo perdido en la estiba, limpieza, el movimiento entre bodegas y las interrupciones necesarias durante el trabajo y se ha observado que varía en un rango de 0.30 a 0.80.

Pb = Productividad bruta del equipo de un buque completo - (ton/hora-buque).

q = Coeficiente que toma en cuenta la eficiencia según el número de equipos por puesto de atraque:

N° de grúas por puesto	1	2	3	4	5
q	1	1.75	2.25	2.60	2.85

$P_n$  = Productividad neta del equipo de un buque completo -- (ton/hora).

$T$  = Tiempo promedio de trabajo por día (horas).

$TP$  = Tiempo medio de permanencia en el puesto de atraque - (horas).

$V_m$  = Volumen medio de los cargamentos (ton).

$T_o$  = Tiempo de atraque y desatraque (horas) (aprox. 2 horas).

#### 11.8.1.2 Cálculo del costo de permanencia del buque en el puerto.

$$NPA_d = \frac{(TP) (B)}{24} \quad \text{Ec. 11.35}$$

$$U = \frac{NPA_d}{DS^1} \quad \text{Ec. 11.36}$$

$$TP_a = (365) (PA) (U) (1+E_2) \quad \text{Ec. 11.37}$$

$$GP_b = (TP_a) (GPB_d) \quad \text{Ec. 11.38}$$

En las que:

$NPA_d$  = Necesidades anuales de días de puestos de atraque.

$B$  = Número de buques por año.

$U$  = Utilización de los puestos de atraque (%).

DS' = Días de servicio al año por terminal. Por ejemplo, para una terminal con dos grupos de puestos de atraque, en cada una de las cuales pueden atracar buques durante 300 días al año, tendría un tiempo de servicio de la terminal de 600 días/año.

TPa = Tiempo de permanencia del buque en el puerto (días/año).

E<sub>2</sub> = Coeficiente que toma en cuenta el tiempo de espera(1) según la teoría de colas.

GPb = Costo anual de permanencia de los buques en el puerto (dólares/año).

GPtd = Costo medio diario de la permanencia del buque en el puerto (dólares/día).

11.8.1.3 Expresiones para el cálculo de la capacidad del almacenamiento.

$$H \text{ máx} = \left(\frac{1}{2}\right) (a) \tan \theta \quad \text{Ec. 11.39}$$

$$S \text{ secc. transv. máx.} = \left(\frac{1}{2}\right) (a)^2 (\tan \theta) \quad \text{Ec. 11.40}$$

$$S \text{ secc. transv.} = \left(\frac{\bar{H}}{H \text{ máx.}}\right) \cdot \left(2 - \frac{\bar{H}}{H \text{ máx.}}\right) (S \text{ secc. transv. máx.}) \quad \text{Ec. 11.41}$$

$$V = (S \text{ secc. transv.}) (L)$$

$$\text{Cap} = \frac{V}{T} \quad \text{Ec. 11.42}$$

En las que:

---

(1) Para terminales de carga seca a granel se aplican las mismas estadísticas empleadas en terminales de contenedores.

$H_{\text{máx}}$  = Altura máxima del apilamiento (m)

$L$  = Longitud del apilamiento (m)

$a$  = Ancho del apilamiento (m)

$\theta$  = Talud natural del material.

$S_{\text{sec. trans. máx.}}$  = Superficie máxima de la sección transversal del apilamiento ( $m^2$ )

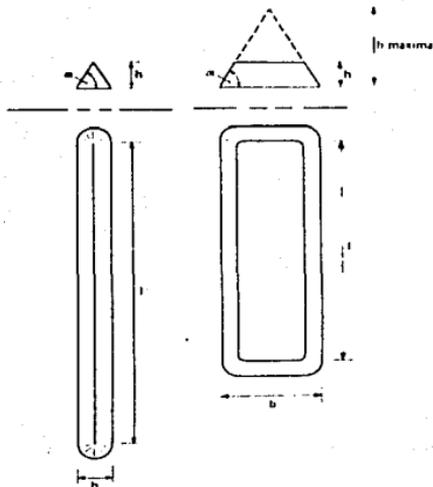
$S_{\text{sec. trans.}}$  = Superficie de la sección transversal ( $m^2$ )

$V$  = Volumen del apilamiento ( $m^3$ )

Cap. = Capacidad del apilamiento (ton).

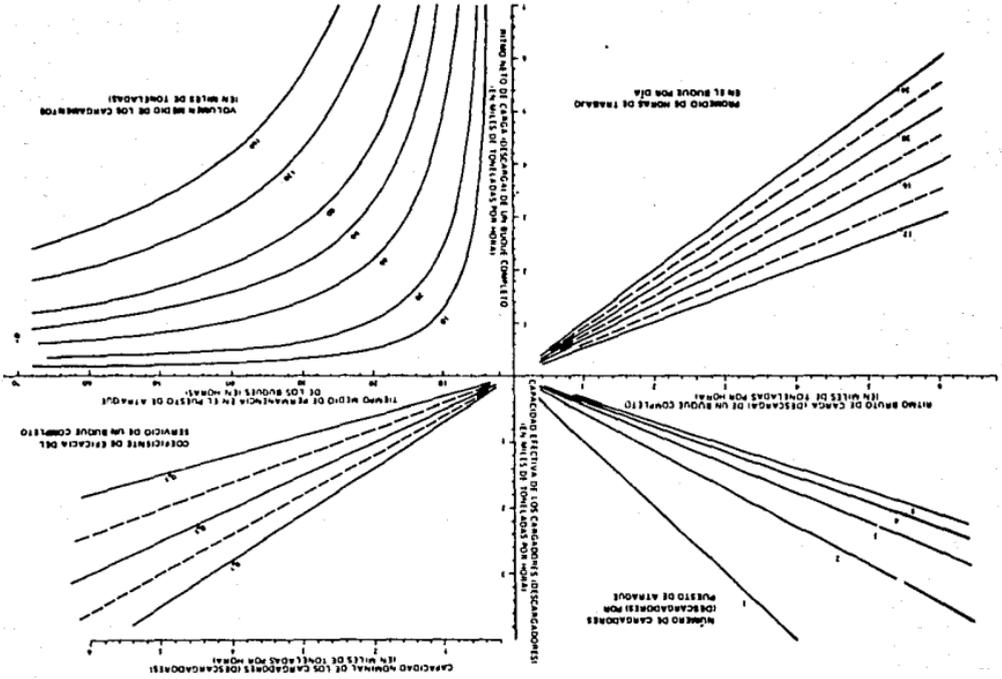
$\gamma$  = coeficiente de estiba ( $m^3/\text{ton}$ ).

Fig. 11.6 Disposición de los montones de material



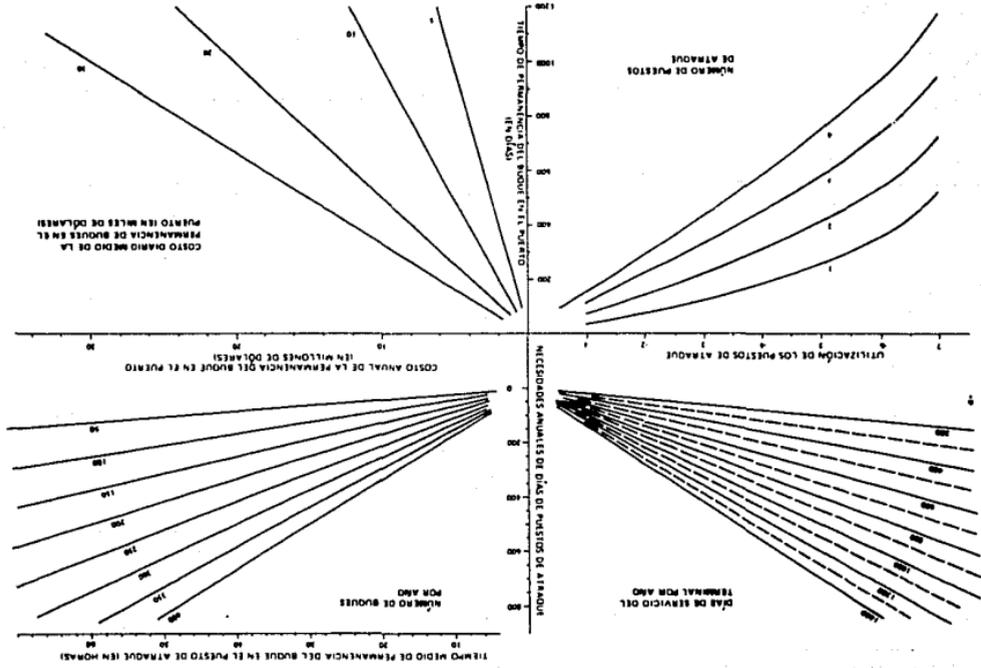
Gráfica III.a

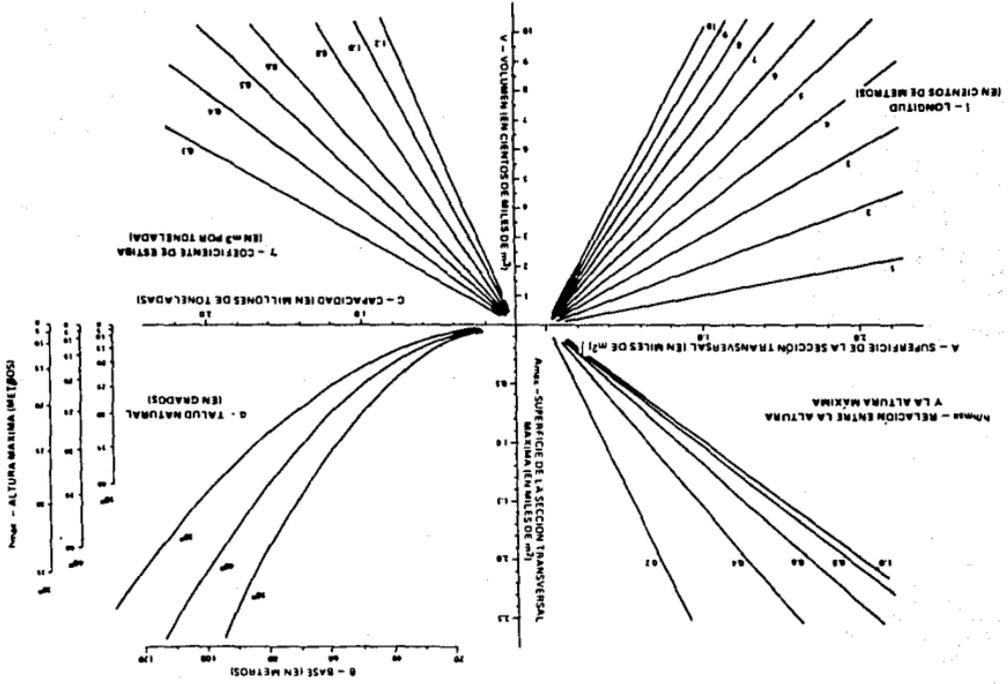
Terminal de carga veera a grant — Diagrama de planificación: tiempo de permanencia en el puerto de atracaje



Gráfica 11.3.b

Terminal de carga vea a Grant — Diagrama de planificación 11: costo de la permanencia de buques en el puerto





Terminal de carga seca a Granal — Diagrama de planificación III: dimensiones de los montores de material

Gráfica 11.3.c

## 11.8.2 CARGA SECA A GRANEL

Ejemplo.- Considerando los datos que se proporcionan, se requiere determinar: a) el costo anual de la permanencia de los buques en el puerto y b) capacidad de almacenamiento necesaria.

### Datos:

- Capacidad nominal del equipo ( $R_n$ ): 2,500 ton/hora.
- N° de cargadores/descargadores ( $q$ ): 3 (véase definición).
- Promedio de horas de trabajo por buque y por día ( $T$ ): 16 hrs.
- Volumen medio de los cargamentos ( $V_m$ ): 80,000 ton
- Costo de la permanencia del buque en el puerto de atraque por día (CPbd): 20,000 dólares/día
- N° de buques por año ( $B$ ): 200
- Material objeto del transporte: Mineral de hierro.
- N° de días de servicio al año por puerto: 310 días
- $\eta = 0.5$  (ver definición)
- Longitud del apilamiento  $L = 100$  m
- Ancho del apilamiento  $a = 60$  m
- Altura media de apilamiento  $\bar{H} = 20$  m

Solución:

a) Costo anual de la permanencia de los buques en el puerto.

$$Re = (Rn) (r_i) = 2,500 \times 0.5 = 1,250 \text{ ton/hora}$$

$$Pb = (Re) (q) = 1,250 \times 2.25 = 2,812.5 \text{ ton/hora-buque}$$

$$Pn = \frac{(Pb) (T)}{24} = \frac{2,812.5 \times 16}{24} = 1,875 \text{ ton/hora-buque}$$

$$Tp = \frac{Vm}{Pn} + To = \frac{80,000}{1,875} + 2 = 42.6 + 2 \doteq 45 \text{ horas}$$

que coincide con el obtenido en el procedimiento gráfico ----  
No. 11.3.a Ejemplo.

Ahora:

$$NPA_d = \frac{(TP) (B)}{24} = \frac{45 \times 200}{24} = 375 \text{ días} > 365 \text{ días}$$

es que se requiere más de un puesto de atraque en el terminal

$$U = \frac{NPA_d}{DS'} = \frac{375}{300 \times 2} = 63 \%$$

(\*) Nota: se consideraron 2 puestos de atraque (PA)

$$TPa = (365) (PA) (U) (1 + E_2); \text{ para } E_2 \text{ véase cuadro 11.5}$$

$$= 365 \times 2 \times 0.63 \times (1+0.25) \doteq 575 \text{ días/año}$$

$$6Pb = (TPa) (CPbd) = 575 \times 20,000 = 11,500,000 \text{ dólares/año}$$

Valor semejante al obtenido en la gráfica 11.3.b

b) Capacidad de almacenamiento necesaria.

$$H \text{ máx.} = (i) (a) (\tan \theta) = (0.5) (60) (\tan 45^\circ)$$

$$= (0.5) (60) (1) = 30 \text{ m}$$

$$S \text{ sec. transv. máx.} = i (a)^2 (\tan \theta) = 0.25 (60)^2 (\tan 45^\circ)$$

$$= 0.25 \times 3600 \times 1 = 900 \text{ m}^2$$

$$S \text{ sec. transv.} = \left( \frac{\bar{H}}{H \text{ máx.}} \right) \cdot \left( \frac{2 - \bar{H}}{H \text{ máx.}} \right) (S \text{ sec. transv. máx.}),$$

$$= \frac{(20)}{30} \left( \frac{2 - 20}{30} \right) (900) = 800 \text{ m}^2$$

$$V = S \text{ sec. transv. (L)} = 800 \times 100 = 80,000 \text{ m}^3$$

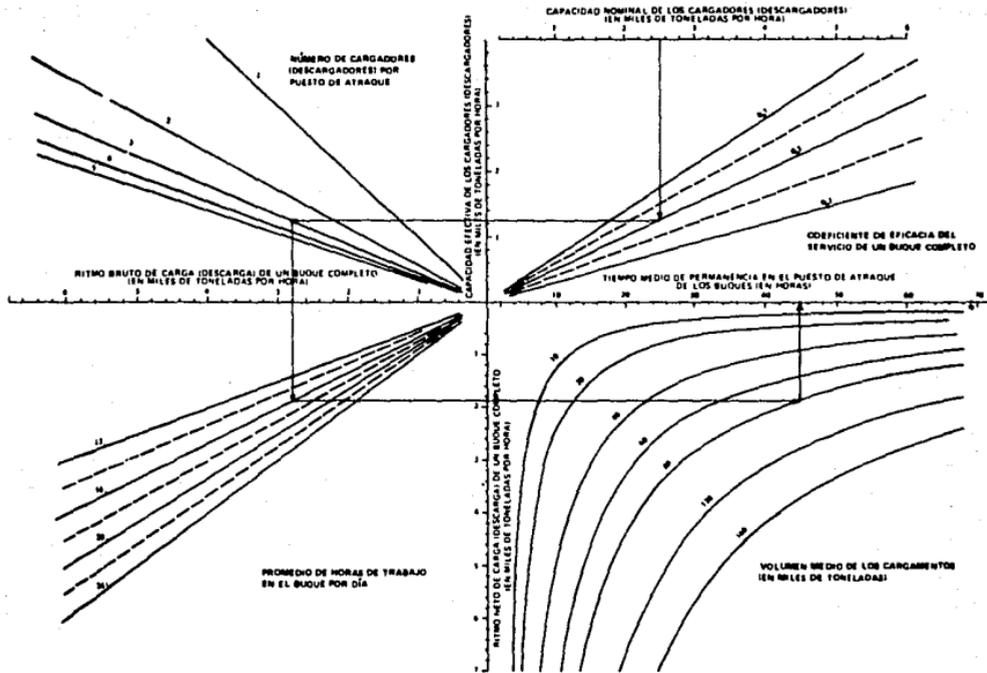
$$\therefore \text{Cap} = \frac{V}{\gamma} = \frac{80,000}{0.4} = 200,000 \text{ ton.}$$

Para el valor de  $\gamma$  consúltese el cuadro 11.2

A continuación se presenta el procedimiento gráfico.

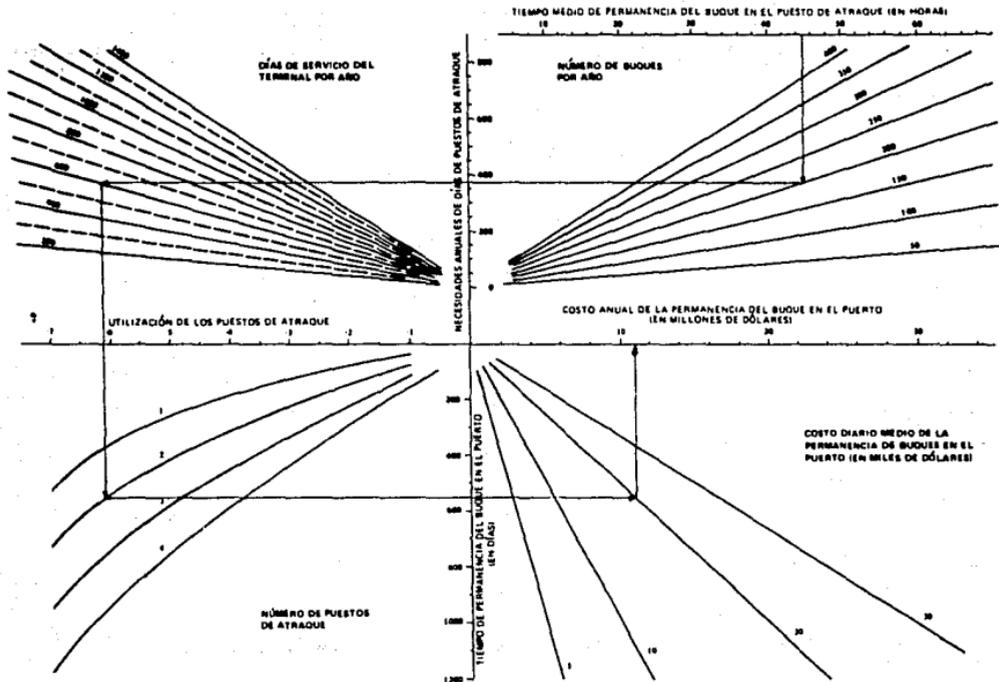
Gráfica 11.3.a Ejemplo

Terminal de carga seca a granel — Diagrama de planificación I: tiempo de permanencia en el puerto de atraque



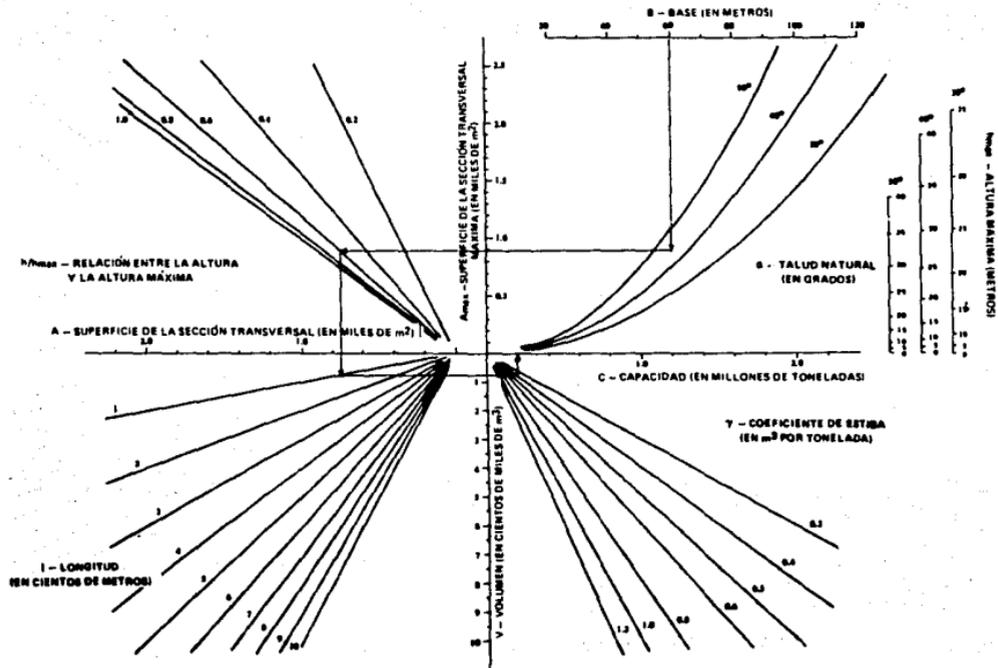
### Gráfica 11.3.b Ejemplo

Terminal de carga seca a granel — Diagrama de planificación II: costo de la permanencia de buques en el puerto



Gráfica 11.3.c. Ejemplo

Terminal de carga seca a granel — Diagrama de planificación III: dimensiones de los montones de material



## 11.9 DISEÑO EN PLANTA Y ARREGLO DE INSTALACIONES.

Físicamente el puerto está constituido por diferentes terminales y áreas de apoyo en las que se realiza la manipulación de los diversos tipos de tráfico de carga. La forma en que se ubiquen unas zonas respecto a otras, será un factor determinante para permitir su desarrollo.

La ubicación relativa de las distintas zonas del puerto, debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Profundidad necesaria en cada terminal.
- El terreno necesario para cada terminal.
- Los vientos dominantes.
- Consideraciones de seguridad.
- Acceso a los sistemas de transporte interior.
- Compatibilidad de las zonas contiguas.
- Enlaces adecuados de los sistemas de transporte y comunicación en el puerto.

### 11.9.1 ZONIFICACION Y USO DE LA TIERRA

#### 11.9.1.1 Configuración del Litoral.

Deben considerarse las recomendaciones siguientes:

- Los muelles representan la parte más costosa del puerto, por lo tanto, no deberán asignarse terrenos con ninguna finalidad si con ello se inutiliza el litoral contiguo. - La disposición debe ser tal que los terrenos asignados a los puestos de atraque de menor profundidad no impidan la

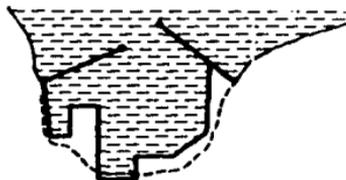
expansión de los puestos de atraque de mayor profundidad.

- Una disposición sencilla es la que normalmente permite la mayor flexibilidad en el desarrollo portuario.
- Se deberá buscar en la medida de lo posible un equilibrio entre el dragado y los volúmenes de relleno.
- Frecuentemente, la superficie de agua es el factor menos flexible, de modo que su conformación y dimensiones deben tener prioridad sobre las disposiciones de las zonas terrestres.
- Las técnicas modernas de manipulación de carga exigen mayores áreas de operación.

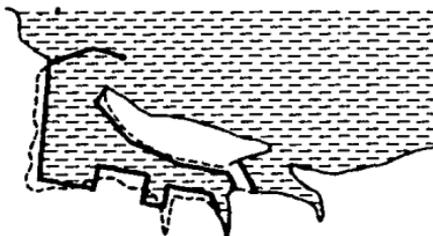
Dependiendo de las condiciones físicas del lugar elegido, se tienen generalmente algunas alternativas en la configuración del puerto, pudiéndose encontrar diferencias notorias entre los dos grupos conocidos como: puertos artificiales y puertos naturales, según se explica en las siguientes figuras.

Invariablemente la configuración más aceptable debe estar apoyada por estudios de costos, ya que en un caso dado puede resultar más económico construir puertos artificiales ganando espacio al mar en lugar de efectuar gravosas excavaciones.

Fig. 11.7  
Diversas configuraciones de puertos naturales.



A. Aprovechamiento de un abra natural



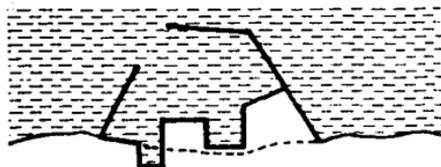
B. Aprovechamiento de una isla natural frente a la costa



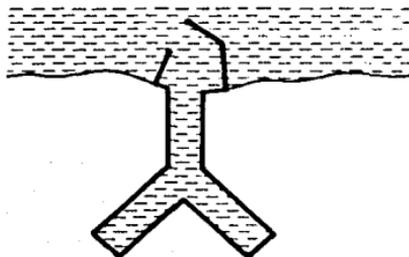
C. Desarrollo de un puerto natural en estuario

Es conveniente examinar una amplia gama de posibilidades, con el objeto de evitar tomar una decisión prematura que pudiera afectar todo el desarrollo regional.

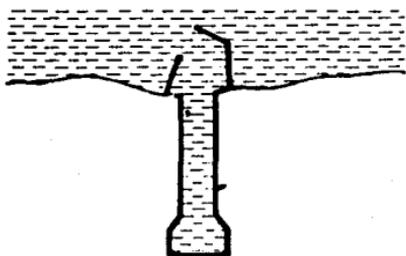
Fig. 11.8  
Diversas configuraciones de puertos artificiales.



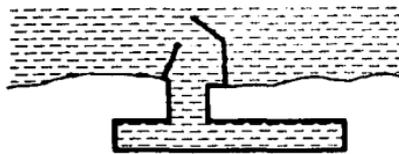
A.— En saliente (la línea de trazos indica la costa original)



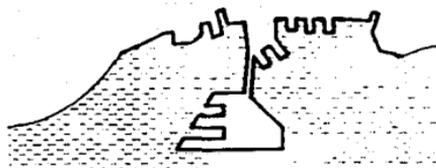
C.— Canal excavado en forma de Y



B.— Canal excavado en tierra firme y dársena de maniobra



D.— Canal excavado paralelo a la costa



E.— Adición de una isla-puerto artificial a un puerto ya existente

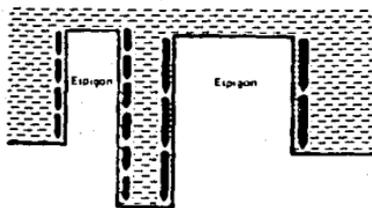
Las figuras 11.8 b, c y d, son particularmente útiles en el caso de un puerto artificial, formado por un canal excavado en tierra firme, por tener la posibilidad de aprovechar óptimamente los terrenos.

El mejor diseño cuando se trata de proporcionar la zona de servicio necesaria sin utilizar demasiado litoral o aguas abrigadas, es el de tipo espigón, pero estos espigones deben ser mucho más anchos que los tradicionales.

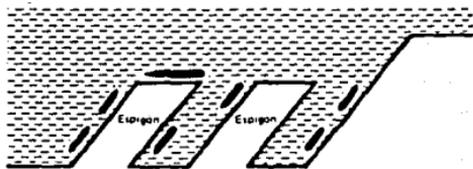
Como norma general puede considerarse que un espigón para cualquier tipo de carga general debe tener por lo menos un ancho equivalente a dos veces la eslora del buque, como muestra, véanse las figuras 11.9 A y B..

Fig. 11.9

Diseños de espigones modernos



A. Espigones rectos



B. Espigones oblicuos o en espejo

En muchos casos las corrientes y los vientos dominantes, además de otros factores que afectan a la navegación, harán preferibles los espigones oblicuos (ver Fig. 11.9.B).

Fig. 11.10

Diseño con longitud máxima del muelle

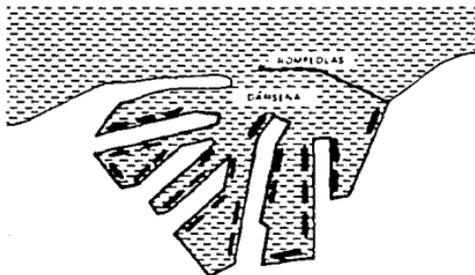
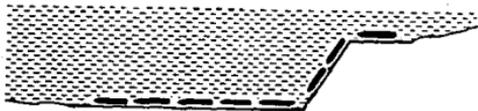


Fig. 11.11

Diseño con una zona de servicio máxima

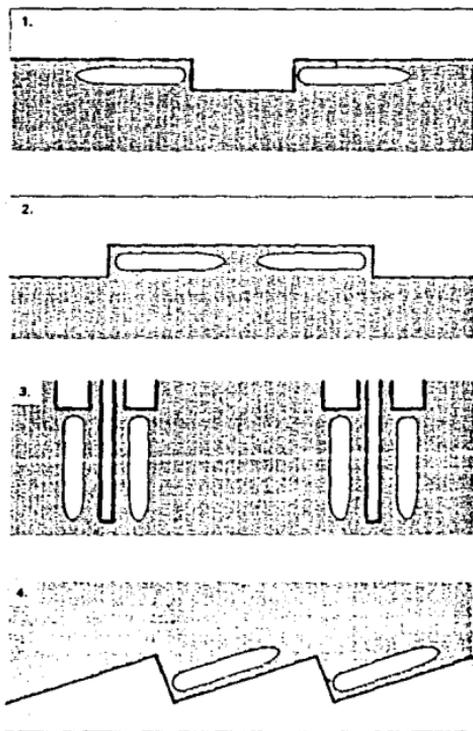


El diseño de la figura 11.11 elimina completamente el uso de espigones. Aunque es excelente desde el punto de vista operacional, tiene el inconveniente de que utiliza demasiado litoral y mucha más agua abrigada. Se puede decir que este diseño es económicamente viable en el caso de ríos y estuarios.

Respecto a las operaciones con buques de transporte por rodadura (RoRo), si bien requieren de buenos accesos y de zonas de almacenamiento adecuadas, necesitarán pocas instalaciones especializadas no habiendo necesidad de mucho espacio en la fase de carga-descarga. Las figuras 11.12.1 a 11.12.4 muestran los casos típicos de distribución en planta.

Fig. 11.12

Diversas disposiciones de un muelle de transbordo por rodadura



## 11.9.2 PRINCIPIOS Y PRIORIDADES DE ZONIFICACION

Aspectos principales a tomar en cuenta:

- Son prioritarios los servicios al buque y a la carga.
- Las zonas de almacenamiento que se utilizan de manera intensiva deberán estar instaladas cerca del muelle y las de uso menos intensivo lejos de éste.
- Las características del almacenamiento determinan la superficie y resistencia necesaria del suelo.
- En la manipulación de la carga, cada equipo móvil tiene sus propias características económicas de funcionamiento, lo cual establece la distancia máxima de desplazamiento.
- Para la carga a granel deberán utilizarse de preferencia bandas transportadoras, ductos y tuberías.
- Las cargas líquidas pueden almacenarse más lejos del muelle - que las cargas secas a granel.
- Las construcciones que requieren grandes inversiones y que --scan de carácter permanente, deberán estar ubicadas en la parte posterior de la zona de operaciones.

## 11.9.3 COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

En este sentido es importante:

- Evitar cualquier complicación en los movimientos entre las -- distintas zonas del puerto.

- Aprovechar la infraestructura interior existente.
- Operar varios modos de transporte en el emplazamiento.
- La planificación de los transportes ha de basarse en los periodos de máxima actividad.
- Las redes de carreteras y los estacionamientos deben incluirse en el plan.
- Las bandas y los ductos transportadores no deberán obstaculizar los movimientos de ningún otro tipo de carga.
- La disposición de los muelles debe tener prioridad respecto a las vías de ferrocarril, porque es menos costoso desplazar una vía que modificar el muro de un muelle.
- Identificar las corrientes de tráfico interior.

#### 11.9.4 UBICACION DE LA INDUSTRIA

El puerto al ser centro de actividades de toda una comunidad, atrae naturalmente a las actividades industriales. De hecho, proyectar un puerto sin pensar en la creación de una zona industrial es desaprovechar una valiosa oportunidad para alentar el desarrollo regional.

De esta manera, los grandes polígonos industriales que por razones de economía han de ubicarse junto a la costa, deben considerarse como generadores de tráfico y se les debe prestar servicios portuarios en la forma tradicional (por medio del puerto comercial). Sin embargo, existen razones para que esas zonas industriales tengan sus propias instalaciones portuarias. De aquí surge el concepto de puerto industrial que sirve solamente a ese grupo de industrias y que está separado del puerto comercial.

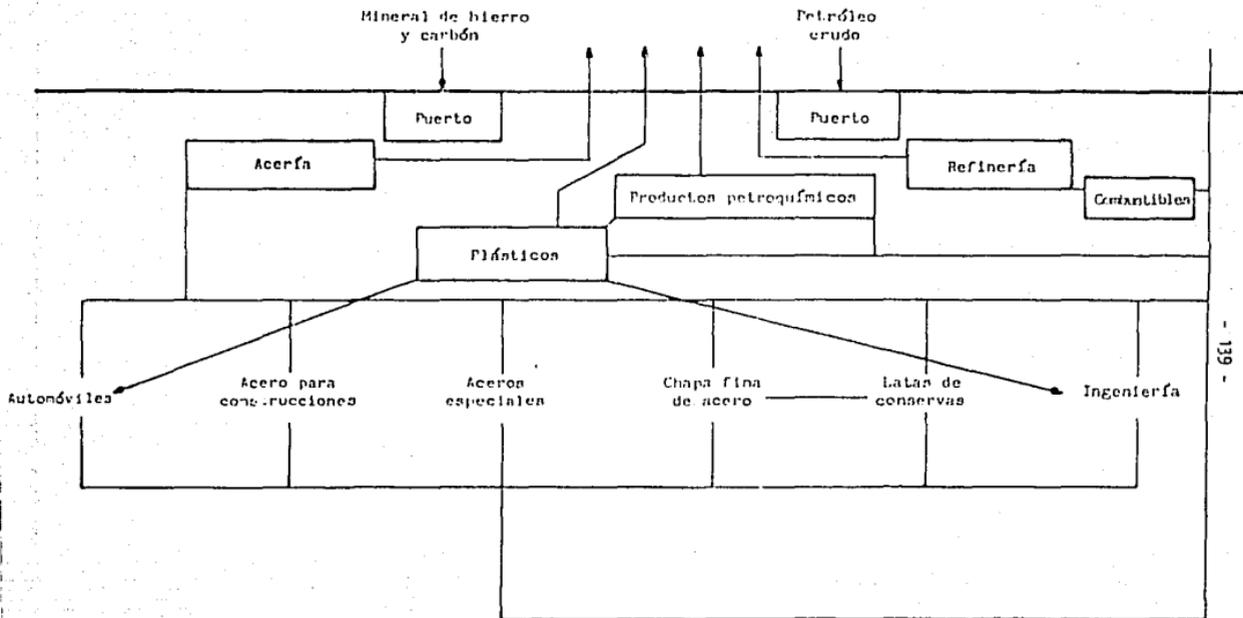


Fig. 11.13 Enlaces industriales marítimos: acero y petróleo

Para la zona portuaria la industria más adecuada es aquella en -- que la materia prima, caracterizada por una relación elevada volumen/valor, ingresa por vía marítima para ser transformada en - un producto con una relación volumen/valor mucho más baja. La - razón de ello es que el costo de transporte terrestre es más --- caro comparado con el transporte marítimo. Un ejemplo claro es la siderurgia.

Es conveniente establecer una base lo más amplia posible para la actividad industrial, a fin de no hacer depender demasiado al -- puerto de un solo producto, protegiéndolo contra la recesión que pueda afectar a productos o industrias determinadas.

Debe mantenerse un estrecho contacto con los usuarios del puerto y las industrias, para tratar de prever la evolución antes de -- que suceda.

La disponibilidad de combustible y agua es un factor importante para la expansión de la industria.

#### 11.9.5 OTROS ASPECTOS DE IMPORTANCIA EN LA PLANIFICACION

Todo proyecto de desarrollo portuario debe considerar además:

- Zonas e instalaciones de servicio, como: oficinas, comedores, servicios médicos, estacionamientos, reparaciones de buques, - pertrachos, sistemas contra incendio, agua potable, electricidad, combustible y otros.
- Factores ambientales.- Evitar las contaminaciones por ruido, derrame de líquidos, escape de sustancias peligrosas, etc.
- Reservas territoriales y administración del uso de la tierra.
- Factores urbanos y sociales.- Como demanda de recursos huma- nos, capacitación, vivienda, etc.

## 11.10 FACTORES CONDICIONANTES DE LA PLANIFICACION

En la planificación de un puerto se ha de tener en cuenta multitud de condicionantes que dificultan una secuencia de desarrollo, para un desenlace óptimo de la obra.

### 11.10.1 CONDICIONANTES GEOTECNICOS

Los problemas geotécnicos son comunes a todas las obras de ingeniería. En los puertos es fundamental evitar asentamientos producidos por la pesada maquinaria de descarga.

Por otra parte, el dragado, depende de la naturaleza del terreno, de su dureza y de su consistencia. Los resguardos necesarios bajo las quillas de los buques deberán ser amplios - en los terrenos rocosos para evitar que falsas maniobras puedan provocar accidentes graves.

### 11.10.2 CONDICIONANTES OCEANOGRÁFICOS

Los parámetros oceanográficos constituyen para los puertos -- una barrera importante en su desarrollo.

- Los vientos y corrientes serán acciones a tener en cuenta en el diseño de las defensas y duques de alba.
- Las mareas influirán en los tiempos de espera para conseguir la profundidad necesaria o en la necesidad de construir esclusas.
- El oleaje será, entre todos los parámetros, el principal agente modificador. Su comportamiento anárquico implica en las decisiones la necesidad de tener en cuenta un riesgo suplementario en las obras a realizar para brindar protección al puerto con respecto a este fenómeno.

### 11.10.3 CONDICIONANTES DE EMPLAZAMIENTO

Estas se refieren a la conformación que recibe la línea de costa debido a la acción de ríos, albuferas, esteros, etc., y que influyen en la ubicación del puerto. Es de vital importancia el estudio de los causes fluviales. Si éstos no son navegables --- sólo causan problemas al entorno portuario ya que dificultan la expansión natural o producen azolvamientos. Si fueran navega---bles, ventaja muy importante para la ampliación de su hinterland interior, se presentarán problemas en cuanto a azolves en las barras de desembocadura. La estabilidad de sus márgenes laterales será su problema más importante, provocado sobre todo por el --oleaje que crea el propio paso de los barcos.

### 11.10.4 PROBLEMAS ECOLOGICO - AMBIENTALES

Los vertidos industriales, la contaminación atmosférica, las fugas de productos petrolíferos y en general la cercanía siempre - incómoda del puerto respecto a la ciudad y sus playas vecinas, - producen molestias fácilmente captables por la opinión pública.- Sin embargo se debe resaltar que verdaderamente se contamina --- sólo cuando se supera la capacidad de asimilación del entorno y no olvidemos que el mar es uno de los mayores dispersantes existentes. Esto aunado a un adecuado programa en contra de la contaminación y a favor del equilibrio ecológico, repercutirá en un medio ambiente favorable para la vida del puerto y la región.

### 11.10.5 ESTUDIOS TECNICOS DE EMPLAZAMIENTO

A continuación se muestran los estudios necesarios para todo pro- yecto portuario; denominados "estudios de emplazamiento".

Cuadro 11.6  
Estudios de emplazamiento

<i>Investigación</i>	<i>Características físicas estudiadas</i>	<i>Intereses en el diseño de puerto</i>
Estudio batimétrico o estudio con el sonar de barrido lateral	Profundidad del agua Perfil, obstáculos, pecos, etc.	Elección del acceso marítimo Ubicación de las instalaciones portuarias
Estudio topográfico	Topografía del litoral	Tipo de puerto Facilidad del acceso hacia tierra Superficie de las zonas de tierra disponibles
Estudio meteorológico	Vientos dominantes (velocidad, dirección, duración de las rafagas) Frecuencia y fuerza de las tempestades Visibilidad Pluviosidad	Orientación del canal de acceso, entrada al puerto y muelles Diseño de escolleras Espacio necesario para las maniobras de los buques Capacidad perdida por interrupción del trabajo Ayudas a la navegación
Estudios oceanográficos e hidráulicos	<i>Olas</i> Estadísticas del oleaje de altamar Características locales de las olas <i>Olas ciclónicas</i> Amplitud Frecuencia <i>Corrientes</i> Corrientes litorales y estuariales (intensidad, dirección variaciones) Corrientes de marea <i>Corrientes</i> Nivel medio del agua Fluctuación de las mareas (amplitud-estadísticas) <i>Sedimentación</i> Regimen de la deriva litoral Zonas de estabilidad, erosión y sedimentación Entarquinamiento de los ríos	Diseño de escolleras Perfil del canal y del fondo del puerto Perfil de las riberas, playas, muros de muelles Orientación de canales, malecones, etc. Necesidades en materia de dragado de mantenimiento Diseño de los muros de muelles Necesidad de esclusas y dársenas Espacio necesario para las maniobras de los buques
Estudio geotécnico (investigación del subsuelo)	<i>Geología</i> Sondeo sísmico de los estratos del subsuelo <i>Exploración del subsuelo</i> Identificación del suelo Propiedades mecánicas de las rocas, etc. Penetrabilidad y resistencia al esfuerzo cortante de los suelos blandos	Diseño de estructuras portuarias Diseño y costo de los programas de dragado y terraplénado
Análisis de las propiedades del agua	<i>Características físico-químicas del agua</i> Salinidad Contaminación Turbidez	Corrosión de estructuras Completa los datos para las investigaciones sobre sedimentación Suministra datos para el estudio de las consecuencias sobre el medio ambiente
Estudio de las consecuencias sobre el medio ambiente	Fauna y flora marinas Usos actuales y futuros de la tierra	Efectos de los trabajos portuarios sobre diferentes especies Problemas para la pesca Consecuencia de los trabajos sobre: la agricultura, el desarrollo urbano, las actividades de recreo, los lugares y monumentos históricos

## 11.11 EVALUACION DE PROYECTOS

Regularmente, antes de decidirse por una inversión de desarrollo -- portuario, es necesario realizar una evaluación económica y una evaluación financiera.

La Evaluación Económica.- Es una comparación de los costos y los beneficios sociales de un proyecto.

Es una manera de determinar si un proyecto es conveniente.

La Evaluación Financiera.- Es esencialmente un cómputo de la rentabilidad comercial de la inversión; por sí sola no es suficiente -- para justificar el proyecto.

Ambas evaluaciones se apoyan en conceptos similares:

- a) Requieren del cálculo de corrientes de costos y beneficios durante la vida útil del proyecto.
- b) En ambas se tiene en cuenta el valor del dinero en función del tiempo, considerando que el costo del dinero aumenta por concepto de intereses.
- c) En ambas se utilizan para la evaluación de la inversión criterios comunes, de los cuales los más adecuados son:

- 1.- Valor Neto Actualizado (VNA), en el que se aplica una tasa específica para actualizar todas las futuras corrientes de efectivo, cuya suma representa el valor neto actualizado de la inversión. El criterio utilizado en este método, consiste en aceptar el proyecto si el VNA es superior a cero y rechazarlo en caso contrario.

- 2.- Tasa Interna de Retorno (TIR), también toma en cuenta el valor del dinero en función del tiempo; la TIR es la tasa de actualización que arroja un VNA nulo, es decir, es la tasa a la que el valor actualizado de los beneficios es equivalente al valor actualizado de los costos. Si la TIR de un proyecto excede de la tasa requerida de rendimiento, el proyecto es aceptable, pero no lo es en el caso contrario.
  
- 3.- Relación Beneficio-Costo, utiliza el valor actualizado de los beneficios y el valor actualizado de los costos. Se obtiene dividiendo los primeros entre los segundos. Una relación beneficio-costo superior a la unidad significa que el proyecto es aceptable.

La evaluación económica difiere de la financiera en cuanto a los costos y beneficios incluidos, ya que la cuenta portuaria se refiere a los costos y beneficios directos; mientras que al gobierno le interesan también los costos y beneficios sociales resultantes de la promoción del comercio, la industria, bienestar social, desarrollo regional y otros conceptos de índole socio-económica.

Los beneficios económicos principales de una inversión portuaria son:

- a) Reducción de costos en los transportes.
  
- b) Reducción del tiempo de rotación de los buques en el puerto.
  
- c) Reducción del tiempo de permanencia de la mercancía en el puerto.
  
- d) Los beneficios por aumento de la actividad económica nacional.

- e) Los beneficios resultantes de la posible expansión de las exportaciones.

#### II.11.1 PROCEDIMIENTO DE EVALUACION

A este nivel de la planificación se habrá definido el proyecto y estimado sus condiciones operacionales. El procedimiento de evaluación a grandes rasgos es el siguiente:

- Paso 1.- Identificar los beneficios que se percibirán año -- tras año en términos financieros a valores actuales
- Paso 2.- Reconocer todas las pérdidas que sufra la economía para cada año, incluyendo los recursos que se han -- de utilizar y estimar los costos financieros a precio actual.
- Paso 3.- Asignar un precio virtual a cada elemento de beneficio y de costo, y establecer nuevos índices de beneficios y costos.

Los precios virtuales son los precios verdaderos (por ejemplo valor de terrenos, costo económico de mano de obra, valor verdadero de divisas, etc)

- Paso 4.- Calcular los totales de los beneficios y costos --- para cada año, con el objeto de determinar corrientes de beneficios y costos durante toda la vida --- útil del proyecto.
- Paso 5.- Elegir la tasa de actualización y calcular el VNA;- rechazar o modificar el proyecto si no resulta satisfactorio; repetir los pasos anteriores en caso necesario.

- Paso 6.- Calcular la tasa interna de retorno (TIR), así --- como, la relación beneficio/costo.
- Paso 7.- Llevar a cabo un análisis de sensibilidad, considerando las variaciones, probables de cada parámetro beneficio-costo, factor de diseño o factor económico y calcular los efectos sobre el VNA.
- Paso 8.- Presentar los resultados para tomar las decisiones correspondientes.

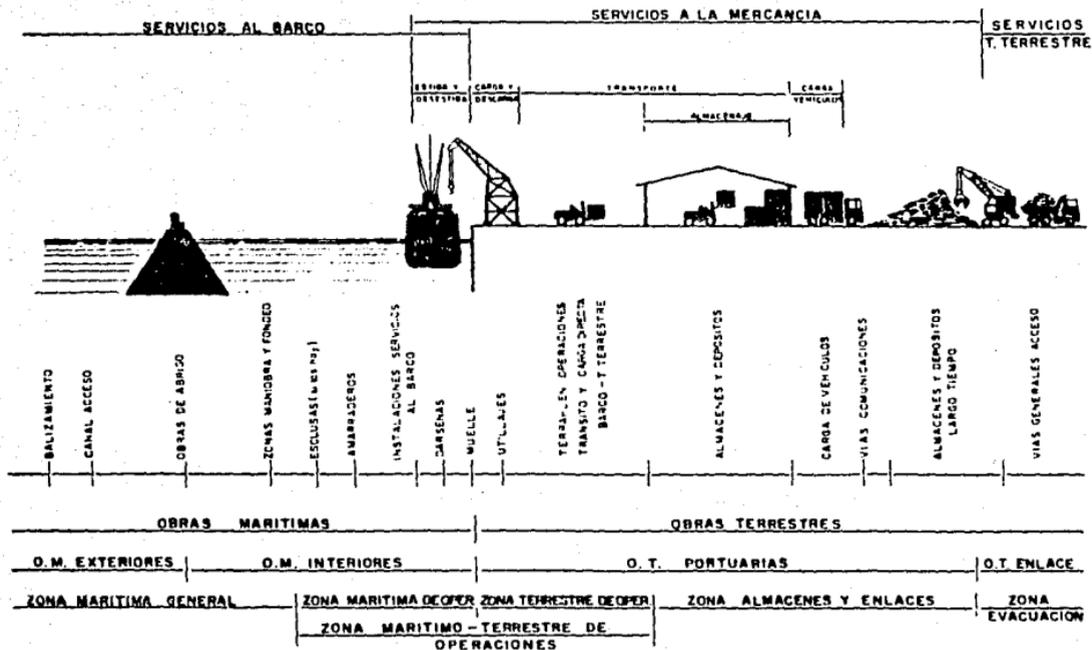
#### 11.11.2 SELECCION DEFINITIVA

En principio un proyecto es económicamente factible si presenta un VNA positivo. Para diversas opciones, la más conveniente es aquella cuyo VNA es más alto. La TIR no es un factor determinante, salvo en el caso de que no pueda definirse con seguridad la tasa de actualización; no obstante, es posible que se tengan -- que asumir consideraciones de carácter político para tomar una - decisión.

Muchas de estas consideraciones se habrán puesto de manifiesto - durante el análisis beneficio-costo, pero inevitablemente existirán otras, como riesgos y repercusiones financieras y ambientales. En la mayoría de los casos será posible repetir el análisis beneficio-costo para tomar en cuenta las nuevas consideraciones.

Cuando los criterios económicos se cumplen, pero no así los criterios financieros, normalmente existirá la posibilidad de revisar las políticas tarifarias, con lo que se ajustarán las variables del análisis financiero. Cuando los criterios financieros se cumplan es muy poco probable que no se cumplan los criterios económicos, si esto sucediera se recomienda hacer un nuevo examen de los costos y beneficios económicos.

Fig. III.1



## C A P I T U L O   I I I

### DISEÑO DE PUERTOS INDUSTRIALES

#### III.1 ESQUEMA GENERAL

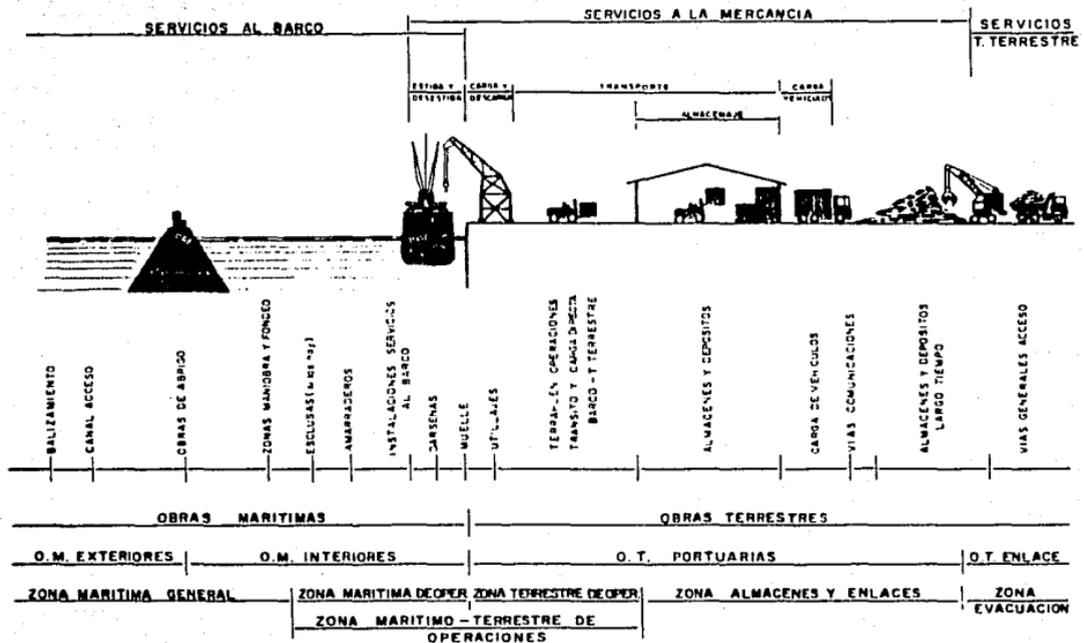
##### III.1.1 EL PUERTO

Se ha visto que los elementos básicos del sistema portuario son las obras e instalaciones y los servicios. Desde un punto de vista funcional se pueden clasificar éstos según su zona de ubicación dentro del puerto. Así se tiene:

A) Zona marítima, fundamentalmente destinada al barco, en ella se localizan:

- Obras de abrigo: Llamadas así por que su misión es impedir el paso del oleaje al interior del puerto y más concretamente a las instalaciones de atraque. donde no es posible realizar la operación con agitación de amplitud superior a un metro.
- Obras de Acceso: Su objeto es facilitar el acceso, en condiciones de seguridad, del barco al puerto, garantizándole maniobrabilidad, anchura y profundidad adecuada. Entre estas obras se distinguen:
  - Señalización: radar, faros, balizas, radiofaros, boyas.
  - Diques de encauzamiento.
  - Canales dragados.

Fig. III.1



- **Exclusas.**

- **Obras de fondeo:** Destinadas a mantener el barco amarrado en aguas tranquilas.

- **Zona de operación**

marítima o  
dársenas:

Superficies de agua aptas para la permanencia y operación de los barcos. Según estén sometidas a la acción de las mareas, o independiente de éstas mediante esclusas, se clasifican en:

- Dársenas de marea.

- Dársenas de flotación.

B) Zona terrestre, fundamentalmente destinada a la mercancía, en donde se localizan:

- Zona de operación terrestre, que se dividen en:

- Muelles, cuyo propósito es facilitar el atraque y amarra de los barcos, el soporte del utillaje y el depósito provisional de la mercancía.

- Almacenes, su función es reguladora y se deriva de la distinta entidad de los flujos marítimos y terrestres. Son tan variados como las mercancías que sirven, comprendiendo desde la simple superficie habilitada del terraplén hasta los más sofisticados almacenes climatizados y presurizados.

- Zona de evacuación: Destinada fundamentalmente al transporte terrestre, donde se diferencian la vialidad de acceso desde la red general, la vialidad de circulación o reparto, la de penetración a la zona de operación y las zonas de operación y maniobras.

- Zona industrial: Es un área urbanizada de gran extensión, destinada al asentamiento de industrias básicas. Estas zonas son objeto de --- atención preferente por todas las nacio nes del mundo, dada su importancia en - el desarrollo económico. Las siderúrgi cas, los astilleros, las petroquímicas, las refineries, etc., son industrias -- norralmente asentadas en los puertos. - Ha sido tal el desarrollo adquirido por las áreas industriales que en ocasiones es necesario crear puertos nuevos para su propio y exclusivo servicio.

En lo referente a los servicios, pueden clasificarse de acuerdo con los usuarios que los utilizan. De esta forma se tienen los siguientes servicios:

- a) Al buque: - Consigna.
  - Practicaje.
  - Remolque.
  - Avituallamiento.
  - Mantenimiento.
  
- b) A la mercancía: - Consigna.
  - Mano de obra para la operación.
  - Aduana.
  - Sanidad.
  - Vigilancia.
  - Servicios comerciales.
  
- c) Al transporte terrestre: - Representación.
  - Mantenimiento.
  - Estaciones de servicio.

- d) Varios: - Seguros.
- Servicios bancarios.
- Mercantiles.
- Comunicaciones, etc.

### III.1.2 FUNCIONES DE LOS PUERTOS

Con carácter general, refiriéndose a los grandes puertos, se distinguen las siguientes:

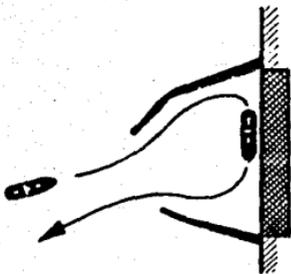
- Comercial.
- De intercambio entre los modos de transporte terrestre y marítimo.
- Marítima: como base del barco.
- De desarrollo regional: permitiendo el emplazamiento y promoción de grandes industrias básicas.

### III.1.3 CLASIFICACION DE PUERTOS

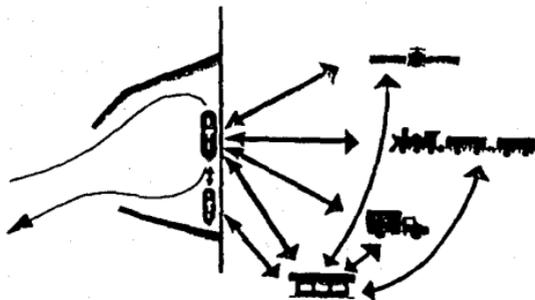
Por las condiciones físicas del emplazamiento, los puertos se clasifican en:

- a) Puertos costeros.- Como su nombre lo indica están asentados en localidades o zonas inmediatas al mar. A su vez se dividen en:
  - Ganados al mar: Las obras exteriores encierran un área de agua que anteriormente era mar abierto.
  - Ubicados en tierra firme: Las áreas de agua interiores se consiguen por dragado.
- b) Puertos interiores.- Se ubican normalmente en causes flu-

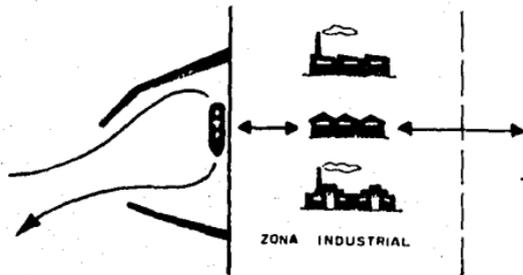
### FUNCION MARITIMA



### FUNCION DEL TRANSPORTE



### FUNCION INDUSTRIAL



### FUNCION ESPECIFICA

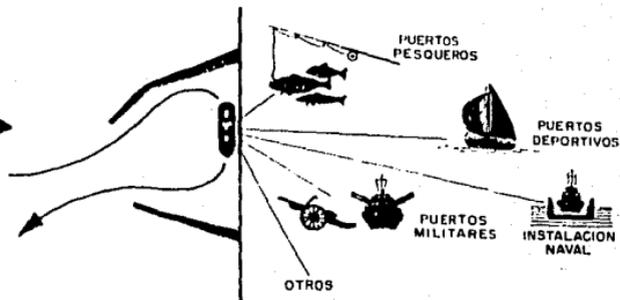


Fig.III.2 FUNCIONES DEL PUERTO

viales o en lagunas litorales.

- c) Terminales o cargaderos libres.- Están situados en mar --- abierto y no tienen obras de abrigo. Existen formas o tipos variados de cargaderos, como boyas, pantalanes, plataformas, etc.

### III.2 LOS USUARIOS DEL PUERTO

Como sujetos de las actividades portuarias, los usuarios son la base y razón de ser del puerto. Su estudio es por tanto prioritario a cualquier otro, ya que sus características y requerimientos configuran las obras e instalaciones.

Los usuarios del puerto son todas aquellas figuras que utilizan el puerto y pueden agruparse en:

- Los pasajeros y las mercancías.
- Los barcos.
- El transporte terrestre.

#### III.2.1 PASAJEROS

Por tipo de navegación y tráfico:

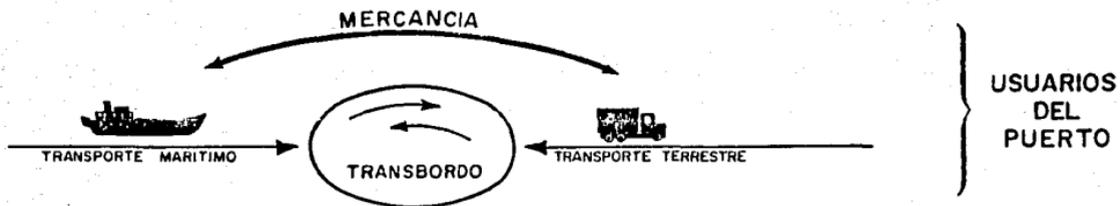
- Líneas internacionales de larga distancia.
- Líneas internacionales de corta distancia.

#### III.2.2 MERCANCIAS

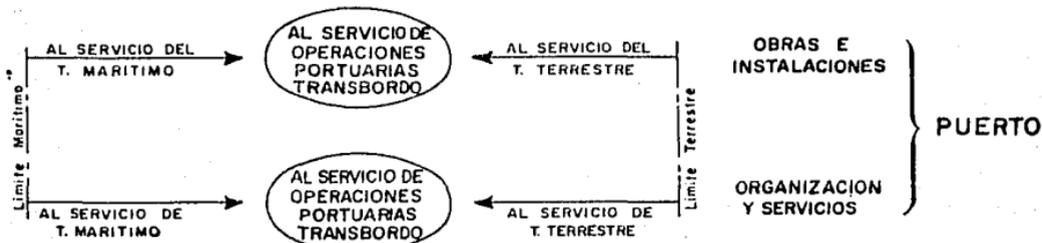
Por su forma de presentación se tienen:

- Carga General:
  - Convencional:
  - Cajas.

- Sacos.
- Balas.
- Bidones.
- Unitaria.
  - Individuales (rollos, máquinas).
  - Agrupada (pallets).
- Carga unitizada:
  - Contenedores:
    - Lift-on/Lift-off (por elevación).
    - Roll-on/Roll-off (por rodadura).
  - Especial:
    - Lash.
    - Seabee.
- Carga a granel:
  - Sólidos:
    - Ligeros.
      - Ordinarios.
      - Pulverulentos.
    - Minerales.
  - Fluidos:
    - Productos petrolíferos:
      - Crudos.



AL SERVICIO EN GENERAL DE TODA LA ACTIVIDAD PORTUARIA



AL SERVICIO EN GENERAL DE TODA LA ACTIVIDAD PORTUARIA

Fig. III.3

ESQUEMA GENERAL DEL PUERTO

- Refinados.
- Gases licuados
- Varios (vinos, aceites, mieles, etc.)
- Carga Perecedera:
  - Fresca.
  - Congelada.
  - Salada o seca.

Aunque tal vez no tenga la misma categoría que los usuarios del puerto antes indicado, debe señalarse que existen en el contexto portuario, otras figuras sin las cuales el trabajo portuario no sería posible, ellos son: Los embarcadores, es decir los propietarios de la carga quienes reciben o envían mercancías por vía marítima utilizando los servicios de gestión de las organizaciones tales como : expedidores, reexpedidores, agentes aduanales, éstos últimos en algunos casos actúan como representantes del embarcador; la otra figura importante son los armadores o dueños de las embarcaciones quienes proporcionan sus navés para llevar o sacar carga del puerto por vía marítima o terrestre, éstos pueden tener su representación en el puerto y se denomina agencia naviera.

### III.2.3 EL BARCO

Son vehículos flotantes que por autopropulsión, tracción o empuje realizan el transporte por agua.

En un barco se distinguen dos partes fundamentales: EL CASCO y la SUPERESTRUCTURA. El casco forma el vaso flotante o cuerpo principal, y tiene una parte sumergida (OBRA VIVA) y otra emergida (OBRA MUERTA) delimitada por una línea llamada LINEA DE FLOTACION, a partir de la cual la distancia en profundidad has-

ta la parte más inferior del casco se le denomina CALADO. La distancia existente entre la línea de flotación y la parte superior del casco se le llama FRANCO BORDO; a la suma de ambas distancias verticales se le nombra ALTURA DE CASCO O PUNTAL. La superestructura consta de los alojamientos de la tripulación y de los órganos de gobierno del barco.

Según el sentido de navegación, recibe el nombre de PROA la parte delantera del barco, POPA la trasera, BABOR la banda izquierda y ESTRIBOR la banda derecha.

El casco está formado estructuralmente por unos elementos lineales y otros planos; los principales de uno y otro tipo son: LA QUILLA, que es una pieza longitudinal en la parte más inferior del casco, cuyos extremos de proa y popa reciben los nombres de RODA Y CODASTE; sobre ella se insertan a manera de costillas unas piezas curvilíneas en sentido transversal, llamadas CUADERNAS, arriostradas por otros elementos, denominados SOLLADO.

Los elementos planos son los siguientes: Los FORROS o PLANCHAS EXTERIORES del casco, los planos horizontales llamados CUBIERTAS, si están en la superestructura, y ENTREPUENTES si están en el casco, y planos verticales rigidizadores llamados MAMPAROS.

Mamparos, cubierta y entrepuentes, compartimentan el casco en BODEGAS que se numeran de proa a popa, que se hacen practicables para la carga a través de unas aberturas denominadas ESCOTILLAS, coronadas por las BRAZOLAS a manera de BROCALES, y con un dispositivo de cierre hermético, que recibe el nombre de CUARTELES.

El casco se asemeja a un paralelepípedo. Teniendo unas formas de transición hidrodinámicas a proa y popa, denominadas AMURAS y ALETAS respectivamente; a la longitud del buque medida de --

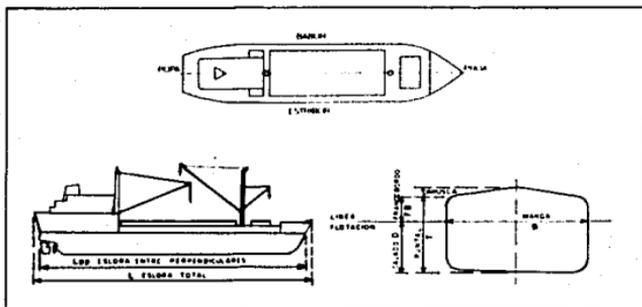


Fig. III.4 Dimensiones del barco.

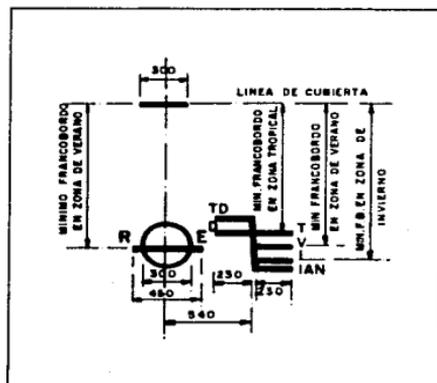


Fig. III.5 Marcas de franco bordo.

proa a popa, se le llama ESLORA y el ancho del mismo medida de babor a estribor en su parte más amplia se le conoce como MANGA.

En la popa del buque se halla el TIMON que es una pieza metálica articulada que gira alrededor de su eje un cierto ángulo para dar al barco la dirección deseada, ahí mismo se encuentra la HELICE que es un conjunto de 2 o más palas helicoidales que giran alrededor de un eje y empujan el fluido ambiente, produciendo una fuerza de reacción para impulsar a los buques.

### III.2.3.1 Movimientos del barco

El movimiento del barco es, en cualquier momento y de forma general, un movimiento compuesto. En mar libre y por efecto del oleaje, el movimiento puede descomponerse en 3 desplazamientos y 3 giros alrededor de los ejes imaginarios del buque.

Aún teniendo en cuenta la importancia que en las maniobras de un barco en su aproximación y entrada al puerto tiene el fenómeno de deriva, los movimientos que afecten al calado del buque son los de arzada, cabeceo y balanceo.

El movimiento de cabeceo produce la máxima oscilación en la proa o en la popa, mientras que el balanceo lo hace en los costados. De la combinación de ambos, los puntos de proa y popa, donde comienza la curvatura del casco, son los que sufren mayores oscilaciones.

En todo caso, es necesario tener en cuenta este hecho cuando se trate de proyectar canales de entrada o circulación y dragados en las zonas portuarias, y dotar a las mismas de un margen de seguridad respecto de los calados de los máximos buques previsible.

En áreas restringidas de navegación, particularmente si son -

de anchura limitada, se produce en el flotador una circulación de proa a popa como efecto de compensación del vacío dejado por el avance. Se produce, entonces, un aumento de la onda de acompañamiento en proa seguida de una depresión en los costados que origina un descenso del mismo, y por lo tanto un aumento de calado. Este hecho es conocido como EFECTO-SQUAT.

Los bulbos de proa de los buques modernos han comprobado que tienen una acción atenuante sobre este fenómeno.

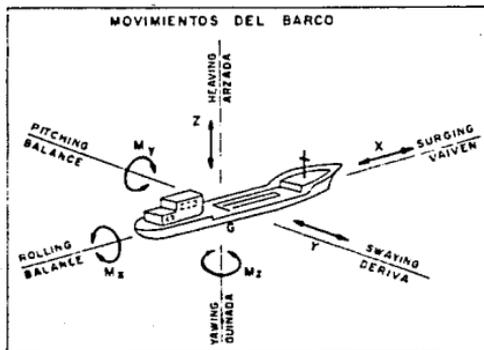
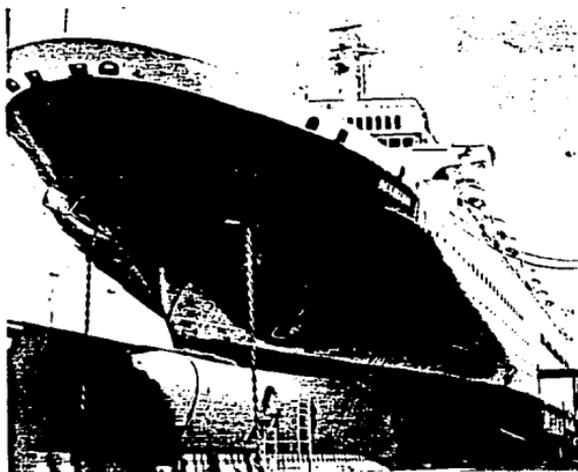


Fig. III.7 Bulbo de proa.



### III.2.3.2 Pesos y capacidades

Desplazamiento es la cantidad de agua desplazada, y es equivalente con el peso del buque en toneladas métricas. Se distinguen tres tipos:

- Desplazamiento en rosca, es el peso del buque al salir del astillero.
- Desplazamiento en lastre, es el peso del buque en condiciones de navegar (desplazamiento en rosca mas el combustible y el lastre).
- Desplazamiento en carga, es el peso del barco a plena carga (desplazamiento en rosca mas el combustible y la carga).

Una forma de expresar la capacidad de carga de los buques es dando el denominado tonelaje de peso muerto (TPM) equivalente a la suma de los pesos correspondientes al combustible y la carga.

Se define el arqueado de un buque como el volumen o capacidad de sus huecos interiores, diferenciándose en arqueado bruto según todos los espacios cerrados de a bordo, y arque neto según todos los espacios destinados a la carga (bodegas). La unidad de medida es la tonelada Morson o tonelada de registro, que se define como el volumen de 100 pies cúbicos, es decir  $2.83 \text{ m}^3$ .

### III.2.3.3 Clasificación

Como se ha mencionado, la mercancía condiciona y configura a sus modos de transporte. Así, paralelamente a la clasificación efectuada antes para las mercancías, se distinguen los siguientes tipos de buques:

- a) De pasajeros: trasatlánticos y transbordadores.
- b) Mercantes: Cargueros, Roll-on/Roll-off, Portacontenedores, Buques Lash, Buques Sea-bee, -- graneleros (líquidos y sólidos), pesqueros, polivalentes, L.G.C. (gases licuados), entre otros.

#### III.2.4

#### EL TRANSPORTE TERRESTRE

La traslación y el movimiento de las mercancías, dentro del puerto y en el hinterland del mismo, se efectúa por medio de los sistemas de transporte. Pueden ser:

- Canal o río.
- Carretera.
- Ferrocarril.
- Tuberías.
- Cintas o bandas transportadoras.

#### III.3

#### FLOTA MUNDIAL Y BUQUE DE DISEÑO

El incremento notable del comercio mundial originado por las relaciones de toda índole entre las naciones, ha favorecido la creación de una vasta red de transportes que cubre prácticamente toda la tierra, permitiendo comunicar casi cualquier lugar del planeta.

El desigual reparto de las fuentes de materias primas o insumos, la dispersión de los grandes centros de producción y de consumo, -- junto con otros centros secundarios, exigen enlaces eficientes en todas sus combinaciones posibles de los distintos medios de trans

porte, y de las sucesivas manipulaciones de que es objeto la mercancía.

Cuando en la cadena del transporte la mercancía ha de pasar por un puerto, éste eslabón es fundamental puesto que más del 90% de las mercancías, objeto de intercambio internacional, se transportan por vía marítima, por lo que no debe hablarse del transporte marítimo aisladamente sin relacionarlo con el comercio internacional.

Los intercambios comerciales y el transporte marítimo siguieron una evolución constante hasta la 2a. Guerra Mundial. Pero a partir de entonces se han producido cambios en la estructura de la economía mundial y, como consecuencia, en el intercambio de mercancías entre los distintos países.

Al crecer en la postguerra rápidamente los países desarrollados, las multinacionales dispusieron de recursos para invertir en los países en desarrollo que si, al principio, se dirigían a sustituir las importaciones, a partir de la década de los 60's buscan fuentes de bajo costo de bienes terminados y semielaborados para sus mercados.

En los últimos 30 años hay que destacar como fundamental un proceso de maduración industrial de los países en desarrollo, que se refleja en el comercio de productos industriales. Las exportaciones industriales están aumentando con las tendencias cambiantes de los mercados mundiales de trabajo y capital.

El cambio de enfoque sobre aspectos económicos, comerciales e industriales han tenido su repercusión en el medio marítimo. La razón fundamental de la evolución que ha tenido lugar es el extraordinario desarrollo de las relaciones internacionales y el crecimiento de las actividades productivas que precisan de energía y materia primas, lo que se ha traducido en un aumento espectacular

del tonelaje movilizado, especialmente a granel.

Por lo anterior, los puertos ya no son tan solo el lugar de abrigo y atraque. Deben disponer ahora de instalaciones y servicios para los barcos, los exportadores y los destinatarios de las mercancías. Son pues también una industria compleja que además de un adecuado rendimiento industrial han de atender a la competencia comercial internacional. De esta manera surgen así amplias zonas industriales alrededor de los puertos, transformando a éstos en centros de actividad industrial, lo que los convierte en generadores de desarrollo económico. En consecuencia, los puertos albergarán grandes complejos de enorme actividad industrial, comercial y económica.

El principio de la década de los 60's marca el punto de partida de la verdadera transformación del transporte marítimo, de los grandes tráficos y de las instalaciones portuarias. Tan profundos son los cambios que se inician en los años 60's que se trata de una verdadera revolución, cuya importancia es comparada con la que supuso la sustitución de la vela por la máquina de vapor.

### III.3.1 LOS GRANDES TRAFICOS

Puesto que la mercancía es el usuario fundamental del puerto por ser el objeto de transporte, ha motivado la aparición de grandes tráficos. A efectos portuarios, la propiedad fundamental de la mercancía es su forma de presentación; bajo este aspecto se deben hacer dos consideraciones:

La mercancía puede ser de elevado valor específico, lo que hace necesario su protección mediante embalado, o por el contrario de bajo valor específico, y por lo tanto susceptible de transportarse a granel. La citada en primer lugar, que recibe el nombre de mercancía general, tiene como características adicionales: heterogeneidad, facilidad de deterioro y gran -

irregularidad. Esto hace que requiera las siguientes atenciones: depósito en puerto, manipulación para agrupar cargamentos, envasado, operación individualizada y gran cantidad de mano de obra.

La citada en segundo lugar presenta características opuestas a la anterior: homogeneidad, regularidad y es difícilmente deteriorable. Las necesidades principales son: amplias zonas de almacenamiento (por moverse grandes volúmenes) que puedan estar fuera de la zona de servicio del puerto, barcos de gran calado, utillaje especializado de alto rendimiento, empleo de poca mano de obra, etc.

Antiguamente el único transporte marítimo habitual era el de la mercancía general y el embalaje tradicional de forma diversa: cajas, cartones, sacos, barriles, etc., el cual se ha conservado a través de los siglos. La manipulación era lenta, pero satisfacía a todo el mundo.

Sin embargo, dos factores rompieron la tradición: la expansión económica y la aparición del tráfico aéreo; lo que introdujo un nuevo concepto: la velocidad. Esto ha implicado la búsqueda de sistemas para mover más eficientemente la carga en los puertos, acelerar el ritmo del ciclo del transporte, así como una especialización y automatización en equipos y barcos. Para que todo esto fuera posible se hizo necesario comenzar por racionalizar la forma de preparar las mercancías para su manipulación, constituyendo unidades de carga que eliminasen las variadísimas maneras en que tradicionalmente se les expedía.

Esto provocó la aparición de distintos tráficoes como:

- Carga general fraccionada: sacos, cajas, maquinaria diversa, etc.

- Carga general unitarizada: agrupando la carga general en unidades de mayor peso (pallets).
- Carga unitizada: mercancía diversa en contenedores especializados.
- Carga a Granel: se divide en:
  - Líquida: hidrocarburos y sus derivados  
mieles incristalizables  
gases licuados (- 164 °c)  
jugos, vinos, aceites  
productos químicos
  - Sólida: minerales  
carbón  
fosfatos  
cereales  
cemento

### III.3.2 FLOTA MERCANTE MUNDIAL

La necesidad de transportar grandes volúmenes de mercancías puede satisfacerse aumentando el número de barcos o el tamaño de los mismos. Decidirse por una u otra solución es, fundamentalmente, un problema económico aunque condicionado por otras variables. El que, a partir de 1964, se inicie una carrera en la construcción de barcos cada vez de mayor capacidad se justifica al demostrarse que el precio de la tonelada transportada disminuye al aumentar el tamaño del barco.

En el medio siglo transcurrido entre 1900 y 1950, el comercio

marítimo mundial aumentó de 200 a 525 millones de toneladas. De 1950 a 1973 el comercio marítimo mundial se sextuplicó, - llegando a 3,190 millones de toneladas de carga. La tasa - media anual de crecimiento del comercio marítimo en el decenio de 1950 fue del 7.5%, elevándose hasta el 9.0% durante - el decenio de 1960. A partir de 1970 el crecimiento anual - de tráfico marítimo ha sido desigual.

Los últimos 15 años fueron para la flota mundial de navegación de altura de rápido crecimiento y de grandes innovaciones tecnológicas. El cambio se extendió a la industria del transporte marítimo y afectó considerablemente a los buques-cisterna, los graneleros y los cargueros de línea regular.

El tonelaje de la flota mundial aumentó en un 300% entre -- principios del decenio de 1950 y mediados del decenio de --- 1970, a una tasa de crecimiento acelerada. En el decenio de 1950 el tonelaje creció a un promedio anual de 4.5%, incrementándose el índice al 6% en el decenio de 1960 y al 8% en el decenio de 1970. En la década de los 80's la tasa ha - fluctuado entre 3 y 6% .

### 111.3.3 BUQUE DE DISEÑO

El comercio marítimo se encuentra en constante evolución, lo que influye de modo crítico en los volúmenes y los tipos de tráficos que utilizan un puerto dado. Paralelamente al desarrollo del comercio han evolucionado las flotas mercantes. La distribución geográfica de producción y consumo, la forma ción de grandes bloques económicos y la demanda de materias-primas señalan las grandes rutas y tráficos marítimos mundiales; en consecuencia, las flotas seguirán el camino del trá fico buscando al barco que mejor se adapte a las necesidades del transporte conjuntamente con el logro de un beneficio.

Fig. III.8.a

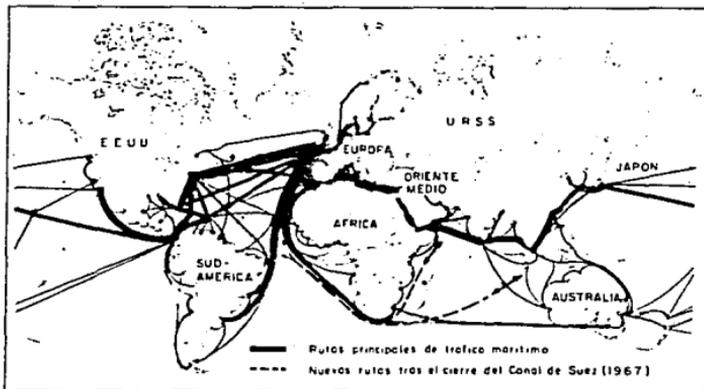


Fig. III.8.b

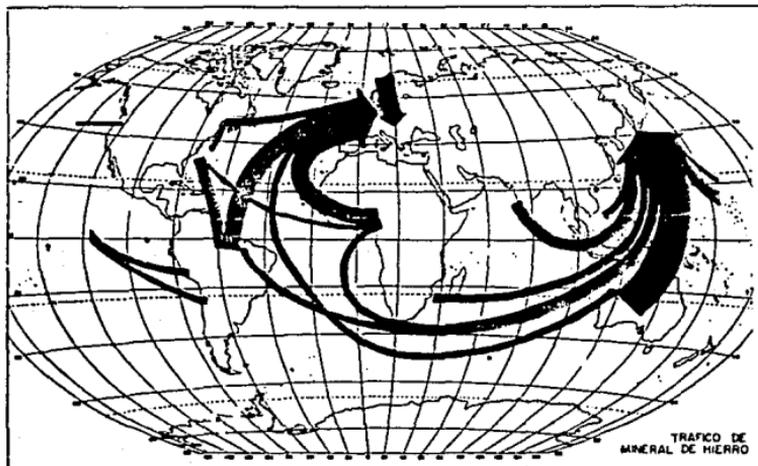


Fig. III.8.c

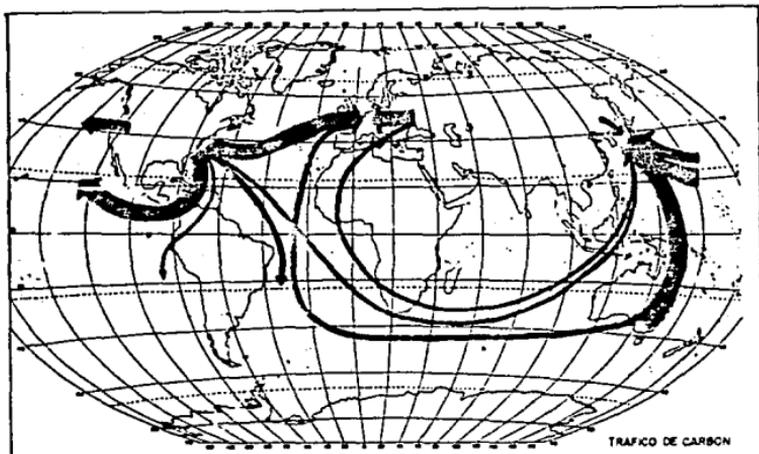


Fig. III.8.d

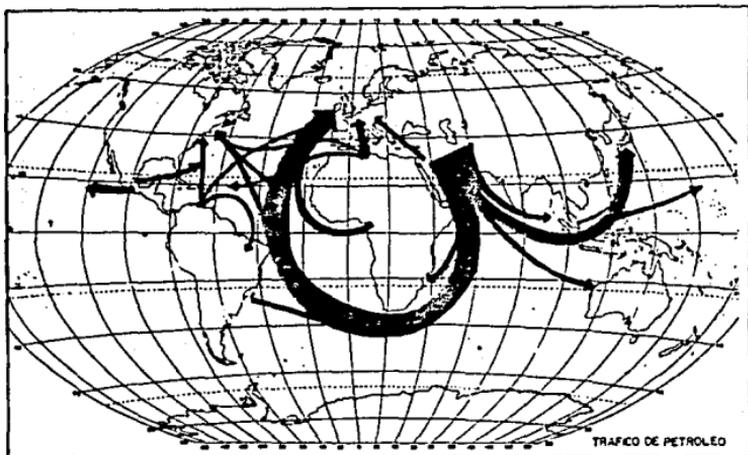


Fig. III.8.e

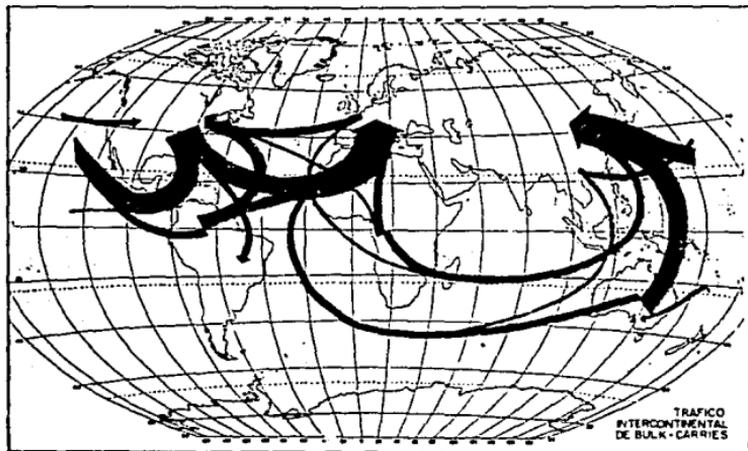
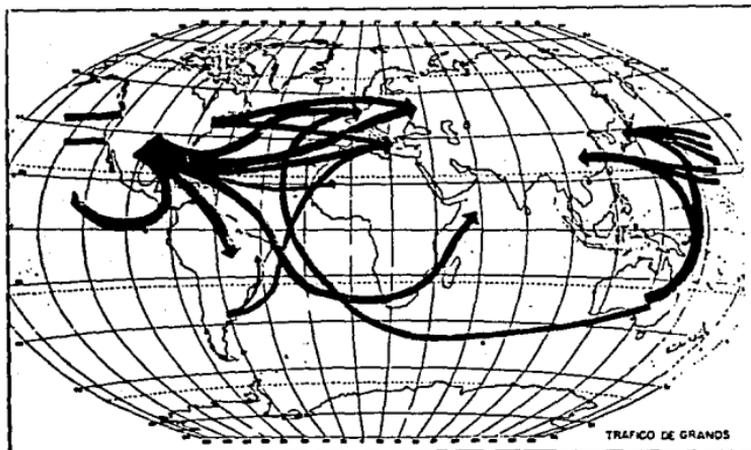


Fig. III.8.f



# NOTES ON STATISTICAL TABLES 1986

## PRINCIPAL MERCHANT FLEETS OF THE WORLD

Cuadro III, f, a  
Flota mundial

(Compared with 1985)

### Steamships and motorships of 100 gross tonnage and upwards:

	thousand gross tonnage		thousand gross tonnage
Liberia ... ..	52,649 (+ 5,530)	Turkey ... ..	3,424 (+ 281)
Panama ... ..	41,305 (+ 631)	Romania ... ..	3,234 (+ 210)
Japan ... ..	38,438 (+ 1,452)	Canada ... ..	3,160 (+ 184)
Greece ... ..	28,391 (+ 2,641)	Saudi Arabia ... ..	2,979 (+ 159)
U.S.S.R. ... ..	24,290 (+ 215)	Iran ... ..	2,911 (+ 531)
U.S.A. ... ..	19,301 (+ 383)	Yugoslavia ... ..	2,672 (+ 173)
China, People's Rep. of ... ..	15,930 (+ 944)	Kuwait ... ..	2,581 (+ 231)
United Kingdom ... ..	11,567 (+ 2,776)	Sweden ... ..	2,517 (+ 645)
Cyprus ... ..	10,617 (+ 2,421)	Belgium ... ..	2,420 (+ 19)
Norway ... ..	9,295 (+ 6,044)	Australia ... ..	2,388 (+ 290)
Hong Kong ... ..	8,180 (+ 1,212)	Argentina ... ..	2,117 (+ 340)
Italy ... ..	7,897 (+ 947)	Indonesia ... ..	2,066 (+ 149)
Korea (South) ... ..	7,184 (+ 15)	Malta ... ..	2,015 (+ 159)
Philippines ... ..	6,922 (+ 2,329)	Malaysia ... ..	1,744 (+ 29)
India ... ..	6,540 (+ 84)	Cipriote ... ..	1,613 (+ 1,030)
Singapore ... ..	6,268 (+ 237)	Mexico ... ..	1,520 (+ 53)
Brazil ... ..	6,212 (+ 1,591)	German Dem. Rep. ... ..	1,519 (+ 85)
Bahamas ... ..	5,385 (+ 2,075)	Finland ... ..	1,470 (+ 504)
France ... ..	5,336 (+ 2,301)	Cayman Islands ... ..	1,390 (+ 978)
Germany, Fed. Rep. of ... ..	5,565 (+ 812)	Bulgaria ... ..	1,385 (+ 63)
Spain ... ..	5,422 (+ 834)	Bermuda ... ..	1,268 (+ 228)
Denmark ... ..	4,651 (+ 291)	Portugal ... ..	1,114 (+ 322)
Netherlands ... ..	4,324 (+ 231)	Egypt ... ..	1,083 (+ 110)
Poland ... ..	3,457 (+ 142)	Iraq ... ..	1,016 (+ 4)

The world fleet now stands at 404.9 million gross tonnage, a decrease of 11.4 million gross tonnage (2.7%) compared with decreases of 2.4 million gross tonnage in 1985 and 3.9 million gross tonnage in 1984.

The fleets showing the largest additions are Cyprus (12.4 m GT), Philippines (2.3 m GT), Bahamas (2.1 m GT), Hong Kong (1.3 m GT), Gibraltar and the Cayman Islands (1.0 m GT). Substantial decreases were recorded in Norway (6.0 m GT), Liberia (5.5 m GT), the United Kingdom (2.4 m GT) and Greece (2.6 m GT).

Note: The totals in the following tables for the United States of America and for Canada include 1,507,794 gross tonnage and 1,821,347 gross tonnage respectively which are for service on the Great Lakes.

† The total tonnage appearing for the People's Republic of China includes 4,272,795 gross tonnage for the Province of Taiwan.

### TYPES

The world fleet trading commercially is principally composed of the following types of ship:

	thousand gross tonnage
Oil tankers ... ..	124,140 (+ 10,720)
Oilchemical tankers ... ..	4,286 (+ 699)
Chemical tankers ... ..	3,503 (+ 138)
Liquefied gas carriers ... ..	9,432 (+ 131)
Bulk oil carriers ... ..	21,267 (+ 2,453)
Dry and bulk carriers ... ..	111,641 (+ 1,383)
General cargo ... ..	73,245 (+ 2,549)
Container ships including higher carriers ... ..	19,603 (+ 1,248)
Other vessels ... ..	5,028 (+ 400)
Total ... ..	372,609 (+ 11,311)
Non-trading types ... ..	22,302 (+ 573)
WORLD TOTAL ... ..	404,912 (+ 11,358)

The world total of oil tankers including oilchemical tankers of 100 gross tonnage and above (123.4 m GT) has decreased by 10.0 million gross tonnage during the year and represents 31.7% of all steamships and motorships (33.3% in 1985 and 35.2% in 1984). The largest fleets are Liberia (23.7 m GT), Japan (12.4 m GT), Greece (10.3 m GT) and Panama (9.2 m GT).

The world total of dry and bulk carriers (ships of 8,000 GT and above including bulk oil carriers) has increased by 1.1 million gross tonnage during the year to a total of 132.9 million gross tonnage and represents 32.8% of all steamships and motorships (32.2% in 1985 and 30.7% in 1984). The largest fleets are Liberia (18.0 m GT), Panama (17.4 m GT), Japan (13.9 m GT) and Greece (13.2 m GT).

The world total of general cargo ships (73.2 m GT) decreased by 2.5 million gross tonnage during the year and represents 18.1% of all steamships and motorships (18.2% in 1985 and 18.4% in 1984). The largest fleets are Panama (9.2 m GT), the U.S.S.R. (7.7 m GT), the People's Republic of China (5.3 m GT), the United States of America and Greece (4.0 m GT), Japan (3.9 m GT) and Cyprus (2.1 m GT).

The world total of liquefied gas carriers including higher carriers now 19.6 million gross tonnage and liquefied gas carriers account for 9.8 million gross tonnage (14.7 m cubic metres capacity). Seventy nine ships out of a total of 770 are for the carriage of LNG with an aggregate of 6.8 million cubic metres.

### SIZE

The number of ships over 100,000 gross tonnage (approximately 200,000 dwt) has continued to fall and now stands at 447 ships compared with 512 in 1985 and 564 in 1984. Of this total 113 ships are over 140,000 gross tonnage (approximately 275,000 dwt) including two ore/bulk carriers.

### AGE

Less than 42% of the world fleet is under ten years of age, 5% is 25 years old or more. The Federal Republic of Germany has the smallest proportion of the principal maritime countries with 6% being less than 10 years old, followed by the Netherlands with 64%, Brazil with 82% and Hong Kong with 86%. Over 50% of the fleet for the Cayman Islands, 43% of the fleet for Canada, 35% of the fleet for Malta and 32% of the fleet for the United States of America are at least 20 years old. Almost 69% of the world tanker fleet including oilchemical tankers is ten years of age or more (4,219 ships out of a total of 6,490).

### PROMOTION

Over 81% of the world fleet has diesel propulsion.

### CASUALTIES AND DEMOLITIONS

Tonnage lost by the world fleet (1.7 m GT) during the year ending 31st December, 1985, was 702,731 gross tonnage less than in 1984. The number of ships lost (307) was 20 less than the previous year. Tonnage broken up (22.2 m GT) was 4,478,373 gross tonnage more than the previous year.

### CLASSIFICATION WITH LLOYD'S REGISTER

Ships classed or to be classed with Lloyd's Register total 3,301 with an aggregate of just over 98 million gross tonnage.

## SIZE AND AGE OF ALL STEAMSHIPS AND MOTORSHIPS

DIVISIONS OF TONNAGE	DIVISIONS OF AGE												TOTAL			
	0-4 YEARS		5-9 YEARS		10-14 YEARS		15-19 YEARS		20-24 YEARS		25-29 YEARS				30 YEARS & OVER	
	No.	Gross Tonnage	No.	Gross Tonnage	No.	Gross Tonnage	No.	Gross Tonnage	No.	Gross Tonnage	No.	Gross Tonnage	No.	Gross Tonnage	No.	Gross Tonnage
<b>MEXICO</b>																
100 - 499	55	11,885	127	18,530	94	14,391	97	10,107	18	4,007	2	601	49	12,901	442	78,208
500 - 999	6	3,516	13	8,700	9	5,059	11	2,762	3	2,342	3	2,948	7	5,285	52	36,171
1,000 - 1,999	32	35,954	3	3,857	9	10,895	2	2,671	1	1,414	1	1,360	3	3,920	51	90,059
1,600 - 1,999	4	6,030	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1	1,886	5	8,722
2,000 - 3,999	1	3,125	4	12,371	5	13,927	5	13,430	3	8,009	2	5,164	4	12,290	24	89,296
4,000 - 5,999	...	...	1	4,238	...	...	1	5,733	1	5,012	...	...	...	...	3	15,023
6,000 - 6,999	...	...	...	...	1	6,823	...	...	...	...	1	6,813	...	...	2	13,636
7,000 - 7,999	...	...	...	...	2	14,239	...	16,000	...	...	...	...	...	...	4	29,307
8,000 - 9,999	2	16,700	...	...	...	...	...	1	8,887	...	...	...	...	...	3	29,667
10,000 - 14,999	1	14,000	1	12,095	7	101,158	14	165,707	...	...	...	...	...	...	23	292,980
15,000 - 19,999	1	18,709	4	64,397	5	88,477	2	31,945	2	32,151	1	16,286	...	...	15	252,988
20,000 - 29,999	6	157,890	2	55,513	1	27,211	...	...	...	...	...	...	...	...	9	240,004
30,000 - 39,999	...	...	5	171,219	2	70,714	...	...	...	...	...	...	...	...	7	241,833
40,000 - 49,999	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
50,000 - 59,999	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
60,000 - 69,999	...	...	...	...	1	68,171	...	...	...	...	...	...	...	...	1	68,171
70,000 - 79,999	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
80,000 - 89,999	...	...	...	...	...	...	...	87,464	...	...	...	...	...	...	1	87,464
90,000 - 99,999	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
100,000 - 109,999	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
110,000 - 119,999	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
120,000 - 129,999	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
130,000 - 139,999	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
140,000 and above	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
<b>TOTAL</b>	<b>108</b>	<b>288,484</b>	<b>180</b>	<b>351,128</b>	<b>138</b>	<b>422,884</b>	<b>135</b>	<b>345,427</b>	<b>29</b>	<b>62,882</b>	<b>10</b>	<b>33,213</b>	<b>64</b>	<b>36,250</b>	<b>642</b>	<b>1,620,246</b>

TIPO DE EMBAUCACIONES	EMBAUCACIONES CON BANDERA MEXICANA (MAYORES DE 500 T.P.M.)			EN PROCESO DE ADSCRIPCION (EMBAUCAS EN EL PAIS, MAYORES DE ADSCRIPCION MEXICANA)			TOTAL		
	CANTIDAD	T.P.M.	T.P.M.	CANTIDAD	T.P.M.	T.P.M.	CANTIDAD	T.P.M.	T.P.M.
BUQUE TORNO	52	779,870	1'179,313	9	316,471	416,342	61	996,341	1'615,735
BUQUE GENERAL	21	52,645	71,382	5	54,259	65,593	26	106,904	137,375
GRANDEERO	17	278,100	415,568	11	152,634	240,273	28	430,734	695,841
COLETA	67	96,287	139,704	...	...	...	67	96,287	139,704
BARCAZA	13	43,881	60,112	1	704	1,500	14	44,785	61,812
TRANSPORTADOR	15	39,585	27,749	...	...	...	15	39,585	27,749
REPOSCONTR	13	7,064	10,524	29	8,726	9,435	42	15,790	19,959
P/COMUNICACIONES	1	8,375	11,984	1	16,417	22,213	2	24,872	34,033
B/ESC./COLETA	2	18,789	28,183	...	...	...	2	18,789	28,183
BARCA	14	25,793	38,206	...	...	...	14	25,793	38,206
PIECA	...	...	...	1	168	168	1	168	168
AVISTADOR	...	...	...	3	663	663	3	663	663
MULTIPROPOSITOS	...	...	...	3	27,522	36,554	3	27,522	36,554
OTROS	22	284,722	336,072	1	199	199	23	284,921	336,271
<b>TOTAL</b>	<b>237</b>	<b>1'629,051</b>	<b>2'359,127</b>	<b>64</b>	<b>478,265</b>	<b>812,960</b>	<b>301</b>	<b>2'107,316</b>	<b>3'172,087</b>

MARINA MEXICANA  
(AL 30/12/88)

### III.3.3.1 Innovaciones tecnológicas en el transporte marítimo

En los últimos 25 años, el progreso tecnológico registrado en la industria de la construcción naval aportó múltiples y profundos cambios que han incrementado la eficacia del transporte marítimo mundial. En los párrafos que siguen se examinan brevemente los acontecimientos más importantes.

#### 3.3.1.1 Tamaño de los buques

El tamaño de los buques experimentó un aumento espectacular entre 1963 y 1974, la capacidad de carga de la flota mundial, medida en toneladas de peso muerto (T.P.M.), llegó casi a triplicarse aún cuando el número de buques -- aumentó tan solo en un 38%. Este incremento del tamaño de los buques se limitó en gran parte a los buques cisterna y a los graneleros.

#### 3.3.1.2 Tipos de buques

Una característica dominante de la industria del transporte marítimo en los últimos años ha sido la introducción de diversos nuevos tipos de buques "especializados" en sustitución de los buques Tramp corrientes construidos durante la guerra. Algunos de esos tipos especializados están destinados a atender las necesidades del transporte de productos específicos, como los cargueros de gas licuado, los -- cargueros de productos químicos, los petroleros, los bu--ques portavehículos y los buques cisterna para el transporte de minerales en suspensión acuosa. El empleo de buen número de estos buques durante la mayor parte de su vida -- útil (20 años), ha quedado asegurado por medio de convenios de flete de larga duración.

Algunos nuevos tipos de buques, aunque calificados "de especializados", pueden de hecho utilizarse para diversos --

finés, lo cual eleva su rentabilidad. Se trata de los cargueros mixtos: granelero-petrolero (06), mineralero, -- granelero-petrolero (060) y granelero portavehículos. Al ser capaces de transportar más de un producto, los cargueros mixtos pueden operar en el comercio triangular, con lo que se reduce el tiempo que pasan en lastre.

La rápida expansión del transporte de carga unitarizada en contenedores, paletas y otros tipos de unidades de carga ha tenido por objeto mejorar la manipulación de la carga general. Han aparecido tipos diferentes de buques y con ellos nuevas formas de manipulación de la carga para sustituir el sistema tradicional de manipulación de carga fraccionada, con objetivo común de "preembalar" las unidades de carga para facilitar las operaciones de carga y descarga del buque.

De esta forma, se puede predecir una tendencia al aumento de las dimensiones de los barcos, buscando satisfacer un mayor volumen de transporte a medida que se incrementa la distancia, y a la especialización de los mismos con aumentos de rendimientos y rapidez de operaciones.

A continuación se distinguen los siguientes tipos de buques:

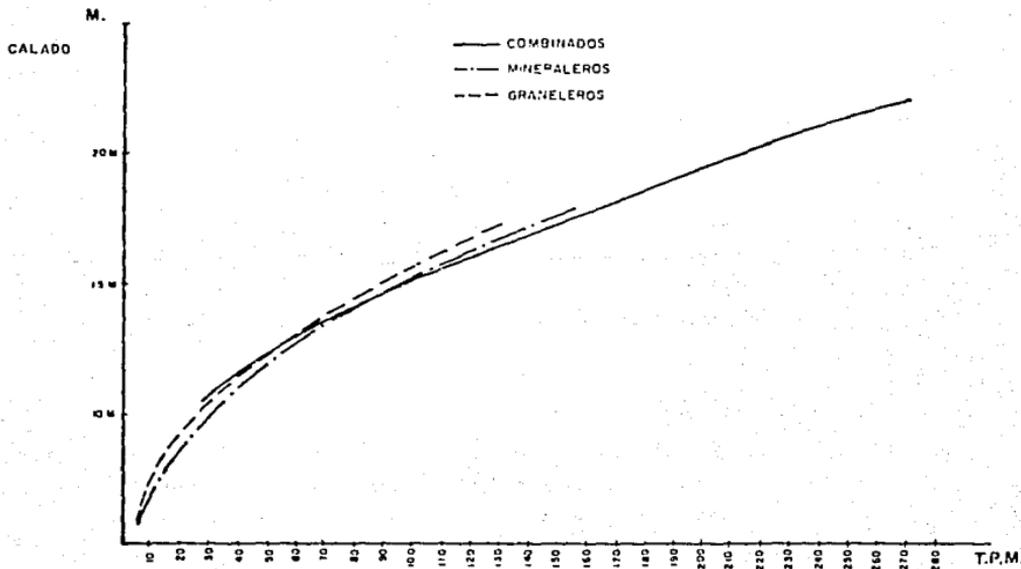
1.- Cargueros.

Destinados al transporte de mercancía general. Este tipo de embarcaciones apenas han cambiado con respecto a las innovaciones de diseño experimentadas por la flota mundial en los tráficos a granel y especializados, en los cuales la tendencia ha sido hacia la del gigantismo. Las dimensiones de estos barcos tradicionales casi no se han modificado, puesto que no pueden aumentarse dada la clase de puertos que fre

cuentan en los que sus muelles no permiten disponer -- de aguas muy profundas; se ha comprobado que un 80% -- de los puertos del mundo no pueden recibir barcos con -- más de 30,000 toneladas de carga pues tienen profundi -- dades menores de 11 metros. Para contrarrestar la fal -- ta de capacidad de estas naves, por sus dimensiones, -- se han adaptado nuevas técnicas en la manipulación de -- la carga general tradicional. Esto se ha logrado, por -- un lado, mediante la formación de unidades de carga de -- forma regular, la preparación previa de la mercancía y -- la utilización de paletas, embalajes y estingas para -- ahorrar tiempo en la manipulación de la carga; y por -- otro, el incremento en la velocidad de las naves.

Fig. III. 9

## EVOLUCION DE LAS CARACTERISTICAS



Características:

	Buque promedio	
Eslora . . . . .	130.0 -	175.0 m
Manga . . . . .	15.0 -	23.0 m
Calado . . . . .	7.0 -	9.5 m
Desplazamiento . . .	5,000 -	12,000 ton

2.- Roll-on/Roll-off.

Este tipo de buque está caracterizado principalmente por la carga y descarga de la mercancía por medio de rodadura, ya sean camiones, remolques, tractores, carretillas, etc. Dentro de este tipo (ro-ro) pueden incluirse los transbordadores de vehículos y ferrocarriles, así como carceros de carga rodante. A los barcos ro-ro se accede y son evacuados por popa o proa o lateralmente por medio de rampas que tiene el propio barco.

Características:

	Buque promedio	
Eslora . . . . .	140.0 -	250.0 m
Manga . . . . .	21.0 -	
Calado . . . . .	5.5 -	9.5 m
Arqueo bruto . . . .	4,000 -	25,000 TRB

3.- Portacontenedores

Son navfos destinados 100% al transporte de carga unitizada. Sus características varían ostensiblemente según cubran rutas trans-oceánicas o de cabotaje. Su

Fig. iii.10 Barco portacontenedores con sistema Ro - ro

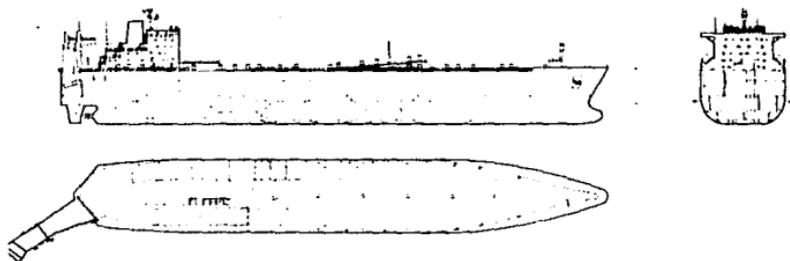
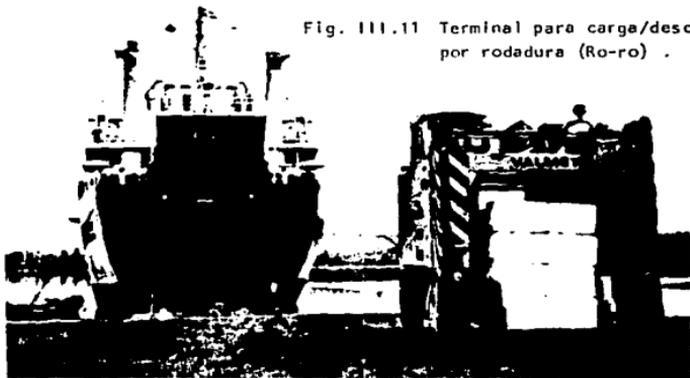


Fig. III.11 Terminal para carga/descarga por rodadura (Ro-ro) .



capacidad de carga se suele expresar en el número de contenedores de 20 pies que acepta (1 contenedor de 20' admite 11 ton de mercancía) = 1 TEU.

Características:

	Pequeños		Grandes	
Eslora ...	75	- 130 m	130	- 300 m
Manga ...	10	- 25 m	25	- 33 m
Calado ...	4.0	- 6.0 m	6.0	- 13.0 m
Desplazamiento ...	1,500	- 5,000	5,000	- 35000 TPH
Número de contenedores tipo ...	60	- 300	300	- 3000

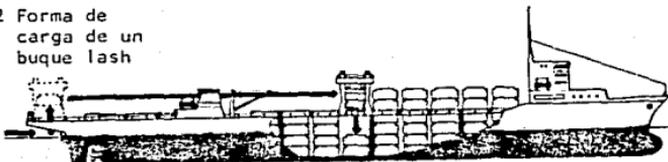
4.- Buques Lash y Sea-Bee

El buque tipo Lash está capacitado para el transporte de contenedores y barcazas especiales. Estas barcazas de dimensiones 18.7 x 9.5 x 3.9 m llevan en su interior contenedores y carga, su capacidad es de 370 ton transportadas por remolcadores hasta el buque nodriza, son izadas por un potente puente - grúa que sobre carriles se desplaza a lo largo del navío.

Características:

	Dimensiones:	
Eslora	250.0	- 270 m
Manga	30.0	- 33 m
Calado	10.5	- 11.5 m
Desplazamiento	30,000	- 45,000 TPH
Núm. de barcazas	70	- 90

Fig. III. 12 Forma de carga de un buque lash



El navío tipo Sea - Bee es un buque, asimismo, destinado al transporte de barcazas, que admite también contenedores. El sistema de elevación de barcazas es una plataforma elevadora situada en la popa del buque. Las dimensiones de una barcaza Sea - Bee son 29.7 x 10.7 x 4.9 m y de 850 ton de desplazamiento. Se trata, con estos barcos, de evitar la inactividad que se deriva de esperar atraque en los puertos y, por otra parte, de la ventaja que representa disponer de unidades de carga de los más variados productos.

Fig. III.13 Barco portabarcazas tipo Sea Bee

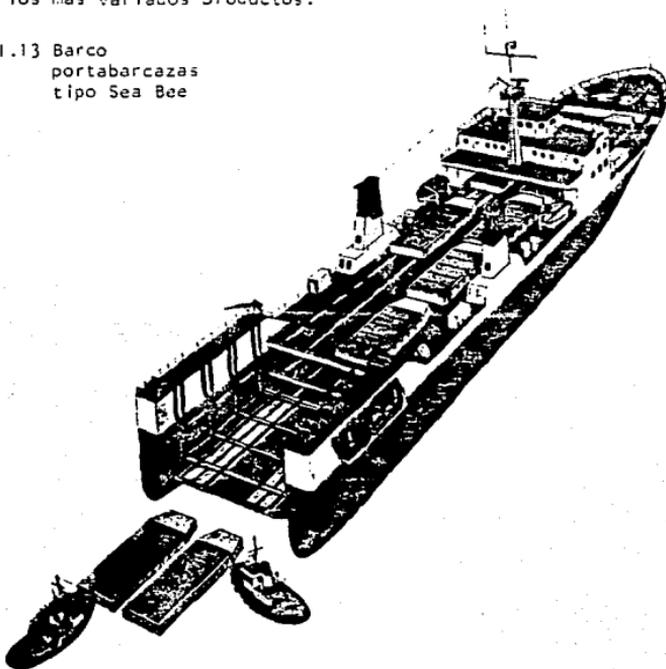
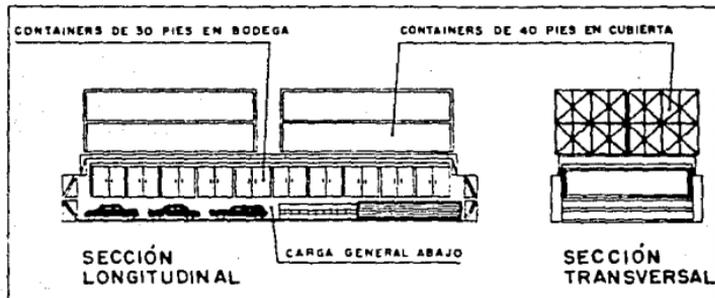


Fig. III.14 Barcaza Sea - Bee



Las características de estas embarcaciones son:

	Buque medio
Eslora .....	266 m
Manga .....	32.3m
Calado .....	11.9m
Desplazamiento .....	38,400 TPM
No. de barcazas .....	38
No. de contenedores .....	950
No. de cubiertas.....	3

- 5.- Portagraneles: Bulk-carriers 6 cerealeros  
Ore-carriers 6 mineraleros

Su finalidad es el transporte de cereales o de minerales a granel. La diferente estructura de unos y otros se debe a la densidad del producto transportado. En los primeros, la tendencia actual es la de disponer las bodegas en número de 6 a 10 a lo largo del buque. Los modernos mineraleros, en cambio, tienen un reducido número de bodegas, de 2 a 4, rodeadas en sus costados por tanques de balasto.

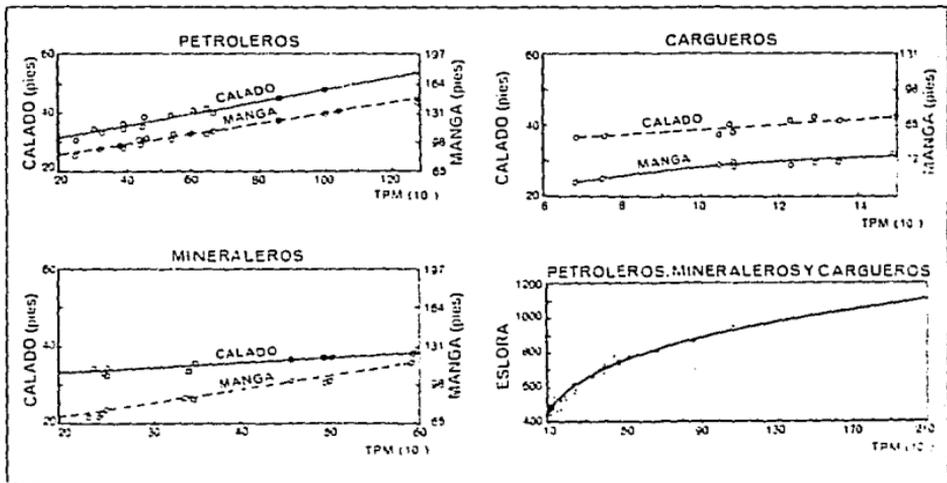


Fig. 111.15 Dimensiones de algunos tipos de buques

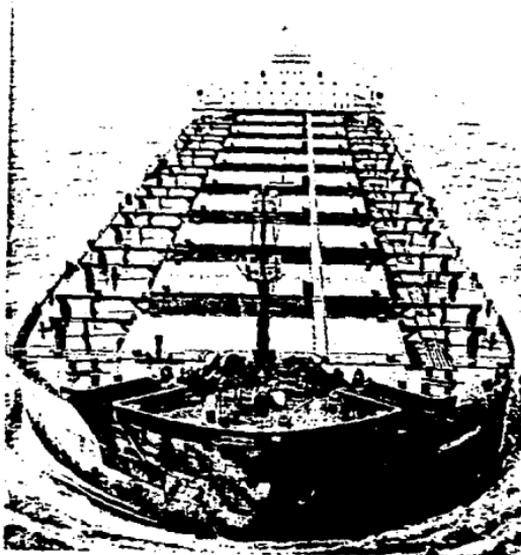


Fig. 111.16 Buque granelero

Características:

	Bulk-carrier		Ore-carrier	
Eslora	150.0	- 250.0m	160.0	- 300m
Manga	10.0	- 35.0m	10.0	- 40m
Calado	6.0	- 15.0m	7.0	- 16m
Desplazamiento	20,000	- 100,000	30,000	- 150,000TPM

6.- Petroleros. Oil-carriers

Dentro de los buques que transportan productos petrolíferos se pueden distinguir los destinados al transporte de crudos y los de productos refinados. Los primeros, que hacen las rutas desde los centros de producción a los de refino, tienden a las grandes dimensiones, en busca de abatir los costos de transporte. Ello ha dado lugar a la construcción de los U.L.C.C. (Ultra Large Crude Carriers), mayores de 300.000 TPM. Los segundos cubren el tráfico entre los centros de refino y los núcleos de consumo. Por ser estas distancias generalmente mucho más cortas que las anteriores y por no disponer la mayoría de los puertos receptores de grandes profundidades ni instalaciones de mucha capacidad, los buques destinados a este transporte son de dimensiones menores que los del primer tipo.

En la actualidad el ritmo de construcción de mayores barcos está casi totalmente detenido, al comprobarse los fuertes riesgos que para la navegación, la ecología o las estructuras portuarias, implica el gigantismo. El aumento del tamaño del buque conlleva otros aumentos en los costos, como estructuras especiales y primas de seguros entre otros, que contrarrestan los beneficios derivados del transporte. Los encargos de construir petroleros-

Fig. III. 17 Buque petrolero

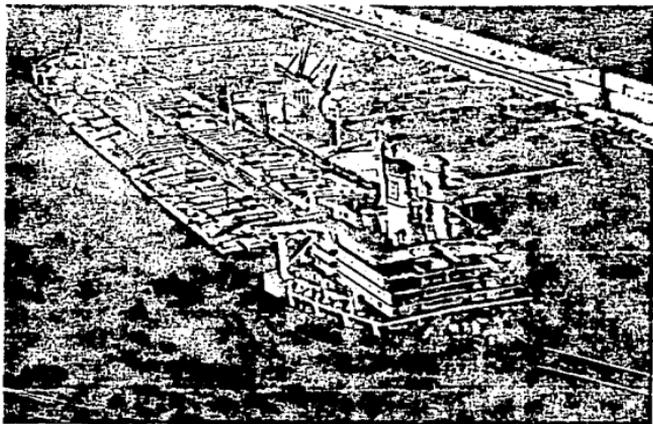
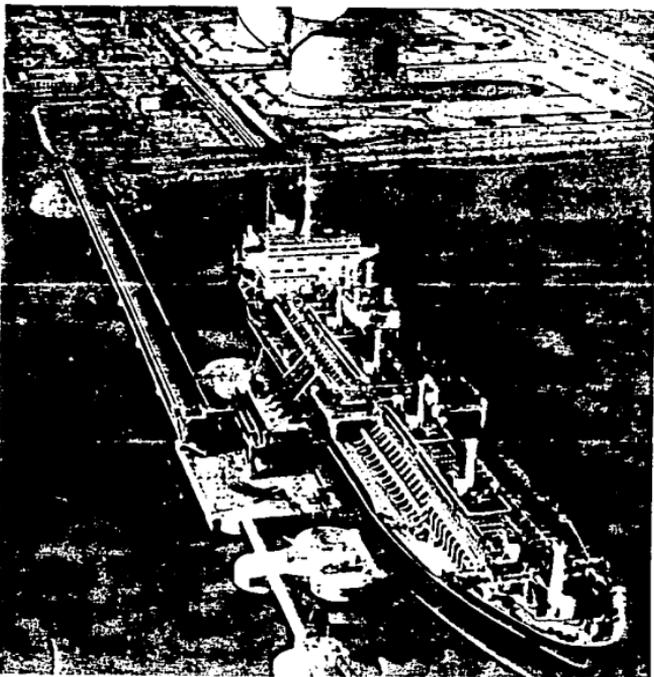


Fig. III. 18 Buque metanero



mayores de 500,000 TPM, o bien han sido anulados o se han detenido, pareciendo que esa cifra va a ser por -- ahora, el tope de la carrera del gigantismo naval.

Características:

	Buque - medio	
Eslora .....	160.0 -	270.0 m
Manga .....	25.0 -	40.0 m
Calado .....	10.5 -	16.0 m
Desplazamiento .....	20,000.00 - 200,000 TPM	

7.- L.G.C. (Liquid Gas Carrier).

Con estas siglas se agrupan los buques destinados al transporte de gas licuado. Dentro de esta denominación genérica se pueden distinguir los transportes de gas, petróleo, L.P.G. (Liquid Petrol Gas) en todas sus variaciones: propano, propileno, butano, amoníaco, -- anhidro, etc., y los transportes de gas natural, L.N.G. (Liquid Natural Gas), consistente el 99% en gas metano. A estos últimos se les conoce también como meta<sub>u</sub>neros. (ver fig. III.16).

El gas líquido se transporta en cubas cilíndricas, esféricas o rectangulares que pueden estar integradas -- en el caso del buque o ser independientes de él para permitir dilataciones.

Características:

	Buque - medio	
Eslora .....	120.0 m	260.0 m
Manga .....	6.0 m	36.0 m
Calado.....	6.0 m	11.0 m
Desplazamiento.....	10,000-50,000 TPM	
Capacidad .....	20,000 m <sup>3</sup>	70,000 m <sup>3</sup>

6.- O.O (ORE-OIL)- O.B.O. (ORE-BULK-OIL)

Son buques capacitados para el transporte combinado de graneles sólidos y líquidos. De esta forma es posible conseguir, tras hábiles gestiones de los armadores, un máximo aprovechamiento de los largos trayectos eliminando los viajes de retorno en lastre. Así, por ejemplo, un buque O.B.O. puede hacer el trayecto entre --- Oriente Medio y Norte de Europa transportando crudo, - cargar en destino mineral de hierro y llevarlo a los - puertos atlánticos de América y hacer el trayecto de - vuelta al Golfo Pérsico transportando cereales.

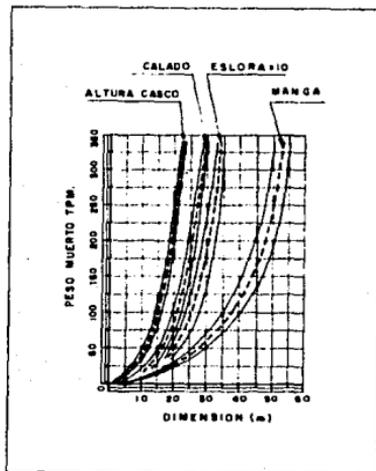
La estructura de los buques mixtos difiere de los graneleros y petroleros en que dispone de una compartimentación más compleja con mamparos lisos para facilitar la limpieza antes de cambiar de tipo de carga. Es evidente que su capacidad para transportar materias más densas es inferior a la de materias más ligeras.

Características:

	Buque - medio	
Eslora .....	300.0 m	
Manga.....	44.0 m	
Calado.....	17.6 m	
Desplazamiento.....	160,760 TPM	

En el siguiente gráfico se muestran las variaciones - en las dimensiones de este tipo de embarcaciones.

Fig. III.19 Dimensiones de los buques 0.0 y 0.B.0.



### 9.- Polivalentes

Están adaptados al transporte de mercancías de tipo - variado, buscando el máximo aprovechamiento de los via- - jes. En general son buques de mediano porte con am- - plias escotillas y dotados de grúas propias. Las car- - gas más comunes para las que están diseñados son: con- - tenedores, cargas sueltas, graneles sólidos y líquidos.

### III.3.4 EL FUTURO DEL TRAFICO Y LAS FLOTAS

Con todas las salvedades y precauciones se hacen a continuación unos comentarios sobre lo que pueden ser las características y factores dominantes en el futuro de las diferentes actividades que intervienen en el desarrollo de los puertos.

#### III.3.4.1 El comercio marítimo internacional

En los últimos 25 años la demanda de servicios de transporte marítimo creció con gran rapidez como consecuencia del fuerte incremento del comercio marítimo y del aumento de la distancia media de las travesías. Visto en términos absolutos, parece probable que la demanda siga aumentando. La consideración anterior se fundamenta en la dinámica misma del comercio marítimo internacional, cuyos rasgos más significativos son:

- a) Aumento general de volumen y valor del comercio con el desarrollo mundial.
- b) Aumento de la demanda e intercambio de materias primas y productos manufacturados entre los países desarrollados y los productores de materias primas.
- c) Importancia creciente del tráfico de graneles, especialmente el petróleo, y aumento de las dimensiones de los buques.
- d) Aparición de nuevas tecnologías de transporte que revolucionan las técnicas existentes y obligan a modificar las superestructuras y las instalaciones.
- e) Aumento de la importancia de la cadena del transporte -- considerada en su conjunto.
- f) Importancia creciente de las zonas portuarias en la creación y concentración de grandes complejos industriales.

Dentro de este grupo se pueden incluir los buques de transporte de cargas pesadas.

Características:

Buque - medio

Eslora.....170.0 m  
 Manga..... 25.0 m  
 Calado..... 8.7 m  
 Desplazamiento..... 15,000 - 20,000 TPM  
 Capacidad de -  
 contenedores..... 432  
 Vehículos..... 680

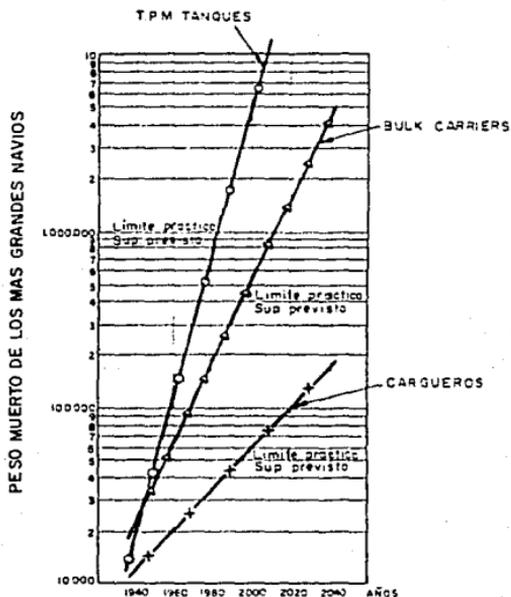


Fig. III.20 PREVISIONES DE LA EVOLUCION DE LOS BARCOS HASTA EL AÑO 2.040

### III.3.4.2 Factores económicos

Ahora bien, la combinación de una serie de factores económicos puede afectar radicalmente las perspectivas del comercio y el transporte marítimo a corto plazo e influir en el panorama a más largo plazo. Estos factores son:

- La grave recesión económica registrada en los principales países industrializados de economía de mercado, que ha reducido el crecimiento del comercio y aumentado el desequilibrio existente entre la demanda y la oferta de servicios de transporte marítimo; aunque esta situación es compensada en parte por el aumento del transporte marítimo de manufacturas procedentes de países en desarrollo
- La persistencia universal de una tasa de inflación elevada, con el alza consiguiente de los costos de construcción y explotación de buques, que aumentaron entre un 200 y un 300% en relación con las cifras correspondientes a los últimos años del decenio de 1960.
- Un aumento sin precedente del costo del combustible, que en ciertos tráficos representa casi el 50% del costo total de la explotación del buque y del viaje, en tanto que la proporción correspondiente a principios de 1973 era el 20%.
- El paso de las principales monedas mundiales de unos tipos de cambio relativamente fijos a tipos de cambio flotantes, que ha supuesto nuevos riesgos para operadores que asumen compromisos de capital y obtienen ingresos de explotación inestables.
- Si bien, algunos de estos problemas probablemente se aliviarán con la prevista mejora de la situación económica de los países.

### III.3.4.3 Tendencias futuras del transporte marítimo

Como se indicó anteriormente, son los factores económicos -- más que los tecnológicos los que predominan en el comercio -- internacional y en el transporte marítimo. Los problemas actuales de inflación, recesión y encarecimiento del combustible obstaculizan la expansión del comercio y frenan la tendencia al cambio tecnológico generalizado que caracterizó la revolución experimentada por los buques en los últimos 20 -- años. Habida cuenta de la situación económica actual, es de suponer que el cambio tecnológico del transporte marítimo du rante el resto del presente y el próximo decenio será más -- bien una evolución y consistirá en la difusión de las tecnologías que ya existen.

#### a) Crecimiento de la flota mundial

No es probable que en el próximo decenio se repita el rápido crecimiento experimentado por el conjunto de la flota mundial a partir de 1960, en el cual influyeron mucho los aumentos de las flotas de buques cisterna y de graneleros. El fuerte excedente de tonelaje de buques cisterna y graneleros que se registra actualmente frenará en particular el crecimiento general de la flota mundial du rante los próximos años.

Una gran parte de los buques que componen la flota de -- carga general, que ya van quedándose obsoletos, habrán -- de ser reemplazados por buques especializados o por buques modernos de uso general. El elevado costo actual -- de las construcciones navales hace que sea financieramente atractiva la transformación y modernización de buques ya existentes.

#### b) Tamaño y velocidad de los buques

Por razones de orden económico más que tecnológico se ha

invertido ahora la tendencia del período de postguerra, - al aumento de los buques cisterna para el transporte de petróleo bruto, de modo que no se espera que la construcción de petroleros de un millón de TPM, de que tanto se ha hablado, vaya a parecer justificada desde el punto de vista económico de aquí a muchos años. Sin embargo, se puede prever que habrá buques cisterna de hasta 250.000 TPM para productos derivados del petróleo, a medida que se vayan construyendo más refinerías en las regiones -- petrolíferas.

En los últimos años se ha presentado una tendencia general a construir buques más veloces como consecuencia de su creciente costo de capital y de la necesidad de obtener un rendimiento máximo de la inversión. A partir - de 1973, el elevado precio del combustible ha obligado - a hacer una nueva evaluación de esta estrategia de explotación, ya que, a velocidades elevadas, el consumo de combustible aumenta en progresión geométrica. Por otra parte, el empleo de velocidades reducidas podría suponer -- una pérdida de ingresos para los armadores. Por consiguiente, la elección de velocidad se basará en un cálculo separado para cada travesía, y en una situación tan fluida como la presente no es posible hacer ninguna predicción segura de los acontecimientos futuros.

#### c) Unitarización

La creciente elevación del costo de manipulación de la carga en los puertos parece que ha de conducir sin duda alguna a una mayor difusión de la unitarización. Sin embargo, es menos seguro anticipar la forma que adoptará - la unitarización y los medios para aplicarla al transporte marítimo.

En una visión de conjunto de las tendencias señaladas se

resumen a grandes rasgos los factores que influirán sobre las características del tráfico, de los medios de transporte y por tanto sobre el esquema del puerto.

- 1.- Seguirá el crecimiento de la flota y el de las características de las embarcaciones.
- 2.- El tráfico de graneles continuará creciendo y en general aumentará la distancia a recorrer.
- 3.- La disminución del flete con el tamaño del buque.
- 4.- La ventaja de grandes barcos en largas distancias.
- 5.- Tendencia hacia la especialización, aunque dentro de ella, el uso múltiple, con aumento de rendimiento y rapidez de operaciones.
- 6.- Influencia de las masas de mercancías a transportar y su valor. Cuanto más volumen y más baratas, conviene mayores barcos.
- 7.- Tendencia hacia buques pequeños o medianos en los tráficos especiales y de distribución.
- 8.- Preocupación por reducir el ciclo del barco, a base de aumento de velocidad, disminución de estancias en puertos (tiempo de rotación) y evitar pérdidas de tiempo.
- 9.- Unitización de la carga general.
- 10.- Los puertos tendrán una influencia decisiva sobre las características del barco que se pueda emplear.
- 11.- El barco obligará al puerto a mejorar sus características, sobre todo grandes profundidades en los que sirvan a zonas industriales.
- 12.- Influencia decisiva de la capacidad de almacenamiento en puerto.

La consecuencia para los puertos es que tendrán que poseer instalaciones para prestar un servicio adecuado y eficiente a los buques de todos estos tipos o de varios de ellos. El empleo de diversos buques podría hacer que el tráfico de cada uno de ellos fuera insuficiente para una utilización razonable del capital invertido en las terminales, por lo menos en las fases iniciales.

El tonelaje que se considere necesario añadir a la flota de mediados del decenio de 1990 tendrá que ser construido durante el periodo 1985 - 1995. El volumen de las necesidades de nuevos buques dependerá de lo que aumente el transporte marítimo mundial durante el periodo.

El volumen de nuevo tonelaje que será necesario construir para cada tipo de buques; se supeditará a factores propios de cada uno: la edad de los buques existentes, el número de barcos encargados, la tasa de crecimiento de la demanda de transporte de cada grupo específico de productos, las innovaciones tecnológicas introducidas en cada tipo de buque y el dinamismo de las empresas que exploten esas innovaciones. Sea cual fuere el valor que se utilice, lo cierto es que una parte importante de los buques que constituirán la flota mundial en 1995 está ya en servicio.

#### III.4 INGENIERIA OCEANOGRAFICA

Las aguas del mar están animadas de movimientos de distinta naturaleza. Los agentes que pueden provocar movimientos o desplazamientos son muy numerosos al ser el medio acuoso muy fácilmente deformable por su escasa cohesión intermolecular. El viento, los astros, las variaciones de temperatura, etc., son una muestra de dichos agentes del movimiento.

Atendiendo al tipo de movimiento se pueden clasificar en:

- a) Ondas, cuya principal característica es su periodicidad y su desarrollo en la superficie del agua únicamente.
- b) Corrientes, que consisten fundamentalmente en traslaciones o desplazamientos de masas líquidas.

En ambos casos, los fenómenos requieren un estudio especial según se produzcan en profundidades indefinidas (mar profundo), o en profundidades finitas, en las cuales el fondo del océano influye en las características de formación, propagación y extinción.

Los parámetros que influyen en el comportamiento del mar y sus principales características son:

#### III.4.1 TOPOHIDROGRAFIA

Como se sabe es de gran importancia conocer la configuración del fondo marino, o del lecho de un río para determinar la ubicación adecuada de un puerto y de las obras que contendrá.

Es por ello que se deben realizar estudios topohidrográficos que permitan conocer las características del fondo y así considerar las mejores condiciones para el emplazamiento de las obras portuarias.

Se deben llevar a cabo levantamientos topográficos submarinos o batimétricos, de la zona en estudio haciendo sondeos regulares por medios acústicos para obtener los perfiles del fondo en base a puntos de referencia preestablecidos.

La experiencia ha demostrado la conveniencia de llevar a cabo sondeos a cada 500 m de distancia horizontal a lo largo del trazo, reportando profundidades en metros referidas al nivel de marea baja media en sicigias e ir trazando curvas de nivel.

### III.4.2 VIENTOS

La circulación de las masas de aire en sentido más o menos - paralelo a la superficie se conoce como viento y es debido a los cambios de temperatura y diferencia de presiones que se generan en dichas masas, presentando características de dirección, intensidad y frecuencia.

Los vientos se clasifican en:

- Vientos permanentes, que son originados por causas permanentes y por lo tanto se producen con intensidad y dirección determinados.
- Vientos periódicos, son los que se presentan en un período anual y en un semiperíodo.
- Vientos accidentales, son los que pueden producirse por diversas causas en cualquier dirección y con cualquier intensidad.

A su vez también se define como viento reinante el que sopla con mayor frecuencia durante el año y viento dominante el que se presenta con mayor intensidad pero con menor frecuencia, soplando desde otra dirección. La dirección del viento se determina por el punto desde el cual viene, hacia el observador. El lado de la estructura expuesta al embate del mismo se conoce como barlovento; y el opuesto, sotavento.

La dirección, frecuencia e intensidad de los vientos en un punto especial y en un período determinado se representa gráficamente por los Diagramas de Lenz o en forma equivalente por la Rosa de los Vientos.

La intensidad de los vientos se puede medir según la siguiente tabla:

ESCALA DE BEAUFORT		
Núm. de Beaufort	Descripción	Velocidad en Km/hr
0	Calma	0 - 2
1	Aire ligero	2 - 5
2	Brisa leve	7 - 13
3	Brisa suave	15 - 22
4	Brisa moderada	24 - 33
5	Brisa fresca	35 - 44
6	Brisa fuerte	46 - 57
7	Vendaval moderado	59 - 70
8	Vendaval fresco	72 - 85
9	Vendaval fuerte	87 - 100
10	Vendaval total	102 - 117
11	Tormenta	119 - 140
12	Huracán	arriba de 140

## 111.4.3 ONDAS: OLEAJE

El viento, al soplar sobre el océano, origina corrientes y oleajes en virtud del esfuerzo tangencial que ocasiona sobre la superficie, el cual, junto con las variaciones de presión, pone al agua en movimiento.

El aspecto real del oleaje en el mar es diverso, su disposición y movimiento es caótico. Se pueden observar olas de diferentes tamaños que se mueven en direcciones diferentes pasando las más rápidas sobre la cresta de las más lentas con total ausencia de ritmo y orden.

Fuera del área de influencia del viento, se produce una ordenación progresiva con la aparición de crestas largas, bien definidas, con un ritmo más notable, pudiendo propagarse de este modo el oleaje a distancias de miles de kilómetros. A su llegada a las proximidades de las costas y alcanzar pro--

fundidades finitas su energía se disipa, bien internamente, bien por interacción con el aire, o bien por turbulencia al romperse por efecto del fondo.

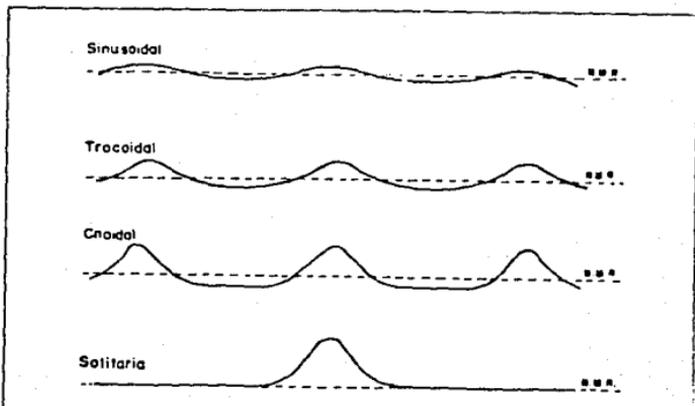
Según el movimiento de las partículas del líquido se pueden distinguir tres tipos de ondas:

- a) Oscilatorias.- Si el movimiento de la partícula líquida describe órbitas cerradas (Trocoidal).
- b) Cuasi-Oscilatorias.- Si las órbitas descritas no son cerradas, produciéndose un ligero movimiento neto en algún sentido.
- c) De traslación.- Si el movimiento neto de la partícula consiste en una traslación (Teoría de la onda solitaria).

Fig. III.21 Movimientos de las partículas de agua al paso de las ondas



Fig. III.22 Perfiles y sobreelevaciones de diversos tipos de ondas



Otra clasificación se deduce a partir del período - tiempo - de paso de dos crestas o senos consecutivos de las ondas. - La gama de períodos de los diferentes tipos de ondas marinas es muy amplio fig. III.23 sin embargo, para el ingeniero portuario ofrecen mayor importancia las comprendidas entre 4 y 20 segundos que son las llamadas ondas de gravedad. El hecho de que estos períodos sean los de manejo común, no quiere decir que no se haya de conocer lo referente a otros tipos ya que, por ejemplo, las mareas meteorológicas con periodicidad de horas tienen una gran trascendencia en relación con puertos y costas.

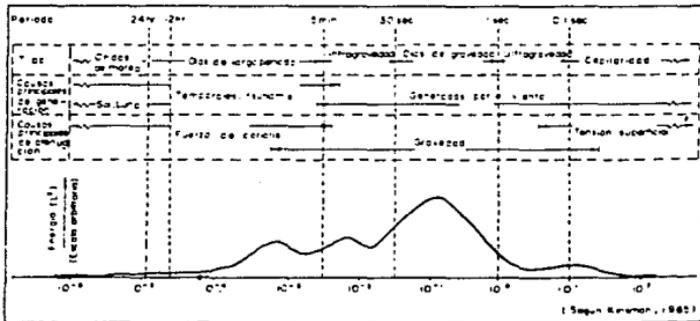


Fig. III. 23 Clasificación de las ondas según su período

- Ondas Capilares.- Están afectadas por la tensión superficial más que por la gravedad.
- Ondas de gravedad y ultra-gravedad.- El origen de estas es el viento que las hace crecer.

- Olas de infragravedad.- Son atribuidas al cambio de me dío, esto es, al llegar a aguas abismales, se refleja la ola, - regresando a la playa.
- Olas de largo período.- Su origen es obscuro, parece, - existir correlación con las - condiciones meteorológicas.
- Ondas de marea.- Causadas por la atracción del - sol y la luna.
- Onda de resaca.- Presenta características entre la ola y la marea (fenómeno de llenado y vaciado periódico).

#### III.4.3.1 Definiciones y notaciones

Dentro de las ondas de gravedad, se puede establecer otra - clasificación distinguiendo entre ondas en la zona SEA que - están dentro del área de generación del oleaje bajo la in- - fluencia del viento, y su tipología presenta períodos cor- - tos, direcciones múltiples, peraltes grandes con un aspecto- general caótico. Las otras ondas son las de tipo SWELL que- han salido del área de influencia del viento y presentan, -- por lo general, períodos mayores, crestas largas y una direc- ción de avance definida.

El nivel del mar antes de iniciarse el movimiento se conoce- como "nivel medio en reposo" (NMR) y la línea horizontal --- equidistante entre crestas y senos es el "nivel medio en mo- vimiento" (NMM).

La diferencia de altura entre ambos niveles se denomina "so- bre elevación" y expresa la distinta manera de considerar el nivel medio: como línea que separa iguales volúmenes repar- tidos en crestas y senos (NMR) o bien la que equidista de --

los puntos extremos de crestas y senos (NMM).

Las ondas presentan una convexidad hacia la superficie que se alza sobre el nivel de reposo del mar (NMR) y que se llama "cresta" precedida y seguida por una concavidad, por debajo del nivel medio, que se denomina "seno" o "valle".

La distancia entre 2 crestas o 2 senos consecutivos se llama LONGITUD DE ONDA y se representa por "L".

El desnivel o diferencia de altura entre cresta y seno precedente se llama "ALTURA DE OLA" con notación "H".

El tiempo transcurrido entre el paso de 2 crestas o 2 senos consecutivos se llama "PERIODO" y se representa por T.

La relación entre la longitud de onda y el período, es decir, la velocidad de propagación se denomina "CELERIDAD" representándose por "C". Dentro de este concepto no deben confundirse los términos "CELERIDAD DE ONDA" con la "celeridad de un grupo de ondas" que, en general no tendrán valores idénticos.

La distancia vertical entre el lecho oceánico y la superficie del mar en reposo se denomina "PROFUNDIDAD" y se representa por "d".

La relación existente entre la altura de ola y la longitud de onda, se llama "PERALTE" (H/L)

La notación señalada se refiere a un punto cualquiera del mar. Si se desea señalar que dichas variables se refieren a un punto situado en profundidades indefinidas o mar profundo se les añadirá el subíndice "o", mientras que el subíndice "b" las referirá al punto de rotura de la ola.

### III.4.3.2 Teoría de ondas de pequeña amplitud

Existen varias teorías que definen el comportamiento del fenómeno del oleaje, pero el desarrollo y forma de aplicación de algunas de ellas exceden por su singularidad los límites de este texto, por lo que se hace referencia solo a la teoría de ondas de pequeña amplitud, que es la que resume las características del tipo de oleaje que se presenta en las inmediaciones de las costas.

Las simplificaciones o hipótesis de partida para el desarrollo de esta teoría son las siguientes:

- 1.- La presión en la superficie libre del agua es uniforme y constante.
- 2.- El fluido es homogéneo e incompresible.
- 3.- La tensión superficial es despreciable.
- 4.- La onda no está interferida por otros movimientos del fluido.
- 5.- La amplitud de la onda es pequeña y su forma es invariante.
- 6.- El fluido es perfecto.
- 7.- El efecto de Coriolis es despreciable.
- 8.- Las ondas son de cresta indefinida y planas (2 dimensiones).
- 9.- El fondo es horizontal, fijo e impermeable.

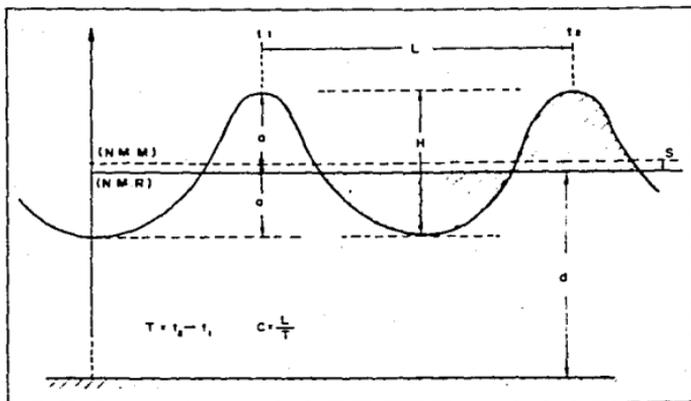


Fig. III.24 Parámetros de definición de la onda

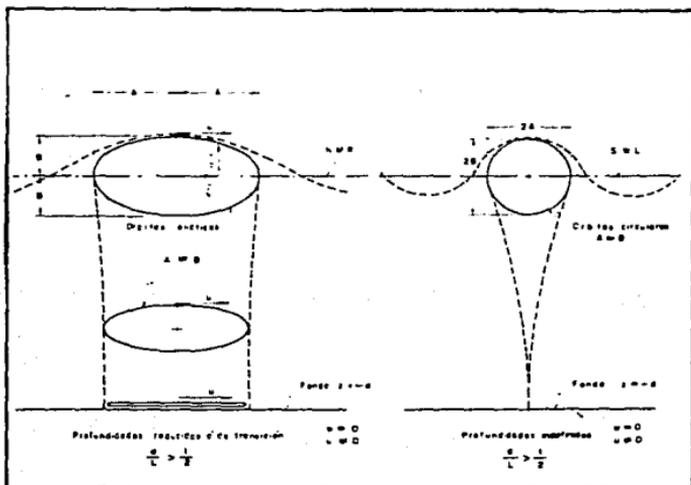


Fig. III.25 Movimiento orbital de las partículas de agua en profundidades infinitas y reducidas

### III.4.3.3 Movimiento de las partículas

Para profundidades indefinidas,  $\frac{d}{L} > \frac{1}{2}$ , el movimiento de la partícula describe una órbita circular de radio inversamente proporcional a la distancia a la superficie.

$$\text{Para } \frac{d}{L} > \frac{1}{2}, \quad A = B = \frac{H}{2} (e)^{2\pi z/L}$$

En profundidades finitas,  $\frac{d}{L} < \frac{1}{2}$ , las órbitas se transforman en elipses, que en la proximidad del fondo se pueden asimilar a rectas.

$$\text{Para } \frac{d}{L} < \frac{1}{25} \quad (\text{profundidades muy pequeñas})$$

$$A = \frac{H}{2} \left( \frac{L}{2\pi d} \right)$$

$$B = \frac{H}{2} \left( \frac{z+d}{d} \right)$$

### III.4.3.4 Modificaciones de las ondas

Las ondas al propagarse por la superficie del mar van encontrando en su camino limitaciones impuestas por condiciones de borde o de fondo que originan una modificación de su estructura. La influencia de la variación batimétrica origina el fenómeno de la refracción de la onda; la existencia de barreras emergidas totales o parciales dan lugar a la reflexión y difracción respectivamente.

#### a) Refracción del oleaje

De la expresión de la celeridad de la onda que se obtiene por la teoría lineal del oleaje:

$$C = \frac{gL}{2\pi} \left[ \text{Tan hip.} \left( \frac{2\pi d}{L} \right) \right]$$

Se observa que la celeridad varía con la profundidad de la zona en donde se propaga. Consecuentemente se producirá una variación en la longitud de onda, esto implica diferente velocidad de propagación al atravesar 2 o más medios distintos. Si un grupo de olas viaja en aguas poco profundas en un cierto ángulo siguiendo el contorno de las líneas del fondo, estas disminuyen de tamaño y su velocidad decrece. Esto significa que la porción de ola en aguas poco profundas, o sea, la parte frontal de la ola gira y tiende a hacerse paralela al contorno del fondo.

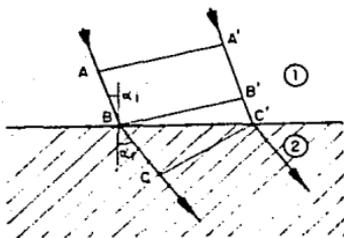


Fig. III.26 Refracción del oleaje

El estudio del fenómeno de refracción para el proyecto de obras costeras es obligado, ya que entra a formar parte en la determinación de las características del oleaje y de sus acciones, por ejemplo:

- Es necesario para el paso de valores de altura de onda en mar profundo a profundidades finitas.

- Es el efecto que determina el ángulo de incidencia de los frentes de ola en obras o zonas costeras.
- Puede alterar las condiciones existentes en la topografía del fondo en caso de estar éste constituido por materiales sueltos.

El cálculo de la refracción de las ondas se realiza mediante métodos numéricos (gráfica de refracción del oleaje) y gráficas (planos de oleaje, perfiles).

b) Difracción de las ondas

La difracción es en esencia un fenómeno de transferencia de la energía de unas zonas a otras. Se produce cuando la onda encuentra en su camino un obstáculo que impide su paso a la zona posterior del mismo. Es el caso de los diques, islas, etc. En efecto, si se supone un dique que impide el paso de la onda, se pueden distinguir varias zonas con características de agitación diferentes.

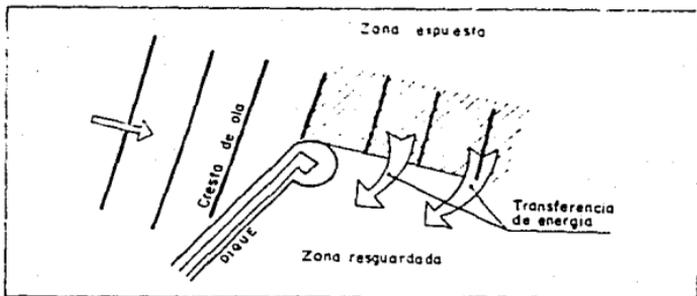


Fig. 111.27 Fenómeno de la difracción del oleaje

De una a otra zona por diferencia en los niveles de agitación existe un intercambio de energía que generará en la zona resguardada, una agitación de características particulares.

Es fácilmente comprensible el interés que tiene el estudio de este fenómeno para el diseño de un gran número de obras e instalaciones marítimas. La resonancia en las dársenas, las condiciones de entrada a un puerto, los azolves y las variaciones de las playas próximas a una obra son algunos de los casos comunes en los que la difracción del oleaje desempeña un papel principal.

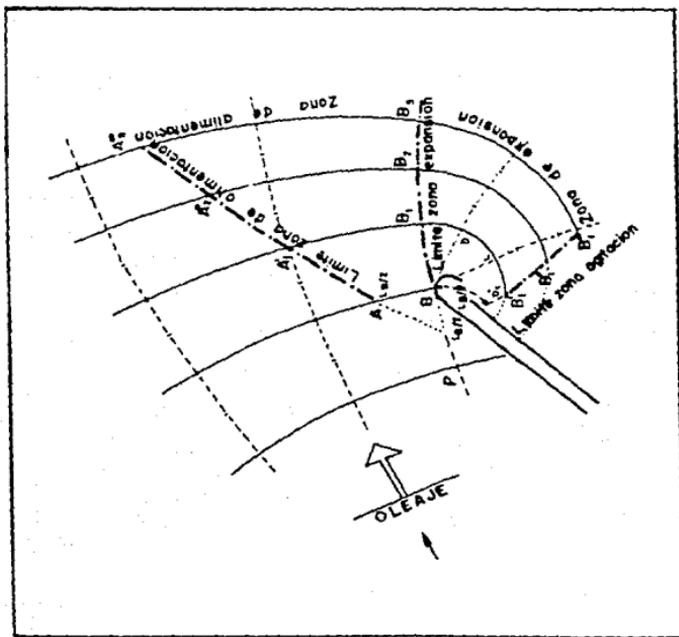


Fig. III.28 Construcción del plano de oleaje difractado

c) Reflexión

El comportamiento de las ondas tras encontrar un obstáculo en su trayectoria ya sea una isla, un dique o la propia playa o costa, puede ser muy variado. Su energía -- puede sufrir las modificaciones siguientes:

- a) Disiparse, como acontezca, por ejemplo, ante un fondo rugoso o una estructura porosa.
- b) Transmitirse parcialmente tras el obstáculo, tal y -- como sucede en el caso de diques de escollera o diques flotantes.
- c) Reflejarse en dirección distinta a la de incidencia -- en el obstáculo.

Si bien, en teoría es posible, que la energía que incide en un obstáculo, se transforme exclusivamente según una -- de las tres formas, en la práctica, el fenómeno suele -- ser mixto.

En algunos casos de incidencia del oleaje con un dique o muro vertical el fenómeno de reflexión pueda darse en -- forma pura, sin embargo, además de que las condiciones -- han de ser muy propicias siempre hay una pérdida de energía por turbulencia o rozamiento. De este caso al de -- una playa tendida en la que la reflexión es casi nula, -- existe una variada gama de situaciones que hace que el -- estudio de la reflexión sea de gran interés dentro de -- las técnicas de puertos y costas.

En tres dimensiones, el caso más general puede representar -- la incidencia de una onda monocromática frente a -- una pared vertical recta.

Fig. III.29  
Reflexión del oleaje  
frente a una pared  
vertical y rectilínea

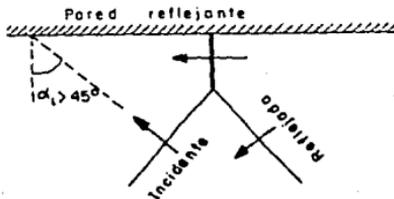


Aproximándose la onda incidente con un ángulo  $\alpha_i$  se produce una onda reflejada con ángulo  $\alpha_r$ , que según la teoría lineal resulta ser igual al de incidencia. La conjunción de las sucesivas crestas y senos ofrecen un aspecto de agitación en rombos cuyas diagonales son las líneas de máxima amplitud.

Si el ángulo de incidencia  $\alpha_i$  es mayor de  $45^\circ$ , se produce la llamada reflexión mach, formándose en las proximidades de la pared una onda que se traslada paralelamente a ella.

Se supone que en todo caso el muro tiene superficie lisa e impermeable, con ello se obvian las pérdidas de energía por rugosidad y percolación.

Fig. III.30  
Reflexión mach



Para el estudio del fenómeno de reflexión en diques con talud no se admiten estudios teóricos y un análisis se basa en resultados experimentales tanto en la naturaleza como en modelos hidráulicos. Esto se debe al gran número de variables que intervienen en el fenómeno.

Lo mismo ocurre para el caso de las playas en donde la reflexión depende de la rugosidad, permeabilidad y pendiente, además de la dirección y peralte del oleaje incidente.

III.4.4

VARIACIONES DEL NIVEL DEL MAR

En el tema anterior, al referir los movimientos del mar, se han dividido los distintos tipos de fenómenos ondulatorios-atendiendo a su gama de períodos o frecuencias. Fuera ya - de los límites de las llamadas ondas de gravedad, se encuentran las ondas de largo período, comprendidos éstos entre - cinco minutos y 24 horas.

A pesar de ser, en muchos casos, fenómenos de carácter ondulatorio y periódico, su apariencia real es la de una elevación del mar en zonas extensas. Este efecto se da como consecuencia de la dificultad que tiene la observación humana para apreciar el desarrollo de movimientos muy lentos.

Atendiendo a las características del movimiento y a sus causas, los fenómenos de fluctuación del nivel del mar se pueden clasificar en:

- a) Tsunamis
- b) Resacas costeras
- c) Resacas en dársenas
- d) Sobreelevaciones meteorológicas
- e) Mareas astronómicas

La predicción exacta de las fluctuaciones del nivel del mar es una operación bastante compleja, ya que todos los tipos de variaciones indicados pueden ocurrir al mismo tiempo, -- dándose una suma de efectos parciales. Mientras que la marea astronómica puede predecirse fácilmente con antelación-- apoyándose en las tablas para la predicción de mareas, las sobreelevaciones y las resacas no pueden predecirse con una anticipación máxima de días y en todo caso de forma poco -- precisa.

#### III.4.4.1 Tsunamis

El término Tsunami, de origen japonés, engloba aquellas ondas de período largo generadas por perturbaciones singulares tales como terremotos, deslizamientos, erupciones volcánicas, etc. La propagación de este tipo de oleaje parte de un foco y se extiende radialmente pudiendo viajar las ondas miles de kilómetros por la superficie del océano.

La predicción de un Tsunami en una zona costera se basa en el hecho de que las ondas sísmicas viajan por la corteza terrestre a mayor velocidad que las olas generadas en el mar. El tiempo de trayecto de la primera ola puede estimarse mediante la expresión  $c = \varphi d$ . Las celeridades medias alcanzadas, pueden llegar en algunas zonas a las 500 millas por hora.

#### III.4.4.2 Resacas costeras

Consisten en una sobre-elevación del nivel del mar debido a la masa líquida empujada hacia las zonas costeras por acción del oleaje. El aumento de volumen de agua respecto del normal origina la formación de corrientes con sentido hacia mar adentro y próximas al fondo que evacúan el exceso de masa líquida acumulada. El área de existencia de este tipo de sobre-elevación puede circuncribirse, pues, a efectos prácticos, a la comprendida entre la línea de rompientes y la costa.

Conforme se va aproximando la ola a la costa, el nivel medio (NMM) va descendiendo hasta llegar a su punto mínimo,  $S_b$ , en el cual la ola rompe. Al transformarse en una onda traslacional se va produciendo un arrastre de la masa líquida que hace que el nivel medio vaya subiendo hasta un valor máximo junto a la orilla,  $S_w$ , respecto al nivel en --

reposo (N.H.R.)

$$S_w = \Delta S - S_b$$

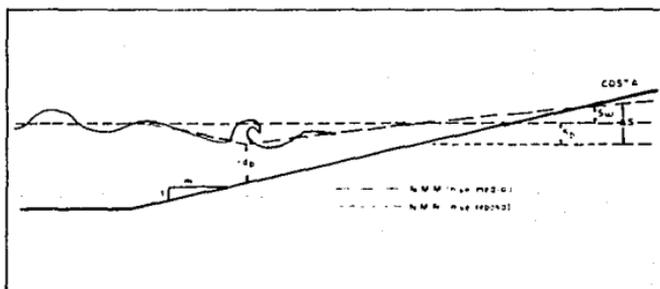


Fig. III.31

Sobreelevación del nivel del mar en zonas  
costeras

#### III.4.4.3 Resacas en dársenas

Este tipo de oscilaciones tienen lugar en dársenas cerradas o ligeramente abiertas al mar como pueden ser lagos, bahías, canales o puertos. Estas ondas son de tipo estacionario -- con periodos relativamente largos.

En dársenas cerradas las causas que motivan la oscilación -- pueden ser tanto la acción del viento como la variación de la presión atmosférica.

En dársenas abiertas y puertos, la resaca suele estar generada por fuerzas cuyo período esté en relación con el período de oscilación libre de la dársena, bien por ser el mismo o por estar en resonancia.

Entonces, se llega a la conclusión de que las oscilaciones en dársenas, dada las coincidencias de período y diferencia de amplitudes, están originadas por la oscilación rítmica del nivel medio del mar durante los temporales, amplificadas por resonancia al producirse la concordancia entre el período de oscilación de la masa de agua contenida en dársena y el de oscilación del nivel medio del mar.

Los perfiles de oscilación en las dársenas pueden adoptar diversas formas según sea el tipo de oscilación y las dimensiones de las mismas.

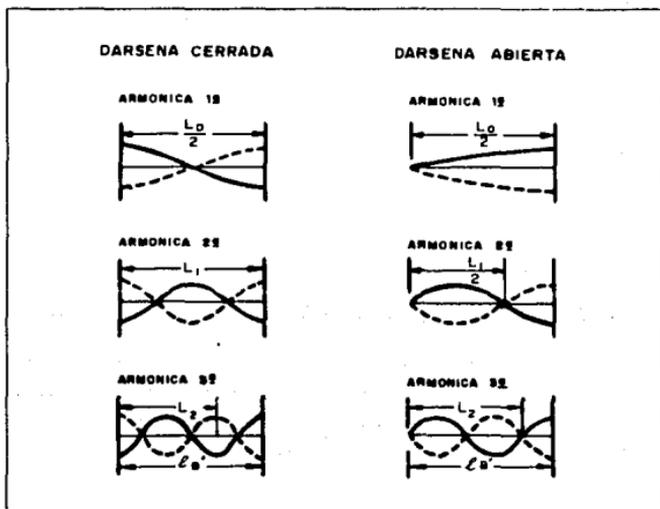


Fig. III.32 Tipos de oscilación en dársenas

#### III.4.4.4

#### Sobreelevaciones meteorológicas

Bajo esta denominación se engloban los cambios de niveles - en las áreas costeras como consecuencia de fenómenos tormentosos producidos por fuertes depresiones barométricas. El principal agente de las fluctuaciones es el viento.

El viento que sopla sobre una superficie de agua ejerce sobre ella una fuerza horizontal que genera una corriente en su misma dirección. Este desplazamiento de masa líquida se ve detenida por la costa, originándose entonces una elevación del nivel del agua en esa zona como consecuencia directa del aumento de volumen de agua en la misma. La sobreelevación experimentada en el área hacia la cual sopla el viento se ve acompañada por una infraelevación, o disminución del nivel, de menor cantidad en el lado desde el cual sopla.

Desde el punto de vista ingenieril, la sobreelevación tiene mucha más importancia que el descenso de nivel, ya que los efectos de aquel son mucho más peligrosos y, además se produce en las áreas costeras.

Este fenómeno tiene mucha trascendencia en zonas frecuentemente afectadas por fuertes vientos de origen ciclónico o huracanado, como pueden ser las del Caribe.

Se puede apreciar que la profundidad de la plataforma costera influye inversamente en la sobreelevación que puede producirse. En las costas, con una extensa y elevada plataforma continental sumergida, las sobreelevaciones que se puedan producir han de tenerse en cuenta. Como medida oportuna al proyectar una obra marítima en la costa, si no se realiza ningún cálculo específico, convendrá aumentar la variación del nivel del mar en una cierta cantidad para observar la posibilidad de que coincidan fuertes temporales en momentos de marea astronómica alta.

#### III.4.4.5 Mareas astronómicas

Las mareas son movimientos periódicos de elevación y descenso del nivel del mar debido a las atracciones gravitatorias que ejercen la Luna, el Sol y los demás cuerpos celestes. - Su intensidad está en íntima relación con las posiciones relativas que el Sol y la Luna tienen respecto a la Tierra.

Normalmente existen dos niveles altos y dos niveles bajos - en cada intervalo de día lunar. Al ser el día lunar 50 minutos más largo que el día solar puede estimarse que el período del movimiento ondulatorio es de 12 horas 25 minutos, produciéndose, por ello, los máximos niveles cada día 50 minutos más tarde aproximadamente.

#### 4.4.5.a Definiciones y notación

Quando se observa el nivel del mar se ve que éste no es constante sino que tiene un movimiento rítmico de subida y bajada; primero sube, FLUJO o CRESCIENTE, llegando a un máximo de altura, FLEAMAR; después empieza a descender, REFLUJO o VACIANTE, llegando a un mínimo, BAJAMAR, reproduciéndose de nuevo la oscilación en torno a una posición media que se designa como NIVEL MEDIO. La diferencia entre los niveles alcanzados se denomina CARRERA de marea o amplitud. Tanto en la pleamar como en la bajamar, el nivel permanece invariable durante cierto tiempo y se define ESTOA DE MAREA .

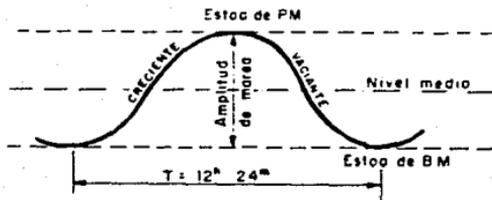


Fig. III.33 Principales parámetros de la marea astronómica

Se ha encontrado que la influencia de la Luna es 2.35 veces mayor que la del Sol en la producción de las mareas, pues aunque su masa es mucho menor que la del Sol, sin embargo su distancia a la tierra es también mucho menor.

Por otra parte, puesto que la tierra y la luna describen movimientos, con respecto al Sol y la Tierra respectivamente, según sus órbitas elípticas, las distancias serán en ciertos momentos mínimas, PERIGEO, y en otros máximas, APOGEO, variando las mareas desde más grandes a más pequeñas. Si el Sol y la Luna coinciden en sus posiciones relativas respecto a la Tierra, es decir, están en conjunción u oposición, sus efectos se sumarán produciéndose mareas VIVAS; en cambio si están en CUADRATURA, sus acciones se contrarrestan produciéndose las mareas MUERTAS, si la conjunción se produce además en el momento de la mínima distancia de la Luna y el Sol a la Tierra, su acción será máxima, dando lugar a las MAREAS EXTRAORDINARIAS O ESCORADA, siendo las mayores en los EQUINOCCIOS; por el contrario, en caso de cuadratura a máxima distancia, es decir en SOLSTICIOS, se producirán las MAREAS MINIMAS.

Siendo el tiempo que dura la revolución de la Luna alrededor de la Tierra de 29 días, 12 horas, cada 14 días -- 18 horas que es la mitad del tiempo, se producirán mareas vivas, de conjunción u oposición, y entre ellas las mareas muertas.

La máxima marea teórica que puede producirse en el caso de que todas las acciones se sumen, se llama pleamar máxima viva equinoccial PMVE y la mínima, bajamar máxima viva equinoccial BMVE.

El nivel medio del mar HMM se obtiene tomando la media de todas la pleamares y bajamares durante una lunación,

c sea durante 29.53 días. El nivel medio invariable se obtiene extendiendo las observaciones a un gran número de años, por lo menos 19 que son los correspondientes a un ciclo lunar.

Con esto se observa que para el técnico portuario la predicción de mareas tiene una importancia considerable ya que de ello pueden derivarse conocimientos fundamentales para explotación de puertos, construcción de obras, defensas de costas, etc.

Un método sencillo para la predicción de mareas es en base a las tablas elaboradas por organismos oficiales.

El Almirantazgo Inglés publica anualmente una tabla de marea, "Tide Tables", en las que se recopilan los niveles máximos y sus horarios durante todos los días del año en los puertos más importantes de los cinco continentes. Estos valores son aplicables a numerosos puertos secundarios por medio de unos factores o índices de corrección.

#### III.4.5

#### CORRIENTES

Las corrientes son movimientos, generalmente no periódicos de masas de agua del mar. Estos movimientos pueden tener lugar en distintas capas a diferentes profundidades o bien entre ellas.

Los agentes generadores de las corrientes son diversos. La acción del viento sobre la superficie del agua, las diferentes densidades de masas líquidas en contacto, las sobreelevaciones locales del nivel medio, la influencia de la topografía de la costa, entre otros, son factores de formación de corrientes.

Atendiendo al proceso de generación, se pueden clasificar - las corrientes en cuatro tipos:

- a) Corrientes generales.
- b) Corrientes locales inducidas por el viento.
- c) Corrientes inducidas por el oleaje.
- d) Corrientes de marea.

Desde el punto de vista de la ingeniería portuaria y costera, las corrientes más importantes son las que ocurren en - la zona próxima a la costa, dado que son las únicas que pue den afectar sensiblemente a la mayoría de las obras que se proyectan. Las contempladas en los tres últimos apartados - tienen, por tanto, mayor importancia.

Los parámetros principales que definen las características - de una corriente son la "dirección" o "rumbo", que indica el lugar hacia donde se dirigen, y la "deriva" o "velocidad diaria". La velocidad suele indicarse en nudos o millas -- por hora si es grande, o en metros por segundo.

#### III.4.5.1 Corrientes generales

Las corrientes generales tienen su origen en la acción de - los vientos permanentes y en los desplazamientos de masas - líquidas de diferentes temperaturas. El esquema general -- de presiones medias a nivel del mar se puede hacer coinci-- dir, fácilmente, con el esquema de corrientes oceánicas en -- superficie.

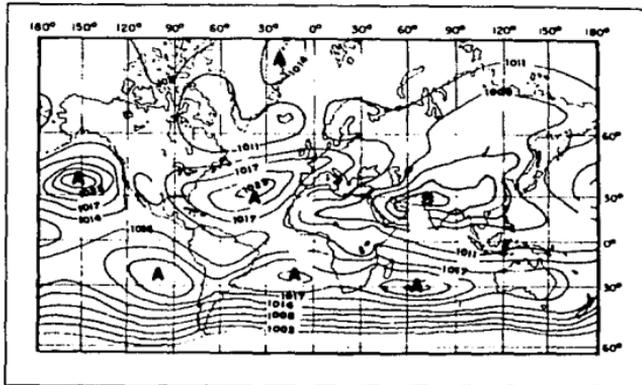


Fig. III.34 Esquema general de presiones



Fig. III.35 Esquema general de corrientes

#### III.4.5.2 Corrientes locales inducidas por el viento

Teniendo en cuenta que la formación de los grandes corrientes oceánicas se debe, en gran parte, a la acción dilatada del viento sobre anchas extensiones de agua, este fenómeno se centra en una superficie limitada durante un tiempo -- asimismo limitado.

El viento que sopla sobre la superficie del mar produce un esfuerzo cortante sobre el agua transmitiéndole movimiento. La partícula que, cuando el viento no actuaba, describía órbitas elípticas casi cerradas al paso de las olas, llega a-

tener en su movimiento una resultante neta de traslación -- causada por el impulso del viento.

#### III.4.5.3 Corrientes inducidas por el oleaje

Se ha visto que, según la teoría lineal, el movimiento de las partículas líquidas al paso de una onda forma órbitas - circulares o elípticas, pero en todo caso cerradas. El movimiento neto, pues, de dicha partícula, al cabo de un ciclo completo es nulo.

A pesar de que la teoría lineal ofrece una sencilla explicación de la acción del oleaje, en la realidad no reproduce - exactamente este fenómeno; y uno de ellos es precisamente el movimiento de las partículas, puesto que en realidad las órbitas descritas no son cerradas, existiendo por tanto un movimiento neto hacia adelante o hacia atrás al paso de cada ola.

El transporte de masa líquida al paso de ondas periódicas - presenta 2 peculiaridades que se producen en todos los casos: la primera del avance del oleaje, y la segunda es que en aguas poco profundas el movimiento en la superficie es - de sentido contrario al avance del oleaje.

La influencia del fondo modifica las características del -- transporte de masa líquida y por consiguiente de las co--- rrientes, se produce entonces un movimiento de retorno de - masa líquida tendiente a compensar el volumen de la misma - que ha sido acumulada contra el obstáculo que supone la costa o playa creando una zona de rompientes y una línea de rotura del oleaje.

Según lo expuesto, se producen a un lado y otro de la línea de rotura dos movimientos netos de masa líquida que se diri

gen hacia ella. Este hecho explica la formación de barras de arena en dichas zonas de rotura; es por ello que las corrientes generadas por el oleaje en la zona de rompientes son las que originan y regulan, en su mayor parte, el movimiento de los sedimentos costeros.

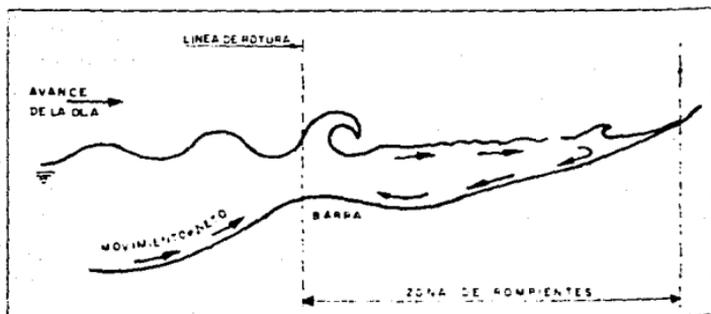


Fig. III.36.a Formación de una barra paralela

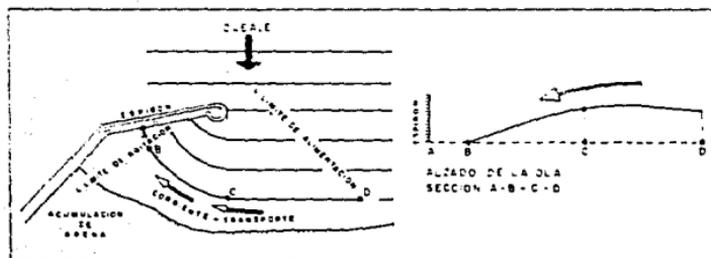


Fig. III.36.b Movimiento de arena por acción diferencial del oleaje

Por la dirección de su movimiento, las corrientes litorales se pueden clasificar en dos tipos:

- a) Corrientes normales a la costa.
- b) Corrientes paralelas a la costa.

a) Corrientes normales a la costa

Se originan por la necesidad de evacuación del volumen de agua sobrante que ha sido empujado y acumulado contra la costa o playa por acción del viento y del oleaje. Este volumen extraordinario se manifiesta físicamente en la sobre-elevación del nivel del mar en la zona de rompientes.

Las corrientes de evacuación son:

Las corrientes de resaca, que se manifiestan como un flujo difuso que arranca de la misma playa y discurre próxima al fondo hacia mar adentro a lo largo de casi toda la longitud de la playa. Se ha observado que esta corriente desaparece generalmente en las proximidades de la línea de rotura.

Las "rip currents" o corrientes de retorno, son corrientes que se alejan casi perpendicularmente a la playa en forma de chorro concentrado y que atraviesan la línea de rompientes extendiéndose luego. Son fácilmente observables en fotografías aéreas de las playas.

El conocimiento de este tipo de corrientes litorales es importante para determinar la variabilidad de las playas en el transporte y balance de sedimentos costeros.



Fig. III.37 Estructura de las rip-currents

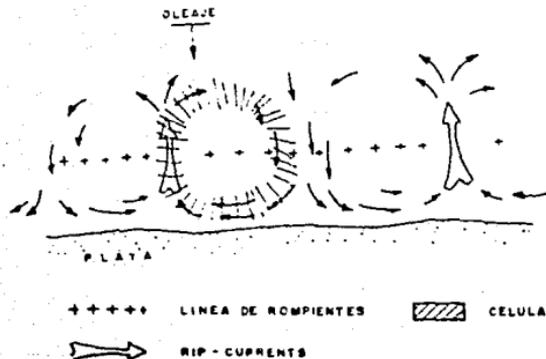


Fig. III.38 Disposición en célula de las rip-currents

b) Corrientes paralelas a la costa

Quando el oleaje incide oblicuamente a la costa, --- por efecto de la configuración del fondo o bien por la dirección del avance en profundidades indefinidas, se produce la rotura del mismo con un cierto ---

ángulo respecto a la orilla. Se induce por ello -- una corriente de dirección paralela a la costa que desplaza una masa líquida a lo largo de ella y se halla canalizada entre la línea de rotura y la orilla.

Esta corriente, reforzada por fuerte remoción del sedimento en el instante de la rotura de la ola, es la causante principal del transporte de sedimento a lo largo de la costa, y cuyo conocimiento es esencial en la ingeniería de costas.

#### III.4.5.5 Corrientes de marea

La elevación y descenso periódico del nivel del agua en las zonas de marea significativa genera un movimiento de masas líquidas, sobre todo en áreas costeras, cuya comunicación con el mar abierto está en cierta forma restringida, como en el caso de estuarios, bahías, desembocaduras de ríos y entrada de los puertos.

La principal característica de este tipo de corrientes es su periodicidad dependiendo de como sea la marea astronómica. En las entradas a dichas zonas, la corriente de marea fluye en dos sentidos contrarios; hacia adentro cuando el nivel del agua está subiendo, y hacia afuera cuando está bajando.

Las corrientes de marea cambian de un lugar a otro, dependiendo de la marea, de la profundidad y de la configuración del terreno.

Los efectos inducidos por las corrientes de marea que interesan para el proyecto de las obras portuarias, se limitan a las zonas próximas al litoral, y son los derivados del arrastre de sedimentos (aterramientos, socavación, bajos, etc) y del movimiento de la masa líquida (entrada en dársenas y puertos, seguridad en playas, contaminación, etc.).

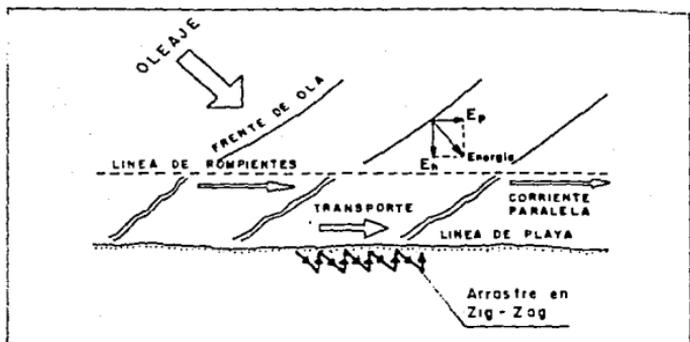


Fig. 111.39 Movimiento de la arena en dirección paralela a la línea de playa

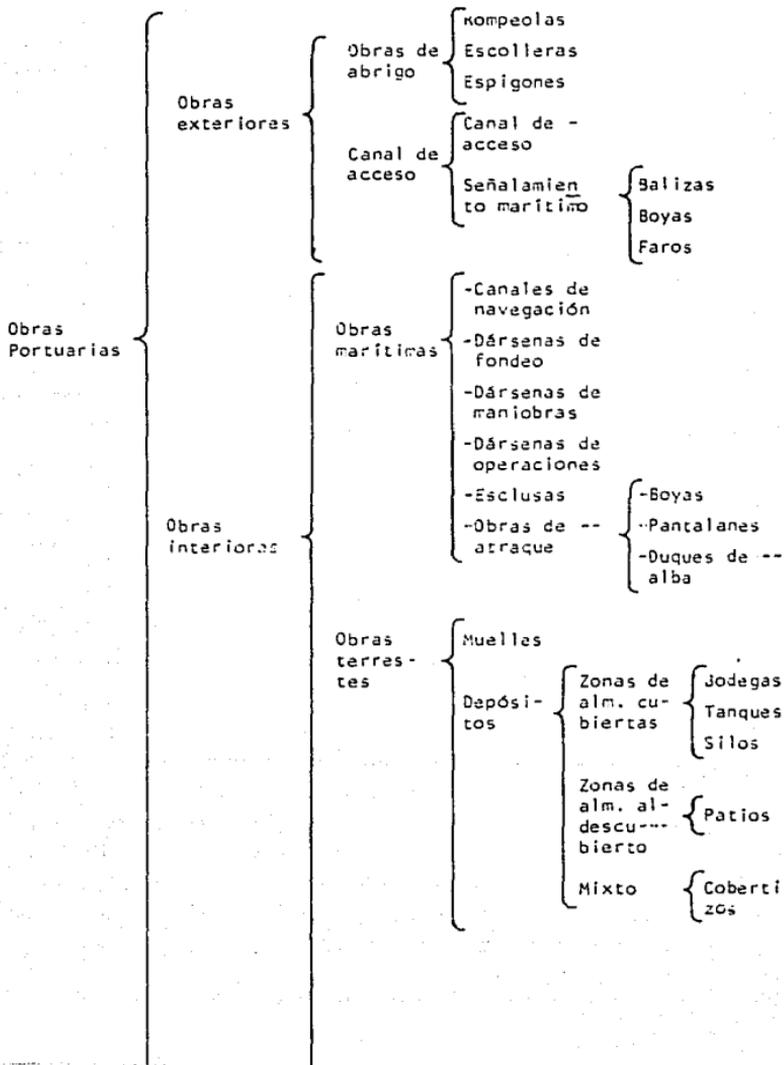
## 111.5 INGENIERIA DE DETALLE

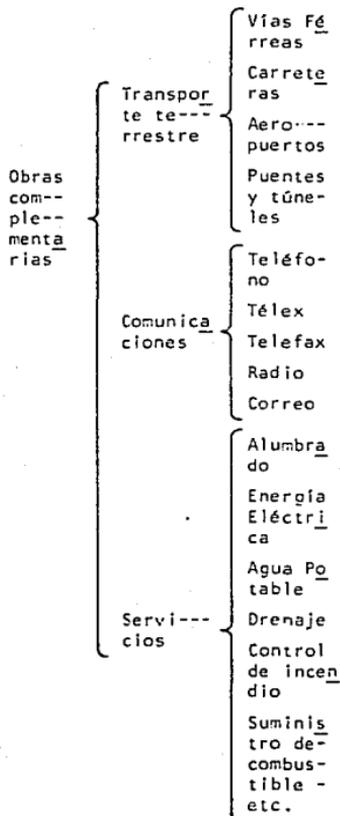
### 111.5.1 CLASIFICACION DE LAS OBRAS

Generalmente las obras portuarias se clasifican en dos grandes categorías: obras exteriores y obras interiores. Dentro de las primeras se reúnen aquellas estructuras que brindan protección al puerto contra los fenómenos naturales, especialmente el oleaje.

En segundo término se agrupan las obras cuyo propósito es facilitar las operaciones de los buques y la mercancía.

El cuadro siguiente muestra una clasificación general de las obras marítimo - portuarias:





Debido a la amplitud que representa el hecho de abordar el diseño de todas y cada una de las obras indicadas en la clasificación anterior, en esta exposición se trata únicamente el diseño de las obras que se consideran fundamentales, como son: obras de protección, canales de acceso, dársenas de ma niobras, dársenas interiores y muelles. Si el lector desea estudiar lo relativo al diseño de zonas de almacenamiento, - refiérase al capítulo II de este trabajo.

### III.5.2 OBRAS DE PROTECCION

Cuando las condiciones naturales de la costa para el emplazamiento de un puerto nuevo, no proporcionan el abrigo adecuado, ni existe la superficie de agua requerida, es necesario conseguirlo a base de obras artificiales, que son de una importancia extraordinaria tanto por el volumen y dificultades -- técnicas como por el costo que constituye una parte significativa de las inversiones portuarias. Las obras cuya misión principal es la creación de una muralla que sirva de obstáculo a la propagación del oleaje al interior del puerto, se denominan diques o más comúnmente rompeolas.

Con la creación de la zona de calma en la superficie marítima costera se pretende lograr:

- La navegación de los buques en el antepuerto
- La seguridad de las operaciones en las dársenas
- La regularización en la manipulación de la carga
- Evitar la sedimentación en el puerto
- Protección de las estructuras de atraque contra efectos - del oleaje

#### III.5.2.1 Clasificación de los diques

Las obras de protección deben adoptar cierta forma en planta para aprovechar las características físicas de cada sitio -- costero a fin de crear zonas abrigadas, en las que se atende la incidencia y penetración del oleaje, se disminuya la influencia de las olas reflejadas y se permita la circulación y cambio de agua en el puerto; desde este punto de vista, - las obras se pueden clasificar:

- a) Por su forma en planta
- b) Por su estructura

En el primer grupo se tienen diques:

- a.1) Paralelos a la costa
- a.2) Paralelos entre sí
- a.3) Convergentes
- a.4) Convergentes con antemural

Obras paralelas a la costa.- Las hay de dos tipos, las que arrancan desde la costa y las aisladas o abiertas por sus dos extremos (fig.111.40), se recomienda su empleo en puertos con terrenos ganados al mar. Este tipo de obras tienen la ventaja de que su ampliación es relativamente fácil a base de prolongar el dique.

Durante su diseño se debe revisar que si su traza en planta es quebrada no se produzcan reflexiones del oleaje -- que incrementen la altura de la ola y ocasionen la falla de la obra. En el caso de fuertes arrastres de fondo por el efecto de corrientes litorales se corre el riesgo de que se formen grandes playas cuyas arenas acaben por desbordar el dique.

Es importante destacar que estas obras presentan la desventaja de permitir fácilmente la entrada de oleaje, no existiendo zonas totalmente protegidas; en cambio ofrecen fácil entrada a las embarcaciones.

Los diques paralelos entre sí generalmente se proyectan para protección de la zona de entrada en los puertos creados avanzando sobre tierra (dragado), o en las desembocaduras de los grandes ríos (fig.111.40), estas obras tienen los inconvenientes de permitir la penetración de la agita

ción marítima, ser fácilmente azolvables y dificultar la navegación.

Diques convergentes.- consisten en dos diques que arrancan desde la costa a ambos lados del puerto casi hasta converger, dejando entre ellos una bocana. Pueden adoptar formas muy variadas como las que se muestran en las figuras 111.42

Este tipo de obras se utilizan en los puertos en los que las profundidades se localizan en lugares alejados de la costa. Presentan la desventaja de permitir fácilmente la entrada del oleaje y que las dársenas interiores no queden completamente abrigadas.

En la planificación de estas obras se debe tener demasiado cuidado para prever el crecimiento futuro del puerto para lo cual se deben proyectar con bastante amplitud.

Diques convergentes con antemural.- cuando las condiciones geográficas obligan a diseñar diques convergentes pero los morros quedan muy separados dejando una bocana -- muy amplia, algunas veces en vez de prolongar uno de los diques para proporcionar mayor abrigo, se decide proyectar dos bocanas a base de construir delante otro dique -- aislado como se indica en la figura ( 111.42 ), este tipo de obras generalmente ofrecen bastantes inconvenientes a la navegación por lo que su uso es muy restringido.

Desde el punto de vista estructural las obras de protección se dividen en:

- b.1) Rompeolas o diques de talud.
- b.2) Reflejantes o diques verticales.
- b.3) Mixtos.

Fig. III.40 Tipos de rompeolas

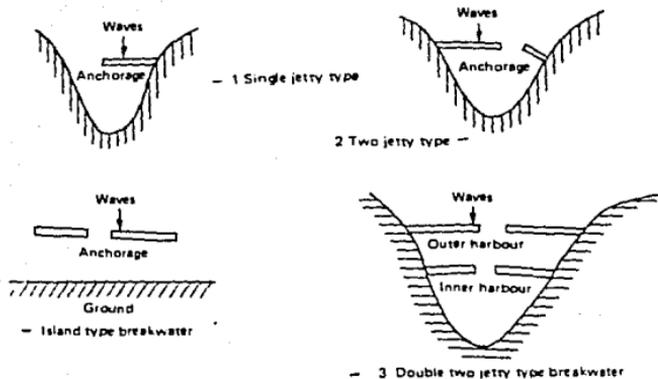
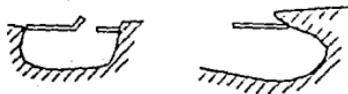


Fig. III.41 Configuraciones de rompeolas

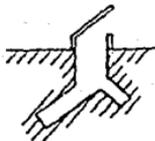
Breakwater, utilized natural bay or cape



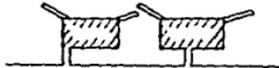
Breakwater, utilized mouth of river



Breakwater for excavated port



Breakwater for reclaimed island (mainly in inside bay)



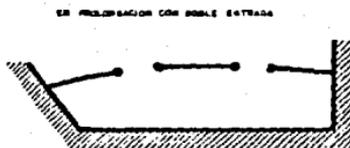
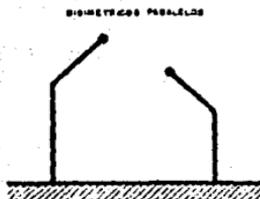
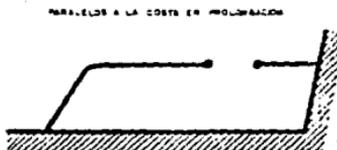
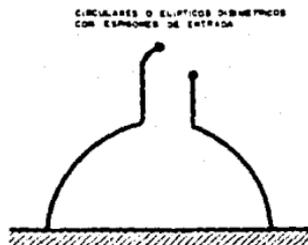
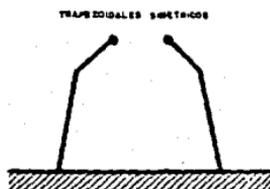
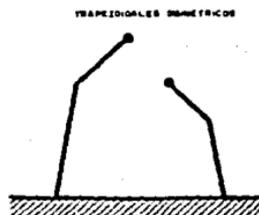
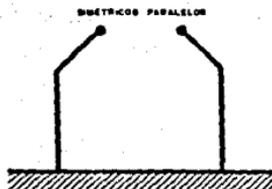
Breakwater of outer development type in the port located inside of bay



Breakwater for the port constructed in open sea



Fig. 111.42 Diques convergentes



Actualmente se conocen dos formas de controlar los efectos destructivos del oleaje. La primera y más comunmente conocida en nuestro medio es la que consiste en disipar la energía, la segunda consiste en reflejar la energía al mar.

**ROMPEOLAS.**- Los rompeolas son estructuras que rompen el oleaje y se construyen tratando de circundar la zona por abrigo. Su sección transversal es aproximadamente la de un trapecio, constituido en general por un núcleo de escollera no clasificada que impide la transmisión de energía debido a su baja porosidad, protegida por uno o varios mantos de enrocamiento de tamaños crecientes hacia el exterior a manera de filtro, cuya misión es evitar la fuga del núcleo por la acción del oleaje, estando el último manto exterior, formado por enrocamientos o elementos prefabricados de mayor peso volumétrico, que debe proteger el dique contra los temporales.

### Ejemplos de diques

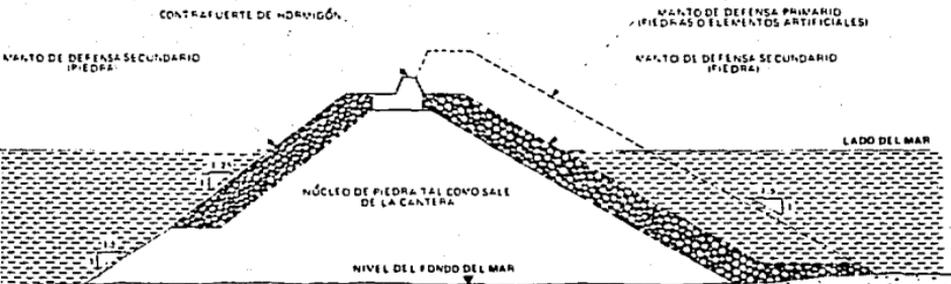


Fig. III.43 Dique en talud

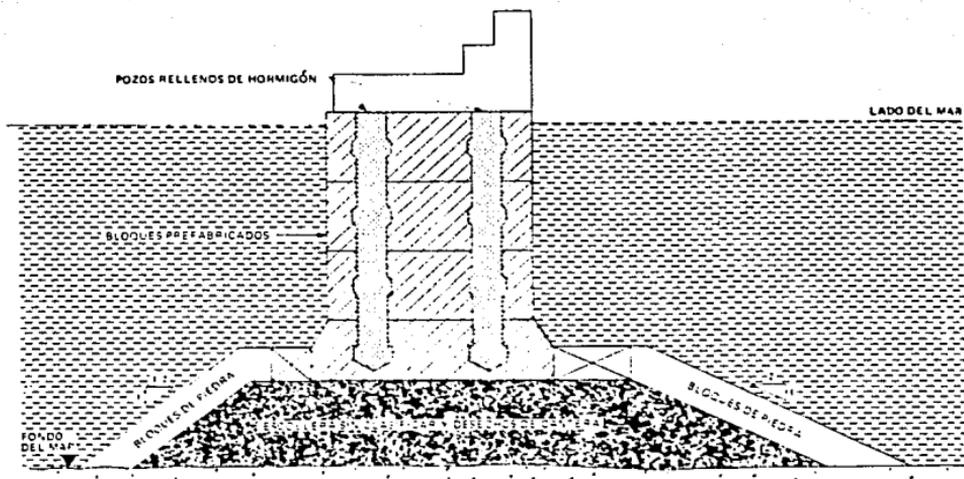


Fig. III.44 Dique de muro vertical

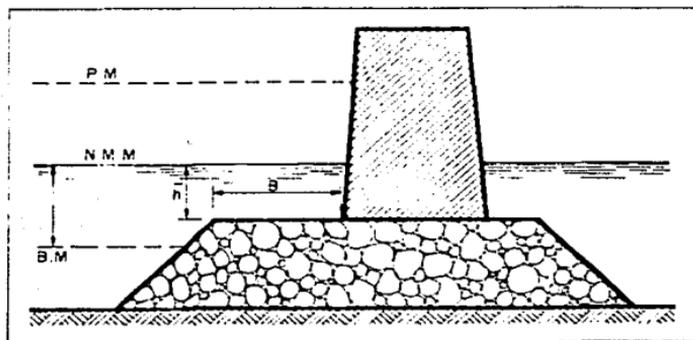


Fig. III.45 Dique mixto

El tipo de estructuración varía ligera y longitudinalmente, siendo el morro la parte que posee elementos resistentes de mayor peso volumétrico.

Este tipo de obras de protección ofrecen grandes ventajas desde el punto de vista constructivo.

Ventajas:

- En caso de destrozos y averías es fácil la reparación.
- Se puede construir independientemente de la forma del perfil submarino.
- Presentan cierta adaptabilidad a la erosión por oleaje.
- En posteriores modificaciones se puede adosar un muelle por el interior creando nuevas líneas de atraque.
- No se requieren instalaciones ni equipos especiales en su construcción.
- El costo de mantenimiento no es elevado.
- En caso de puertos vecinos cercanos no afectan extremadamente las olas reflejadas.

Desventajas:

- Resta superficie útil a la zona abrigada por la gran amplitud requerida por los taludes, a medida que aumenta la profundidad se incrementa la cantidad de materiales y mano de obra.
- Hay que hacer suficientemente ancha la desembocadura del puerto para asegurar el ancho efectivo, lo cual repercute en la tranquilidad de las aguas en el interior del puerto.

- La filtración afecta la tranquilidad de la dársena.
- Es relativamente fácil que se produzcan sedimentaciones.

Por todas estas razones se recomienda su utilización en profundidades menores de 18 m y en lugares con canteras cercanas.

Diques reflejantes. - Son estructuras que resisten el oleaje a base de reflejar la ola incidente devolviendo al mar su energía mediante estructuras verticales, cimentadas a grandes profundidades en un macizo inferior de escollera en talud. Estas estructuras están compuestas en general por cajones, bloques o pantallas. (Ver fig. III.44).

Ventajas:

- Menor volumen de materiales de construcción.
- Es poco probable que se presenten filtraciones a través del cuerpo de la estructura.
- No existe la necesidad de ensanchar la desembocadura del puerto para asegurar el ancho efectivo del canal de navegación.
- Menor probabilidad de averías.
- Sin poseer instalaciones especiales, el lado interior del dique puede usarse como dársena.

Desventajas:

- Existe la probabilidad de erosión por el oleaje en la zona de desplante del rompeolas; por lo que se recomienda su utilización en suelo firme y resistente.
- Siendo considerables las olas reflejadas, la concentración del oleaje depende de la orientación del dique por construirse.

- Si durante la construcción se presentan períodos largos de tempestad los trabajos se interrumpen y se alarga el tiempo total de construcción con el consiguiente incremento en costo.

Diques Mixtos.- Su estructura consiste en una pared perpendicular al oleaje que se instala sobre una estructura-baja con talud. La característica fundamental de estos diques es que las olas se reflejan sobre la muralla en -- pleamar, mientras que rompen contra el talud de escollera en bajamar. (Ver fig. III.45).

Ventajas:

- En aguas profundas se puede construir con inversión moderada y también puede aplicarse a suelo blando de escasa resistencia.
- En función del estudio económico entre costos de rocas, disponibilidad y otros materiales de construcción se puede decidir la porción de altura entre parte enrocada y parte de muro vertical.

Desventajas:

- Es muy erosionable la parte de cimentación del pie derecho (parte vertical).
- Es complejo el proceso de construcción y la administración de la obra, por lo tanto es alto el costo.

### III.5.3 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DE OBRAS DE PROTECCION CON TALUD

Existen factores de diversa índole que deben tenerse en cuenta al proyectar una obra de protección; pues no debe o]

vidarse que es el elemento fundamental de las obras portuarias, y su falla puede acarrear la pérdida de las condiciones de seguridad del puerto.

### III.5.3.1 Principios y procedimientos de diseño

En el diseño de diques se deberá examinar:

- . Condiciones de diseño
- . Trazado del dique
- . Influencia sobre la topografía circundante
- . Tipo estructural del dique
- . Método de diseño
- . Efectos sobre la ecología
- . Forma de ejecución de la construcción
- . Costos de construcción

El procedimiento de diseño de un dique de talud se esquematiza mediante el siguiente diagrama.

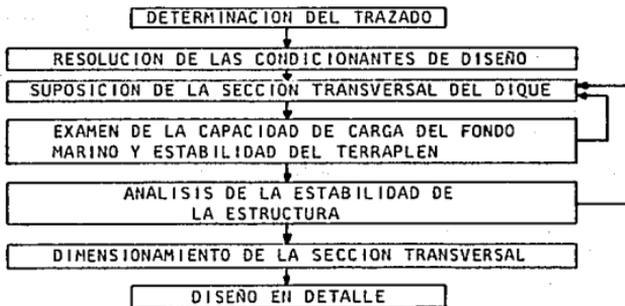


Fig. III.46 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DE DIQUES DE TALUD

a) Trazado del dique

Para el trazado de la obra deben analizarse los siguientes parámetros:

- Condiciones ambientales.
- Tranquilidad en el puerto.
- Facilidad de maniobra de las embarcaciones.
- Calidad del agua.
- Costos de construcción y de mantenimiento.
- Plan Maestro del Puerto.

La dirección del eje del dique debe ser tal que impida con efectividad la penetración de las olas de mayor frecuencia y altura, por tal motivo es deseable que dicho eje forme un ángulo de  $90^\circ$  respecto a la dirección del oleaje. Este ángulo podrá ser mayor cuando sea necesario impedir que las partículas del arrastre litoral entren al puerto, o si existe posibilidad de socavación por diferencia importante de oleajes entre el lado interior y exterior del dique, lo cual ocurre cuando éste es de longitud considerable.

En la localización de la bocana es recomendable que la corriente del mar que la atraviese posea una velocidad menor de tres nudos, para garantizar la seguridad y no dificultar la maniobra de entrada y salida de los barcos.

b) Determinación de las condicionantes de diseño

Deben considerarse los siguientes aspectos:

- Tranquilidad en el puerto
- Vientos
- Mareas
- Oleaje

- Profundidad y condiciones del fondo marino
- Otros

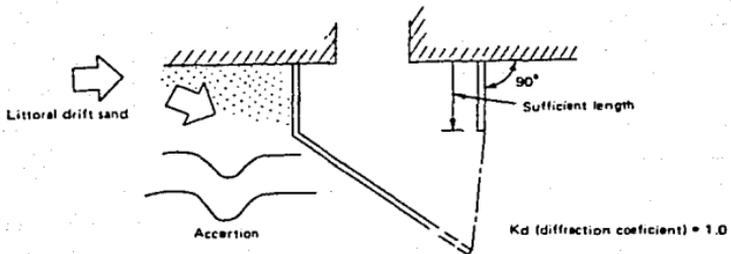
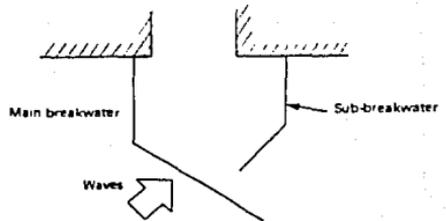
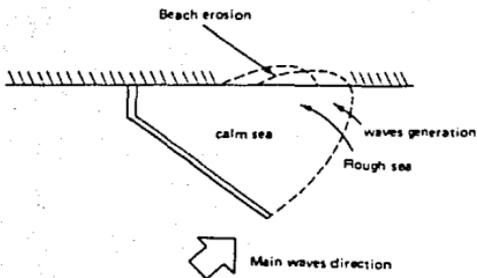
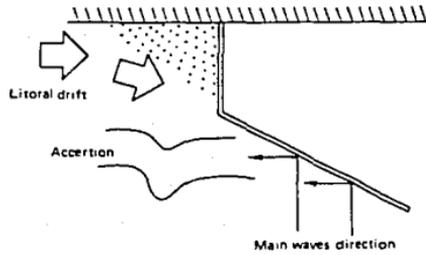
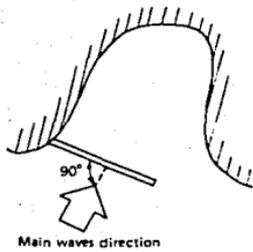
Tranquilidad en el puerto.- es uno de los principales aspectos que deberá considerarse en el diseño de una obra de protección, ya que ésta depende de que se efectúen regularmente las operaciones de carga y descarga de los buques, al evitar se el movimiento que ocasionaría el oleaje en las dársenas. A continuación se presenta un rango de valores de altura de ola permisible para diversas zonas dentro del puerto y la velocidad del viento y de las olas como condiciones en función del tamaño de la embarcación.

CUADRO III.3

Tamaño de la embarcación -- T/B (Tonelaje de Registro Bruto)	Límite permisible de la -- veloc. del -- viento o de -- las olas	Altura máxima permisible -- para dársenas			Altura máxi ma de las -- olas en la -- ent. al pto.	Límite permisible -- para -- el manejo de carga
		Muelle	Boya	Anclaje		
de 300 a 1,000	Límite máximo de las olas	0.7 m	1.0 m	1.0 m	25 m/seg 1.5 m permisible de navegación fuera del puerto	0.3 m
de 1,000 a 5,000	Velocidad del viento ó de las olas	20m/seg 0.7m	20m/seg 1.0m	30m/seg 1.5m	20m/seg 1.5m permisibles de maniobras de barcos	0.5 m
más de 5,000	Velocidad del viento ó de las olas	20m/seg 1.0m	20m/seg 1.5m	30m/seg 1.5m	15m/seg 1.5m permisibles para manejo de carga	0.7 m

NOTA: Se recomienda revisar otras condiciones como las necesarias para la operación de equipo especializado, como en el caso de manejo de contenedores, que pueden requerir limitaciones más estrictas de altura de ola.

Fig. III.47 Ubicación de los rompeolas



Vientos.- El viento reinante influye en la ubicación de la -  
bocana de acuerdo al cuadro anterior, pero será primordial -  
la condición de calma en el puerto por efectos de oleaje.

Mareas.- Como se comprenderá la variación de las mareas de-  
berá ser tomada en cuenta para determinar la altura de la ---  
obra; la altura de ola de diseño referida al nivel medio de  
marea alta determinará las presiones que se ejercerán sobre -  
el rompeolas, así como la altura de corona del mismo.

Oleaje.- Sin menoscabar los otros parámetros, las condi-  
ciones de oleaje son las que representan el factor fundamen-  
tal en el diseño de obras de protección. Por tal motivo un  
análisis completo de los fenómenos de oleaje que se presen-  
tan en el sitio de la obra proporcionará los datos necesari-  
os para el diseño más apropiado.

Antes del estudio de las diversas alternativas estructurales  
es necesario efectuar una previsión de oleaje donde se ob-  
tendrá el régimen de temporales.

La forma típica de presentación de un régimen de temporales-  
se muestra en la fig. III.48, donde el eje de las ordenadas  
indica la intensidad del temporal definida por su  $H_s$  máxi-  
ma y el eje de las abscisas la probabilidad  $F(H_s)$  de que  
un temporal no sea excedido.

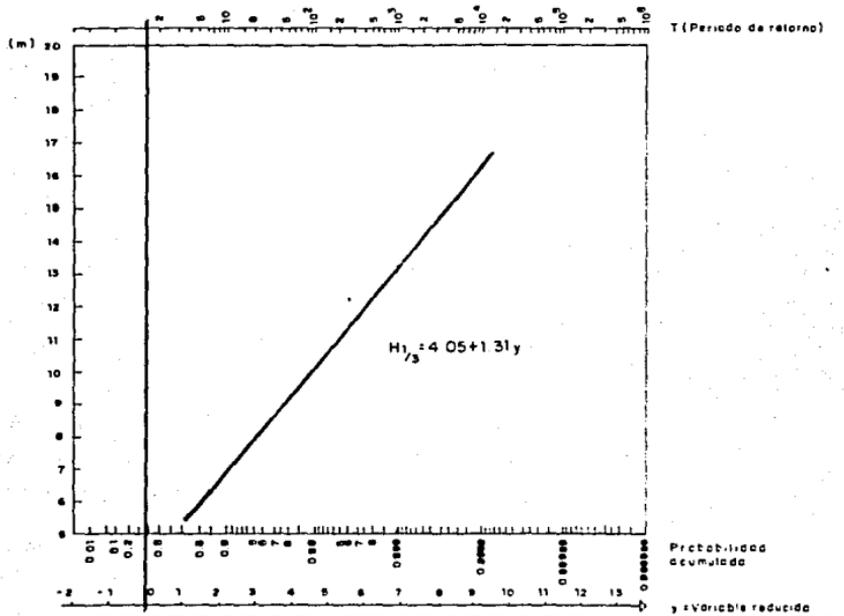


Fig. III.48 Régimen de temporales

En el caso de que el temporal de diseño sea pequeño, la probabilidad  $F(H_s)$  de que se presente un temporal mayor será -- alto y existirá un gran riesgo de que la obra sea destruída durante su vida útil. Si para evitar esto se aumenta el temporal de cálculo, la probabilidad de destrucción disminuirá, pero la obra elevará su costo. Existe entonces aquí un problema de decisión:

¿Qué temporal se debe adoptar para diseñar una obra de protección?

Para resolver este problema existen varios criterios; los más conocidos son:

- 1) Criterio de riesgo
- 2) Estudio económico de la sección

De éstos, el de mayor aplicación es el primero. Se exponen brevemente los dos criterios.

1) El criterio de riesgo

Si se considera que las obras de protección se proyectan para que tengan una duración de (L) años y tomando en cuenta a la variable F (Fs) que proporciona la probabilidad de que un temporal de altura Hs no sea excedido, entonces la probabilidad de que ese temporal no sea excedido, en un período (L) de años, se puede calcular por la relación siguiente:

$$F(H_s) \times F(H_s) \times \dots \times F(H_s) = F(H_s)^L$$

La probabilidad de que por lo menos una vez exista un temporal mayor en ese período de tiempo es:

$$E_1 = 1 - F(H_s)^L$$

De acuerdo a la definición de período de retorno se tiene:

$$\bar{T}_1 = \frac{1}{1 - F(H_s)}$$

La probabilidad de que un temporal de altura Hs no sea excedido es:

$$F(H_s) = 1 - \frac{1}{\bar{T}_1}$$

Sustituyendo en la ecuación anterior, se encuentra el -- riesgo:

$$E_1 = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_1}\right)^L$$

Donde L es el número de años de vida previsible para la obra.

Un oleaje muy alto será muy poco probable que ocurra, pero siempre existirá esa posibilidad, de manera que cada sección que se proyecte resistirá un temporal máximo, pero ese temporal, cualquiera que sea, siempre podrá ser superado. Si se desea que el riesgo sea pequeño se tendrán que construir obras muy costosas.

Cuadro III.4 Período de retorno,  $T_1$ , en función de la vida previsible, L, y la probabilidad de encuentro o riesgo,  $E_1$ .  $\left(E_1 = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_1}\right)^L\right)$

$E_1$	0.02	0.05	0.10	0.15	0.20	0.30	0.40	0.50	0.70
L									
1	50	20	10	7	5	3	3	2	1
2	99	39	19	13	9	6	4	3	2
3	149	59	29	19	14	9	6	5	3
4	198	78	38	25	18	12	8	6	4
5	248	98	48	31	23	15	10	8	5
6	297	117	57	37	27	17	12	9	6
7	347	137	67	44	32	20	14	11	6
8	396	156	76	50	36	23	16	12	7
9	446	176	86	56	41	26	18	13	8
10	495	195	95	62	45	29	20	15	9
12	594	234	114	74	54	34	24	18	10
14	693	273	133	87	63	40	28	21	12
16	792	312	152	99	72	45	32	24	14
18	892	351	171	111	81	51	36	26	15
20	990	390	190	124	90	57	40	29	17
25	1238	488	238	154	113	71	49	37	21
30	1485	585	285	185	135	85	59	44	25
35	1733	683	333	216	157	99	69	51	30
40	1981	780	380	247	180	113	79	58	34
45	2228	878	428	277	202	127	89	65	38
50	2475	975	475	308	225	141	98	73	42

L y  $T_1$  están referidos a las mismas unidades de tiempo.

Cuadro 111.5 Probabilidad de encuentro o riesgo,  $E_1$ , en función de la vida previsible,  $L$ , y del periodo de retorno,  $T_1$ .

$$E_1 = 1 - \left(1 - \frac{T_1}{L}\right)^L$$

$T_1$	5	10	15	20	25	30	40	50	60
-------	---	----	----	----	----	----	----	----	----

1	0.100	0.067	0.050	0.038	0.030	0.023	0.015	0.010	0.007
2	0.360	0.190	0.129	0.098	0.078	0.066	0.049	0.034	0.024
3	0.488	0.271	0.187	0.143	0.115	0.097	0.073	0.059	0.049
4	0.590	0.344	0.241	0.185	0.151	0.127	0.096	0.078	0.065
5	0.672	0.410	0.292	0.226	0.185	0.156	0.119	0.096	0.081
6	0.738	0.469	0.339	0.265	0.217	0.184	0.141	0.114	0.096
7	0.790	0.522	0.385	0.302	0.249	0.211	0.162	0.132	0.111
8	0.832	0.570	0.424	0.337	0.279	0.238	0.185	0.149	0.126
9	0.866	0.613	0.463	0.370	0.307	0.263	0.204	0.166	0.140
10	0.893	0.651	0.498	0.401	0.335	0.288	0.224	0.183	0.155
12	0.931	0.718	0.565	0.460	0.387	0.334	0.262	0.215	0.183
14	0.956	0.771	0.619	0.512	0.435	0.378	0.298	0.246	0.210
16	0.972	0.815	0.668	0.560	0.480	0.419	0.333	0.276	0.236
18	0.982	0.850	0.711	0.607	0.520	0.457	0.366	0.305	0.261
20	0.988	0.878	0.748	0.642	0.558	0.493	0.397	0.332	0.285
25	0.999	0.939	0.814	0.725	0.640	0.572	0.469	0.397	0.343
30	0.999	0.975	0.875	0.785	0.706	0.638	0.532	0.455	0.396
35	0.999	0.988	0.911	0.834	0.760	0.688	0.588	0.507	0.445
40	0.999	0.995	0.937	0.871	0.805	0.742	0.637	0.554	0.489
45	0.999	0.995	0.961	0.901	0.841	0.782	0.680	0.597	0.531
50	0.999	0.999	0.985	0.948	0.913	0.876	0.778	0.696	0.568
1	0.012	0.010	0.008	0.006	0.005	0.004	0.003	0.002	0.002
2	0.035	0.020	0.017	0.012	0.010	0.008	0.007	0.005	0.004
3	0.037	0.020	0.019	0.015	0.012	0.010	0.007	0.006	0.006
4	0.049	0.039	0.033	0.025	0.020	0.016	0.013	0.010	0.008
5	0.051	0.049	0.041	0.035	0.029	0.024	0.017	0.014	0.010
6	0.053	0.059	0.049	0.044	0.037	0.030	0.024	0.015	0.012
7	0.054	0.065	0.057	0.053	0.046	0.038	0.032	0.023	0.014
8	0.056	0.065	0.065	0.059	0.054	0.045	0.038	0.029	0.018
9	0.058	0.080	0.080	0.061	0.058	0.049	0.043	0.035	0.024
10	0.060	0.110	0.096	0.086	0.077	0.068	0.061	0.052	0.040
12	0.062	0.140	0.114	0.096	0.082	0.077	0.070	0.062	0.054
14	0.064	0.161	0.111	0.084	0.074	0.068	0.065	0.058	0.052
16	0.065	0.182	0.149	0.125	0.095	0.084	0.077	0.070	0.062
18	0.066	0.203	0.165	0.140	0.107	0.096	0.090	0.084	0.077
20	0.067	0.222	0.182	0.154	0.118	0.108	0.095	0.090	0.084
25	0.070	0.270	0.222	0.189	0.145	0.138	0.095	0.091	0.084
30	0.072	0.314	0.260	0.222	0.171	0.140	0.113	0.095	0.088
35	0.075	0.356	0.297	0.254	0.197	0.161	0.131	0.110	0.084
40	0.078	0.395	0.331	0.284	0.222	0.182	0.148	0.125	0.095
45	0.081	0.432	0.364	0.314	0.246	0.202	0.165	0.140	0.096
50	0.084	0.467	0.395	0.342	0.269	0.222	0.182	0.154	0.095

El verdadero problema de este método tan sencillo, estriba en: fijar el nivel de riesgo aceptable de la obra.

El nivel de riesgo que se adopte depende de la importancia del puerto, del valor de los bienes que se trata de proteger, así como del criterio del proyectista. Aunque es posible fijar cualitativamente los niveles de seguridad o riesgos para diferentes circunstancias u obras, el ingeniero responsable del proyecto será quien determine sus valores, es decir, debe precisar cuál es el riesgo admisible para la obra.

## 2) Estudio económico de la sección

En este caso, el criterio se basa en una clásica alternativa económica, en la cual el diseño de un dique se considera óptimo cuando resulta una estructura para la cual la inversión total realizada durante su vida útil es mínima. La inversión total es la suma del costo de construcción más el valor de las pérdidas económicas debidas a daños o destrucción total de la obra, incluyendo los costos de reparación, las averías ocasionadas a los bienes protegidos y la posible paralización del puerto.

Se denomina  $H_i$  a la altura de ola de iniciación de averías; si se diseña con esta altura de ola y se presentan alturas de ola inferiores a la considerada, el dique no sufrirá daños. Si por el contrario, las olas son mayores a  $H_i$  se producirán averías parciales.

Para entrar en el análisis de costos es necesario definir un tipo de estructura; el costo de construcción es directamente proporcional a la altura de ola de cálculo ( $H_o$ ), en tanto que las pérdidas económicas son función inversa a  $H_o$ . De acuerdo con la definición de diseño --

óptimo, la altura de la ola de diseño será la correspondiente al valor mínimo de la curva de costos totales, como se indica en la figura 111.49

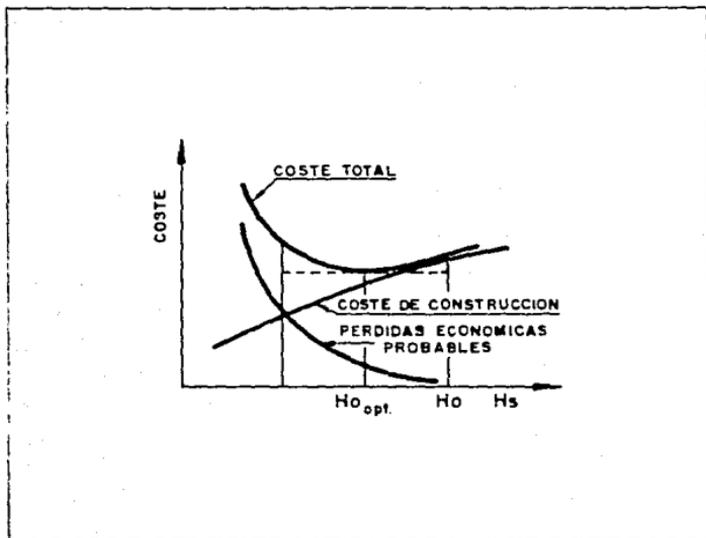


Fig. 111.49 Relación costo de la obra/altura ola significativa

Los dos criterios antes mencionados presentan ventajas - y desventajas. La aplicación correcta del estudio económico no es sencilla, en él intervienen una gran cantidad de variables que tienen valores diferentes en la realidad, modificando sensiblemente la altura de ola de cálculo, y por lo tanto a la sección definitiva.

Un criterio menos cuestionable para justificar la solución adoptada es el análisis de riesgo. En este método una vez definida la vida probable de la obra, todas aquellas consideraciones quedan representadas por una sola: el nivel de riesgo que se considere admisible para la obra.

El estudio económico de una sección es útil para proporcionar la magnitud al cual deberá ser dimensionada, pero se considera que siempre es necesario apoyarse en el análisis de riesgo para definir la sección definitiva, solución a la cual se puede llegar directamente por el criterio de riesgo.

#### Profundidad y condiciones del fondo marino

Como se ha visto la profundidad juega un papel importante en la definición del tipo de estructura a utilizar (vertical, de talud o mixta), debido a que en ciertas condiciones de profundidad puede ser más económico proyectar un rompeolas de talud. Con relación a las condiciones del fondo marino, es imprescindible efectuar un reconocimiento de la estratigrafía y de las propiedades del terreno, en especial su resistencia a corto y largo plazo y su deformabilidad. Esta información se puede obtener mediante sondeos mecánicos que permitan obtener muestras inalteradas del terreno y realizar con ellas ensayos de compresión simple, triaxial, etc., y así obtener perfiles del suelo que conjuntamente con los planobatimétricos muestren las características del terreno adyacente.

Esta información permite al proyectista conocer las características de soporte del suelo a fin de proponer medidas tendientes a mejorar sus propiedades como es el caso de terrenos de baja capacidad de carga o en el que se prevee asentamientos fuertes de la estructura.

### Otros aspectos

Existen otros factores que deben examinarse como es el caso de las corrientes. Cuando una obra de protección pueda verse afectada por la acción de las corrientes, es necesario hacer estudios que permitan conocer la afectación del régimen de corrientes por la presencia de la obra. Estos estudios se realizan en el laboratorio por medio de modelos de fondo fijo.

Estos estudios tienen por objeto seleccionar un trazado de dique, tal que produzca una corriente modificada aceptable para la navegación.

Posteriormente, se harán estudios en el laboratorio con modelos de fondo móvil, a fin de determinar una solución de protección de la base del rompeolas, protección para la playa contra socavación y protección de la entrada del puerto contra arrastre litoral.

#### III.5.3.2 Altura de la ola de diseño

Una de las teorías para representar los fenómenos del oleaje, es la que considera al oleaje constituido por olas regulares, sin embargo esto no sucede así en la realidad por las deformaciones que acontecen debido principalmente a los efectos de difracción y reflexión. En otras palabras, es conveniente afectar a la altura (Hs) de ola representativa del temporal de diseño, por un factor que tome en cuenta los efectos naturales del oleaje, mismos que corrigen a la altura de ese temporal y por lo tanto a la altura de ola de diseño.

La teoría lineal del oleaje considera los siguientes parámetros:

$$\text{La energía de la ola: } E = \frac{1}{8} \cdot \gamma_a \cdot H^2 \cdot L \cdot b$$

$$E_o = E_1 \quad (\text{Ley de la Conservación de la Energía})$$

$$\frac{1}{8} \cdot \gamma_o \cdot H_o^2 \cdot L_o \cdot b_o = \frac{1}{8} \cdot \gamma_1 \cdot H_1^2 \cdot L_1 \cdot b_1$$

Considerando constantes  $\gamma_o = \gamma_1$ , entonces

$$H_1 = H_o \sqrt{\frac{L_o \cdot b_o}{L_1 \cdot b_1}}$$

haciendo  $K_s = \sqrt{\frac{L_o}{L_1}}$  denominado coeficiente de fondo,

y  $K_r = \sqrt{\frac{b_o}{b_1}}$  denominado coeficiente de refracción,

con lo cual  $H_1 = H_o \cdot K_s \cdot K_r$

donde:

$E_o$  = Energía del agua en aguas profundas

$E_1$  = Energía del agua en el lugar de incidencia

$\gamma$  = Peso específico del agua.

$H_o$  = Altura de la ola en aguas profundas

$H_1$  = Altura de la ola en la estructura

$L_o$  = Longitud de la ola en aguas profundas

$L_1$  = Longitud de la ola en aguas reducidas

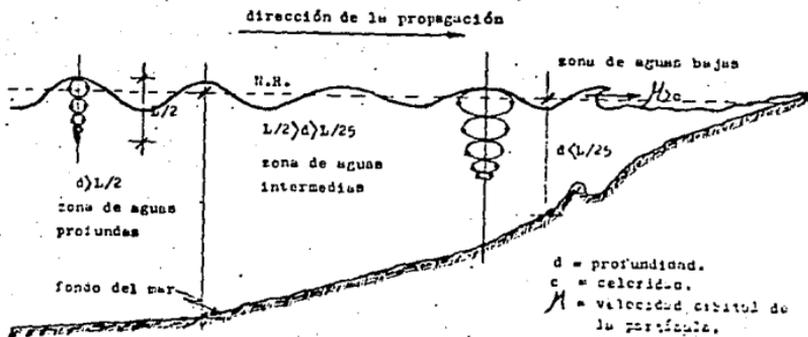


Fig. III.50 Influencia de la profundidad en la propagación de las olas

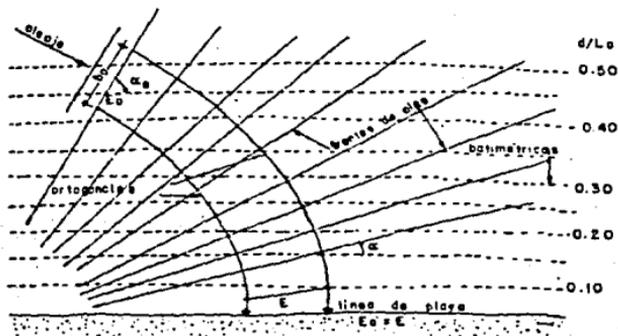


Fig. III.51 Plano de oleaje

La altura probable de ola máxima  $H_{m\acute{a}x}$  es funci3n del n3mero -- de ondas (seg3n la teor3a lineal), as3 como de las alturas -- de ola significativa  $H_s$ , durante un periodo de condiciones --- normales o estables, cuya soluci3n te3rica simplificada es -- como sigue:

$$H_{m\acute{a}x} = 0.707 H_s \sqrt{\log e^n}$$
 donde  $n$  es el n3mero de ondas -- durante las condiciones normales. Por estudios en modelos -- reducidos se ha obtenido:

$$H_{m\acute{a}x} = 1.87 H_s \quad (**)$$

$H_s$ , generalmente se le denomina  $H_{1/3}$  y significa que es el -- promedio de las 100 olas m3s altas de una muestra de 300. -- Para el caso del r3gimen de temporales es obvio que  $H_{1/3}$  es -- la que resulta en condiciones de temporal.

#### 111.5.4 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DE OBRAS DE PROTECCION VERTICALES Y - MIXTAS

Estas estructuras funcionan de tal manera que la energ3a del -- oleaje es devuelta al mar; deben proyectarse buscando preci- samente la profundidad adecuada, mayor o igual a  $1.5 H$  (  $H$  es la altura de ola de diseo), lo cual no siempre es posible. Adem3s, el oleaje reflejado puede producir problemas a las --

(\*\*)  $H_s$  representa la altura de ola significativa.

embarcaciones e incluso atentar contra la estabilidad de las playas vecinas. Su utilización debe estar bien estudiada -- basándose sobre todo en consideraciones de carácter económico, incluyendo la seguridad del puerto.

Generalmente los diques verticales requieren de un adecuado suelo de cimentación, por lo que, para mejorar las condiciones, se desplantan sobre una base de enrocamiento que amplía el área de distribución de la carga sobre el fondo natural, asegurando que no haya socavación ni asentamientos que pudieran conducir a su destrucción.

Los diques mixtos trabajan en bajarar como diques en talud y en pleamar como diques verticales; a diferencia de los diques verticales que siempre operan como tales. Posteriormente se hace referencia al diseño de el cuerpo vertical de los diques, ya sean éstos verticales o mixtos, en virtud de que el procedimiento es el mismo. El análisis del cuerpo en talud de un dique mixto se realiza en forma similar a un rompeolas de talud.

Las consideraciones relativas a oleaje, corrientes, mareas, etc, son aplicables tanto a los diques de talud, como los -- verticales y mixtos. En la determinación de la altura de -- ola de diseño, para diques verticales se estima que la estructura se destruye a una determinada altura de ola; en el caso de diques en talud el análisis se realiza considerando que la estructura sufre un cierto porcentaje de daños.

#### 111.5.4.1 Determinación de las presiones sobre el muro de paramento vertical

El procedimiento que se describe a continuación para el --- cálculo de las presiones sobre el muro de paramento vertical de un dique, es aplicable para aquellas estructuras que se -- localizan en zonas de oleaje estacionario, así como para las-

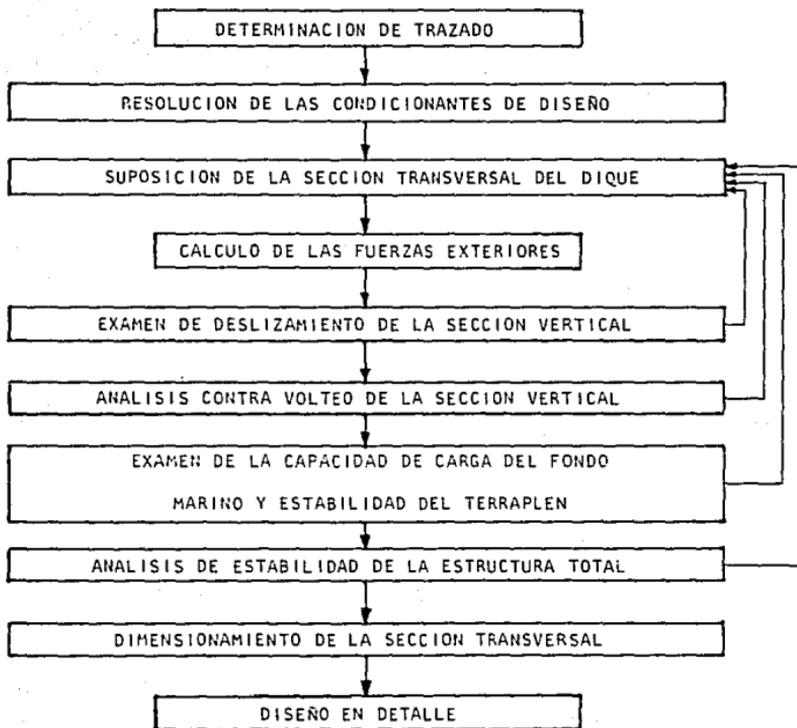


Fig. 111.52 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DE DIQUES VERTICALES Y MIXTOS

localizadas en zonas de oleaje rompiente.

La figura III.53 muestra la distribución de presiones en un muro de paramento vertical.

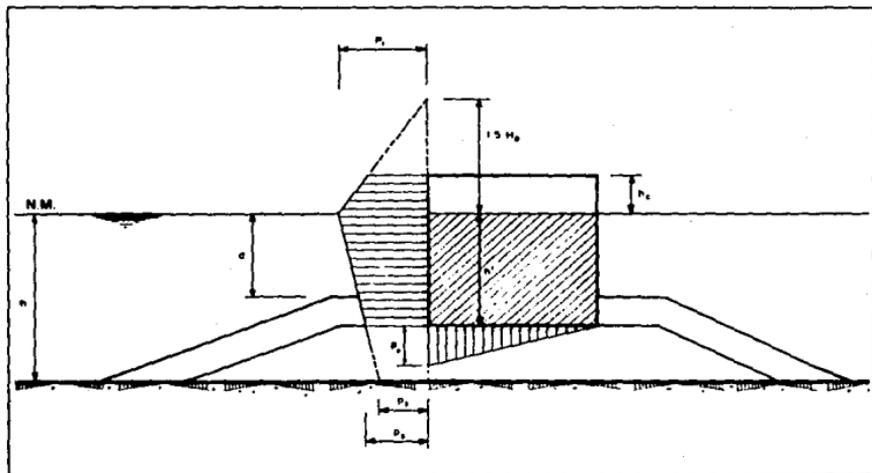


Fig. III.53 Diagrama de presiones (Goda).

En el cálculo de la fuerza total que actúa sobre el dique so lamente se toma en cuenta la distribución comprendida entre las cotas  $- h^1$  de cimentación y  $+ hc$  de coronamiento del dique, prescindiendo del resto de presiones; como se in dica en la figura.

Para el cálculo de las presiones máxima ( $P_1$ ) y de fondo --- ( $P_2$ ), se utilizan las siguientes fórmulas:

$$P_1 = W_o H_D (\alpha_1 + \alpha_2 \cos^2 \beta) \text{ ----- (1)}$$

$$P_2 = \frac{P_1}{\cos \text{hip} \frac{2\pi h}{L}} \text{ ----- (2)}$$

$$\alpha_1 = 0.60 + \frac{1}{2} \left( \frac{2\pi h}{L} \right) \text{ ----- (3)}$$

$$\alpha_2 = \text{mínimo valor de: } \left[ \frac{hb - d \cdot (H_D)^2}{3hb} \cdot \frac{d^2}{d^2} \right], \frac{2d}{H_D} \text{ (4)}$$

$$hb = h + 5 H_{1/3} \text{ Tg } \theta \text{ ----- (5)}$$

$$L = \frac{g(T_{1/2})^2}{2\pi} \tan \text{hip} \frac{2\pi h}{L} \text{ (6)}$$

$$H_D = \text{el mínimo valor de: } 1.8 H_{1/3}, H_b \text{ --- (7)}$$

Hb se calcula con:

$$H_b = 0.17 L_o \left\{ 1 - \left[ 1.5 \frac{\pi h_o}{L} (1 + 15 \tan^2 \theta^{3/4}) \right] \right\} \text{ (8)}$$

$$L_o = \frac{g(T_{1/2})^2}{2\pi} \text{ ..... (9)}$$

Siendo:

W<sub>o</sub> = Peso específico del agua de mar (ton/m<sup>3</sup>)

L, H<sub>D</sub> = Longitud y altura de la ola de cálculo (m)

β = ángulo de aproximación del oleaje (°)

d = profundidad de coronación de la berma (m)

h = profundidad al pie de la escollera (m)

h<sub>b</sub> = profundidad a una distancia del pie - - -  
equivalente a cinco veces la altura de ola  
significante H<sub>1/3</sub> (m)

θ = pendiente del fondo (°)

P<sub>1</sub> = presión máxima

P<sub>2</sub> = presión de fondo

α<sub>1</sub> = coeficiente

α<sub>2</sub> = coeficiente

α<sub>3</sub> = coeficiente

- g = aceleración de la gravedad
- Lo = longitud de onda en aguas profundas
- Pu = presión de subpresión
- h' = altura desde la superficie del agua hasta la base del cuerpo vertical
- P<sub>3</sub> = presión a nivel desplante del cuerpo vertical
- ho = altura de ola en aguas profundas
- hc = altura de coronamiento del dique respecto al nivel de agua estática

La presión de subpresión de acuerdo a una ley triangular se calcula con:

$$P_u = \alpha_1 \alpha_3 W_0 H_p \quad (10)$$

$$\alpha_3 = 1 - \frac{h'}{h} \left( 1 - \frac{1}{\cos \text{hip} \frac{h'}{L}} \right) \quad (11)$$

La presión a la altura de la cimentación:

$$P_3 = \alpha_3 P_1 \quad (12)$$

Datos del dique:  $\theta$ , h, d, h', hc

datos del oleaje: H<sub>1/3</sub> y T<sub>1/3</sub>

Con estos datos se entra sucesivamente en las fórmulas (9), -- (6) y (5) para encontrar Lo, L y hb. Posteriormente se obtiene Hb mediante (8) y la altura de ola de diseño H<sub>D</sub> mediante -- (7).

Las fórmulas (3), (4) y (11) dan los coeficientes, y con ellos se pueden calcular las presiones P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> y Pu mediante (1), (2), (10) y (12), respectivamente.

### III.5.4.2. Estudio de la estabilidad del muro de paramento vertical

Se examina desde el punto de vista tanto del factor de seguridad contra el deslizamiento y vuelco como de la capacidad de sostén de los cimientos.

El factor de seguridad contra el deslizamiento y vuelco se calcula por medio de las fórmulas siguientes:

$$F.S.d. = \frac{M(W - U)}{P} \quad (13)$$

$$F.S.y. = \frac{Wt - Mu}{Mp} \quad (14)$$

donde:

- W = Peso sumergido del muro vertical por unidad de ancho (ton/m)
- U = empuje ascendente que acciona en la parte inferior del muro, por unidad de ancho (ton/m)
- P = Resultante de la presión de ola que acciona lateralmente en el muro, por unidad de ancho (ton/m)
- Mu = Momento de volteo debido a U (ton-m/m)
- Mp = Momento de volteo debido a P (ton-m/m)
- u = coeficiente de fricción entre el muro y el terraplén.
- t = Distancia desde la parte trasera del muro vertical hasta el punto de aplicación de la resultante correspondiente al peso del muro, por unidad de ancho (m).

Tanto para el deslizamiento como para el vuelco el factor de seguridad debe ser mayor a 1.2. Asimismo, el coeficiente de fricción entre el muro de concreto y el terraplén será de 0.60 en general.

A continuación se proporciona un método sencillo para el cálculo de las presiones que se presentan sobre el terraplén,

en el que se considera que la distribución de presiones puede ser trapezoidal o triangular.

$$P_e = \frac{2 W_e}{3 T_e} \quad \text{si} \quad t_e \leq \frac{1}{3} B \quad (15)$$

$$P_e = \frac{2 W_e}{B} \cdot \left(2 - 3 \frac{T_e}{B}\right) \quad \text{si} \quad t_e > \frac{1}{3} B \quad (16)$$

donde:

$$W_e = W - U \quad (17)$$

$$t_e = \frac{M_e}{W_e} \quad (18)$$

$$M_e = W_t - M_u - M_p \quad (19)$$

Como es obvio,  $P_e$  se requiere que sea menor a la presión máxima permisible sobre el terraplén. Tomando valores que no sean mayores a 50 ton/m<sup>2</sup>.

$P_e$  = Reacción sobre la base posterior del cuerpo vertical (ton/m<sup>2</sup>)

$W_e$  = peso sumergido menos empuje ascendente, ó sea carga efectiva sobre el terraplén, por unidad de ancho (ton/m)

$t_e$  = distancia de aplicación de la carga equivalente - con relación al punto de volteo.

$B$  = ancho de la base del muro

$M_e$  = momento de volteo equivalente

$W_t$  = momento resistente al volteo debido al peso del muro.

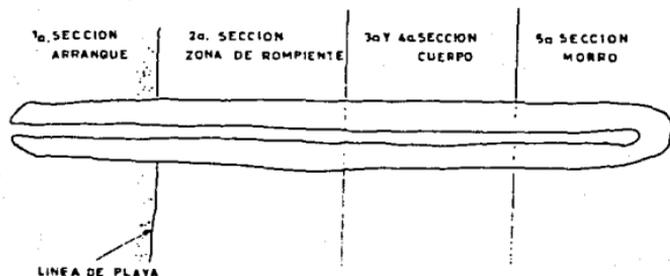
$M_u$  y  $M_p$  ya fueron definidas.

### III.5.5

#### DISÑO DE ROMPEOLAS

Longitudinalmente en un dique de talud se distinguen las siguientes partes:

Fig. III.54 Secciones de un rompeolas



VARIARA EL NUMERO DE SECCIONES SEGUN SEA LA LONGITUD DEL ROMPEOLAS Y CRITERIO DE DISEÑO

### III.5.5.1 Arranque del rompeolas

Es la parte que sirve de unión al rompeolas con tierra, se localiza donde no hay oleaje. Su longitud está determinada por la magnitud de la erosión y azolve que se puedan presentar en la línea de playa al modificarse el régimen del oleaje por la presencia del rompeolas; su dimensionamiento se prueba mediante estudios de laboratorio en modelos reducidos de fondo móvil.

El material que se utiliza para construir esta parte del rompeolas es del mismo tipo que el del núcleo, cubierto en algunos casos con material de capa secundaria.

### III.5.5.2 Morro

Es la parte del rompeolas localizado en el extremo opuesto - del arranque del mismo y es la parte más expuesta a los efectos del oleaje. Por tal motivo el peso del material utilizado en el enrocamiento debe ser de 1.5 a 2 veces mayor al peso del material seleccionado para la sección más próxima a éste, o bien, utilizar la fórmula de Hudson para el cálculo de morros. Por la importancia que reviste en cuanto a su estabilidad, debe probarse siempre un estudio en modelo reducido.

### III.5.5.3 Cuerpo del rompeolas

Un corte transversal del cuerpo del rompeolas permite identificar los siguientes elementos:

plantilla, núcleo, capa secundaria, coraza (exterior e interior).

Fig. III.55 Corte transversal de un rompeolas



#### III.5.5.4 Plantilla

Cuando el suelo de cimentación no reúne las propiedades de soporte requeridos, es necesario colocar una plantilla de cimentación a base de arena o piedra de menor tamaño, misma -- que debe ser protegida por una cubierta de material apropiado a fin de evitar erosiones que pudiera provocar el oleaje. Las condiciones en las cuales no es necesario colocar esta -- plantilla son:

- Cuando la profundidad sea mayor que la altura de ola de diseño.
- Cuando el fondo sea rocoso.
- Cuando las corrientes marinas no sean lo suficientemente grandes para mover el material del fondo.

#### III.5.5.5 Núcleo

Es la porción del rompeolas cuyo objetivo fundamental es impedir la transmisión de la energía del oleaje hacia el interior del puerto, por lo tanto, el material que lo constituye forma un cuerpo de baja porosidad. Esta constituido generalmente por arena producto de dragado o por material pétreo de diversos tamaños.

El peso de las piedras del núcleo se calcula de acuerdo a lo siguiente:

- Cuando la profundidad de desplante sea mayor o igual a -- dos veces la altura de ola de diseño, se colocan rocas cu yo peso fluctúa entre 1/200 a 1/6000 del peso de las ro-- cas de la coraza.
- Cuando la profundidad de desplante sea menor a dos veces -- la altura de ola de diseño, se utilizan piedras de 1/200-

a 1/4000 del peso de las piedras de la coraza.

Las capas sucesivas que se coloquen sobre el núcleo realizarán la función de filtro, por tal motivo deberán ser de tamaño progresivamente creciente, conforme a las siguientes reglas:

$$D_{15} \leq 5 d_{85}$$

$$W \text{ (capa inferior)} \geq \frac{W \text{ (capa superior)}}{20} ; \text{ donde :}$$

$D_{15}$  : en la capa superior representa un tamaño tal que el 15%, en peso, es igual o menor.

$d_{85}$  : en la capa inferior representa un tamaño tal que el 85%, en peso, es igual o menor.

$W$  : es el peso de un elemento de una capa.

#### 111.5.5.6 Cota del núcleo

Depende de dos factores: de la altura necesaria de la estructura y del procedimiento constructivo que se utilice.

Cuando estructuralmente se requiera una cota mínima, la cota superior del núcleo se determina restando a la cota de coraza su espesor y el espesor de la capa secundaria.

En el caso de que el procedimiento constructivo consista en colocar el material a volteo, la parte superior del núcleo es utilizada para el rodamiento de camiones. En estas circunstancias la cota superior del núcleo se fija por encima del nivel de pleamar media superior (N.P.M.S.) más la altura de ola que se pueda presentar durante la construcción.

#### 111.5.5.7 Capa secundaria

Tiene dos finalidades: servir de filtro entre la capa de coraza y el núcleo, evitando que los elementos más pequeños --

del núcleo escapen de su confinamiento por la acción de corrientes y oleaje, y soportar el peso de la coraza sin sufrir deterioro, incluyendo las fuerzas que hasta ella concurren por efecto del oleaje.

Su espesor debe ser tal que no sea menor a los huecos que quedan entre los elementos de la coraza.

La siguiente clasificación de los elementos que forman la coraza permite aprovechar las diversas rocas extraídas del banco de materiales:

- Si la profundidad de desplante es mayor o igual a dos veces la altura de ola de diseño, el peso de las rocas fluctúa entre 1/10 a 1/15 del peso de los elementos de la coraza.
- Si la profundidad de desplante es menor a dos veces la altura de ola de diseño, el peso de las rocas varía entre 1/10 y 1/20 del peso de los elementos de la coraza.

#### III.5.5.8 Cota de la capa secundaria

Se calcula restando a la cota de la corona de la coraza el espesor de la corona de ésta o bien aumentando el espesor de la corona de la capa secundaria a la cota de la corona del núcleo.

#### III.5.5.9 Coraza

Se designa con este nombre a la capa del rompeolas que contiene los elementos de mayor peso, en virtud de que están sometidos directamente a las fuerzas del oleaje. Por lo tanto, deben tener el peso y las características necesarias para garantizar la resistencia y estabilidad de la estructura.

Para diseño de estructuras de enrocamiento existen varias -- fórmulas, que están expresadas normalmente en función del pg so del elemento requerido para soportar la acción del oleaje, no obstante debe tenerse cuidado al utilizar estas fórmulas, ya que algunas de ellas no han sido verificadas para condi-- ciones de oleaje de tormenta. Sin embargo, se han desarro-- llado métodos empíricos cuyos resultados han demostrado ser-- satisfactorios.

Las fórmulas que pueden ser utilizadas para el cálculo de -- los elementos de la coraza, ya sean estos naturales o artifi-- ciales, tienen la siguiente expresión general:

$$W = F(\alpha) \frac{H^3 \cdot \sqrt{g}}{\left(\frac{H}{L} - i\right)}$$

Estas fórmulas mostradas en el cuadro No. III.6, en su mayor-- parte se relacionan con la fase de inicio de daños del rom-- peolas, en tanto que otras (tales como la 2a., 11a., y 13a., formulas de la lista) están relacionadas con la fase de -- destrucción del rompeolas. Los coeficientes que ellas ci-- tan, derivan de estudios más o menos realistas efectuados so bre modelos reducidos.

Todas las fórmulas son empíricas o semiempíricas y en ellas-- no se ha buscado una representación hidrodinámica de los fe-- nómenos. Es conveniente resaltar que las fórmulas que toman en cuenta la altura de ola de diseño (H) y el período (T), - simultáneamente, son las que mejor representan el fenómeno - del oleaje, en virtud de que los estudios de laboratorio han demostrado que a un período de retorno de tormenta mayor, le corresponde un daño mayor sobre la estructura.

En especial la fórmula de Hudson, anotada a continuación, - si bien se ha venido perfeccionando y realizándose nuevos en

sayos para valuar mejor los coeficientes empleados.

Fórmula de Hudson:

$$W = \frac{1}{Kd \text{ Cot } \alpha} \frac{H^3 \rho_s}{\left(\frac{\rho_s}{\rho_w} - 1\right)}$$

donde:

W = Peso del elemento de la coraza (Ton)

H = Altura de la ola de diseño (m)

$\rho_w$  = Peso específico del agua (Ton/m<sup>3</sup>)

$\rho_s$  = Peso específico del elemento (Ton/m<sup>3</sup>)

Kd = Factor adimensional que depende de la forma, rugosidad, redondez y grado de trabazón de los elementos de la coraza (Se anexa tabla de valores). Ver cuadro III.8

Cot  $\alpha$  = Talud de la coraza (máximo aceptable 1:1.5)

Considerando que en la explotación de un banco no es posible obtener, exclusivamente, piedras con los pesos calculados, - se han establecido rangos de variación de  $\pm 25\%$  de los pesos de diseño, para de esta manera obtener un mejor aprovechamiento de los materiales del banco. Asimismo, por economía es conveniente dividir el rompeolas longitudinalmente en cuatro secciones y calcular para las correspondientes alturas - de ola de diseño, de acuerdo a las sollicitaciones de oleaje - que se tengan en cada sección. (Ver fig. III.54).

Para el cálculo de los morros de los rompeolas, se puede utilizar la fórmula siguiente, en combinación con los datos del cuadro III.7, con lo cual se incrementa el peso de los elementos a utilizar, tomando en cuenta que en esta sección se diseña para condiciones más desfavorables.

W<sub>o</sub> = (coeficiente multiplicador) x W.

Nota: Para obtener el coeficiente multiplicador ver Cuad. III.7

Cuadro III.6 (primera parte)

PAIS Autores	FORMULAS GENERALES	FIGURA	
		Aplicaciones numéricas	f(11) -
España: Castro	$W = \frac{0.704}{(\cos \alpha + 1)^2 \cdot \sqrt{\cos \alpha}} - \frac{2}{\mu^2} \left( \frac{\mu^2 \cdot \rho s}{\rho w} - 1 \right)^{-1}$	$\mu^2 = 2.65$	$\frac{0.704}{(\cos \alpha + 1)^2 \cdot \sqrt{\cos \alpha}} - 0.754$
Iribarren*	$W = \frac{K}{(\cos \alpha - \sin \alpha)^2} \cdot \frac{H^3 \cdot \rho s}{\left( \frac{\mu^2}{\rho w} - 1 \right)^2}$	$K = 0.023$ (para $d < 0.06 L$ )	$\frac{0.023}{(\cos \alpha - \sin \alpha)^2}$
Iribarren**	$W = \frac{K}{(\alpha \cos \alpha - \sin \alpha)^2} \cdot \frac{H^3 \cdot \rho s}{\left( \frac{\mu^2}{\rho w} - 1 \right)^2}$	$K = 0.43$ $\mu = 2.38$	$\frac{0.43}{(2.38 \cos \alpha - \sin \alpha)^2}$
Estados Unidos: Mathews (no publicada)	$W = \frac{0.0149}{(\cos \alpha - 0.75 \sin \alpha)^2} \cdot \frac{H^3 \cdot T \cdot \rho s}{\left( \frac{\mu^2}{\rho w} - 1 \right)^2}$	$T = 2.5 H$	$\frac{0.03725}{(\cos \alpha - 0.75 \sin \alpha)^2}$
Epstein and Tyrrel	$W = \frac{K}{(\alpha - 18 \alpha)^2} \cdot \frac{H^3 \cdot \rho s}{\left( \frac{\mu^2}{\rho w} - 1 \right)^2}$	-	-
Hickson and Rodolf	$W = \frac{0.0162}{18^2 \cdot 45^{\alpha - 11} \cdot 2} \cdot \frac{H^3 \cdot T \cdot \rho s}{\left( \frac{\mu^2}{\rho w} - 1 \right)^2}$	$T = 2.5 H$	$\frac{0.0405}{18^2 \cdot \left( 45^{\alpha - 11} \cdot 2 \right)}$
Hudson	$W = \frac{1}{K_{11} \cdot \cos \alpha} \cdot \frac{H^3 \cdot \rho s}{\left( \frac{\mu^2}{\rho w} - 1 \right)^2}$	$K_{11} = 3.2$ (para 0-1% daño) $K_{11} = 15.9$ (para 30-60% daño)	$\frac{1}{3.2 \cos \alpha}$ $\frac{1}{15.9 \cos \alpha}$
Francie:	$K = \left[ \frac{2+H}{L} \right] \cdot \left[ \frac{\sin h \cdot 4+Z}{L} \right]$	$K = 0.0152$ con: $Z = \frac{H}{2}$	-
Larras	$W = \frac{1}{(\cos \alpha - \sin \alpha)^2} \cdot \frac{H^3 \cdot \rho s}{\left( \frac{\mu^2}{\rho w} - 1 \right)^2}$	$\frac{H}{L} < 0.1$	$\frac{0.0152}{(\cos \alpha - \sin \alpha)^2}$
Beauzevin	$W = K \cdot K_s \cdot \frac{1}{\cos \alpha - 0.8} - 0.15 \cdot \frac{H^3 \cdot \rho s}{\left( \frac{\mu^2}{\rho w} - 1 \right)^2}$	$K = 0.10$ $K_s = 2.5$	$0.25 \left( \frac{1}{\cos \alpha - 0.8} - 0.15 \right)$

Cuadro 111.6 (segunda parte)

PAIS Autores	FORMULAS GENERALES	FIGURA	
		Aplicaciones numéricas	f(α) =
Suecia:			
Hedar*	$W = \frac{K}{(\cos \alpha - \sin \alpha)^2} \cdot \frac{H^2 \cdot \mu s}{\left(\frac{\mu s}{\mu w} - 1\right)^2}$	K = 0.015	$\frac{0.015}{(\cos \alpha - \sin \alpha)^2}$
Hedar**	$W = \frac{K \cdot K_1^2}{(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)^2} \cdot \frac{H^2 \cdot \mu s}{\left(\frac{\mu s}{\mu w} - 1\right)^2}$ con: K <sub>1</sub> = K <sub>1</sub> (α: núcleo de permeabilidad) y α > 15°	K = 0.1113 · 10 <sup>3</sup> α = 1.11 núcleo permeable: K <sub>1</sub> (15°) = 7.44 K <sub>1</sub> (20°) = 7.48 K <sub>1</sub> (25°) = 6.36 K <sub>1</sub> (30°) = 5.30 K <sub>1</sub> (35°) = 4.20 K <sub>1</sub> (40°) = 3.00 <sup>o</sup> K <sub>1</sub> (45°) = 1.40 <sup>o</sup> *extrapolación	$\frac{0.1113 \cdot 10^3 \cdot K_1^2}{(1.11 \cos \alpha - \sin \alpha)^2}$
Noruega:			
Svee	$W = \frac{K}{\cos^2 \alpha} \cdot \frac{H^2 \cdot \mu s}{\left(\frac{\mu s}{\mu w} - 1\right)^2}$	K = 0.12	$\frac{0.12}{\cos^2 \alpha}$
URSS:			
SN-92-60	$W = \frac{K}{\sqrt{1 + \cot^2 \alpha}} \cdot \frac{H^2 \cdot L \cdot \mu s}{\left(\frac{\mu s}{\mu w} - 1\right)^2}$	K = 0.025 L = 20 H	$\frac{0.5}{\sqrt{1 + \cot^2 \alpha}}$
Rybichevsky	$W = \frac{K}{\cos^2 \alpha \cdot \sqrt{\cot^2 \alpha}} \cdot \frac{H^2 \cdot L \cdot \mu s}{\left(\frac{\mu s}{\mu w} - 1\right)^2}$	K = 0.015 L = 20 H	$\frac{0.3}{\cos^2 \alpha \cdot \sqrt{\cot^2 \alpha}}$
Metelcyna	$W = \frac{K \cdot K_s}{\cos^2 (23^\circ + \alpha)} \cdot \frac{H^2 \cdot \mu s}{\left(\frac{\mu s}{\mu w} - 1\right)^2}$	K = 0.025 K <sub>s</sub> = 1.5	$\frac{0.0375}{\cos^2 (23^\circ + \alpha)}$
Goldshtein y Kcnonenko	$W = 0.3 \cdot K \cdot \lg^{1.42} \alpha \cdot \frac{H^2 \cdot \mu s}{\left(\frac{\mu s}{\mu w} - 1\right)^2}$	K = 1.4 (para: H < 5 m)	$0.42 \lg^{1.42} \alpha$

Cuadro III.7 Obtención del "coeficiente multiplicador"

Tipo del elemento del manto exterior	Número de capas	Modo de puesta en obra	Coeficiente multiplicador		Pendiente del talud: base por unidad de altura
			olas rotas	olas no rotas	
Materiales de cantera					
a) Lisas redondeadas	2	"en desorden"	1.25	1.25	1.5 a 3.0
b) Lisas redondeadas	3	"	1.35	1.40	1.5 a 3.0
c) Rugosas angulares	1	"	NR	1.25	1.5 a 3.0
d) Rugosas angulares	2	"	1.20	1.25	1.5
"	2	"	1.40	1.40	2.0
"	2	"	1.75	1.75	3.0
e) Rugosas angulares	3	"	1.05	1.10	1.5 a 3.0
f) Rugosas angulares	3	especiales	1.40	1.20	1.5 a 3.0
Tetrápodos	2	"en desorden"	1.20	1.25	1.5
"	2	"	1.30	1.35	2.0
"	2	"	1.80	1.90	3.0
Tribars	2	"en desorden"	1.10	1.15	1.5
"	2	"	1.15	1.20	2.0
"	2	"	1.30	1.35	3.0
Dolos	2	"en desorden"	1.50	1.50	2.0
"	2	"	1.60	1.65	3.0
Cubo modificado	2	"en desorden"	-	1.55	1.5 a 3.0
Hexápodos	2	"en desorden"	1.65	1.35	1.5 a 3.0
Tribars	1	uniforme	1.60	1.60	1.5 a 3.0

donde:

W<sub>0</sub> = Peso de un elemento del manto exterior del morro -  
(ton)

W = Peso de un elemento calculado como si fuera para --  
otra parte del manto exterior distinta al morro --  
(ton).

#### III.5.5.10 Elementos para la coraza

Frecuentemente sucede que no es posible obtener del banco de materiales, los pesos requeridos para la coraza; es entonces cuando se procede a la utilización de elementos prefabricados de concreto hidráulico.

Se han diseñado diversos tipos de elementos prefabricados, - que tienen la ventaja de permitir la disminución del peso -- del elemento requerido y la pendiente del talud, debido principalmente a su forma, con la cual se puede lograr mayor tracción entre los elementos en comparación con los de tipo natural. Se anexan figuras y características de algunos de -- ellos. (Ver figura III.56).

#### III.5.5.11 Espesor de los mantos de protección principal y secundarios

Este espesor medido en sentido normal al talud, debe ser -- tal que permita colocar como mínimo tres capas de piedra, - lo que quiere decir que, el espesor será aproximadamente -- tres veces el lado del cubo equivalente de igual peso que - la piedra.

$$e = 3 \sqrt[3]{\frac{P}{d}}$$

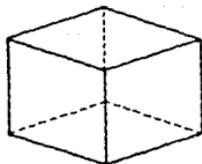
Por razones de economía es posible disponer únicamente de -- dos capas de bloques, y entonces:

$$e = 2 \sqrt[3]{\frac{P}{d}}$$

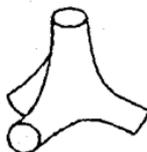
211  
Cuadro III. 8 VALORES DE Kd (CRITERIO SIN DAÑO)

Elementos de Coraza	n	Colocación	Cuerpo		Morro		Salud
			Ola Rompiente.	Ola no Rompiente.	Ola Rompiente.	Ola no rompiente.	
<b>Piedra</b>							
Lisa y redondeada	2	al azar	2.1	2.4	1.7	1.9	1.5 a 3.0
Lisa y redondeada	>1	al azar	2.8	3.2	2.1	2.3	1.5 a 3.0
Rugosa y angular	1	al azar		2.9		2.3	
Rugosa y angular	2	al azar	3.5	4.0	2.9 2.5 2.0	2.2 2.6 2.3	1.5 2.0 3.0
Rugosa y angular	>1	al azar	3.9	4.5	3.7	4.2	1.5 a 3.0
Rugosa y angular	2	especial	4.8	5.5	3.5	4.5	1.5 a 3.0
Tetrapodos y Cuadrípodos							
	2	al azar	7.2	8.3	5.9 5.5 4.0	6.6 6.1 4.4	1.5 2.0 3.0
Tribarras	2	al azar	9.0	10.4	8.3 7.8 7.6	9.0 8.5 7.7	1.5 2.0 3.0
Dolos	2	al azar	22	25	15.0 13.5	16.5 15.0	2.0 3.0

Fig. III.56 Ejemplos de diversos elementos artificiales para mantos de defensa



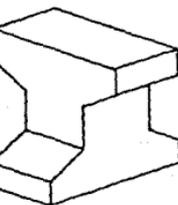
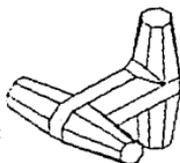
Cubo



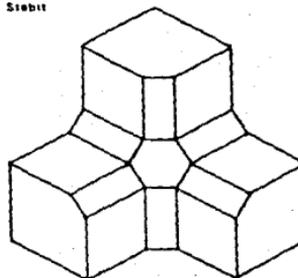
Tetripodo



Siebit



Acmon



Tripado

donde:

- e = Espesor del manto (m)
- p = Peso de la piedra (ton)
- d = Densidad relativa de la piedra o bloque (Adimensional).

Además del argumento de economía señalado, existe la razón de seguridad que permite efectuar reparaciones por averías durante temporales.

Para efectos de determinar el número de mantos contiguos al manto exterior, es conveniente que se dé un efecto de filtro, por lo que relaciones de peso de 1/20 entre capas contiguas es adecuada, con lo cual conocido el peso de los elementos del manto exterior pueden determinarse los demás así como el número de éstos que sea necesario. Generalmente es suficiente con dos mantos.

#### 111.5.5.12 Cota de la coraza

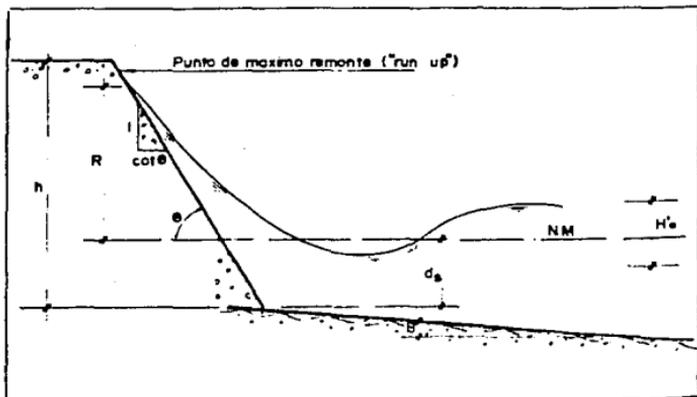
Depende de la altura de la ola de diseño que se ha elegido para el cálculo de los elementos, pero además, se considera el efecto denominado "run-up" que se explica a continuación.

El fenómeno llamado "run-up" consiste en el desplazamiento que realiza la ola sobre el cuerpo del rompeolas, como se indica en la figura 111.57.

Ho es la altura del oleaje sin considerar los efectos de refracción. Para el cálculo de R, es necesario consultar las figuras Nos. 111.58 a 111.62.

Puesto que los estudios para el cálculo de R se han obtenido de pruebas de laboratorio y sobre estructuras lisas, es necesario hacer correcciones de escala y efectos de rugosidad.

Fig. III.57 Ilustración del "run-up"



El efecto de escala se corrige con los valores de la fig. - No. III.63 correspondientes al coeficiente  $K_e$ , y el efecto de rugosidad se corrige mediante el coeficiente  $K_r$ , según la misma figura, de tal manera que:

$$R' = K_e K_r R = K R$$

### III.5.5.13 Talúd de la estructura

Los taludes recomendables son: 1.5:1, 2:1, 3:1 y 5:1 (la relación está dada por la distancia horizontal con respecto a la vertical), siendo los dos primeros valores los más utilizados. Serán los ensayos de laboratorio los que verifiquen las buenas condiciones de estabilidad del talúd que se proponga.

Fig. III.58

Run-up en pendientes impermeables y lisas,  $d_5/H'0 < 0.45$   
(Pendiente al pie 1:10)

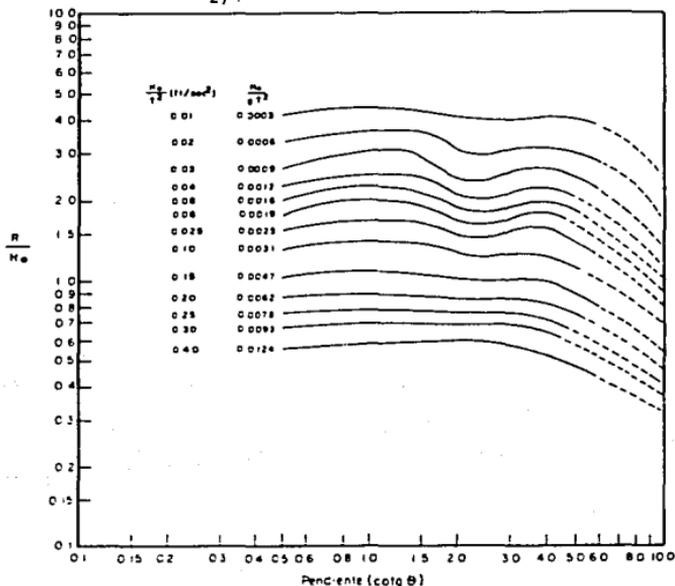


Fig. III.59

Run-up en pendientes impermeables y lisas,  $d_5/H'0 \approx 0.45$   
(Pendiente al pie 1:10)

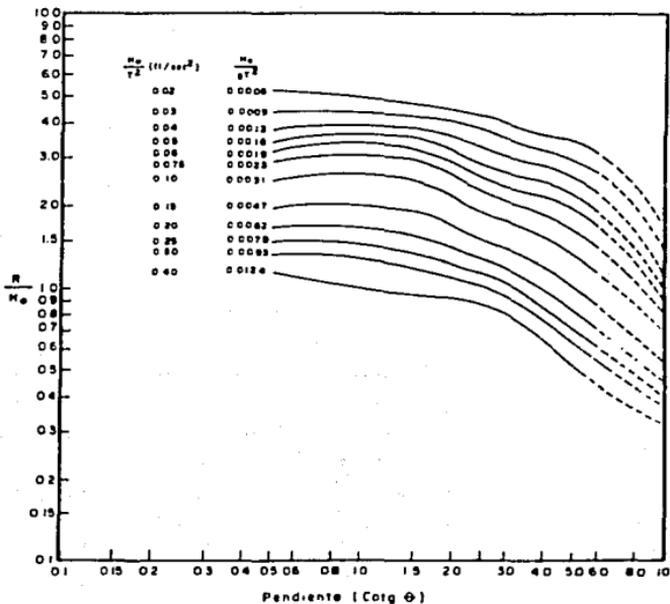


Fig. III.60  
Run-up en pen -  
diente impermea-  
ble y lisa,  
 $d_s/H'0 \approx 0.80$   
(Pendiente al pie  
1:10)

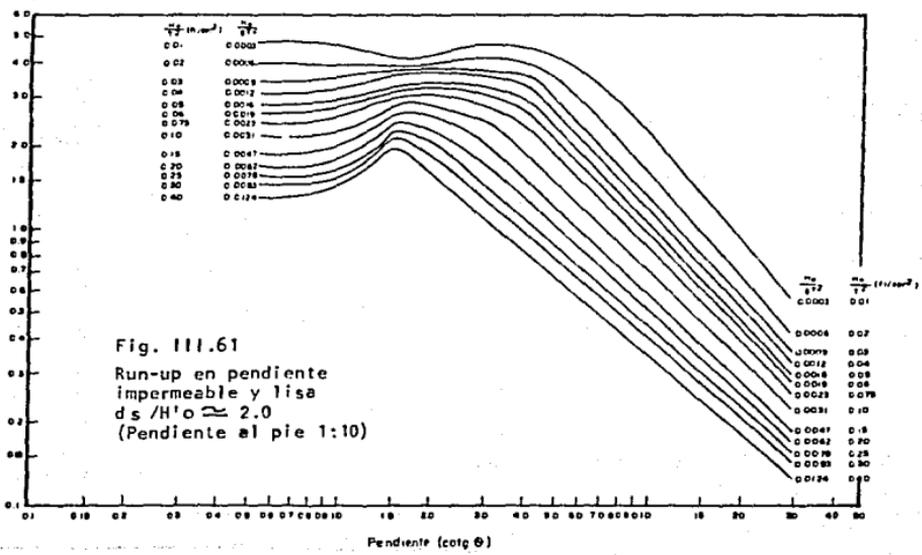
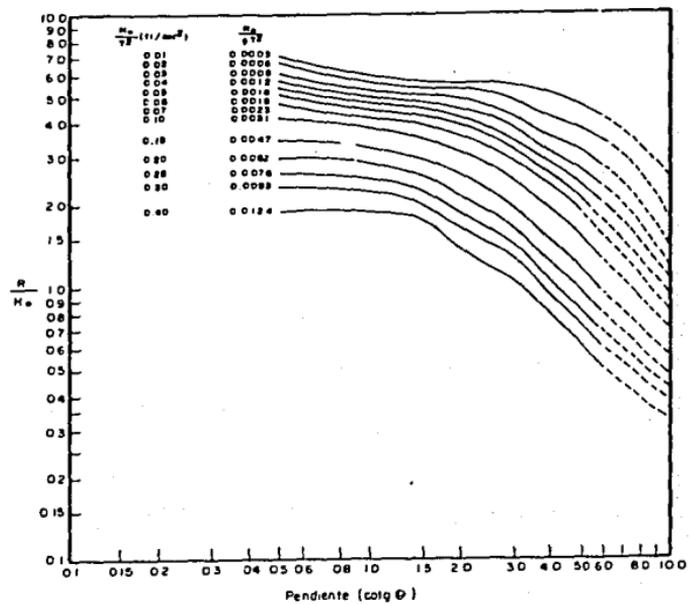


Fig. III.61  
Run-up en pendiente  
impermeable y lisa  
 $d_s/H'0 \approx 2.0$   
(Pendiente al pie 1:10)

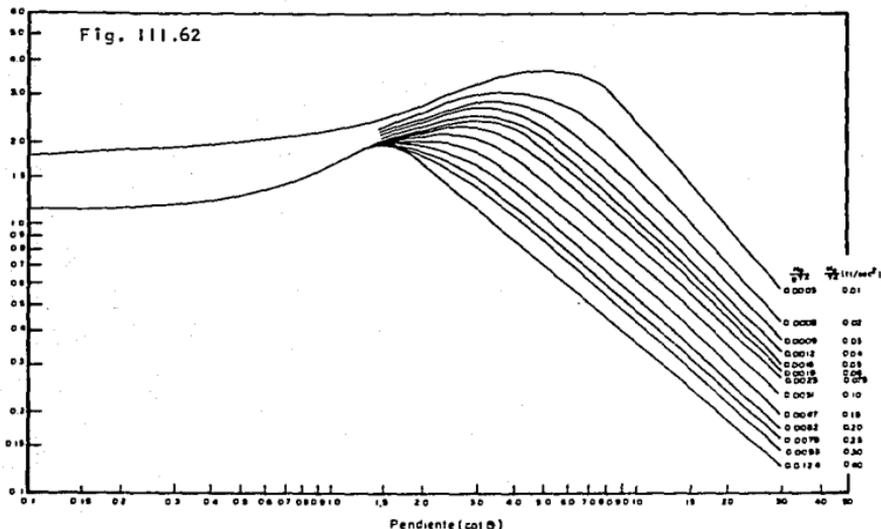


Fig. III.62  
Run-up en pendiente impermeable y lisa,  $ds/H'0 \geq 3.0$   
(Pendiente al pie 1:10)

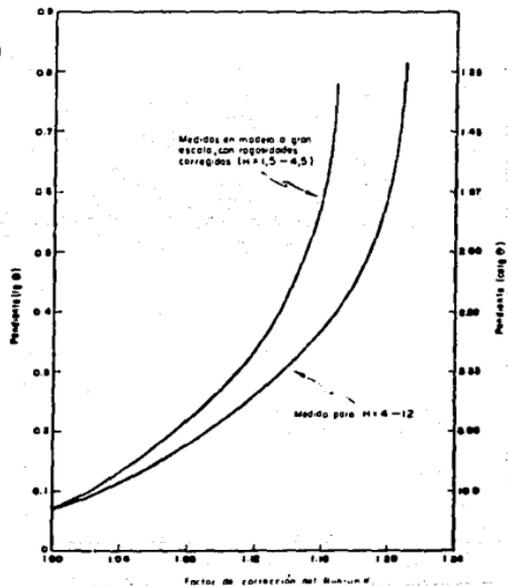


Fig. III.63  
Corrección del Run-up por efecto de escala.

111.5.5.14 Ejemplos

En las figuras 111.64 y 111.65 se muestran dos modelos de rompelas de talud construidos en puertos europeos.

MODELO DEL DIQUE

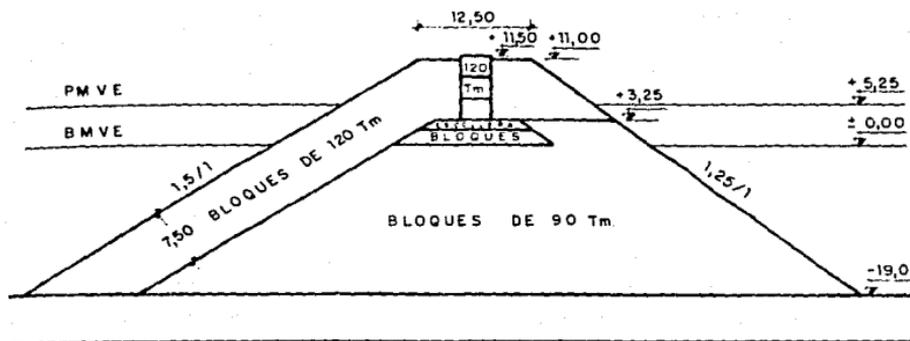


Fig. 111.64

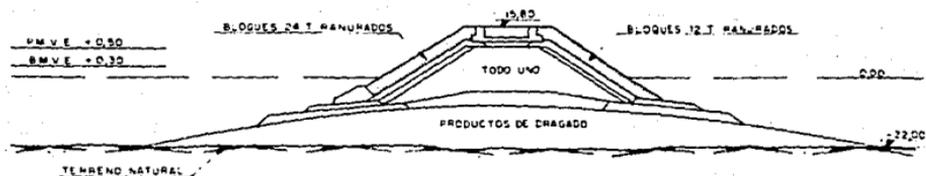


Fig. 111.65

### III.5.6 OBRAS DE ACCESO

El problema en el diseño de las obras exteriores generalmente afronta tres requerimientos básicos: abrigo, facilidad de maniobra y profundidad.

Es bien conocido el antagonismo que existe entre el abrigo y la zona de entrada al puerto; cuanto más se estreche la bocana y se atravesase ésta respecto al temporal, se consigue un mejor abrigo, con aguas tranquilas, pero se dificulta la entrada de las embarcaciones.

Las tres variables constituyen un sistema incompatible que no se puede satisfacer plenamente, una con independencia de la otra, por lo que solo se tenderá a proporcionar un diseño en las obras, de tal forma que se obtenga un buen nivel de servicio tanto para las embarcaciones como para la mercancía.

El diseño del canal de navegación debe ser tal que se pueda garantizar la seguridad y la facilidad de maniobra de los buques, ya que de su adecuado funcionamiento dependerá la seguridad de la navegación y la correcta explotación del puerto desde el punto de vista técnico y económico.

#### III.5.6.1 Canal de navegación

Concretamente el procedimiento de diseño del canal de navegación consiste en:

- Determinar las características del buque de diseño .
- Definir la forma longitudinal del canal.

- Precisar el ancho del canal.
- Establecer la profundidad del canal.
- Efectuar estudios de maniobrabilidad.

Debido a los grandes cambios que el tráfico marítimo ha experimentado en los últimos tiempos, es muy importante que para el diseño de los accesos marítimos se defina cuidadosamente el barco de proyecto, para lo cual existen tablas auxiliares para determinar el calado (d), manga (b) y tonelaje de peso muerto (DWT)<sup>\*</sup>, valores que han de obtenerse en la etapa de planificación con base a estudios de previsión de tráfico. (Véase Cuadro No. III. 9).

#### 5.6.1.1 Forma del canal de navegación

En el trazado del canal pueden utilizarse técnicas de optimización basadas en la simulación del comportamiento del buque; sin embargo es conveniente tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- El canal debe ser lo más recto posible, y debe estar libre de curvas complicadas.
- Debe ser perpendicular a la línea de costa, a menos que haya una dirección predominante de temporales, entonces ésta será la dirección del canal.
- En las partes curvas es deseable que el ángulo "a" del eje no sobrepase a los 30°, en caso que el canal de navegación tenga un ángulo de más de 30° y que el ancho del canal de doble sentido sea (leslora) es necesario cortar la esquina tal como se indica en la fig. III.66
- En la parte recta cuando el barco entra al puerto, autopropulsado, recibe fuera de la protección del rompeolas, la influencia del viento, las olas y las corrientes del

\* DWT: Death Weigth tonnage (Tonelaje de peso muerto)

Cuadro 111.9 Tamaño estandar de los buques

(Unidades en metros)

Tipo	Tonelaje	Eslora total	Manga de construcción	Puntal de construcción	Calado a plena carga	Tipo	Tonelaje	Eslora total	Manga de construcción	Puntal de construcción	Calado a plena carga
Buque de pasajeros	Tonelaje bruto					Buque tanque	Tonelaje de peso muerto				
	500	51	10,2	4,0	2,9		2.000	73	11,4	5,6	5,1
	1.000	68	11,9	5,0	3,6		3.000	85	12,8	6,4	5,9
	2.000	92	13,9	6,2	4,5		5.000	102	14,7	7,6	6,9
	3.000	109	15,3	7,1	5,1		10.000	139	19,0	9,9	8,1
	4.000	123	16,3	7,8	5,6		15.000	157	21,7	11,3	9,0
	5.000	135	17,2	8,4	6,0		20.000	171	23,8	12,4	9,8
	6.000	138	17,8	10,6	7,4		30.000	194	27,2	14,1	10,9
	7.000	144	18,6	11,1	7,7		40.000	211	29,9	15,4	11,7
	8.000	150	19,3	11,6	7,8		50.000	226	32,1	16,5	12,5
	9.000	155	20,0	12,0	8,0		70.000	250	35,9	18,4	13,6
	10.000	160	20,6	12,3	8,2		100.000	270	39,0	19,2	14,6
	15.000	181	23,1	13,9	8,8		150.000	291	44,2	23,0	17,9
20.000	197	25,1	15,1	9,2	200.000	325	47,2	24,5	19,0		
30.000	223	28,2	17,0	10,0	250.000	348	51,8	25,6	20,0		
Buque de carga general	Tonelaje de peso muerto					Buque transportador de minerales	Tonelaje de peso muerto				
	700	51	8,5	4,6	3,8		10.000	140	18,7	10,5	8,1
	1.000	58	9,5	5,1	4,2		15.000	157	21,5	11,9	9,0
	2.000	74	11,7	6,3	5,1		20.000	170	23,7	12,9	9,6
	3.000	86	13,2	7,2	5,9		30.000	192	27,3	14,5	10,6
	4.000	95	14,4	7,8	6,4		40.000	208	30,2	15,8	11,4
	5.000	103	15,4	8,4	6,8		50.000	222	32,6	16,8	11,9
	6.000	124	16,9	9,5	7,2		70.000	244	37,8	18,7	13,3
	7.000	129	17,6	10,0	7,5		90.000	250	38,5	19,7	14,5
	8.000	135	18,3	10,4	7,8		100.000	275	42,0	23,0	16,1
	9.000	139	18,9	10,8	8,0		150.000	313	44,5	24,7	18,0
	10.000	144	19,4	11,2	8,2		Tonelaje bruto				
	15.000	162	21,7	12,7	9,1		1.000	75	13,4	5,0	4,0
20.000	177	23,4	13,8	10,0	2.000	90	16,2	9,8	4,3		
30.000	199	26,1	15,7	11,0	3.000	105	17,7	10,5	5,0		
40.000	217	28,3	17,2	11,9	4.000	122	20,0	11,2	5,3		
50.000	232	30,0	18,4	12,7	6.000	138	21,4	12,7	5,9		
Buque tanque	Tonelaje de peso muerto					Buque transbordador	Tonelaje bruto				
	700	50	8,5	4,0	3,7		8.000	155	21,8	13,2	6,1
	1.000	57	9,4	4,5	4,2		10.000	168	24,0	14,7	6,5
							13.000	195	24,0	16,1	6,7

Cuadro 111.9 Tamaño estandar de los buques

						(Unidades en metros)						
Type	Tonelaje	Eslora total	Manga de construcción	Puntal de construcción	Calado a plena carga	Type	Tonelaje	Eslora total	Manga de construcción	Puntal de construcción	Calado a plena carga	
Buque de pasajeros	Tonelaje bruto					Buque tanque	Tonelaje de peso muerto					
	500	51	10,2	4,0	2,9		2.000	73	11,4	5,6	5,1	
	1.000	68	11,9	5,0	3,6		3.000	85	12,8	6,4	5,9	
	2.000	92	13,9	6,2	4,5		5.000	102	14,7	7,6	6,9	
	3.000	109	15,3	7,1	5,1		10.000	139	19,0	9,9	8,1	
	4.000	123	16,3	7,8	5,6		15.000	157	21,7	11,3	9,0	
	5.000	135	17,2	8,4	6,0		20.000	171	23,8	12,4	9,8	
	6.000	138	17,8	10,6	7,4		30.000	194	27,2	14,1	10,9	
	7.000	144	18,6	11,1	7,7		40.000	211	29,9	15,4	11,7	
	8.000	150	19,3	11,6	7,8		50.000	226	32,1	16,5	12,5	
	9.000	155	20,0	12,0	8,0		70.000	250	35,9	18,4	13,6	
	10.000	160	20,6	12,3	8,2		100.000	270	39,0	19,2	14,6	
15.000	181	23,1	13,9	8,8	150.000	291	44,2	23,0	17,9			
20.000	197	25,1	15,1	9,2	200.000	325	47,2	24,5	19,0			
30.000	223	28,2	17,0	10,0	250.000	348	51,8	25,6	20,0			
Buque de carga general	Tonelaje de peso muerto					Buque transportador de minerales	Tonelaje de peso muerto					
	700	51	8,5	4,6	3,8		10.000	140	14,0	18,7	10,5	8,1
	1.000	58	9,5	5,1	4,2		15.000	157	15,7	21,5	11,9	9,0
	2.000	74	11,7	6,3	5,1		20.000	170	17,0	23,7	12,9	9,6
	3.000	86	13,2	7,2	5,9		30.000	192	19,2	27,3	14,5	10,6
	4.000	95	14,4	7,8	6,4		40.000	208	20,8	30,2	15,8	11,4
	5.000	103	15,4	8,4	6,8		50.000	222	22,2	32,6	16,8	11,9
	6.000	124	16,9	9,5	7,2		70.000	244	24,4	37,8	18,7	13,3
	7.000	129	17,6	10,0	7,5		90.000	250	25,0	38,5	19,7	14,5
	8.000	135	18,3	10,4	7,8		100.000	275	27,5	42,0	23,0	16,1
	9.000	139	18,9	10,8	8,0		150.000	313	31,3	44,5	24,7	18,0
	10.000	144	19,4	11,2	8,2							
15.000	162	21,7	12,7	9,1								
20.000	177	23,4	13,8	10,0								
30.000	199	26,1	15,7	11,0								
40.000	217	28,3	17,2	11,9								
50.000	232	30,0	18,4	12,7								
Buque tanque	Tonelaje de peso muerto					Buque transbordador	Tonelaje bruto					
	700	50	8,5	4,0	3,7		1.000	75	13,4	5,0	4,0	
	1.000	57	9,4	4,5	4,2		2.000	90	16,2	9,8	4,3	
							3.000	105	17,7	10,5	5,0	
							4.000	122	20,0	11,2	5,3	
					6.000	138	21,4	12,7	5,9			
					8.000	155	21,8	13,2	6,1			
					10.000	168	24,0	14,7	6,5			
					13.000	195	24,0	16,1	6,7			

mar, teniendo que navegar con cierta velocidad. Por esta razón la longitud del canal desde el borde la zona protegida por el rompeolas hasta la dársena debe tener 5L como distancia de freno.

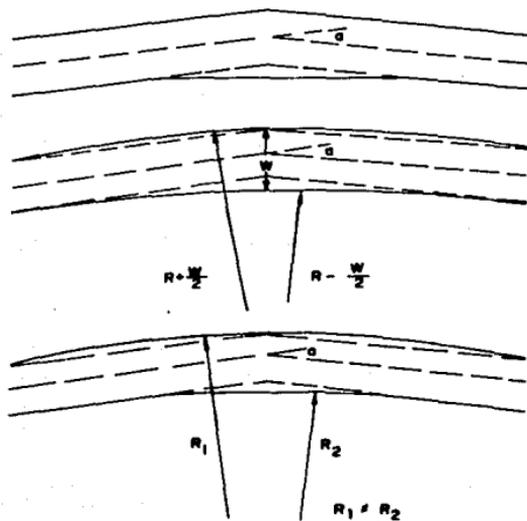


Fig. III.66 Ensanche de canales en zona de curva

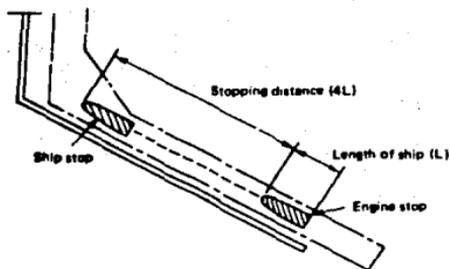


Fig. III.67 Distancia de frenado

5.6.1.2 Ancho del canal de navegación

Para determinar el ancho mínimo del canal de navegación se recomienda utilizar como referencia las cifras que se indican en el cuadro siguiente:

CUADRO III.10 ANCHO MINIMO DEL CANAL DE NAVEGACION

CONDICIONES DE TRANSITO	ANCHO (B)
Canal de navegación con posibilidad de que se crucen los barcos objetivos ( de diseño).	$B > L$
Canal de navegación que no tiene -- posibilidad de que se crucen los -- barcos objetivo	$B > 0.5L$

Pero, en caso de que la longitud total sea muy larga, o los barcos objetivo crucen varias veces el curso del canal, el ancho del canal debe aumentarse de acuerdo a los valores dados en el cuadro siguiente:

LONGITUD DE LA VIA FLUVIAL	CONDICION DE NAVEGACION	ANCHO
Vías fluviales relativamente-largas	En caso de que los buques se crucen frecuentemente	2L
	En otra situación distinta a la anterior	1.5L
Otras vías fluviales distintas a la anterior	En caso de que los buques se crucen frecuentemente	1.5L
	En otra situación distinta a la anterior	L

CUADRO III.11

### 5.6.1.3 Profundidad del canal de navegación

En cuanto a la profundidad del canal de navegación, esta debe ser tal que permita la entrada a plena carga del barco de diseño con facilidad. Los factores a considerar son:

- La naturaleza del fondo.
- El clima marítimo.
- Maniobrabilidad de la embarcación.

Así pues, la profundidad de la zona de acceso debe ser la -- suma de:

- . Calado del buque de diseño a plena carga.
- . Variación de mareas.
- . Resguardo, incluyendo el efecto del oleaje.
- . Trimado, o escora a popa por efecto de la carga.
- . Squat, o descenso debido al avance.
- . Precisión de sondeos.
- . Depósito de sedimentos entre dos programas de dragado.
- . Tolerancias de acuerdo con la naturaleza del fondo.

En zonas de acceso, la velocidad crítica de navegación de -- las embarcaciones para que éstas no incurran en fuertes osci-- laciones no deberá ser mayor de  $V_c = \sqrt{gh}$ , donde g es el valor de la atracción de gravedad del sitio y h la profundidad del canal.

El descenso por efecto de Squat se valúa con la fórmula de -- Constantine:

$$\frac{V_s}{\sqrt{gh_s}} = \sqrt{\frac{2d(1-d-s)^2}{1-(1-d-s)^2}} \quad \text{donde:}$$



Fig. III.68 Canal dragado recto

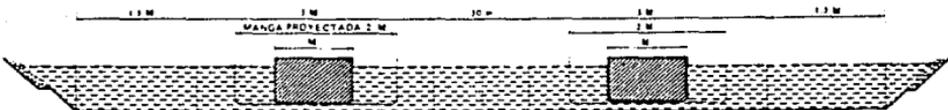


Fig. III.69 Canal dragado curvo

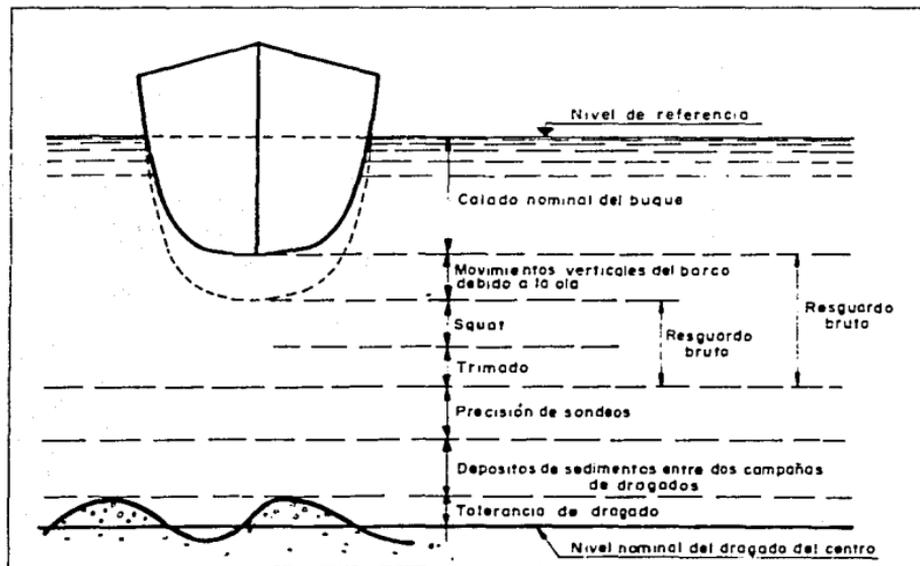


Fig. III.70 Profundidades

$$d = \text{Descenso adimensional} = \frac{h_1 - h_2}{h_1}$$

$h_1$  = Profundidad del canal antes de que pase el buque.

$h_2$  = Profundidad del canal en la parte ocupada por el buque.

$s$  = Sección transversal del buque/sección del canal.

$v_1$  = Velocidad del buque respecto al agua.

Si se desea considerar el trimado se admite como regla práctica aumentar en 2 pies (61 cms) el calado en popa de la embarcación.

Con relación al resguardo, este representa una seguridad adicional para contrarrestar los movimientos verticales producidos por el oleaje, y es función del riesgo que supone un choque con el fondo. Depende primordialmente de la naturaleza del fondo. Se recomienda de 3 a 3.5 m para zonas con oleaje, y de 1.5 a 2.5 para zonas sin oleaje.

### III.5.6.2 Zonas de evolución y fondeo

En todo puerto deben existir áreas de agua que ligen las instalaciones de atraque con los accesos, y que además permitan las maniobras de las embarcaciones. Estas áreas se denominan fondeaderos y dársenas.

Según su utilización se distinguen tres tipos de dársenas:

- Dársenas de fondeo
- Dársenas de maniobra
- Dársenas de operaciones

### 5.6.2.1 Dársena de fondeo

Las zonas de fondeo sirven para proporcionar estancia y resguardo a las embarcaciones en espera de una posición de atraque. La superficie necesaria está en función del nivel de servicio que se pretende prestar a las embarcaciones.

Las condiciones que debe reunir un buen lugar para las dársenas de fondeo son:

- . No estar expuesta a la influencia considerable del viento y corrientes.
- . Estar situada en un lugar apropiado sin afectar la navegación de otros buques.
- . La altura del oleaje en la zona no debe ser mayor a 0.70m
- . El fondeo marino debe ser apto para anclar.
- . Debe haber una buena disposición de boyas de amarre.

El área requerida para este tipo de dársena puede calcularse mediante:

$$A = \sum L \times B \times D$$

donde:

- L = Eslora del buque (m)
- B = Manga del buque (m)
- D = distancia entre amarres (m)

Según el método utilizado en el fondeo se pueden utilizar -- los datos expuestos en los cuadros 111.12 y 111.13 para -- el cálculo de la superficie de la dársena de fondeo.

El método de fondeo por ancla consiste en mantener el barco en un sitio por medio de la fuerza de agarre del ancla y el peso de las cadenas que se tiran desde la proa del barco para resistir la fuerza del viento y las corrientes.

Cuadro 111.12 Area de la dársena para fondeadero

Finalidad de uso	Tipo de fondeo	Lecho marino o velocidad del viento	Radio
Espera fuera de los muelles o manipulación de carga	Fondeo de viraje	Anclaje correcto	$L+6D$
		Anclaje incorrecto	$L+6D+30m$
	Fondeo con dos anclas	Anclaje correcto	$L+4.5D$
		Anclaje incorrecto	$L+4.5D+25m$
Fondeo durante tormentas	-	Velocidad del viento a 20m/seg.	$L+3D+90$
		Velocidad del viento a 30m/seg.	$L+4D+145m$

Nota.- L es la eslora total de los buques (m). D es la profundidad de agua (m)

Cuadro 111.13 Area de la dársena para fondeo por baliza

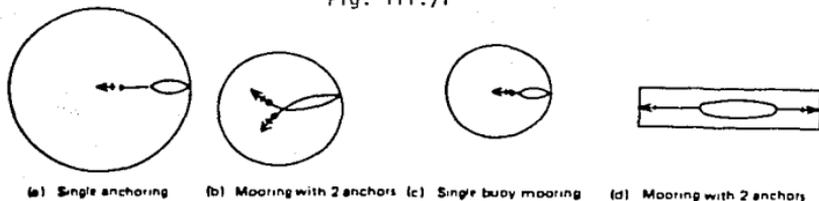
Tipo de fondeo	Area
Fondeo por baliza simple	Círculo con radio $(L+25m)$
Fondeo por baliza doble	Rectángulo con una longitud y ancho de $(L+50m)$ y $L/2$ respectivamente

Nota.- L es la eslora total del buque (m)

En caso de malas características del fondeo marino (anclaje defectuoso), la cadena del ancla tiene que ser más larga para que se incremente la fuerza de agarre al tenderse por el suelo. Con este objeto hay que dejar una tolerancia de 30 m en caso de que exista viento muy fuerte.

En la fig. 111.71.b se puede apreciar el sistema de fondeo de doble ancla, consiste en tirar dos anclas por la proa.

El método de fondeo por boya doble, como se indica en la fig. 111.71.d consiste en sujetar al barco con dos boyas, una en proa y una en popa. La proa tiene que estar paralela a la dirección del viento y a la corriente del mar.



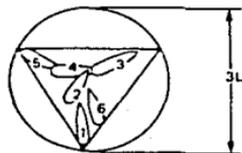
### 5.6.2.2 Dársena de maniobras

Se denomina dársena de maniobra a la superficie de agua habilitada para que la embarcación pueda girar, cuanto ésta se dirige a tomar una posición de atraque. La superficie requerida para tal fin está en función de los medios de que se sirva para realizar la evolución, que puede ser mediante anclas, remolcador o con sus propios medios. El espacio necesario, según diversas condiciones, se puede obtener mediante la información del cuadro siguiente.

Cuadro 111.14 Espacio para dársena de maniobras

	Modo de vuelta	Espacio para dársena de maniobra	Observación
Caso ordinario	Auto propulsor	3L	
	Remolcador	2L	
Caso limitado geográficamente	Auto propulsor	Aprox. 2L	Utilizar ancla, viento o corriente del mar
	Remolcador	Aprox. 1.5L	

Fig. 111.72  
Girando por medios propios



### 5.6.2.3 Profundidad en dársenas

Para calcular la profundidad de estas superficies de agua, se toman en cuenta las mismas consideraciones señaladas para el caso de canales de navegación.

Tipo de buque	Profundidad (m)	Tamaño de buque
Buque de pasajeros	5,0	Tonelaje bruto 1.000
	6,0	3.000
	7,5	5.000
	9,0	10.000
	10,0	20.000
	11,0	30.000
Buque de carga general	4,5	Tonelaje de peso muerto 700
	5,0	1.000
	5,5	2.000
	6,5	3.000
	7,5	5.000
	9,0	10.000
	10,0	15.000
	11,0	20.000
	12,0	30.000
	13,0	40.000
14,0	50.000	
Buque tanque	4,5	Tonelaje de peso muerto 700
	5,0	1.000
	5,5	2.000
	6,5	3.000
	7,5	5.000
	9,0	10.000
	10,0	15.000
	11,0	20.000
	12,0	30.000
	13,0	40.000
	14,0	50.000
	15,0	70.000
16,0	100.000	
20,0	150.000	
21,0	200.000	
22,0	250.000	
Buque transportador de minerales	9,0	Tonelaje de peso muerto 10.000
	10,0	15.000
	11,0	20.000
	12,0	30.000
	13,0	50.000
	15,0	70.000
	16,0	90.000
18,0	100.000	
20,0	150.000	
Buque transbordador	5,0	Tonelaje bruto 1.000
	5,5	2.000
	6,0	3.000
	6,5	4.000
	7,5	6.000
8,0	13.000	

Cuadro III.15 Profundidades estandar en dársenas

III.5.7

OBRAS DE ATRAQUE

Se define con el nombre de obras de atraque a las instalaciones portuarias cuyas funciones son:

- a) Servir de obra de atraque seguro, al barco que la utiliza.
- b) Ofrecer una superficie-soporte que facilite el paso de la mercancía del medio marítimo al terrestre y viceversa.
- c) Proporcionar una zona terminal de operación y almacenamiento provisional a los sistemas terrestres de evacuación y entrega.

Estas tres funciones guardan una estrecha relación con el tipo de mercancía que se manipula y con las características de los buques que concurren a la operación. Ambas variables deben determinarse antes de proceder al proyecto y construcción de la obra de atraque. En algunos casos es posible el cambio de destino de la estructura una vez construída, en otros casos es imposible o al menos requiere modificaciones muy costosas.

Este tipo de estructuras constituyen la parte más importante de las obras interiores de un puerto, por este motivo, durante su concepción es necesario tener presente las consideraciones siguientes:

- Deben ser capaces de adaptarse a los cambios tecnológicos de los sistemas de transporte que generalmente se presentan, por ejemplo: variaciones considerables en las cantidades de carga, aumento en las dimensiones de las embarcaciones, mecanización en la manipulación de las mercancías, tendencias del tráfico de carga, entre otras.
- Su emplazamiento dentro del puerto debe decidirse considerando las facilidades para el atraque y desatraque de los buques, así como los servicios que el barco requiere durante su permanencia en el muelle.

### III.5.7.1 Clasificación

Dentro de los diversos tipos de obras de atraque, no todas cumplen con la totalidad de las funciones citadas. Atendiendo a este aspecto, las obras de atraque se pueden clasificar en los grupos siguientes:

1) Muelles.

Consisten en una estructura que permite el atraque adosado de los buques proporcionando, además, una superficie terrestre apta para la operación de carga, descarga y almacenamiento provisional de la mercancía.

2) Plataformas y pantalanes.

Son estructuras ligadas a tierra firme mediante pasarelas de acceso, que en algunos casos se reducen a tuberías de evacuación, no cumplen por tanto, la función "c"

3) Duques de alba.

Son estructuras aisladas cuya única función es la de permitir el atraque seguro del barco. Suelen estar combinadas con plataformas en los casos en que la operación no precisa de una línea continua de atraque.

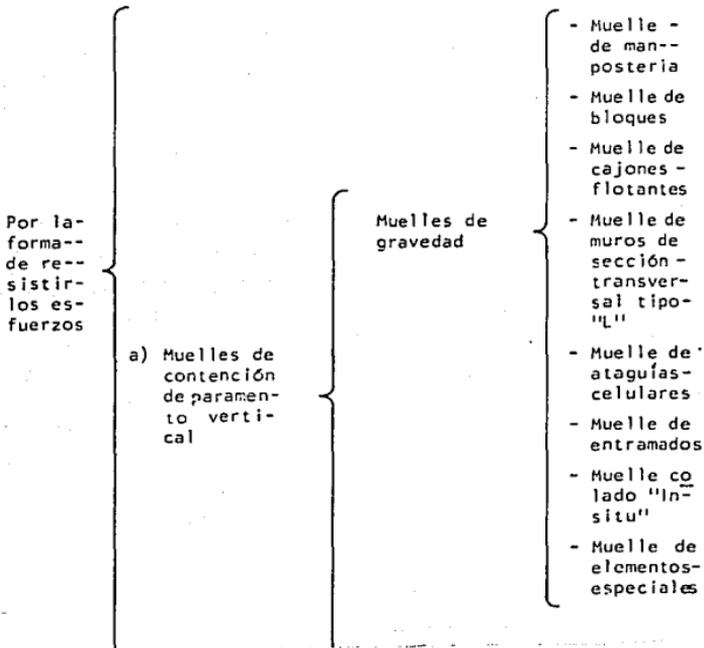
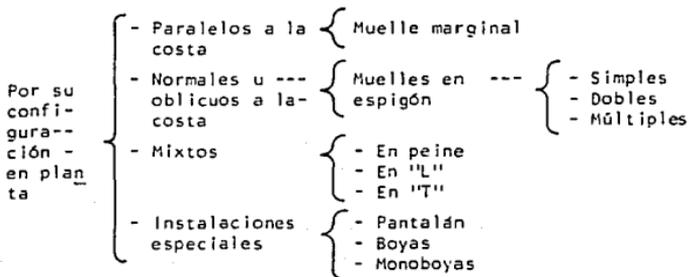
4) Estructuras flotantes.

Existen diversos tipos, las más conocidas son las boyas de amarre, aisladas o en grupo. Se utilizan como punto de sujeción del barco en las operaciones de carga o descarga de líquidos en mar abierto.

### 5.7.1.1 Muelles

Son muy variados en forma y características, por lo que se pueden clasificar de diversas maneras según sea el aspecto a considerar, así se tiene:

#### CLASIFICACION



Muelles pantalla

-Tablaestacas  
-Pilotes -  
contiguos  
-Pantallas  
continuas  
de concreto

b) Muelles  
plataforma

Muelles sobre  
pilotes  
Muelles sobre  
pilas

c) Muelles  
mixtos

Muelle de pilas  
con pantalla  
Muelle de pilas  
con muro de con-  
tención  
Muelle de pilotes  
con muro de  
contención  
Muelles restri-  
llo

- Muelle de  
gravedad

- Box caisson  
- De bloque de  
forma "L"  
- De bloque ce-  
lular  
- De bloque  
- De concreto -  
colado en si-  
tio

Por su  
estilo  
estruc-  
tural

- Muelle de  
tablaestaca

- Muelle de tipo  
ordinario de ta-  
blaestacas  
- Muelle de tabla-  
estaca con con-  
sola  
- Muelle de tabla-  
estaca con esta-  
ca oblicua  
- Muelle de tabla-  
estaca doble  
- Muro de tablaes-  
taca con plata-  
forma

- Muelle de  
mamparos  
celulares

- Con tablaestacas  
prefabricadas  
- Con plancha de  
acero

- Muelle de tipo plataforma
- Muelle de tipo abierto
- Muelle separado
- Muelle tipo duque de alba
- Muelle flotante

A continuación se describe en forma sucinta las principales características de los diferentes tipos de muelles antes citados.

POR SU CONFIGURACION EN PLANTA EXISTEN

- a) Muelle normal u oblicuo a la costa.- Se construyen perpendicularmente a la línea del litoral o con un cierto ángulo, lo que permite el atraque por dos o más lados.

Es posible un buen aprovechamiento del litoral pero presentan el inconveniente de no ofrecer amplios espacios para almacenamiento.

- b) Muelles paralelos a la costa.- Este tipo de instalación se construye en forma marginal a la línea de costa y presenta la ventaja de brindar amplia superficie de muelle, por lo que puede lograrse un magnífico enlace con los sistemas de transporte terrestre. Su uso se recomienda en ríos y estuarios donde se dispone de extensas riberas y amplias superficies de aguas protegidas.
- c) Muelles mixtos.- Están constituidos por la combinación de los dos tipos antes citados; estos son utilizados por embarcaciones que no requieren de grandes áreas de -

servicios contiguas. Muelles de este tipo son los muelles en forma de "L" "T" o peine (fig. III.73).

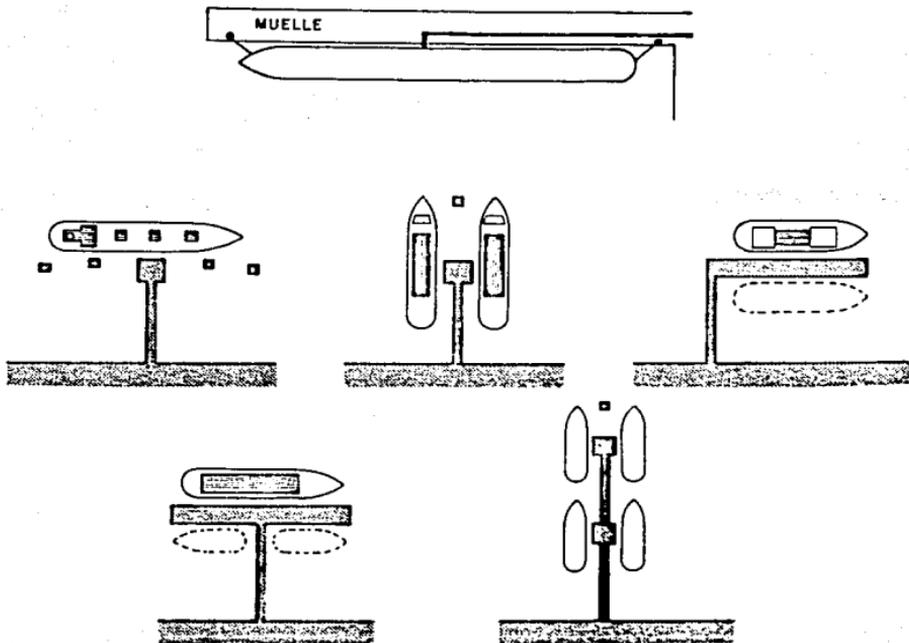
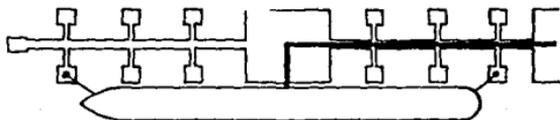


Fig. III.73 Diversos tipos de muelles

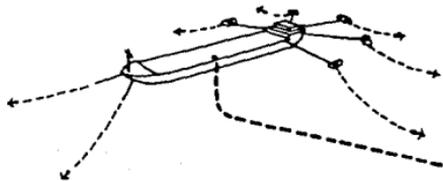
- d) Instalaciones especiales.- Se consideran como instalaciones especiales a las estructuras rígidas o flexibles ubicadas fuera de la costa, que de una u otra forma permiten el amarre de los buques y el acceso de la carga, su forma obedece al tipo de buques que sirven, se utilizan -

Fig. III.74 Instalaciones especiales

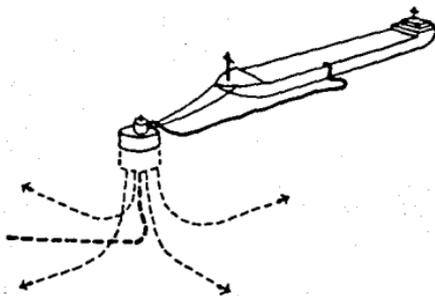
PANTALAN



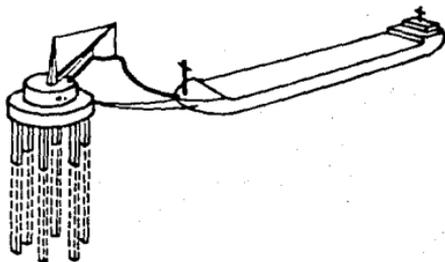
CAMPO DE BOYAS MÚLTIPLES



MONOBOYA



TOMA DE AMARRE



para embarcaciones de gran porte que requieren de considerables profundidades que no es factible obtener cerca de la costa por el elevado costo de dragado. Dentro de éstas se hallan las boyas, las monoboyas, duques de alba y pantalanés.

#### POR SU ESTILO ESTRUCTURAL

Mediante esta clasificación se observa a la obra de acuerdo a los tipos de elementos estructurales que la pueden conformar, existiendo variaciones de un país a otro de acuerdo con las experiencias. En las figuras III.78 a III.95 se dan algunos ejemplos. Se entra en más detalle al considerar a la instalación de atraque según su forma de resistir los esfuerzos.

#### POR LA FORMA DE RESISTIR LOS ESFUERZOS

##### A.- Muelles de contención de paramento vertical.

Estos muelles tienen como misión contener su relleno, y su estabilidad está asegurada si consigue resistir el empuje del mismo.

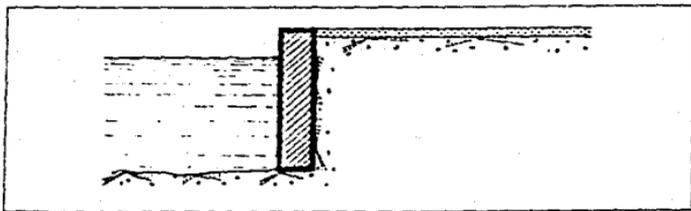


Fig. III.75 a) Muelle de contención de paramento vertical

##### B.- Muelles plataforma.

El muelle reúne las condiciones necesarias para el atraque, mientras que la estabilidad del terreno se obtiene

mediante un talud artificial o natural estable, la plataforma horizontal es prácticamente independiente del terreno posterior.

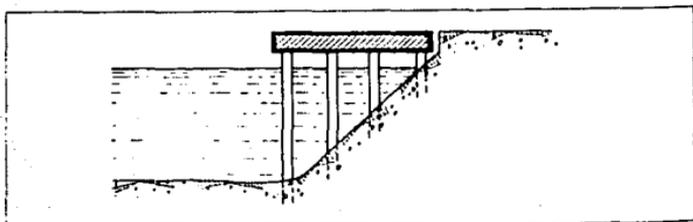


Fig. III.76 b) Muelles-plataforma

C.- Muelles mixtos.

Este tipo de muelles basan su estabilidad en la acción combinada de un muro de contención y pilotes ó pilas. - Un caso particular de esta clasificación son los muelles rastrillo en los que se trata de reforzar la estructura ante el posible deslizamiento del terreno.

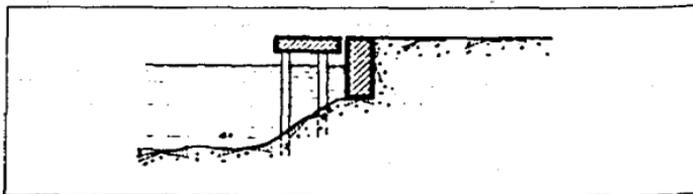


Fig. III.77 c) Muelles mixtos

A) MUELLES DE CONTENCION

Este tipo de muelles se subdividen en:

. Muelles de gravedad

. Muelles - pantalla

### a.1 MUELLES DE GRAVEDAD

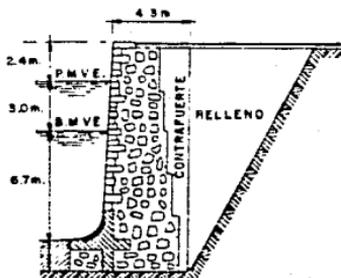
Los muelles de gravedad retienen el terreno posterior - mediante su propio peso. Es el tipo más clásicos y su desarrollo a dado lugar a numerosas variedades, de las cuales las más importantes son:

#### a.1.1 MUELLES DE MAMPOSTERIA

Estos muelles fueron muy utilizados en la antigüedad, se construían con muros de piedra, actualmente están en desuso ya que no son aptos para conseguir grandes profundidades y su procedimiento constructivo es lento y costoso.

Fig. III.78

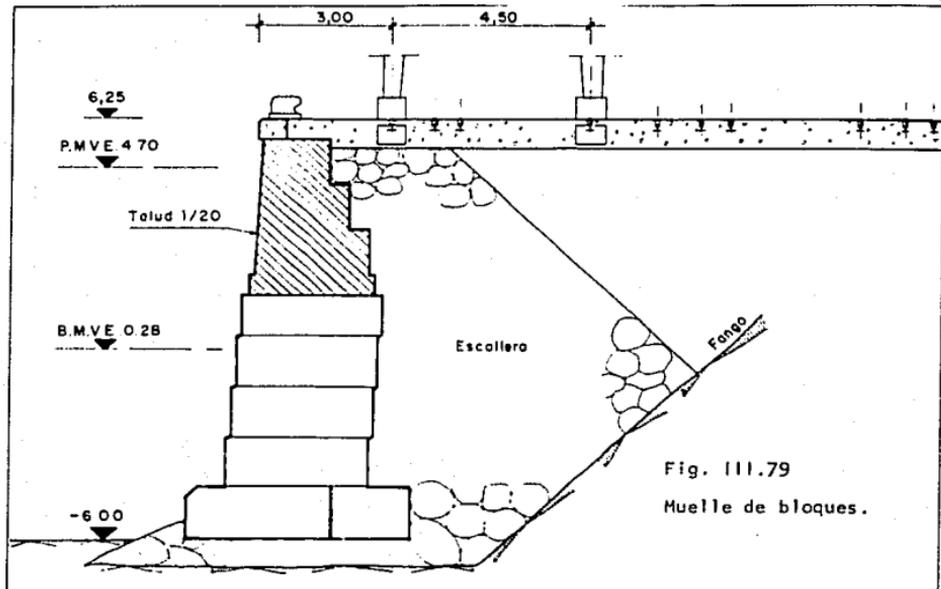
Muelle de mampostería



#### a.1.2 MUELLES DE BLOQUES

Consisten en una serie de bloques prefabricados que son colocados superpuesto bajo la superficie del agua. Su cimentación suele ser una plataforma de enrocamiento situada a su vez sobre una excavación previa o sobre el propio terreno si este presenta buenas condiciones de soporte.

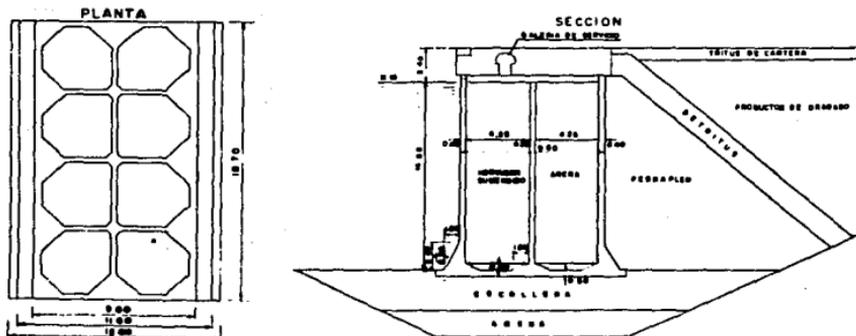
Dado que la parte más complicada de su construcción es su colocación, se tiende a fabricar los bloques lo más grande posible para disminuir la cantidad de operaciones. Su tamaño está limitado a la capacidad de izado del equipo de construcción.



### a.1.3 MUELLE DE CAJONES FLOTANTES

Surgieron de la idea de incrementar el tamaño de los bloques huecos. Los cajones flotantes permiten aprovechar las ventajas de la prefabricación. Su forma puede ser prismática o cilíndrica con celdas de sección cuadrada, circular, hexagonal, etc., que una vez colocados se rellenan de materiales granulares, con creto pobre o agua, en parte o en su totalidad, hasta conseguir las condiciones requeridas de estabilidad.

Fig. III.80 Muelle de cajones



a.1.4

MUELLE DE MUROS DE SECCION TRANSVERSAL TIPO "L"

Son muelles cuya sección transversal semeja - una "L" de contención del terreno, en los que éste contribuye en la resistencia de esfuerzos.

La construcción de este tipo de muelles requiere por lo general la condición de realizarla en seco. Por ello, su uso se limita a casos de pequeñas profundidades, o nuevas dársenas abiertas en zona terrestre. El material de relleno debe ser seleccionado para mejorar las condiciones de resistencia.

a.1.5

MUELLE DE ATAGUIAS CELULARES

Se forman estos muelles en base a una pantalla de tablestacas hincadas de tal forma que





están constituidos por vigas de concreto reforzado con sección en doble "T". El arriostamiento transversal se lleva a cabo mediante vigas tirantes de sección octagonal que enlazan con las anteriores.

Una vez efectuado el relleno con material pétreo menor de 30 cm, se instala una losa prefabricada sobre el entramado que sirve a su vez como base a la superestructura del muelle.

#### a.1.7 MUELLES MACIZOS EJECUTADOS "IN SITU"

La construcción de estos muelles se realiza - bajo la superficie del agua casi en su totalidad, con procedimientos de concreto sumergido.

Este sistema puede ser especialmente propio para muelles pequeños o medianos y asentados sobre terreno resistente.

Normalmente las dificultades de cimbrado obligan a adoptar secciones rectangulares con escasos resaltos (escalones).

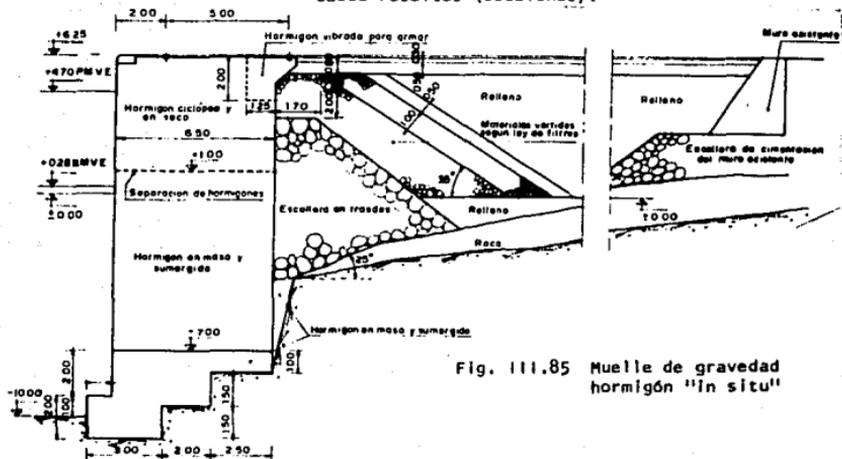


Fig. III.85 Muelle de gravedad hormigón "in situ"

a.1.8 MUELLE DE ELEMENTOS ESPECIALES

Se construyen a base de piezas especiales formando paramentos de muelle, que además de aligerar el conjunto de la estructura, cooperan en la absorción del oleaje reflejado; por ejemplo el "IGLOO", "WAROCK", "TYPE", - - - "CROSHOLW".

a.2 MUELLES PANTALLA

Los muelles pantalla realizan su función de contención del terreno posterior en razón de su empotramiento en el fondo y por lo general con ayuda de elementos auxiliares como tensores, contrafuertes, etc. que incrementan su rigidez. Destacan los siguientes tipos.

a.2.1 PANTALLA DE TABLESTACAS

Estos muelles de paramento vertical, están constituidos por una pared metálica de acero que retiene el relleno de las tierras - gracias a su flexibilidad, transmitiendo - su empuje, en parte al anclaje superior. - Este anclaje según su naturaleza puede ser de dos tipos: el tradicional, que está - formado por un tirante y una placa de anclaje (fig. III.86), y el denominado tipo - "danés" el cual sustituye el tirante por - un muro de concreto reforzado en forma de - "L" y las paredes de anclaje por caballetes de anclaje.

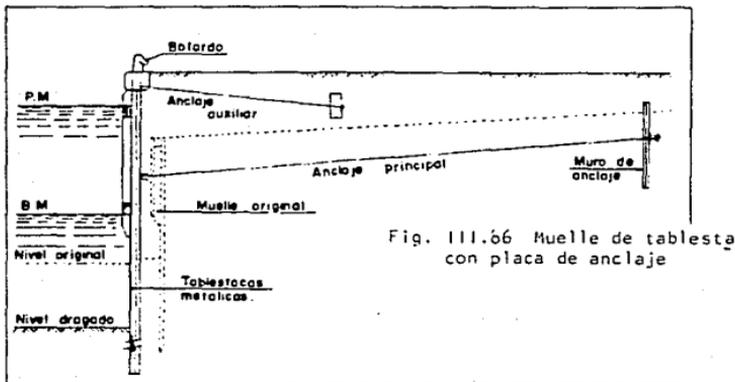


Fig. III.86 Muelle de tablesta con placa de anclaje

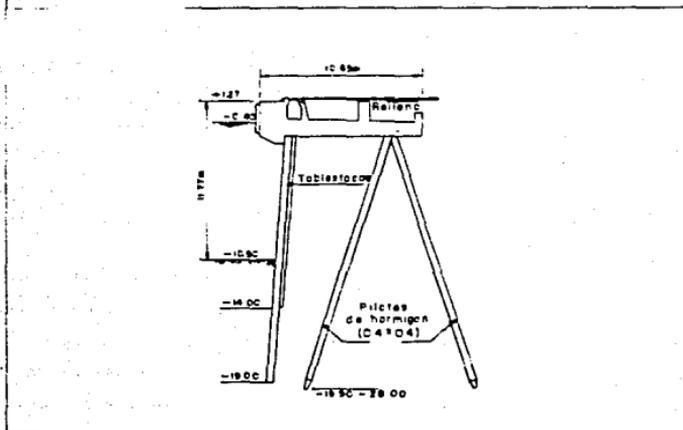


Fig. III.87 Pantalla de tablestacas con anclaje de pilotes (tipo danés)

### a.2.2 PANTALLA DE PILOTES CONTIGUOS

Consisten en una serie de pilotes adosados que forman una pantalla capaz de contener el empuje del relleno. La realización de-

este tipo de muelles tiene escasa difusión entre las obras marítimas por la dificultad de cerrar los espacios entre pilotes para evitar la entrada del agua en el terreno y la pérdida del material de relleno.

### a.2.3

### PANTALLAS CONTINUAS DE CONCRETO

Existen diversas formas estructurales, -- una de ellas son las pantallas rectas de -- concreto construídas con ayuda de lodos -- bentoníticos, ancladas al terreno. Estas -- pantallas se emplean, por lo general para -- obras provisionales de contención.

Por otra parte, existe una amplia variedad de pantallas membrana construídas con elementos modulares prefabricados. Estos elementos presentan formas en planta muy complicadas que ofrecen gran estabilidad por sí mismas ya que se diseñan buscando aumentar la superficie de contacto con el terreno, por lo tanto, pueden casi considerarse como muelles de gravedad.

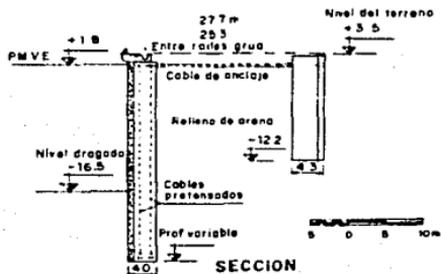


Fig. III.88 Pantalla en T

B) MUELLES PLATAFORMA

En este tipo de muelles se considera que no existe - interacción alguna entre la plataforma que soporta - las cargas y el terreno posterior.

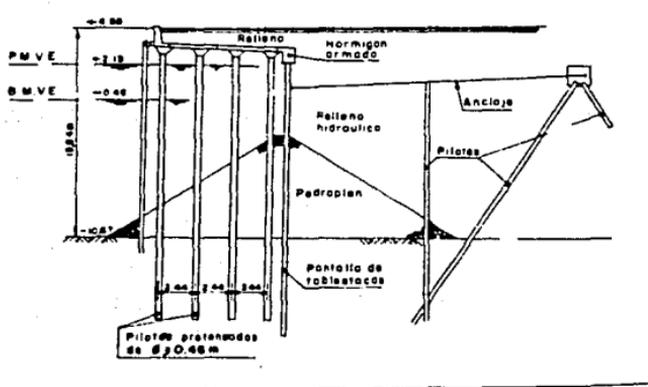
Existen dos grandes grupos:

b.1 MUELLES SOBRE PILOTES

Dentro de este conjunto existe una gran variedad de tipos según sea la disposición y tipo- de los pilotes. Así pueden existir muelles - de pilotes verticales, inclinados, mixtos. - Asimismo, los muelles plataforma pueden estar cerrados en su cantil (parte frontal) por una pantalla de tablestacas o abiertos dejando - bajo la plataforma que el terreno forma un ta- lud natural, o reforzado con enrocamiento.

El muelle sobre pilotes presenta un amplio -- campo de aplicación cuando se trata de conse- guir plataformas de trabajo en zonas de pro- fundidades grandes o en terrenos poco resis- tentes.

Fig. III.69 Muelle de pilotes verticales y pantalla de tabl<sub>a</sub> estacas





C) MUELLES MIXTOS

Dentro de este grupo están comprendidas todas aquellas estructuras que utilizan de forma combinada la contención del terreno y la creación de una plataforma parcialmente independiente de éste. La combinación variada de formas da origen a los siguientes tipos:

c.1 MUELLE DE PILAS CON PANTALLA

El terreno posterior es retenido por una pantalla continua de concreto mientras que la plataforma es soportada con pilas.

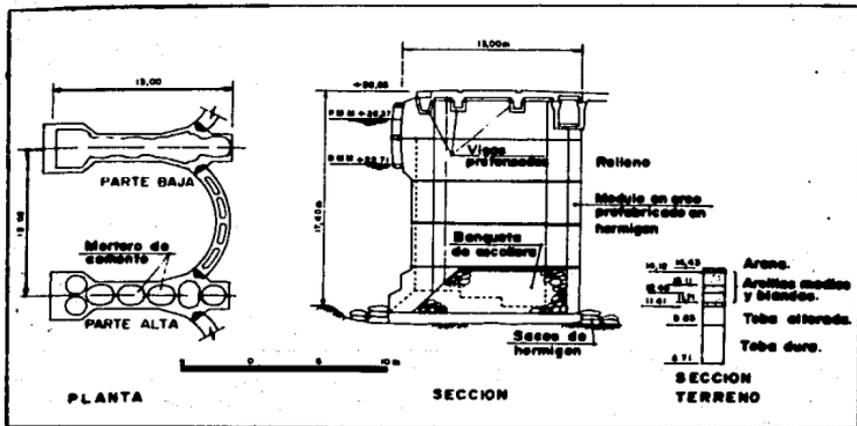


Fig. III.92 Muelle de pilas y pantalla

c.2 HUELLE DE PILAS CON MURO DE CONTENCIÓN

Este muelle es similar al anterior salvo que la pantalla es un muro de contención.

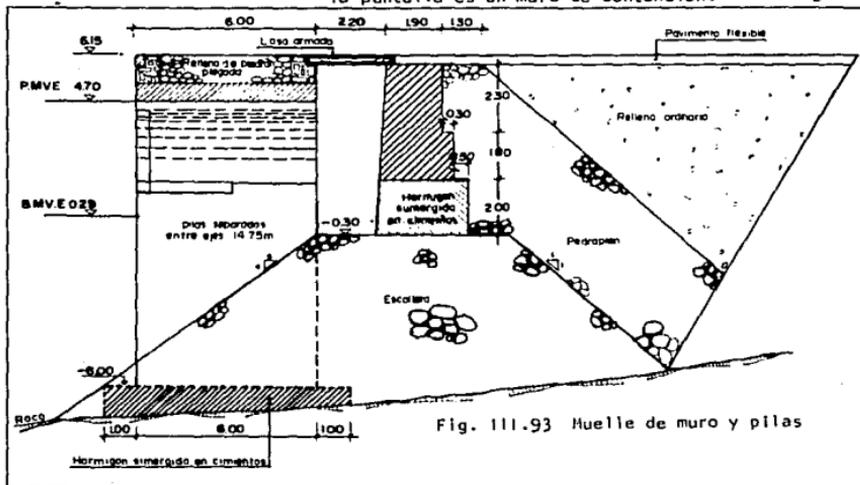


Fig. 111.93 Huelle de muro y pilas

c.3 HUELLE DE PILOTES CON MURO DE CONTENCIÓN

En estos muelles la plataforma comienza desde el cantil de un muro convencional de contención o de una plataforma cimentada a una cota menos profunda que la del pie de la plataforma.

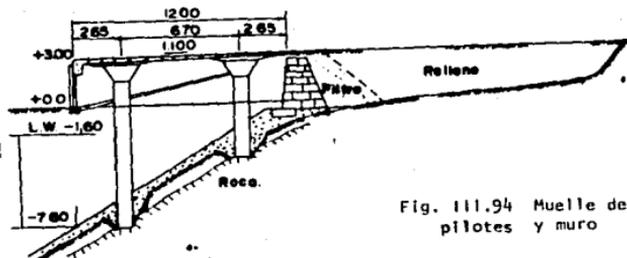


Fig. 111.94 Muelle de pilotes y muro

c.4 MUELLES RASTRILLO

Consisten por lo general en muelles de tipo - gravedad bajo los cuales se coloca un conjunto de pilotes o una pantalla continua con el propósito de truncar las posibles líneas de - falla.

La pantalla puede estar constituida por pilotes contiguos construidos en el lugar de la obra o simplemente puede consistir en una mejora de la capacidad del terreno mediante una consolidación natural o por drenajes.

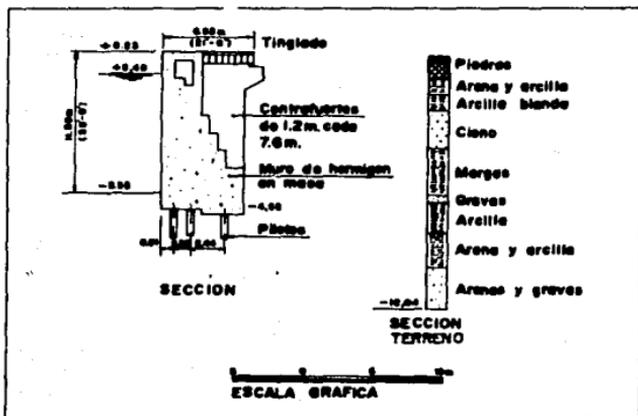


Fig. III.95 Muelle rastrillo

### III.5.7.2 Parámetros de diseño

En el proceso de diseño de muelles, los parámetros más importantes a considerar son: orientación profundidad contigua al paramento de atraque, altura del muelle, fuerzas horizontales, cargas vivas, fuerzas sísmicas.

#### 5.7.2.1 Orientación

Depende de los factores subsecuentes:

- . Distribución en planta de las instalaciones del puerto.
- . Facilidad de maniobra del buque en las operaciones de --- atraque y desatraque.
- . Orientación de los vientos reinantes. No es recomendable separaciones mayores de  $30^\circ$  de la alineación del paramento de atraque respecto de la dirección de los vientos más frecuentes.
- . Orientación respecto de la dirección media de las corrientes. No es conveniente que la alineación del cantil difiera en más de  $15^\circ$  respecto a dicha dirección media.

#### 5.7.2.2 Profundidad (H)

Es la distancia vertical que existe entre el nivel medio del mar y el fondo marino adyacente al muelle. Se determina en función de las variables siguientes:

- . Tamaño y calado del buque de diseño ( C máx.).

Calado es la distancia comprendida entre la línea de flotación del buque a plena carga y la quilla del mismo, --- aplicándolo en condiciones de bajamar y teniendo en cuenta la agitación interior.

. Marea ( $V_B$ )

Las profundidades deben considerarse a partir del nivel de bajamar media inferior ( N.B.M.I.).

. Azolves ( $A_z$ )

Es conveniente adoptar un margen de seguridad en zonas expuestas a corrientes de acarreo litoral, cuyo valor es -- aproximadamente de 0.50 m.

. Naturaleza del suelo ( R )

Es apropiado admitir un espacio de resguardo adicional -- que prevenga el riesgo de colisión del casco de la nave -- con las puntas o salientes del fondo. Se estima que para suelos duros (roca) el valor establecido es de 1.00 m y -- para suelos blandos el valor oscila entre 0.30 y 0.60 m.

. Altura de corona ( F.B )

Es la distancia medida a partir del nivel de pleamar media superior (N.P.M.S.) hasta la carpeta del muelle, cuya finalidad es mantener en seco las instalaciones ubicadas bajo la superficie del muelle en condiciones extremas de oleaje, marea y asentamiento del suelo.

Desde el punto de vista del costo de construcción es deseable que esta altura sea la menor posible por lo que -- que hay que determinarla con mucho cuidado, de manera -- que no entorpezca las operaciones. Este valor mínimo -- suele estar comprendido entre 0.50 y 1.00 m.

Así pues, la fórmula que relaciona estas variables es:

$$H = C \text{ Máx} + V_B + A_z + R + F.B.$$

### 5.7.2.3 Fuerzas horizontales sobre el muelle

Como fuerzas horizontales actuantes sobre la estructura deben considerarse:

#### 7.2.3.a Fuerzas hidrostáticas y de oleaje.

Su tratamiento es análogo al de las obras exteriores - aunque en condiciones más favorables de agitación.

Es recomendable estudiar la estabilidad del muelle para el nivel de variación de mareas en combinación con los niveles freáticos del terreno.

La presión hidrostática a considerar en este caso es la denominada Presión Residual del Agua, la cual acciona - al muro del muelle en donde se encuentra una diferencia entre el nivel del agua en el relleno sostenedor y el nivel del agua en el frente del muro de muelle.

Para  $0 \leq Y < h_w$  :

$$P_w = \gamma_w Y .$$

para  $h_w \leq Y$  :

$$P_w = \gamma_w h_w .$$

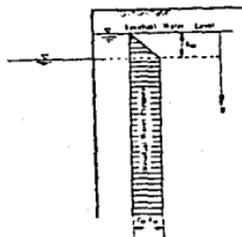


Fig. III.96 Presión residual del agua

$P_w$  = Presión residual del agua ( $\text{ton}/\text{m}^2$ )

$h_w$  = Diferencia entre el nivel residual del agua y el nivel del agua en el frente; donde el nivel del agua en el relleno sostenedor es más alto que el del frente. Se emplea la diferencia máxima en el nivel del agua (m.).

$Y$  = Profundidad desde el nivel residual del agua (m)

$\gamma_w^A$  = Peso por unidad de agua ( $\text{ton}/\text{m}^3$ )

La diferencia entre el nivel residual del agua y el nivel del agua en el frente del muro ( $h_w$ ) debe ser determinado teniendo en cuenta la permeabilidad del muro y el rango de variación del nivel de marea.

Respecto a la diferencia del nivel de marea en el frente del muro, es recomendable tomar valores de 1/3 a 2/3 en general.

#### 7.2.3.b Presión del suelo.

La presión activa y pasiva que actúa sobre la estructura debe ser calculada de acuerdo a las características del suelo, tipo de estructura y comportamiento de la misma en condiciones normales y sismo.

Para el cálculo de estas presiones se utilizan diferentes teorías, acordes con las características del terreno (friccionante o cohesivo).

Estimando que el relleno en el respaldo del muelle, normalmente es del tipo friccionante, se presenta a continuación las fórmulas de Coulomb para el cálculo de los empujes activo y pasivo:

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 \cdot \frac{\cos^2(\phi - \omega)}{\cos^2 \omega \cos(\delta + \omega) \left[ 1 + \frac{\sqrt{\sin(\delta + \beta) \sin(\phi - \beta)}}{\cos(\delta + \omega) \cos(\omega - \beta)} \right]^2}$$

$$E_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 \cdot \frac{\cos^2(\phi - \omega)}{\cos^2 \omega \cos(\omega - \delta) \left[ 1 - \frac{\sqrt{\sin(\delta + \beta) \sin(\phi + \beta)}}{\cos(\omega - \delta) \cos(\omega - \beta)} \right]^2}$$

Donde:

$E_a$  = Empuje activo máximo (ton)

$E_p$  = Empuje pasivo máximo (ton)

$\phi$  = Angulo de fricción interna del suelo ( $^\circ$ )

$\omega$  = Angulo formado entre el respaldo del muro y la vertical. ( $^\circ$ )

$\beta$  = Angulo formado entre la superficie plana del relleno y la horizontal ( $^\circ$ ).

$\gamma$  = Peso volumétrico del suelo ( $\text{ton}/\text{m}^3$ )

$H$  = Espesor del estrato (m)

$\delta$  = Angulo de fricción del muro en el respaldo ( $^\circ$ )

Nota: Si el muro es de respaldo vertical;  $\omega = 0$

Si el relleno es horizontal;  $\beta = 0$

### 7.2.3.c Fuerzas originadas por el atraque.

La magnitud de las presiones sobre el muelle está en función de las dimensiones del buque, la velocidad de aproximación, el sistema de defensas y la elasticidad del costado de buque y el muelle.

En el seno de la fuerza de atraque del buque se considera la energía efectiva de atraque, la cual es absorbida-

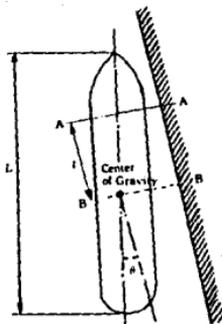


Fig. III.97 Ilustración de amarre del buque

Cuadro III.16

VELOCIDAD DE APROXIMACION (pies/seg.)				
Viento y oleaje	Aproximación condiciones	Desplazamiento del barco		
		Hasta 3.000 t.	Hasta 10.000 t.	Más de 10.000 t.
<b>FUERTE</b>	<b>DIFICILES</b>	2.5	2.0	1.5
<b>FUERTE</b>	<b>FAVORABLES</b>	2.0	1.5	1.0
<b>MODERADO</b>	<b>MODERADAS</b>	1.5	1.0	0.8
<b>PROTEGIDO</b>	<b>DIFICIL</b>	1.0	0.8	0.6
<b>PROTEGIDO</b>	<b>FAVORABLE</b>	0.8	0.6	0.4

Cuadro III.17

ENERGIA CINETICA (Pies x Ton.) $U = \frac{1}{2} mu_v^2$								
Desplazam. en Tons.	Velocidad del barco (pies/seg.)							
	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.5	2.0	3.0
1.000	0,6	2,5	5,6	9,9	15,5	35,0	62,0	140,0
2.000	1,2	5,0	11,2	19,8	31,0	70,0	124,0	280,0
4.000	2,4	10,0	22,4	39,6	62,0	140,0	248,0	560,0
6.000	3,6	15,0	33,6	59,4	93,0	210,0	372,0	840,0
8.000	4,8	20,0	44,8	79,2	124,0	280,0	496,0	1.120,0
10.000	6,0	25,0	56,0	99,0	155,0	350,0	620,0	1.400,0
20.000	12,0	50,0	112,0	198,0	310,0	700,0	1.240,0	2.800,0
40.000	24,0	100,0	224,0	396,0	620,0	1.400,0	2.480,0	5.600,0
60.000	36,0	150,0	336,0	594,0	930,0	2.100,0	3.720,0	8.400,0
80.000	48,0	200,0	448,0	792,0	1.240,0	2.800,0	4.960,0	11.200,0
100.000	60,0	250,0	560,0	990,0	1.550,0	3.500,0	6.200,0	14.000,0
120.000	72,0	300,0	672,0	1.188,0	1.860,0	4.200,0	7.440,0	16.800,0
150.000	90,0	375,0	840,0	1.485,0	2.325,0	5.250,0	9.300,0	21.000,0

tanto por las defensas como por la deformación elástica del propio cuerpo del muelle.

Esta energía efectiva de atraque se obtiene mediante la ecuación:

$$E = \frac{WV^2}{2g} \cdot \frac{1}{1 + (l/r)}$$

Donde:

E = Energía efectiva de atraque de buque (ton.m)

g = Aceleración de la gravedad (m/seg<sup>2</sup>)

W = Peso virtual del buque (ton) (desplazamiento)

V = Velocidad de amarre de buque (m/seg)

l = Longitud medida a lo largo del muelle desde el punto de contacto hasta el centro de gravedad del buque (m.). Véase fig. No. III.97

r = Radio de viraje en torno al eje vertical a través del centro de gravedad del buque en un plano horizontal (m).

Los valores de la velocidad de aproximación, en sentido normal al atraque, se muestra en el cuadro III.16

#### 7.2.3.d Fuerzas debidas a la acción del viento y las corrientes.

En este caso, el viento produce un esfuerzo de tiro sobre los bolardos o elementos de amarre, mientras que las corrientes que inciden sobre el buque, tienden a separarlo o juntarlo al muelle; los esfuerzos originados son absorbidos por las defensas del muelle y transmitidos a la pared del mismo.

De esta manera, los empujes sobre el muelle se calculan por medio de la fórmula de Newton:

$$F = K \cdot \frac{Q \cdot S}{2g} v^2$$

F = Empuje normal al muelle por viento o corriente - (ton)

S = Superficie de la obra muerta del buque en lastre en el plano de la eslora (en el caso del viento) o superficie de la obra viva del buque a plena carga en el mismo plano (en el caso de corrientes) ( $m^2$ ).

Q = Densidad específica del aire = 0.13; del agua =  $1030/9.81 = 105 \frac{Km-seg^2}{m^4}$

V = Velocidad máxima del viento en el lugar de emplazamiento a una altura de 10.0 m, o velocidad de la corriente. (m/seg).

K = Coeficiente de forma (ángulo de la dirección del viento o la corriente respecto de la normal al muelle) = 1.3

#### 5.7.2.4 Cargas vivas.

Son las cargas verticales que actúan sobre el muelle, y son producidas por las mercancías apiladas en él y a los equipos de manipulación y transporte.

En un puerto industrial existen diversos tipos de muelles de acuerdo a los distintos tráficos de carga, por lo cual cada muelle requiere para su diseño de consideraciones específicas. Se deben determinar previamente -

los equipos de manipulación de la carga por utilizar, -- así como, los medios de transporte, para de esta manera - disponer de los datos que permitan obtener la magnitud - de los esfuerzos a los que estará sujeto el muelle.

Dependiendo de las características de la carga, los es-- fuerzos varían, así por ejemplo la carga general tiene - un promedio de  $2.0 \text{ ton/m}^2$ , la carga a granel mineral de-  $10.0 \text{ ton/m}^2$ , y para el caso de una grúa de contenedores, se alcanzan descargas de hasta 240 ton., cantidad que de be ser incrementada en un 10% por efecto de viento y --- fuerzas de inercia.

La carga viva uniformemente distribuida rige por lo ge- neral para el diseño de losas, trabes, pilotes, etc. -- Tratándose de muelles petroleros, las cargas vivas se re ducen solo al equipo de carga y descarga, puesto que las descargas de las tuberías sobre sus apoyos se consideran dentro de las cargas muertas.

Las cargas producidas por grúas, fijas o móviles, monta- cargas, tractores de arrastre, bandas transportadoras, - vehículos, etc., estarán definidas por los datos y espe- cificaciones que el fabricante proporcione, para el dise- ño de la cimentación.

#### 5.7.2.5

#### Sismo.

En el diseño de estructuras portuarias, debe tomarse en- cuenta el efecto de fuerzas naturales como son los sis-- mos, más aún si el puerto se localiza en una zona sísmi- ca.

Para el análisis de respuesta sísmica de las estructuras se emplea generalmente el siguiente método de cálculo.

- . Obtener la fuerza de inercia multiplicando la masa y la carga de estructura por la aceleración sísmica.
- . Dicha fuerza de inercia se considera como la fuerza sísmica.
- . El diseño se hace estáticamente, considerando a la fuerza sísmica como la fuerza exterior.

En general, se hace el cálculo multiplicando el peso muerto de la estructura y la carga por el coeficiente sísmico de diseño, es decir, la proporción de aceleración sísmica por aceleración de gravedad.

Como la fuerza sísmica acciona a la masa, no debe subtractarse la flotabilidad, aún cuando estén en el agua el peso muerto y la carga.

El coeficiente sísmico se determina de acuerdo al valor esperado de la aceleración sísmica en los cimientos de la zona en que se construye la estructura, teniendo en cuenta el espesor de cimientos y la importancia de la estructura.

#### 5.7.2.6 Influencia del terreno de cimentación.

Uno de los parámetros más importantes a considerar al proyectar un muelle, es la naturaleza y características geotécnicas del terreno sobre el cual se va a cimentar. Por ello es imprescindible, antes de iniciar la obra, efectuar una serie de sondeos que permitan conocer el tipo y características de soporte del suelo en la zona donde se pretende construir el muelle.

Los suelos se pueden clasificar en cuatro grandes grupos:

- a) Suelos compactos e incompresibles.
- b) Suelos sueltos de baja compresibilidad.
- c) Suelos heterogéneos.
- d) Suelos blandos de gran espesor.

#### 7.2.6.a Terrenos compactos e incompresibles.

Son aquellos que están constituidos por rocas sanas. -- Estos terrenos son adecuados para muelles de tipo gravedad. La cimentación se realiza directamente sobre la roca una vez limpia y regularizada su superficie.

Si el estrato de roca posee la profundidad deseada, se puede proceder a construir el muelle a base de un coronamiento de concreto con un recubrimiento del talud vertical.

Para profundidades comprendidas en el intervalo  $8 \text{ m} \leq H \leq 18 \text{ m}$ ., son indicados los muelles típicos de gravedad: de bloques, de cajones, "in situ", muros, etc., así mismo los muelles de pilas.

En el caso de que la capa rocosa se halle a profundidades  $H > 18 \text{ m}$ ., se debe considerar conveniente la ejecución de un muelle de pilotes.

#### 7.2.6.b Terrenos sueltos de baja compresibilidad.

Están formados por capas de arenas o gravas de gran resistencia. También en este caso los muelles de gravedad son recomendables, o bien aquellos cuya función sea idéntica, como ataguas celulares, entramados, contrafuertes y tablestacas.

7.2.6.c Terrenos heterogéneos.

Comprende una gran variedad de terrenos compuestos por - capas alternadas de variado espesor y compacidad. En -- ellos se alternan capas de suelo cementado, con terrenos sueltos, lentes blandos de limos, arcillas, etc.

Estos tipos de terrenos descartan la elección de muelles de gravedad a menos que se mejore la capacidad de soporte del suelo.

La posibilidad de elegir entre una mayor variedad de muelles se presenta si se mejora previamente la capacidad - de carga del terreno, mediante dragado y sustitución del - suelo por otro de mejores características, o por otros - procedimientos tales como una consolidación artificial, - vibroflotación, etc.

Sin embargo, se puede afirmar que en general los muelles más adecuados a esta clase de terrenos son los de pantallas ligeras y los de pilotes, debido a que con ellos es posible llegar hasta estratos resistentes a gran profundidad atravesando capas de terrenos blandos.

7.2.6.d Terrenos blandos de gran espesor.

Su estratigrafía se compone de materiales blandos muy - compresibles como fangos, limos, arcillas o arenas muy - finas. La inexistencia de capas portantes a profundidades accesibles hace que las soluciones de muelles de gravedad y de todos los tipos de cimentación superficial sean desechables. Por esta razón, vuelven a ser los muelles - de pilotes o de pantallas ligeras los más áptos para este tipo de terreno.

Es conveniente la utilización de pilotes flotantes, es decir que no se apoyan en ningún estrato duro, y que obtienen su resistencia de forma mixta por punta y por fricción. Existen múltiples formas y tipos de pilotes adecuados para resistir los esfuerzos en forma mixta: de gran diámetro con lo que se incrementa la resistencia por fricción, con puntas ensanchadas aumentando la resistencia por punta, con aletas que compacten el terreno próximo, etc.

En estos terrenos blandos y de partículas muy finas es conveniente adoptar medidas de seguridad adicionales que eviten la erosión causada por las hélices y el movimiento de los barcos, para ello se debe disponer un ligero enrocamiento superficial o bien una pantalla frontal de tablestacas que proteja el fondo existente bajo la plataforma.

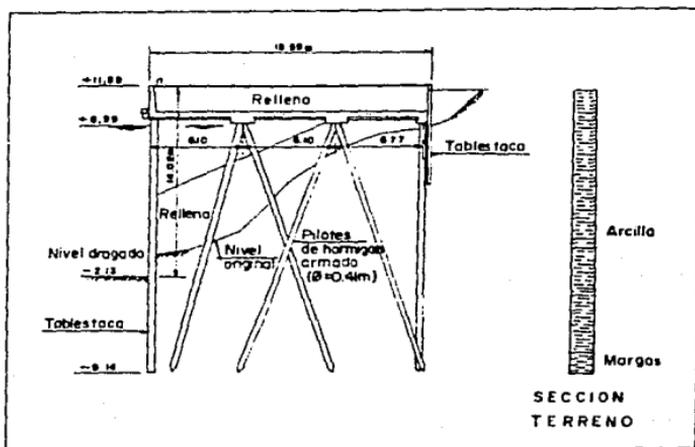


Fig. III.98 Muelle de tablestacas y pilotes en terrenos poco resistentes buscando ampliación de profundidad.

El cuadro III.18 resume la adaptabilidad de los diversos terrenos de cimentación al tipo de muelle.

APTITUD DE ADAPTABILIDAD DE DIVERSOS TIPOS DE MUELLE  
AL TERRENO DE CIMENTACION

C U A D R O    I I I . 1 8

TIPOS DE MUELLE	TERRENOS COMPACTOS E INCOMPRESIBLES (ROCA SANA - BASICAMENTE)	TERRENOS SUELTOS DE BAJA COMPRESIBILIDAD (FORMADOS POR GRAVAS Y ARENAS COMPACTAS)	TERRENOS HETERÓGENOS (FORMADOS POR DISTINTOS SUELOS DE ESPESORES VARIABLES)	TERRENOS BLANDOS DE GRAN ESPESOR (CONSISTITUIDOS POR LIMOS, ARENAS Y ARCILLAS - MUY COMPRESIBLES)
MUELLE TIPO GRAVEDAD	<u>Apto</u>	<u>Apto</u> Aunque puede requerir mejorar la capacidad de carga del terreno	<u>No apto</u> A menos que sea factible mejorar la capacidad de carga del terreno	<u>No apto</u>
MUELLE DE TABLESTACA	<u>No apto</u>	<u>Apto</u>	<u>Apto</u>	<u>No apto</u>
MUELLE DE MAMPAROS CELULARES	<u>No apto</u>	<u>Apto</u>	<u>No apto</u>	<u>Apto</u>
MUELLE TIPO PLATAFORMA (SUB-ESTRUCTURA - A BASE DE PILAS - O PILOTES).	<u>Apto</u> Es preferible cuando no se requiere altas profundidades para calado	<u>Apto</u>	<u>Apto</u>	<u>Apto</u>

### III.5.7.3 Procedimiento de diseño

El proceso de cálculo en cada caso puede ser efectuado por distintos métodos, en este trabajo sólo se describe un procedimiento de diseño de los muelles más utilizados y se incluye la secuencia de diseño de las obras de atraque restantes, que pueden servir de guía al proyectista.

#### 5.7.3.1 Muelle de gravedad.

Dentro de los muelles tipo gravedad se encuentran el muelle tipo Box Caisson, el de bloque de concreto en forma de "L", el de pared de bloques de concreto, el de concreto colado en sitio; para todos ellos es aplicable la secuencia de diseño que se indica a continuación:

- a) La determinación de las condicionantes de diseño se realiza como se indica en el apartado 5.7.2
- b) Se procede a elegir la sección transversal del muro en una primera aproximación que será afinada o modificada a medida que se analiza su estabilidad.

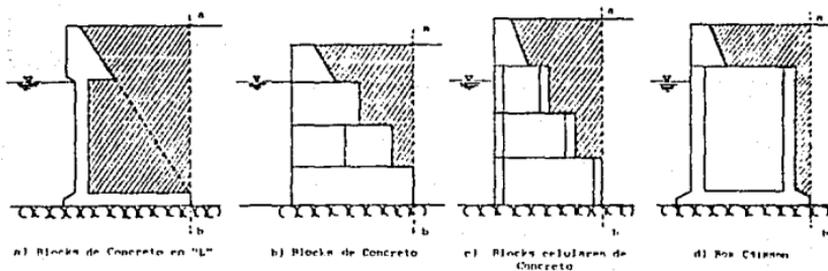


Fig. III.99 Determinación de la parte del relleno a considerar como muro.

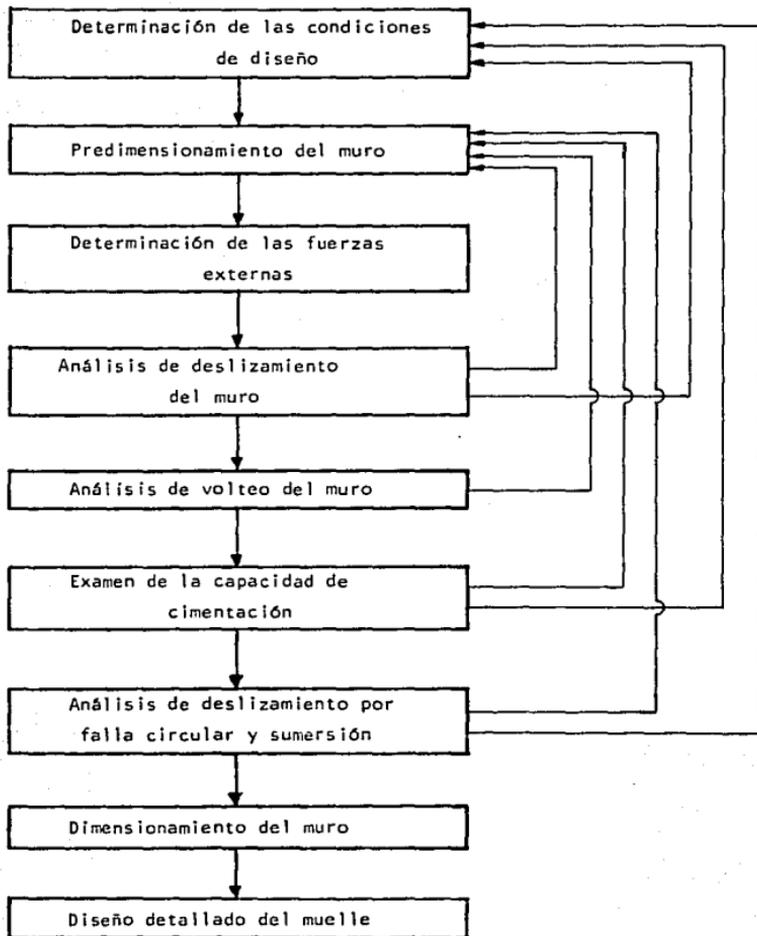


Fig. III.100 Principio de diseño de muelles tipo gravedad.

c) Se calculan las solicitaciones externas:

- Sobrecargas
- Peso muerto de la estructura
- Empuje de tierras y presión de aguas residuales
- Empuje ascendente por flotación
- Fuerza sísmica
- Fuerzas debidas al atraque del buque

c.1) El nivel de agua residual debe ser 1/3 mínimo por encima del Nivel Medio de Marea Baja ( NMMB.).

c.2) El ángulo de fricción del muro, para el cálculo de la presión activa del suelo debe ser de 15°, independientemente del tipo de estructura.

d) Análisis de deslizamiento.- Para efectos de éste -- análisis deben considerarse las secciones transversales susceptibles de deslizamiento, para lo cual ha de suponerse como parte integrante del muro, las porciones hasta la vertical que se localizan en el pie -- trasero de la sección que se analiza; como se muestra en la fig. III.99 (parte sombreada).

e) Análisis de volteo.- Para el examen por volteo, la porción frontal del plano vertical que pasa a través del pie trasero de los blocks, los cuales están colocados sobre el block que dá al lado de mar, block -- "C", en el plano a analizar, debe ser considerada como un muro, en el cual se asume que los pesos del -- block "B" y el suelo "A" sobre el block "B" no actúan como fuerza resistente en contra del volteo.

Los factores de seguridad para deslizamiento y volteo se calculan con las fórmulas siguientes:

- Factor de seguridad por deslizamiento;  $F_d \leq \frac{f \cdot W}{P}$
- Factor de seguridad por volteo;  $F_v \leq \frac{W_e}{P_h}$

Donde:

W = Fuerza total vertical por unidad de ancho del muro (Ton/m). Es la resultante del peso del cuerpo del muro deduciendo la flotabilidad y la fuerza, componente vertical de la presión activa del suelo.

P = Fuerza total horizontal por unidad de ancho del muro (Ton/m), es decir, la resultante de la fuerza componente horizontal de la presión activa del suelo, la presión residual del agua y la fuerza sísmica que acciona al cuerpo del muro.

f = Coeficiente de fricción entre la base del cuerpo del muro y el suelo.

t = Distancia entre el pie delantero del muro y el punto de aplicación de la fuerza resultante vertical.

h = Distancia entre la base del cuerpo del muro y el punto de aplicación de la fuerza resultante horizontal.

El valor del factor de seguridad para ambos casos es de 1.2 como mínimo.

- f) Análisis de capacidad de carga del suelo.- En virtud de que la función del terreno de cimentación es soportar la estructura en condiciones razonables de resistencia y deformación, es de vital importancia -

el conocimiento de las características del suelo; - por lo cual deberá ser estudiado considerando las -- cargas a las que estará sujeto.

Es conveniente disponer de capas de cimentación a ba se de gravas que permitan mejorar las condiciones de soporte del suelo y la distribución de esfuerzos sobre el mismo.

Se recomienda que el espesor de una capa de cimentación sea de:

- . 0.5 m o más, y tres veces o más el diámetro de -- las gravas para el caso de un muelle con una profundidad de agua de menos de 4.5 m.
- . 1.0 m o más, y tres veces o más el diámetro de las gravas para el caso de un muelle con una profundi dad de agua de 4.5 m o más.

g) Análisis en suelos blandos.- En el caso de suelos blandos se debe considerar para el diseño del muelle el análisis de:

- Estabilidad contra falla circular
- Asentamientos

#### 5.7.3.2 Análisis de estabilidad de blocks celulares de concreto.

Para muelles de gravedad de blocks celulares de concreto (sin losa de fondo), el análisis debe hacerse por volteo del muro con la fuerza resistente debida a pérdida del - relleno.

El factor de volteo se calcula mediante la siguiente --- fórmula:

$$F \leq \frac{W L + M_f}{P h}$$

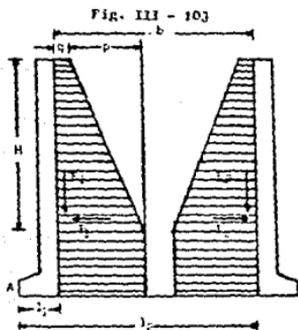
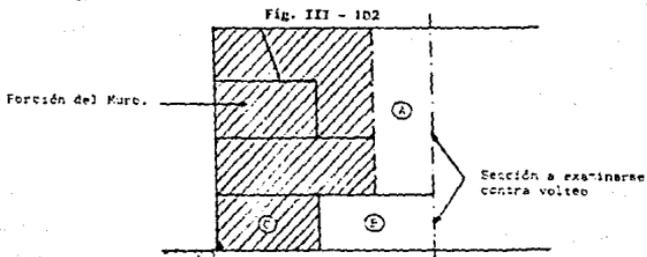
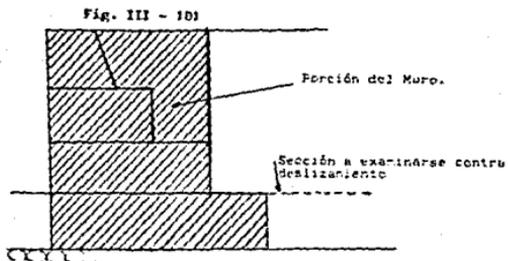
donde:

- F = Factor de seguridad contra volteo.
- W = Resultante de fuerzas verticales actuantes en el muro con el peso del relleno excluido (Ton/m).
- P = Resultante de fuerzas horizontales en el muro -- (Ton/m)
- L = Distancia desde la línea de aplicación de la resultante de las fuerzas verticales en el muro con el peso del relleno excluido hasta el frente de pie de muro (m).
- h = Altura desde la línea de aplicación de la resultante de fuerzas horizontales en el muelle, hasta el fondo del muro (m).
- M<sub>f</sub> = Momento resistente causado por la fricción del -- muro debidas al relleno (ton - m/m).

El factor de seguridad deberá ser 1.2 o más en condiciones ordinarias y 1.1 o más en condiciones especiales.

Si  $F < 1$ , el momento de volteo debido a fuerzas externas será mayor que el momento resistente causado por la resultante de las fuerzas verticales del block celular de concreto y las fuerzas friccionantes del muro debidas al relleno. De esta manera, los blocks celulares de concreto por el volteo perderán el relleno, por lo que deben tomarse medidas contra el volteo, tales como el incremento del peso de los blocks o la división del muro en partes.

El momento resistente M<sub>f</sub> causada por la fricción de mu-



$q$  : Presión transmitida al relleno debido a la carga vertical.

$H$  &  $b$

$F$  : Presión debida al relleno.  $(P \cdot k \cdot H \cdot b)$ .

$k$  : Coeficiente de presión del suelo.

$F_1, F_2, P_1, P_2$  : Fuerzas resultantes de presión de suelo.

$T$  : Peso volumétrico del relleno

ro debido al relleno, se obtiene como sigue:

$$\text{Momento en el punto A} = L_1 F_1 + L_2 F_2$$

$P_1$  y  $P_2$  son respectivamente las presiones de suelo

$F = P \mathcal{J}$ ; donde  $\mathcal{J}$  = coeficiente de fricción entre el material de relleno y el muro. Ver fig. III.103

Similarmente, la fuerza de fricción actuante en las paredes del muro deben ser consideradas.

El coeficiente de fricción utilizado para el análisis -- del deslizamiento de blocks celulares de concreto sin -- placa de fondo es 0.6 en el asiento de concreto reforzado y 0.8 en el asiento de gravas, pero por motivos de -- conveniencia, se puede utilizar 0.7 en promedio.

### 5.7.3.3 Efecto del relleno posterior.

Cuando el relleno posterior en un muelle de gravedad es - de buena calidad, el diseño del muro debe considerar este efecto.

. Efecto de la reducción de presión del suelo por relleno posterior.

a) Cuando la sección transversal del relleno es triangular.

El relleno posterior es hecho en forma triangular - del cual un cierto ángulo de inclinación desde la - intersección entre la proyección vertical a través del pie trasero del muro y la superficie del terreno es igual al ángulo de reposo del material - de relleno, como se muestra en la fig. III.104.a - se puede asumir que todo el respaldo del muro es - relleno con el mismo material que el material de relleno posterior.

Si el material utilizado es un suelo cohesivo, de  
berán aplicarse capas de material graduado o un  
filtro de arena que proteja la superficie del re-  
lleno posterior, de manera que el suelo cohesivo  
no pase a través de los huecos del relleno y afec-  
te la estabilidad del muro.

- b) Cuando la sección transversal del relleno es rectan-  
gular.

El efecto del relleno posterior rectangular mostrado  
en la fig. III.104.b, considera que cuando el ancho-  
"b" de un relleno en forma rectangular es mayor que  
la altura del muro, el análisis se puede hacer como-  
en el caso de relleno de forma triangular, y cuando  
el ancho "b" es igual a 1/2 de la altura del muro, -  
se puede asumir que la presión media del suelo debi-  
da al material de relleno posterior y la presión --  
debida al terreno actúan en el muro. Cuando "b" es  
1/5 o menos de la altura del muro, el efecto de re-  
ducción de presión de tierra debido al relleno poste-  
rior puede depreciarse.

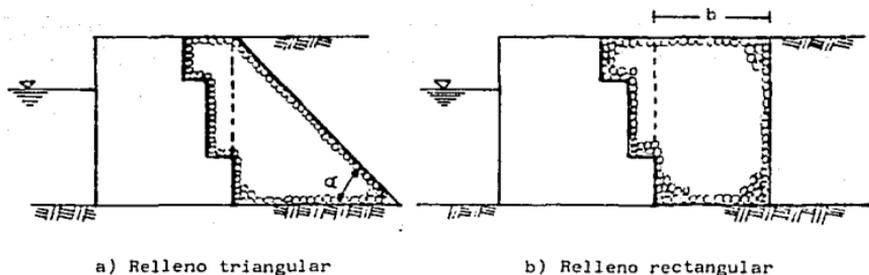


Fig. III.104 Formas del relleno

h) Diseño a detalle.

El diseño a detalle de un muelle de tipo gravedad debe comprender los siguientes aspectos:

- h.1 Resistencia de los miembros estructurales
- h.2 Obras de protección contra la aspiración del -- suelo reclamado (rellenos)
- h.3 Forma y dimensiones de los engarces (uniones de los bloques)
- h.4 Estructura de coronamiento
- h.5 Obras auxiliares
- h.6 Otros

5.7.3.4 Muelle de tipo abierto sobre pilotes verticales

En este tipo de muelles se sustituye el paramento vertical por un dique de taludes inclinados; la plataforma -- y los pilotes trabajan en conjunto como una estructura -- de pórtico para salvar el claro.

El diseño de estos muelles puede realizarse de acuerdo a la secuela indicada en el diagrama de la fig. III.105 -- conforme a lo siguiente:

a) El diseño por fuerza sísmica para este tipo de muelles se hace de acuerdo al método del coeficiente -- sísmico.

b) Arreglo y dimensiones.

El tamaño de una sección y la distribución de los pilotes, se determina considerando:

- b.1) Ancho del muelle
- b.2) Localización de bodegas

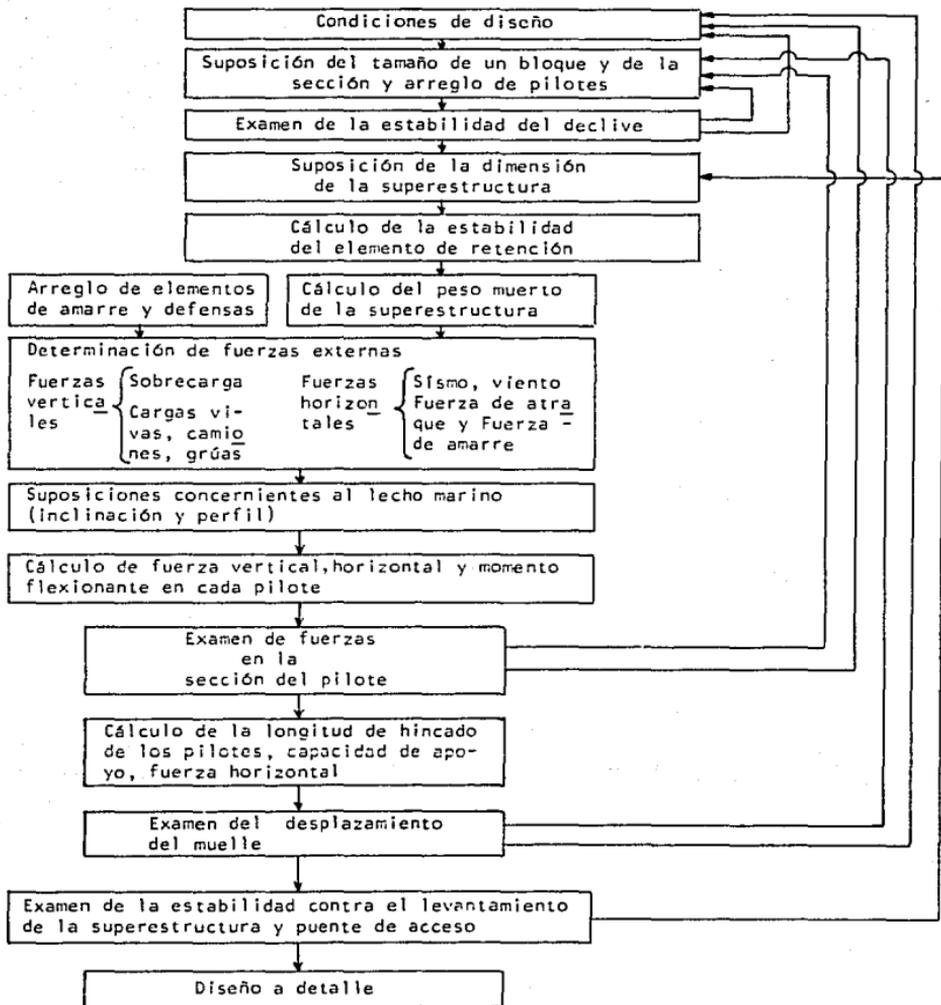


FIG. III.105 DISEÑO DE MUELLES DE TIPO ABIERTO CON PILOTES VERTICALES

- b.3) Estabilidad del fondo marino
- b.4) Condición de existencia de bajamar (malecón, dique; para estabilidad de playas)
- b.5) Problemas en la ejecución de la obra
- b.6) Magnitud de la sobrecarga y cargas vivas
- b.7) Dimensión del equipo de manipulación

c) Dimensiones de la superestructura

Están determinadas por:

- c.1) Intervalos y dimensiones de pilotes
- c.2) Valores de las sobrecarga y carga viva
- c.3) Nivel de marea
- c.4) Problemas de ejecución en la construcción
- c.5) Condición del terreno
- c.6) Arreglo de elementos de amarre
- c.7) Arreglo, tipo y dimensiones de defensas
- c.8) Arreglo de instalaciones auxiliares

d) Fuerzas externas actuantes

Las fuerzas externas a que se hace referencia son:

d.1) Fuerzas verticales.

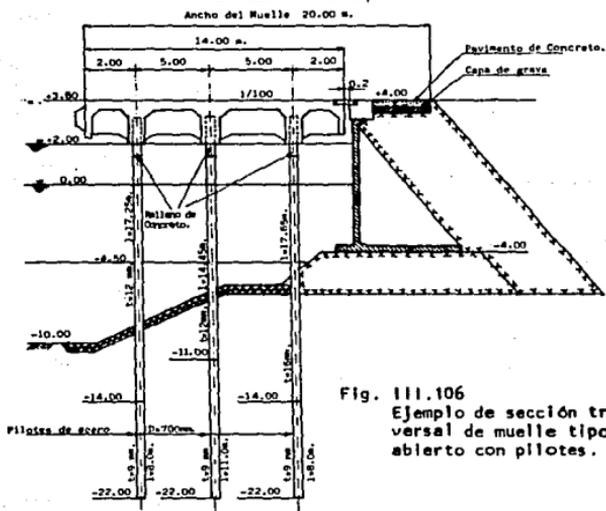
- Peso muerto de la superestructura (1)
- Sobrecarga
- Carga viva (grúas, vehículos, FF.CC. etc)
- Fuerzas de amarre del buque
- Efecto ascensional del agua sobre la estructura (por variación de mareas)

---

(1) Puede considerarse que el peso muerto de la superestructura de concreto reforzado es de  $1.9 \text{ Ton/m}^2$ .

d.2) Fuerzas horizontales.

- Fuerza sísmica de la superestructura
- Fuerza sísmica de la sobrecarga
- Fuerza sísmica de la carga viva
- Carga por viento actuante en carga viva
- Fuerzas tractivas de amarre
- Fuerzas de atraque (2)



e) Suposiciones concernientes al lecho marino.

- e.1) Determinación de la inclinación virtual del talud.

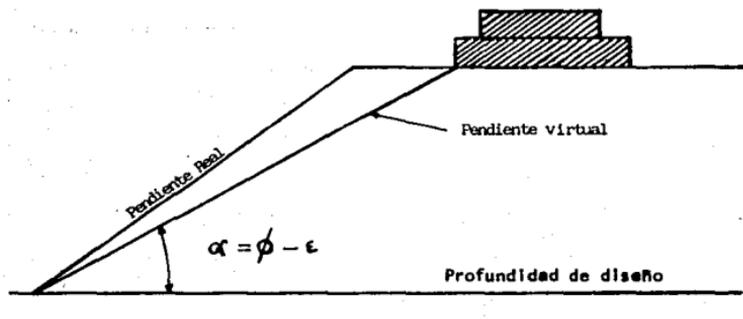
Cuando halla necesidad de diseñar estructuras de retención sobre un fondo marino inclinado,

- (2) Para el cálculo de la fuerza de atraque se asume que la energía efectiva de atraque es absorbida por una sola defensa en principio.

es recomendable ubicar a dichas estructuras - inmediatamente atrás de la pendiente virtualmente modificada como se muestra en la fig. -

III.107

Fig. III.107 Determinación de la pendiente virtual de un talud.



Donde:

$\alpha$  = Inclinación de la pendiente con respecto a un plano horizontal (°),

$\phi$  = Ángulo de fricción interna del material componente del talud.

$\epsilon$  = Ang. Tan K'n

$K'_n$  = Coeficiente sísmico horizontal en agua.

e.2) Superficie virtual del suelo

En caso de pendientes escalonadas, la resistencia lateral y la capacidad de carga de los pilotes se determina asumiendo que las superficies virtuales del suelo para cada pilote es-

tán en la altura media de la profundidad del agua, enfrente del muelle y la profundidad de la superficie real del suelo a los respectivos pilotes (véase fig. III. 108)

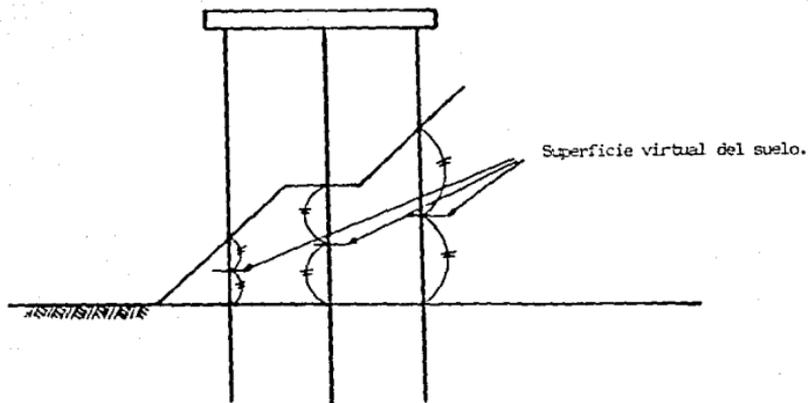


Fig. III.109 Superficie virtual del suelo

f) Diseño de los pilotes

En el diseño de muelles tipo abierto sobre pilotes, la resistencia lateral, momento flexionante y fuerza axial de los pilotes, así como el momento flexionante y la fuerza cortante de la superestructura se pueden calcular por el método de puntos fijos virtuales en el que además se considera que la superestructura y los pilotes conforman una armadura rígida.

f.1) Coeficiente de reacción horizontal del suelo - (Kn)

El coeficiente de reacción horizontal del sue-

lo para calcular las fuerzas horizontales de los pilotes se obtiene por pruebas de carga horizontal.

Cuando exista impedimento para realizar el ensayo de carga, el valor  $K_h$  se obtiene de la fórmula:

$$K_h = 0.15 N$$

Donde:

$K_h$  = Coeficiente de reacción horizontal del suelo ( $\text{kg/cm}^2$ )

$N$  = Valor obtenido de la prueba de Penetración Estandar, hasta una profundidad  $1/\beta$  (Ver fig. III.109.a)

#### f.2) Puntos fijos virtuales

Considerando que los pilotes estén fijos a 1/ debajo de la superficie virtual del suelo, entonces:

$$\beta = \sqrt{\frac{K_n \cdot D}{4EI}}$$

Donde:

$K_n$  = Coeficiente de reacción horizontal del suelo ( $\text{Kg/cm}^2$ )

$D$  = Diámetro del pilote (cm)

$EI$  = Rígidez a la flexión del pilote ( $\text{kg/cm}^2$ ).

g) Fuerzas que actúan sobre los pilotes

g.1) La fuerza horizontal distribuida a los respectivos cabezales de los pilotes se calcula por los siguientes métodos:

- Cuando sea despreciable la rotación torsional del bloque del muelle

$$H_i = \frac{K_{H_i}}{\sum K_{H_i}}$$

- Cuando deba tomarse en cuenta la rotación torsional del bloque del muelle.

$$H_i = \frac{K_{H_i}}{\sum K_{H_i}} H + \frac{K_{H_i} X_i}{\sum K_{H_i} X_i^2} e H$$

Donde:

$H_i$  = Fuerza horizontal distribuida en el pilote  $i$  (ton).

$K_{H_i} = \frac{12 EI_i}{(h_i + \frac{1}{\beta_i})^3}$  = constante de resorte horizontal del pilote

$\frac{1}{\beta_i}$  = Profundidad desde la superficie virtual del suelo del pilote  $i$  (m)

$EI_i$  = Rigidez a la flexión del pilote  $\text{Ton}\cdot\text{m}^2$

$H$  = Fuerza horizontal que acciona en un bloque (ton)

$e$  = Distancia entre el eje simétrico de un bloque del muelle y la línea de aplicación de la fuerza horizontal (m)

$X_i$  = Distancia desde el eje simétrico de un bloque del muelle hasta el pilote

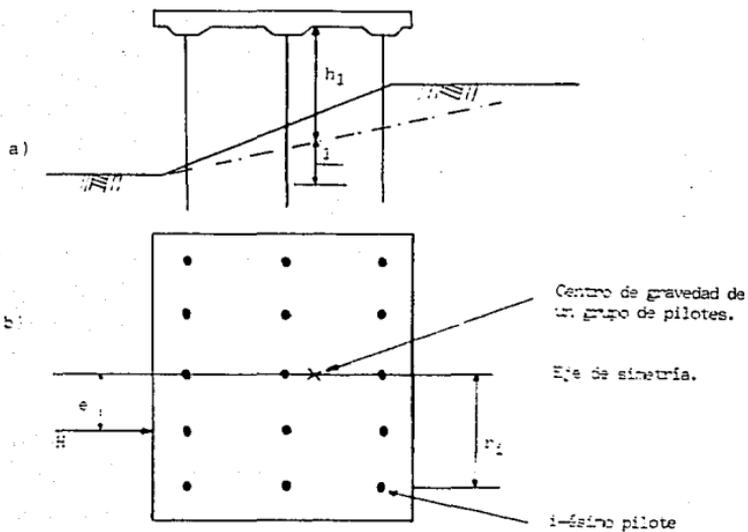


Fig. III.109 Colocación de pilotes y punto de aplicación de la fuerza horizontal

g.2) Desplazamiento del muelle en conjunto y por pilote.

El desplazamiento ( $\Delta$ ) horizontal del muelle es:

$$\Delta = \frac{H}{\sum_i K_{Hi}}$$

La rotación torsional ( $\alpha$ ) del muelle es:

$$\alpha = \frac{e H}{\sum K_{H_i} X_i^2}$$

El desplazamiento de la parte superior del pilote:

$$\Delta_i = \frac{H}{\sum K_{H_i}} + \frac{X_i}{\sum K_{H_i} X_i} e H = \Delta + \alpha X_i$$

g.3 El momento flexionante aplicado en la parte superior de cada pilote se obtiene:

$$M_i = \frac{1}{2} \left( h_i + \frac{1}{\rho_i} \right) H_i$$

Donde:

$M_i$  = Momento flexionante en la cabeza del  $i$ -ésimo pilote. (ton - m)

g.4 La fuerza axial en cada pilote se calcula -- con la fórmula siguiente:

$$P_i = h P_i + v P_i$$

Donde:

$P_i$  = Fuerza axial del  $i$ -ésimo pilote (ton)

$v P_i$  = Fuerza axial del  $i$ -ésimo pilote por carga vertical (ton).

$h P_i$  = Fuerza axial del  $i$ -ésimo pilote por carga horizontal (ton).

$$h P_i = S_{i,i-1} + S_{i,i+1} = \frac{M_{i-1,i} + M_{i,i-1} - M_{i,i+1} - M_{i+1,i}}{L}$$

$S_{i,i-1}$  = Fuerza cortante de la viga en el lado del pilote ( $i-1$ )-ésimo a la cabeza del pilote  $i$ -ésimo, causado por la fuerza horizontal (ton)

$S_{i,i+1}$  = Fuerza cortante de la viga en el lado del pilote  $(i+1)$ -ésimo a la cabeza del pilote  $i$ -ésimo, causado por la fuerza horizontal (ton)

$M_{i-1,i}$  = Momento flexionante de la viga en el lado del pilote  $i$ -ésimo a la cabeza del pilote  $(i-1)$ -ésimo, -- causado por la fuerza horizontal (ton-m).

$M_{i,i-1}$  = Momento flexionante de la viga en el lado del pilote  $(i-1)$ -ésimo a la cabeza del pilote  $i$ -ésimo, causado por la fuerza horizontal --- (ton-m).

$M_{i,i+1}$  = Momento flexionante de la viga en el lado del pilote  $(i+1)$ -ésimo a la cabeza del pilote  $i$ -ésimo, causado por la fuerza horizontal --- (ton-m).

$M_{i+1,i}$  = Momento flexionante de la viga en el lado del pilote  $i$ -ésimo a la cabeza del pilote  $(i+1)$ -ésimo, - causado por la fuerza horizontal (ton-m).

$L$  = Claro de la viga (m) (Intervalo - entre pilotes).

Quando el momento en la cabeza del pilote --  $i$ -ésimo sea  $M_i$ , los valores de  $M_{i-1}$  y ---  $M_{i+1}$  en un punto de apoyo intermedio, se obtienen de acuerdo a la fórmula siguiente, - y en un punto de apoyo extremo, el momento -

en la cabeza del pilote debe tomarse por  $M_i$   
(véase la figura III.110)

$$M_{i,i-1} = a M_i$$

$$M_{i,i+1} = b M_i$$

donde:

$a = 0.60, b = 0.60$  en el caso de dos ---  
claros.

$a = 0.50, b = 0.70$  a la cabeza del segundo  
pilote.

$a = 0.70, b = 0.50$  a la cabeza del tercer  
pilote en el caso de tres claros.

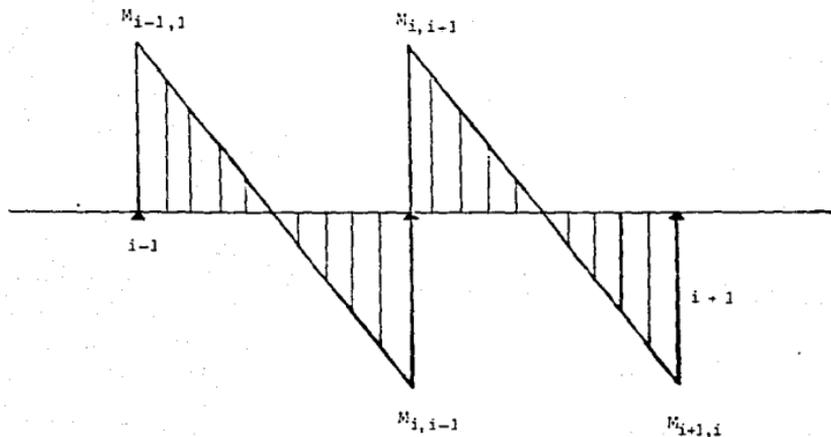


Fig. III.110 Distribución de momentos en cabezales de pilotes

h) Esfuerzos en los pilotes

Los esfuerzos en un pilote se calculan mediante la expresión:

$$\bar{\sigma} = \frac{P}{A} \pm \frac{M}{Z}$$

Donde:

$\bar{\sigma}$  = Esfuerzo en el pilote ( $\frac{Kg}{cm^2}$ )

P = Fuerza axial en el pilote (Kg)

A = Area de la sección transversal del pilote ( $cm^2$ )

M = Momento flexionante del pilote (Kg-cm)

Z = Módulo de sección del pilote ( $cm^3$ )

i) Longitud de hincado

No existen reglas fijas para determinar la longitud de hincado de pilotes en taludes, sin embargo, se debe considerar que solo el suelo por debajo de la superficie virtual funciona como terreno efectivo.

j) Longitud de hincado para resistencia lateral.

La longitud de empotramiento de cada pilote debe ser  $(3/\beta)$  por debajo de la superficie virtual del terreno. Lo anterior es resultado de análisis de resistencia lateral de pilotes.

k) Diseño del elemento de retención

El diseño del elemento de retención de un muelle de tipo abierto se hace de acuerdo con el tipo de estructura.

## 1) Estabilidad del declive

La estabilidad contra la falla de talud debido al peso propio o sobrecarga, se recomienda analizarla como un problema bidimensional, considerando falla circular o falla plana

### 1.1) Falla circular

El factor de seguridad para calcular el deslizamiento de un talud suponiendo falla circular se calcula con la ecuación:

$$F = \frac{R \sum (c_l + w' \cos \alpha \tan \phi) - \sum (cb + w' \cos^2 \alpha \tan \phi) \sec \alpha}{\sum w_x + \sum H_a} \frac{\sum (cb + w' \cos^2 \alpha \tan \phi) \sec \alpha}{\sum w \sin \alpha + \frac{1}{R} \sum H_a}$$

Donde:

F = Factor de seguridad contra el deslizamiento.

R = Radio del círculo de deslizamiento (m)

C = Cohesión del suelo (ton/m<sup>2</sup>)

l = Longitud de la base de una dovela (m)

W' = Peso efectivo de una dovela (suma del peso del suelo sumergido y de la sobrecarga) (ton/m)

W = Peso total de una dovela (suma total del peso del suelo, agua y sobrecarga) (ton/m)

H = Fuerza externa horizontal que actúa en la masa del suelo en el círculo de falla (tales como presión hidrostática, fuerza sísmica, presión de oleaje) (ton/m)

a = Longitud del brazo de palanca de la fuerza externa H al centro del círculo de --

falla (m).

$x$  = Distancia horizontal entre el centro de gravedad de una dovela y el centro de círculo de falla (m)

$\alpha$  = Angulo que se forma al trazar una tangente al círculo de falla por la base de una dovela y un plano horizontal de referencia (grados)

$b$  = Ancho de una dovela (m)

$\phi$  = Angulo de fricción interna del suelo (grados).

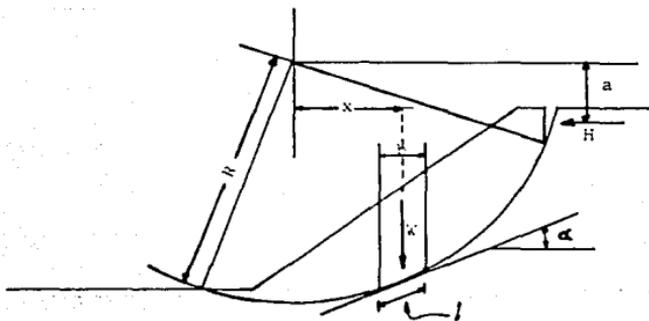


Fig. III.111: Análisis de la estabilidad de un declive por un deslizamiento circular

El método de análisis consiste en un procedimiento de tanteos en el que se fijan distintos círculos de falla calculando el factor de seguridad en cada uno; es preciso que "F" no sea menor de 1.5 en general para garantizar en la práctica la estabilidad de un talud.

### 1.2) Falla plana

Para el análisis de estabilidad de un talud -- por falla plana el factor de seguridad se determina con la relación:

$$F = \frac{\sum [c + (w' \cos \alpha - H \sin \alpha) \tan \phi]}{\sin \alpha \sum w' + \cos \alpha \sum H}$$

En la que:

F = Factor de seguridad contra deslizamiento.

c = Cohesión del suelo ( $\text{ton}/\text{m}^2$ )

l = Longitud de la base de una dovela (m)

w' = Peso efectivo de una dovela (peso del suelo sumergido) ( $\text{ton}/\text{m}$ )

H = Fuerza externa horizontal actuante en el talud (presión hidrostática, fuerza sísmica, presión de oleaje). ( $\text{ton}/\text{m}$ )

$\phi$  = Angulo de fricción interna del suelo -- (grados)

$\alpha$  = Angulo formado entre el plano de falla y un plano horizontal de referencia -- (grados)

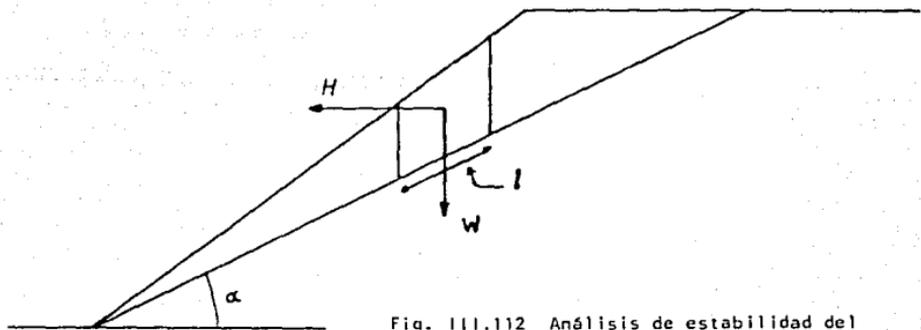


Fig. III.112 Análisis de estabilidad del talud por falla plana

El factor de seguridad admisible contra-falla plana debe ser mayor o igual a 1.2, en condiciones ordinarias y 1.0 o mayor-en el caso de sismo.

m) Diseño a detalle

En el diseño de la superestructura se utiliza la combinación de cargas siguiente:

m.1) Losa de piso y puente de acceso.

- Peso muerto + sobrecarga
- Peso muerto + carga viva
- Peso muerto + empuje ascensional

m.2) V i g a .

- Peso muerto + sobrecarga
- Peso muerto + carga viva
- Peso muerto + efecto
- Efecto de arreglo elástico de pilotes

En la combinación de cargas antes indicada se-desprecia el efecto de impacto de las cargas - y efectos de frenado de los equipos sobre la - superficie del muelle.

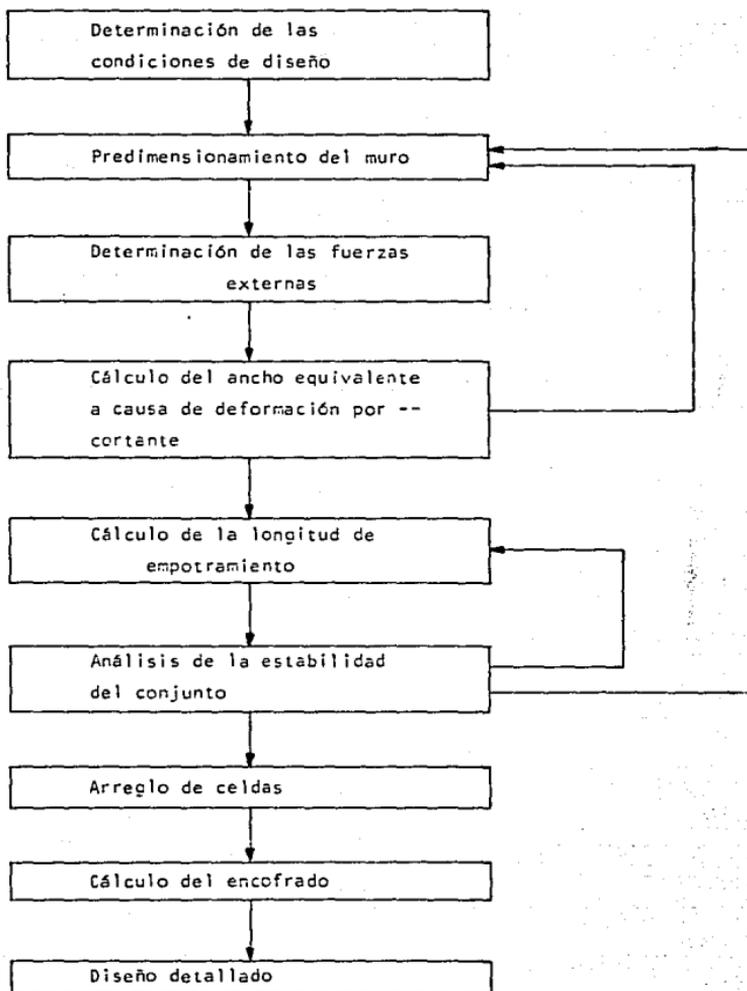


Fig. III.113 Secuencia de diseño del muelle de mamparos celulares.

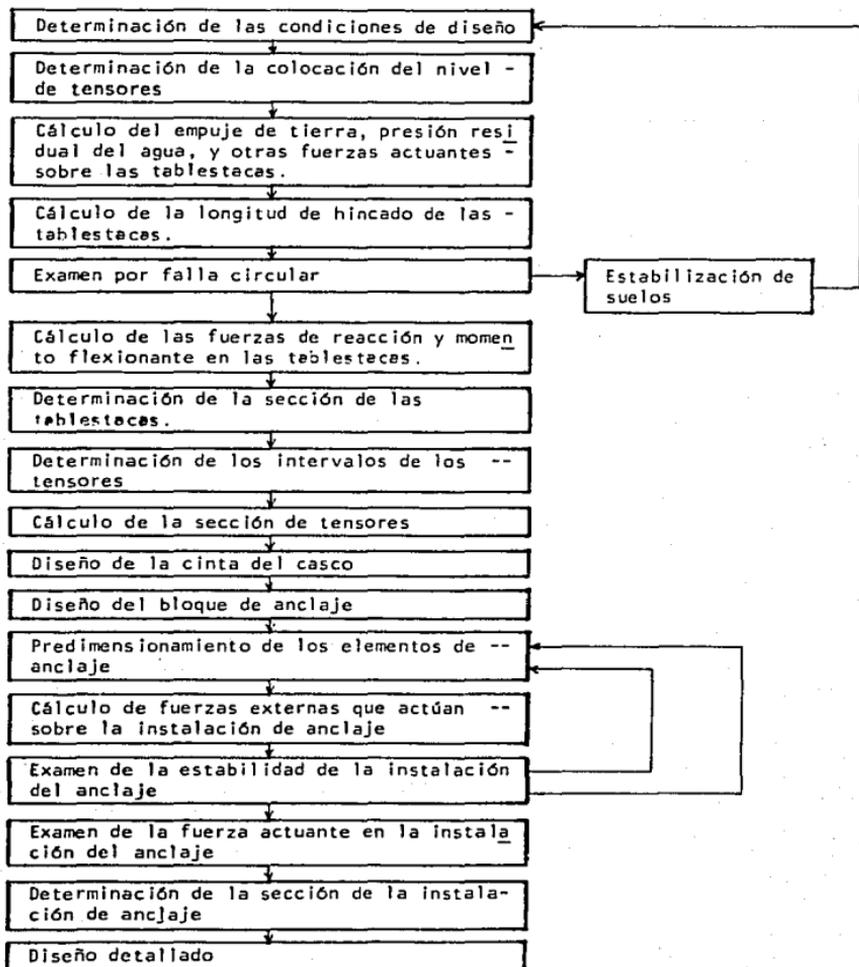


Fig. III.114 Secuencia de diseño de muelles de tablestacas.

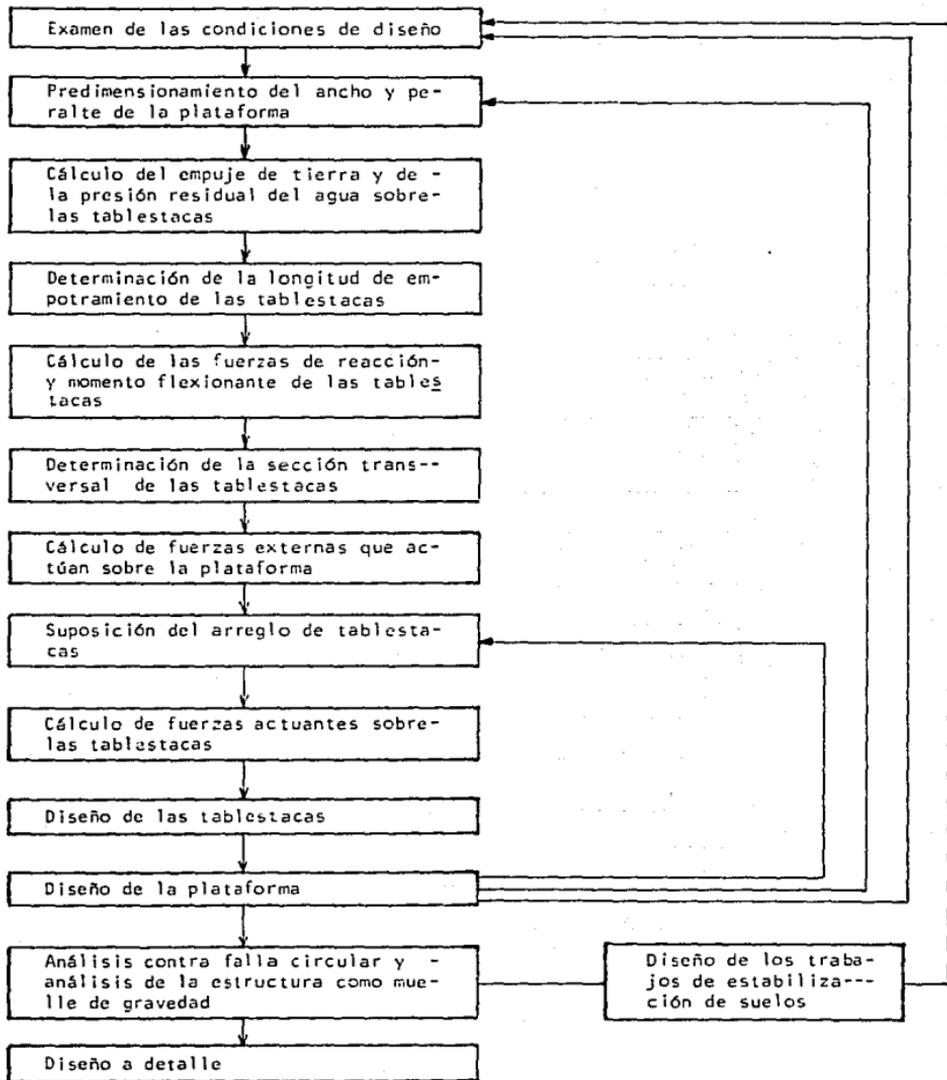


Fig. III.115 Secuencia de diseño de muelles con tablestacas y plataforma.

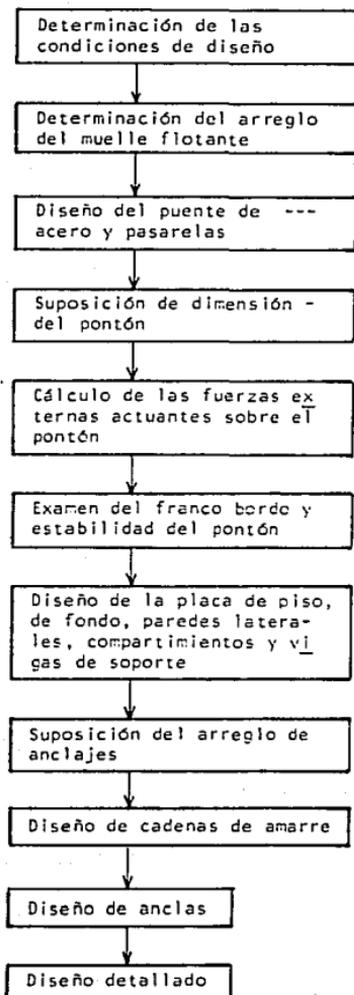


Fig. III.116 Secuencia para el diseño de muelles flotantes.

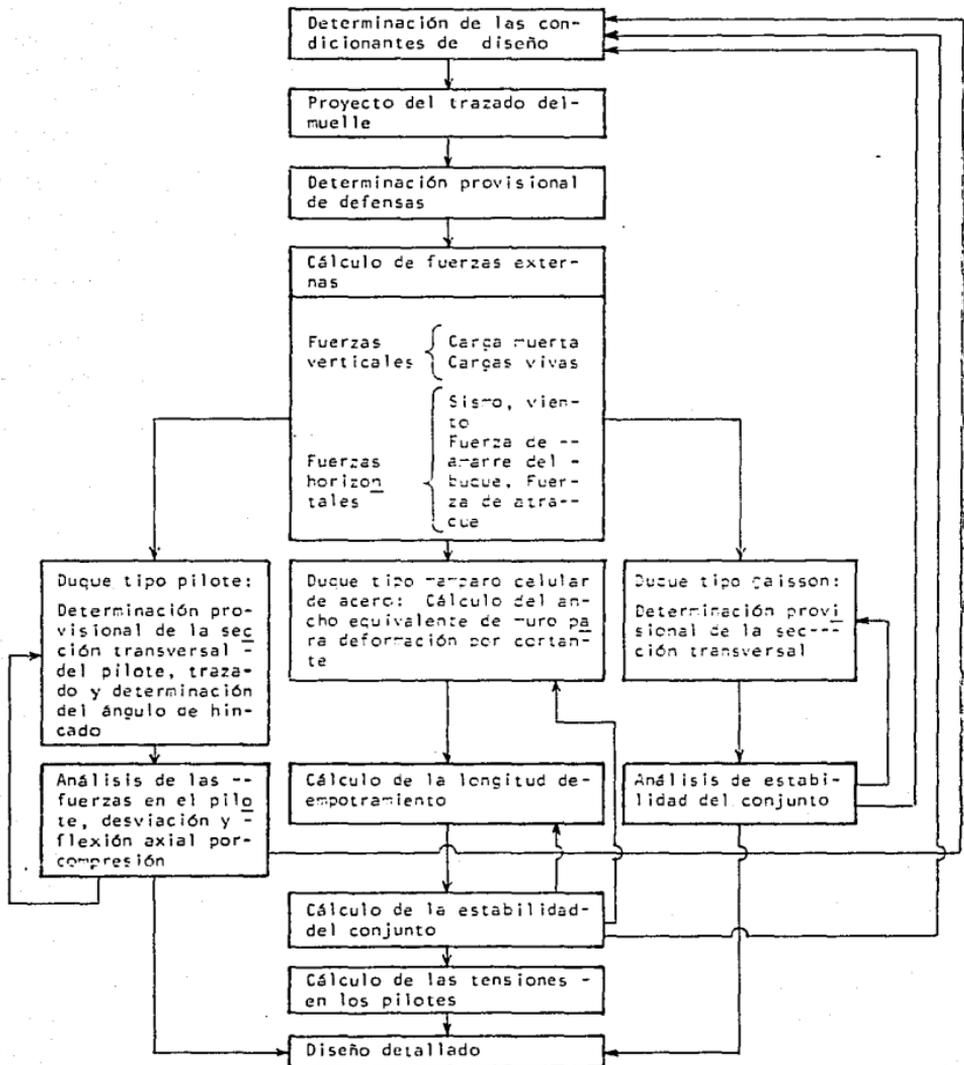


Fig. III.117 Secuencia para el diseño de pantalanes.

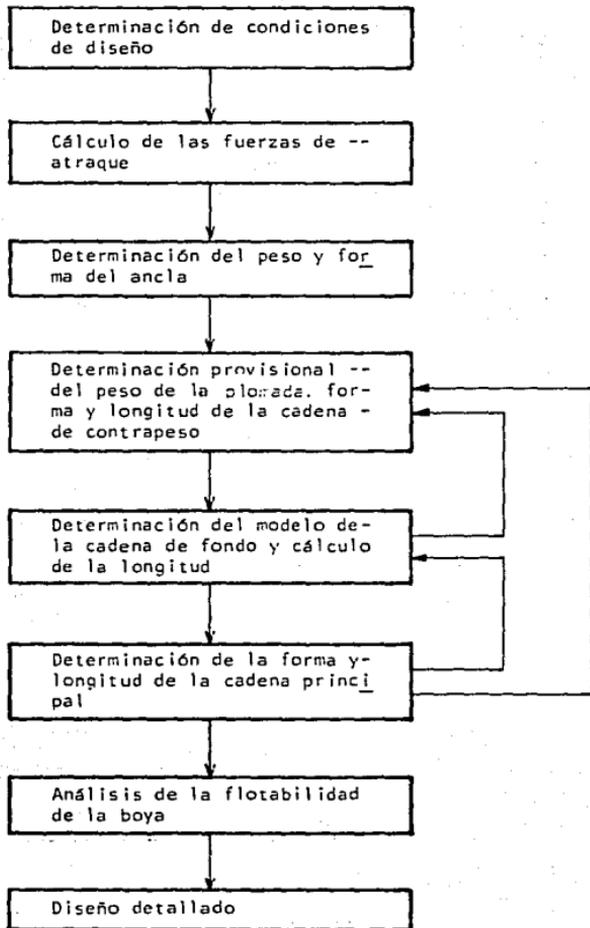


Fig. III.118 Secuencia para el diseño de boyas de amarre.

### III.5.8 INSTALACIONES AUXILIARES

En el diseño de los muelles, es necesario efectuar el análisis de las instalaciones auxiliares.

Estas instalaciones auxiliares son: defensas, bitas, instalaciones hidráulicas, instalaciones para suministro de combustible, tomas de fuerza, desagües, escaleras, rampas, escalas, seguridad contra incendio y en general todas aquellas instalaciones que permitan proporcionar a la embarcación y a la carga, los servicios que se demandan al arribar una embarcación a un muelle.

Las instalaciones imprescindibles en un muelle son las de defensa y amarre; a continuación se trata su diseño.

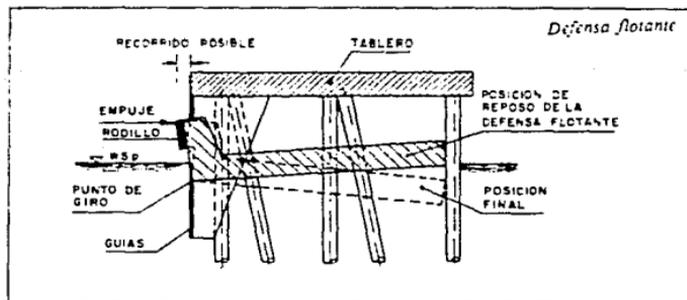
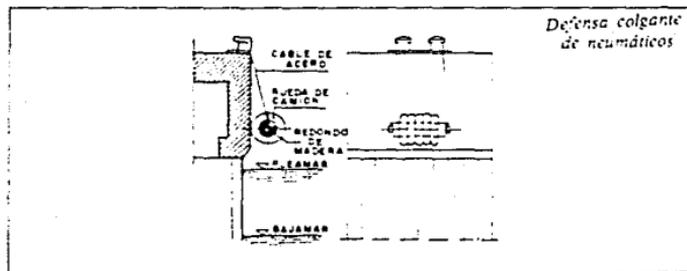
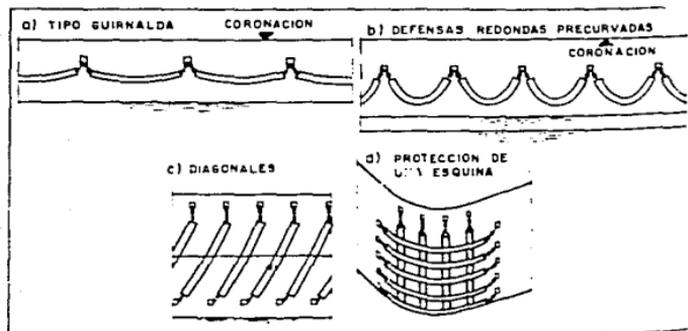
#### III.5.8.1 Instalaciones de defensa

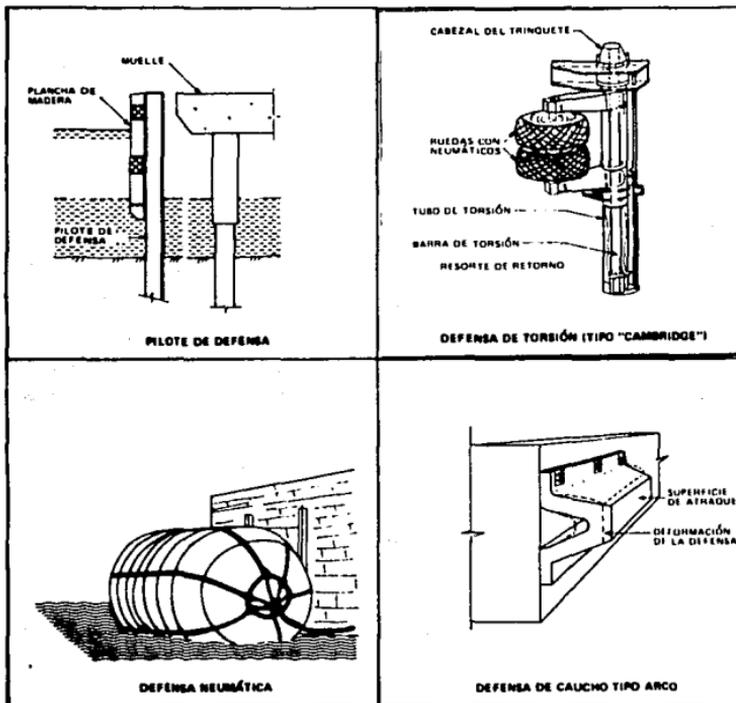
Su función es reducir la energía de choque del barco al llegar al muelle y proporcionar protección contra posibles daños tanto al muelle como a la nave. Se les denomina sistemas de defensas o simplemente "defensas".

Existen los siguientes tipos:

- 1.- Fijas
- 2.- Colgantes
- 3.- Con pilotes
- 4.- De gravedad
- 5.- De resorte de acero
- 6.- Hidráulicas
- 7.- Hidroneumáticas
- 8.- O t r a s

Fig. III.119 Ejemplos de defensas





Las más comunes son las fabricadas a base de hule (colgantes o fijas) y las que utilizan llantas usadas de caucho.

Para el caso de las defensas fabricadas exproceso en su diseño ha de considerarse la energía que el barco ejerce al atracar, de acuerdo con la fórmula siguiente.

$$E = (Wd + Wa) \cdot \frac{V^2}{2g} \cdot \frac{1}{1 + \frac{L}{r}}$$

Donde:

E = Energía efectiva de atraque del buque (ton-m)

g = Aceleración de la gravedad (m/seg<sup>2</sup>); g = 9.81 m/seg<sup>2</sup>

Wd = Desplazamiento del buque a plena carga (ton)

Wa = Peso adicional del agua que se desplaza (ton)

$$Wa = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot L \cdot \gamma_a$$

V = Velocidad de atraque del buque (m/seg)

l = Longitud medida a lo largo del muelle desde el punto de contacto hasta el centro de gravedad del buque (m) - (Ver. Fig. III.120).

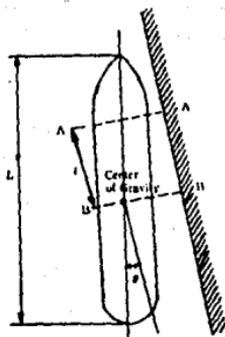
r = Radio de giro en torno al eje vertical a través del -- centro de gravedad del buque en un plano horizontal -- (m).

D = Calado máximo del buque de diseño (m)

L = Eslora del buque de diseño (m).

$\gamma_a$  = Peso específico del agua de mar (ton/m<sup>3</sup>)

Fig. III.120 Ilustración del atraque de un barco



Como puede apreciarse en la primera ecuación, al aumentar el número de defensas, "I" se hace casi igual a "r", con lo -- cual es menor la energía efectiva que se transmite a la de-- fensa, además de que, entre más defensas se instalen menor -- es la posibilidad de daño.

Para el caso de defensas prefabricadas, después de efectuar-- la cuantificación de la energía se procede a calcular la lon-- gitud de defensa requerida de acuerdo a gráficos que propor-- ciona el fabricante. Véase por ejemplo el monograma para de-- fensas de un fabricante (defensas fijas tipo V) y el diagra-- ma: deflexión - carga, deflexión - energía de la gráfica - (Ver figs. 111.122, 123 y 124).

Por lo que se puede advertir, es posible determinar la ener-- gía que absorbe la defensa, la energía restante la absorbe - la nave y el muelle; este último lo hace en su mayor parte.

$$E_m = E_E - E_D$$

en la que:

$E_m$  = energía que se transmite al muelle (ton-m)

$E_E$  = energía de la embarcación al atracar (ton-m)

$E_D$  = energía que absorbe la defensa (ton-m)

Para definir el sistema de defensas que se utilizará en un -- proyecto de muelle, es conveniente proceder de acuerdo al -- diagrama mostrado en la fig. 111.121 .

#### 111.5.8.2 INSTALACIONES DE AMARRE

Bajo esta denominación se agrupan los elementos denominados-- bitas, argollas, postes y todos aquellos elementos que pue-- den utilizarse para atar las cuerdas de los barcos, con el -

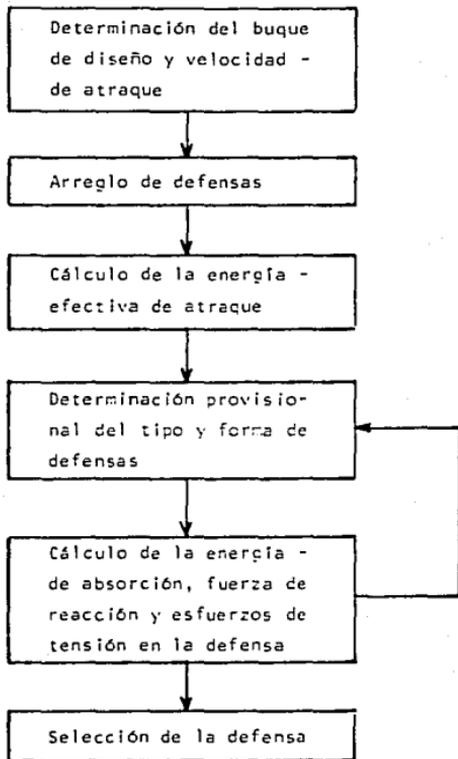
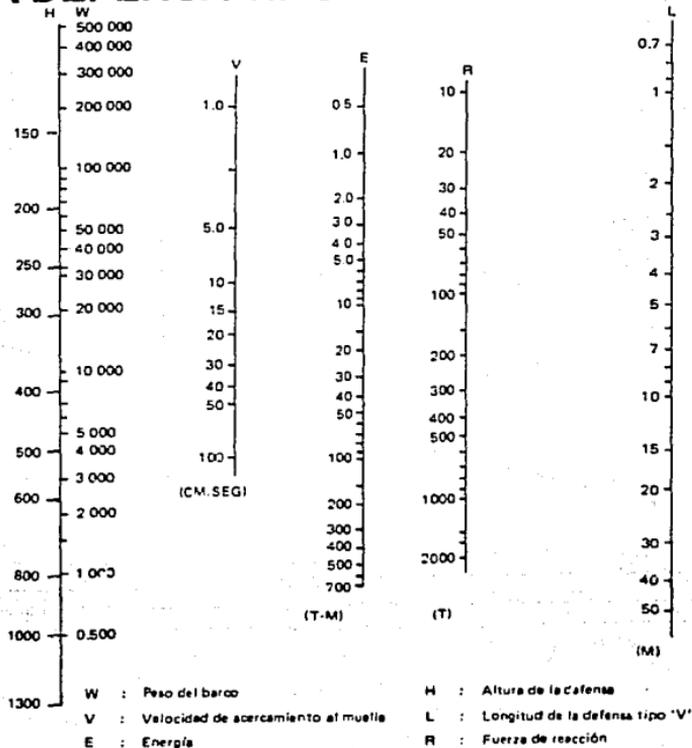


Fig. III.121 Diagrama de flujo para el diseño de un sistema de defensas.

Fig. III.122

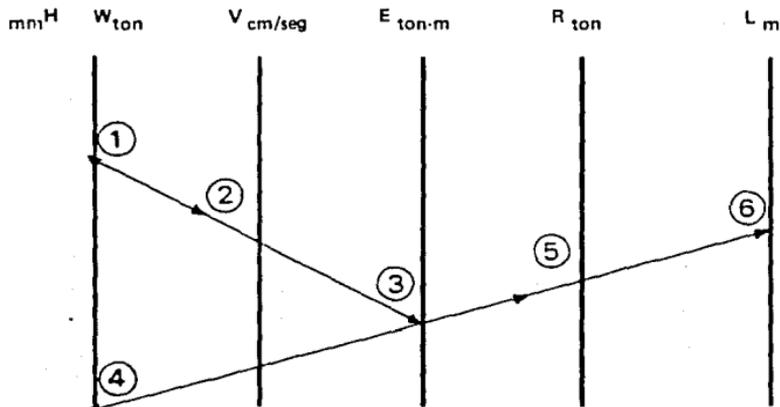
# NOMOGRAMA PARA SELECCION DE LA DEFENSA TIPO V PARA MUELLE



# SELECCION DE DEFENSAS MARINAS

Se usará un compuesto de hule con una deflexión de  $45^\circ$  máximo y dureza Shore "A"  $65^\circ \pm 5$ .

EXPLICACION GRAFICA del uso del Nomograma para determinar la medida de la defensa

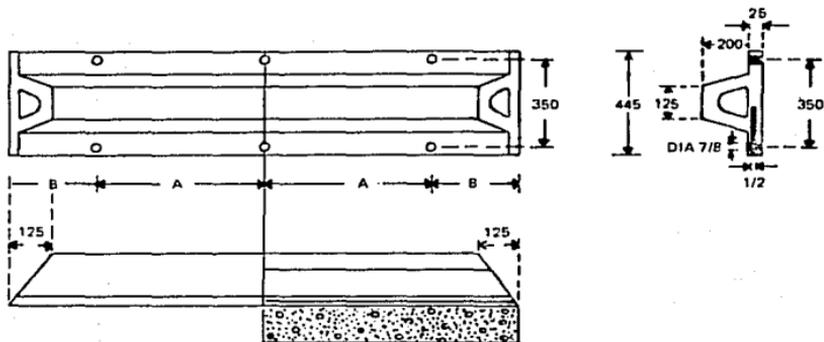


El peso  $W$  del barco es estimado, la velocidad del acercamiento es determinada y la energía cinética del barco se obtiene extendiendo la línea del punto (1) al punto (2) hasta llegar al (3). El siguiente paso es teniendo estimado el valor de  $H$  o  $L$ , trazando una línea con la intersección de  $E$  se puede tener: La fuerza de reacción " $R$ " la altura " $H$ " o la longitud de la defensa " $L$ ".

Fórmulas para calcular fuerza de reacción " $R$ " y Absorción de Energía " $E$ " teniendo las medidas de la defensa y usando un compuesto de hule de dureza  $65^\circ$  Shore "A"

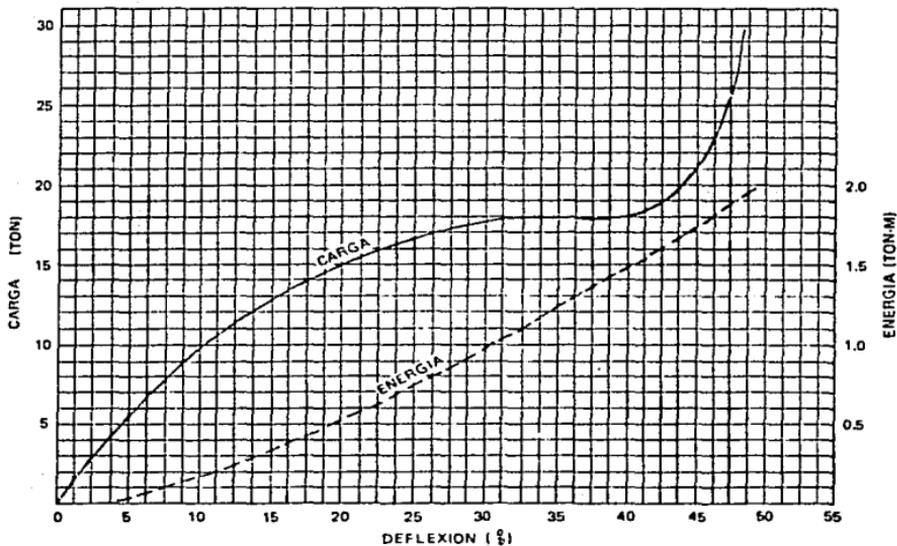
$$\begin{aligned} "R" &= 75 HL \\ "E" &= 25 H^2 L \end{aligned}$$

Fig. III.124



A y B opcionales según longitud de defensa.

## V-200 H 1000 L



objeto de que estos permanezcan sujetos a la estructura de -  
atraque.

De este tipo de instalaciones, las más conocidas son las bi-  
tas, forjadas a base de acero, cuya forma generalmente pa-  
rece un hongo, no sigue un patrón único definido. La fig.  
III.125 muestra tres de las formas más comunes de bitas.

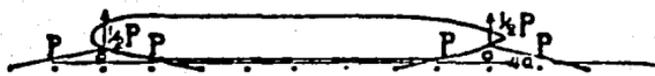
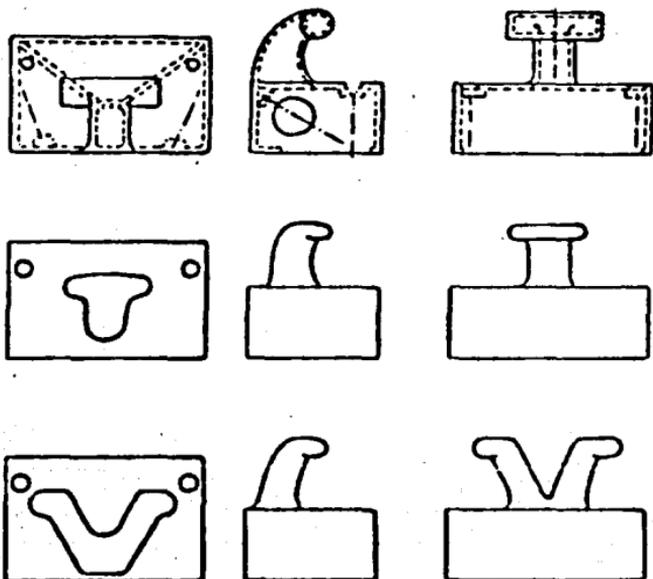


Fig. III.125 Bitas más comunes

Las instalaciones de amarre deben diseñarse de tal manera que ellas o su anclaje, fallen antes de poner en peligro la estabilidad del muelle, pero también deben ser capaces de soportar las fuerzas producidas en la embarcación por el viento en condiciones de tormenta.

La fuerza de tracción que actúa sobre una bita se calcula en función a la fuerza actuante del viento sobre la superficie del muelle, misma que se obtiene mediante la fórmula:

$$F = K \cdot \frac{Q \cdot S}{2g} \cdot V^2$$

en la que:

F = Empuje normal al muelle (Kg)

S = Superficie de la obra muerta del buque en lastre en el plano de la eslora ( $m^2$ ).

Q = Densidad específica del aire =  $1.28/9.81 = 0.13$  -  
(  $\frac{Kg \cdot seg^2}{m^4}$  )

V = Velocidad máxima del viento en el lugar de emplazamiento a una altura de 10 m ( m/seg)

K = Coeficiente de forma = 1.3 (según Hoerner) = ángulo de la dirección del viento respecto de la normal al muelle.

Para el cálculo de la tensión sobre la bita es conveniente considerar un ángulo de  $30^\circ$  sobre la horizontal, en la que actuará dicha fuerza tractiva.

Los diseñadores de E.U.A. denominan a las estructuras de amarre de extremos como bolardos (señalados con las letras A y B en la Fig. III.126 ) y a las resiantes como bitas.

De acuerdo a lo anterior, el cuadro No. III.19 indica la magnitud de las fuerzas tractivas sobre bitas y bolardos.

CUADRO III. 19

Tonelaje bruto de registro	Fuerza de tensión - sobre --- bolardos- (ton)	Fuerza de tensión - sobre bitas (ton)
200 - 500	15	10
501 - 1000	25	15
1001 - 2000	35	15
2001 - 3000	35	25
3001 - 5000	50	25
5001 - 10000	70	35
10000 - 15000	100	50
15001 - 20000	100	50
20001 - 50000	150	70
50001 - 100000	200	100

La fuerza de tensión de embarcaciones no consideradas en el cuadro No. III. 19 y las fuerzas de apoyo utilizadas -- para acomodo de naves con agitación fuerte de agua, así como para aquellas instalaciones de atraque que se encuentran expuestas a condiciones severas de agitación, debe ser determinada considerando precisamente esas fuerzas extraordinarias.

El espaciamiento máximo y el mínimo número de bitas por cada tramo de atraque se da en la tabla siguiente.

Tonelaje de registro bruto (ton)	Máximo espaciamiento de bitas ( m )	Mínimo Número de bitas por tramo
- 2000	10 - 15	4
2001 - 5000	20	6
5001 - 20000	25	6
20001 - 50000	35	8
50001 - 100000	45	8

Cuadro No. III.20 Arreglo de bitas

Para cada conexión de un atracadero con otro deben intercambiarse dos bitas más, entre los dos bolardos correspondientes.

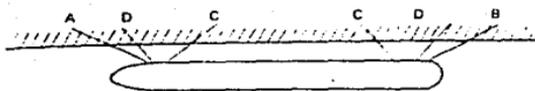


Fig. III.126 Posición de las cuerdas de amarre

- (A) Cuerda de proa
- (B) Cuerda de popa
- (C) Cuerda de pechera
- (D) Cuerda de resorte

## 111.6 SEÑALAMIENTO MARITIMO

## NAVEGACION

La navegación es la ciencia que estudia el desplazamiento rápido de un buque sobre la superficie del globo, para lo cual es necesario que el navegante pueda en todo momento determinar su posición con la precisión suficiente.

La precisión requerida y el tiempo aceptable para determinar la posición del buque en las distintas fases de la navegación se resumen en el cuadro siguiente, propuesto por la Conferencia Internacional sobre Ayudas Radioeléctricas a la Navegación.

CUADRO 111. 21

FASE DE NAVEGACION	DISTANCIA AL PELIGRO MAS PROXIMO	ORDEN DE MAGNITUD DE LA PRECISION REQUERIDA	TIEMPO ACEPTABLE PARA DETERMINAR LA POSICION
Oceánica	Más de 50 millas náuticas	+ 1½ de la distancia al peligro	15 minutos
Recalada, aproximación a la costa y a un puerto	Entre 50 y 3 millas	+ 0.5 a + 0.1 millas náuticas	De 6 minutos a ½ minuto.
Canales, pasos estrechos, puertos etc.	Menos de 3 millas	+ 50 metros	Posición y ruta instantáneamente.

Las señales marítimas tienen como finalidad proporcionar a los navegantes los medios adecuados para que puedan seguir en sus desplazamientos de puerto a puerto la ruta más adecuada, advirtiéndoles al mismo tiempo de los peligros y obstáculos que en ellas puedan encontrar.

Desde las más sencillas marcas naturales utilizadas en los primeros tiempos de la navegación, hasta los más perfeccionados sistemas establecidos en la actualidad, la señalización marítima se ha ido desarrollando tratando de satisfacer las necesidades planteadas, paralelamente al desarrollo de la ciencia, habiéndose --

llegado a conseguir prácticamente que unas condiciones desfavorables de visibilidad no constituyan un obstáculo para que un buque pueda seguir la ruta deseada, sin retraso en su horario y con la seguridad requerida.

Los métodos tradicionales de determinación de la situación de un buque son: las observaciones astronómicas y las observaciones terrestres. Una observación astronómica efectuada sobre un cuerpo celeste proporciona una línea de posición, siendo por tanto necesario una segunda observación para obtener, en la intersección de las dos líneas de posición, la del buque. Se puede obtener la situación, bien efectuando observaciones sobre dos objetos, o bien efectuando dos observaciones sobre el mismo objeto, separadas en un intervalo de tiempo estimado.

El cálculo de la situación mediante observaciones terrestres, se realiza generalmente determinando las demoras, con ayuda del compás de puntos fijos conocidos a fin de obtener dos líneas de posición.

Existen ciertas limitaciones para la determinación de la posición por medio de observaciones visuales, tanto astronómicas como terrestres, siendo la principal la visibilidad.

#### III.6.1 CLASIFICACION GENERAL DE SEÑALES MARITIMAS

Se puede hacer una clasificación de las señales marítimas sobre bases muy diferentes, como puede ser por su destino, por su visibilidad, por su emplazamiento etc.

#### III.6.2 SEÑALES VISUALES

Dentro de las señales para ayuda a la navegación, las visuales constituyen el grupo más importante. Son las más fáciles de reconocer por los navegantes, no precisan para su utilización de ningún medio auxiliar y permiten determinar

exactamente la posición del lugar, bien sobre la carta o en relación a los puntos de interés cabos, bajos, escollos, muros de diques, etc., en que se encuentren situados.

Estas marcas o señales visuales son objetos naturales o artificiales fácilmente reconocibles por su forma o color, situados en una posición tal que puedan ser identificados en una carta o tener una significación conocida por la navegación. A las mismas se les denomina señales fijas, cuando permanece su posición como en el caso de las situadas en tierra, en un islote, o en un dique; o flotantes, cuando están situadas sobre un cuerpo móvil como un barco faro o una boya.

Las marcas artificiales pueden clasificarse en faros, balizas, enfilaciones, luces de puerto y boyas. Las balizas, enfilaciones y boyas pueden ser luminosas o ciegas, según estén dotadas de luz o carezcan de ella.

Existen diversos criterios para establecer la diferenciación entre las denominaciones de "faro" y "baliza". La Asociación Internacional de Señalización Marítima no establece diferenciación entre tales conceptos, sino que clasifica las luces en "de más de 100 candelas" o "de menos de 100 candelas".

En los planos sobre ayudas a la navegación estudiados por el Servicio de Señales Marítimas, se consideran como faros las señales luminosas con alcance nominal igual o superior a 10 millas náuticas (1 milla náutica = 1.85 Km) situadas en puntos destacados de la carta, cabos, islas, entradas de puertos o estuarios, etc.

Las restantes luces, destinadas a marcar islotes, bajos, escollos y otros accidentes con alcance nominal inferior a 10 millas náuticas, se clasifican como balizas.

### III.6.2.1 Particularidades de las luces

Las señales luminosas para su identificación por los navegantes se distinguen por su apariencia o característica luminosa y su alcance.

#### 6.2.1.1 Apariencia o característica luminosa

Apariencia o característica de una luz de ayuda a la navegación es el conjunto de particularidades de coloración o de ritmo o de ambas que permiten identificarla.

Los colores de las luces empleadas en las señales marítimas son: rojo, blanco, verde y amarillo. Este último se utiliza exclusivamente para marcas cuyo objeto principal no es el de ayuda a la navegación, sino el de indicar una zona especial o una configuración, por ejemplo: zonas de depósito de materiales, estaciones de adquisición de datos, situación de cables o de oleoductos, etc.

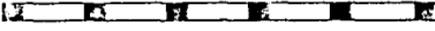
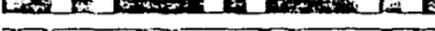
Apariencias	Representación
Destellos	
Ocultaciones	
Isófase	
Grupos de dos destellos	
Grupos de dos ocultaciones	
Centelleante	
Grupos de diez destellos	

Fig. III.127

### 6.2.1.2 Alcance

El alcance de una marca visual puede referirse a:

- a) **ALCANCE GEOGRAFICO.-** Es la máxima distancia a la que un faro o cualquier otra señal de ayuda a la navegación puede ser vista por un observador en función, en parte de la curvatura de la tierra y de la refracción atmosférica, y por otra parte de las alturas del observador y del faro o señal de ayuda a la navegación.

Mediante la fórmula siguiente se obtiene el alcance geográfico:

$$D = 2.108 \left( \sqrt{H_1} + \sqrt{H_2} \right)$$

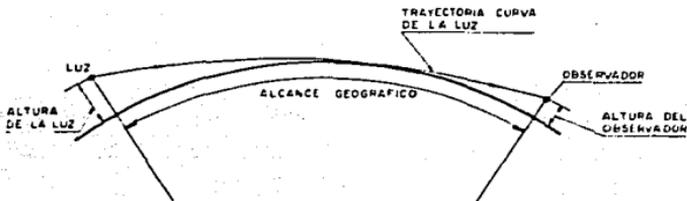


Fig. III.128. Alcance geográfico

Siendo: D el alcance expresado en millas, H1 y H2 alturas sobre el nivel del mar del observador y de la señal expresada en metros.

- b) ALCANCE LUMINOSO.- Es la máxima distancia a la que puede ser vista una luz en función de su intensidad luminosa, del coeficiente de transmisión atmosférica y del umbral de iluminancia del ojo del observador.

Con la fórmula de Allard se determina el alcance luminoso:

$$\lambda D^2 = IT^D$$

En la que  $\lambda$  es el umbral de iluminancia o sea, la más débil iluminancia producida en el ojo que permite ver una fuente de luz dada, proyectada sobre su fondo de luminancia también dada. El valor internacionalmente aceptado para observación de una luz durante la noche en las condiciones marítimas es de 0.02 microlux.

D : es el alcance luminoso

I : la intensidad de la luz en la dirección del observador

T : el coeficiente de transmisión atmosférica, supuesto uniforme en la distancia considerada.

El alcance nominal de una luz que es el que figura en los documentos náuticos, es el alcance luminoso para una visibilidad meteorológica de 10 millas náuticas.

Se define la visibilidad meteorológica como la máxima distancia a la que puede ser visto o identificado

durante el día un objeto negro de apropiadas dimensiones destacándose sobre el cielo, o en el caso de observaciones nocturnas, puede ser visto e identificado si la iluminación general alcanza el nivel normal de la luz del día. El coeficiente de transmisión atmosférica correspondiente a una visibilidad meteorológica de 10 millas náuticas tiene un valor de 0.74 .

### III.6.2.2 Instalaciones luminosas

Al considerar las particularidades de las instalaciones luminosas se han de tomar en cuenta las fuentes de alimentación empleadas, las fuentes de luz, las ópticas, los dispositivos para producir las apariencias deseadas y los elementos para albergar las instalaciones luminosas y su protección.

Con respecto a la fuente de alimentación de las instalaciones luminosas y a las fuentes de luz de las mismas, ambas, pueden ser alimentadas por petróleo, por gas, acetileno propano o por electricidad.

#### 6.2.2.1 Formas de producir las apariencias

Según se ha indicado, la apariencia de una luz es el conjunto de particularidades de color o de ritmo (o de ambos). Estas particularidades se pueden conseguir de las formas siguientes:

- a) Color: Se produce mediante la colocación de un filtro coloreado de cristal o plástico transparente, normalmente entre la fuente de luz y la óptica, o bien, exteriormente a ésta pudiendo ser en este caso los propios cristales de la linterna --

o cuando se trata de luces de sectores, pantallas de vidrio coloreado exteriores a ella.

b) Ritmo: Se produce normalmente por una de las tres formas siguientes:

- Por intermitencias en el encendido y apagado de la fuente de luz; estas pueden producirse mediante el corte de la alimentación.
- Por el giro de pantallas en torno a la fuente de luz, este sistema se emplea para producir apariencias de ocultaciones.
- Por óptica giratoria, el giro de una serie de paneles ópticos en torno a una fuente luminosa constantemente encendida produce una serie de haces luminosos que al incidir sobre el observador producen la apariencia deseada. El conjunto de paneles ópticos constituye una óptica giratoria.

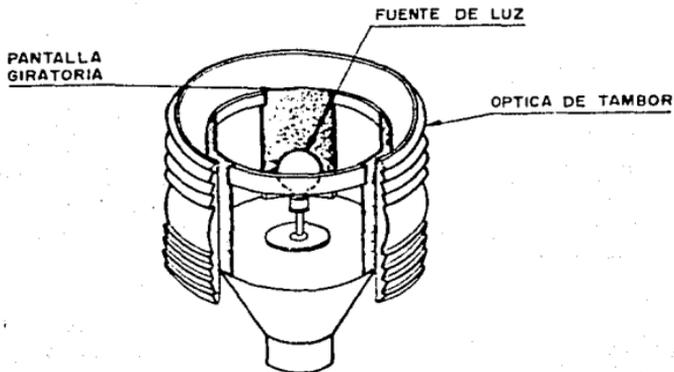


Fig. III.129 Pantalla giratoria

### III.6.3 SEÑALES FLOTANTES

Como señales flotantes se tienen los barcos-faros y las boyas. Los primeros están equipados con instalaciones luminosas, sonoras y radioeléctricas, dotados de los elementos necesarios para la producción de la energía requerida, prácticamente han desaparecido y se han sustituido por boyas tipo Lamby, igualmente dotadas de aquellas instalaciones y con los medios para producción de la energía con funcionamiento automático.

El tipo más frecuentemente utilizado de señal flotante es la boya luminosa, compuesta por un cuerpo flotante y un castillete o estructura que sirve de soporte a la linterna y, cuando la profundidad lo permite, de una cola con contrapesos para reducir las inclinaciones de la boya producidas por el oleaje.

Una boya se identifica por su forma, color y marca de tope en caso de que esté dotada de ella, y en la noche por el color y apariencia de su luz.

El volumen del cuerpo flotante es el necesario para soportar además de su propio peso, el de la instalación luminosa incluidos los acumuladores de gas o eléctricos y el de la cadena de fondeo.

### III.6.4 LUCES DE ENFILACION

Se denominan luces de enfilación o enfilación luminosa al conjunto de dos o más luces (con potencias luminosas muy inferiores a los faros) situadas en el mismo plano vertical, que permiten al navegante seguir la enfilación, manteniendo las luces en la misma demora.

La luz más próxima al segmento de utilización se denomina luz anterior y la más alejada luz posterior. Asimismo, la traza sobre la superficie terrestre del plano vertical que pasa por las luces de enfilación, se denomina eje de la enfilación.

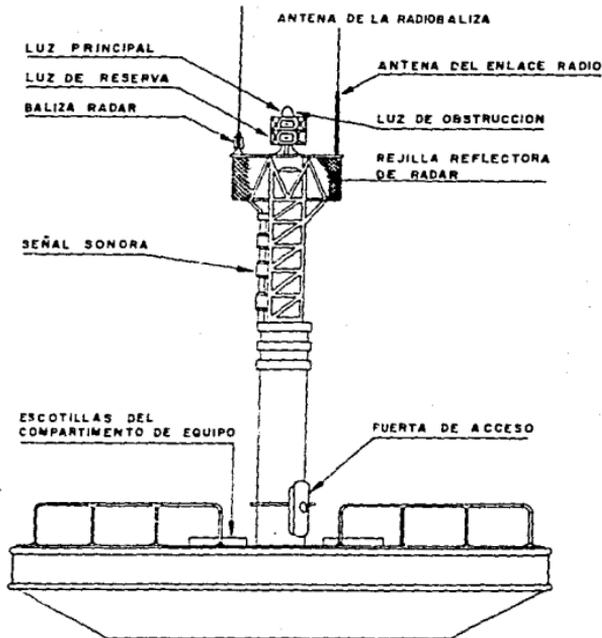


Fig. III.130  
Boya Lamby

En las enfilaciones las instalaciones luminosas a emplear están en función de las intensidades a conseguir y éstas a su vez, en función de la distancia a que se encuentren de las condiciones locales de visibilidad y de la luminancia del fondo sobre el que se proyectan, pudiendo variar desde las instalaciones con ópticas giratorias, hasta las pequeñas linternas con ópticas de horizonte.

Para diferenciar unas señales de otras, se usan dos medios: - el color de las luces, blanco, rojo, verde y los destellos -- por medio de grupos con diferentes combinaciones de luz y obscuridad (demora).

Las enfilaciones luminosas tienen una gran importancia dentro de las señales visuales, siendo muy empleadas en las entradas de puertos y estuarios o para marcar la ruta a seguir en canales navegables y constituyen una ayuda muy apreciada por --



En el SISTEMA CARDINAL, las señales indican en cuál de las -- cuatro orientaciones principales trazadas a partir de ella -- existen aguas navegables. (este sistema no se utiliza en Mé- xico).

Con el fin de unificar los balizamientos de todos los países- la Asociación Internacional de Señalización Marítima diseñó un sistema de balizamiento denominado "SISTEMA A - Sistema -- combinado cardinal y lateral (Rojo a babor)", cuyo empleo es- tá indicado en Europa, Africa, India, Australia y ciertos ma- res del continente asiático y que ha sido adoptado por gran nú- mero de naciones, encontrándose en estudio el "SISTEMA B - -- Sistema combinado cardinal y lateral (Rojo a estribor)", que - será de aplicación en las restantes zonas del globo.

#### III.6.5.1 Sistema A

Se establecen cinco tipos de marcas que pueden emplearse - combinadas:

- 1°. Marcas laterales
- 2°. Marcas cardinales
- 3°. Marcas de peligro aislado
- 4°. Marcas de aguas navegables
- 5°. Marcas especiales

##### 1°. MARCAS LATERALES

Van asociadas a un sentido convencional de baliza- miento que es el que sigue el buque que viene de al- tamar cuando se aproxima a un puerto, estuario o ca- nal navegable. En otras zonas puede ser definido -- por las autoridades competentes después de consul- tar con los de los países vecinos.

Las marcas se denominan de babor o de estribor según el lado a que deba dejarlas el buque. Las de babor serán de color rojo, las boyas tendrán forma cilíndrica y si llevan marca de tope ésta será un cilindro rojo. La luz será de color rojo y su ritmo puede ser cualquiera.

Con respecto a las de estribor, estas serán de color verde, las boyas tendrán forma cónica y si llevan marca de tope ésta será un cono verde con la punta hacia arriba. La luz será de color verde y su ritmo puede ser cualquiera.

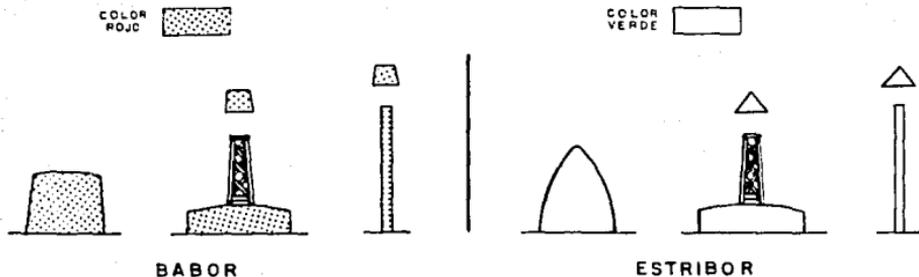


Fig. 111.132 Marcas laterales

## 2°. MARCAS CARDINALES

Se utilizan para indicar a que lado de un peligro se encuentran las aguas navegables, para indicar en

qué lado se encuentran las aguas más profundas y para llamar la atención sobre una configuración especial de un canal.

Una marca cardinal recibe el nombre del cuadrante - en que está colocada e indica que conviene pasar, - en relación a ella, por el cuadrante que lleva este nombre.

Se caracteriza por llevar siempre marca de tope, -- formada por dos conos negros, su color en franjas - amarillas y negras y el ritmo de sus luces que es - centelleante o de grupos de centelleos de color --- blanco. En la figura adjunta se detallan las caracte - rísticas de estas marcas.

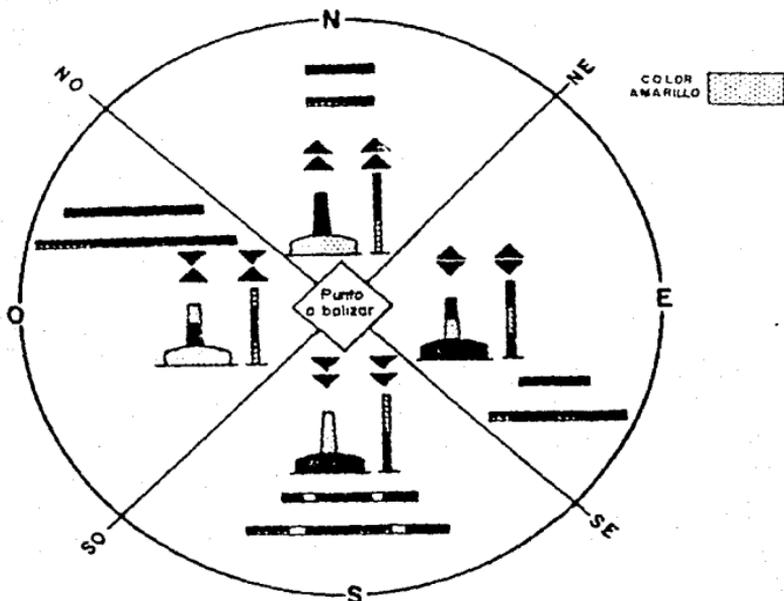


Fig. 111.133 Marcas cardinales

3°. MARCAS DE PELIGRO AISLADO

Tienen forma de castillete de color negro con una o varias franjas rojas, y su marca de tope es formada por dos esferas negras superpuestas. Su luz es de color blanco y el ritmo es de grupos de dos destellos.

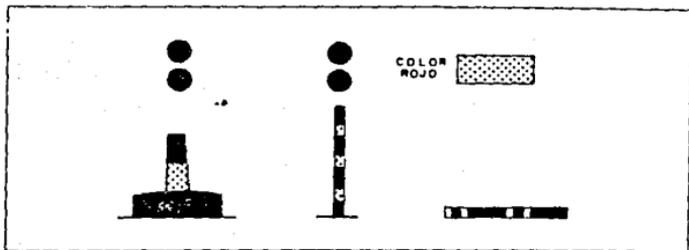


Fig. III.134 Marcas de peligro aislado

4°. MARCAS DE AGUAS NAVEGABLES

Se caracterizan por su forma esférica, de castillete o espeque con franjas blancas y rojas y si es un espeque (esfera) será rojo. Lleva marca de tope en forma de esfera roja y su luz será blanca con el ritmo de ocultaciones isofase o de un destello largo cada 10 segundos.

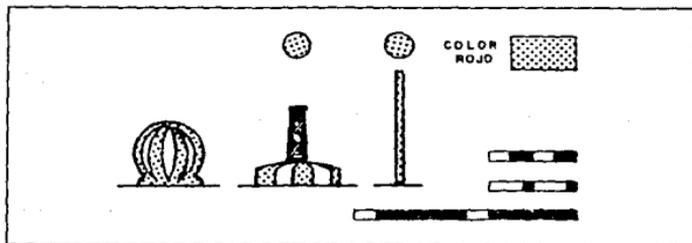


Fig. III.135 Marcas de aguas navegables

#### 5°. MARCAS ESPECIALES

Se utilizan para marcar estaciones de adquisición - de datos oceánicos, separación de tráficos, depósitos de materiales, cables, oleoductos y zonas de -- ejercicios militares.

Su forma puede ser cualquiera, su color amarillo, y si lleva marca de tope tendrá forma de X. Su luz - será de color amarillo y su ritmo cualquiera.

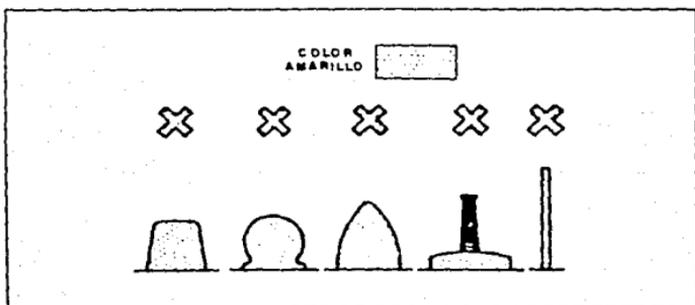


Fig. III.136 Marcas especiales

### III.6.5.2 Sistema B

El "Sistema B, combinado cardinal y lateral (Rojo a estribor)" se encuentra todavía en estudio por la Asociación Internacional de Señalización Marítima y a grandes rasgos sigue las mismas reglas del Sistema A con la variación de que en las marcas laterales los colores están invertidos y que se incluye una nueva marca, que es la de bifurcación y confluencia de canales.

### III.6.6 SEÑALES SONORAS

La finalidad de las señales sonoras es avisar a los navegantes en tiempo de niebla, la proximidad de un peligro o de un punto determinado de la costa, por ejemplo, un cabo, la embocadura de un canal o el morro de un dique.

Estas señales no permiten al navegante fijar su posición de un modo exacto, sino únicamente saber que se encuentra dentro de una zona determinada, a menos que la señal sonora funcione combinada con un faro, en cuyo caso por medio de éste se puede determinar su demora, y por el retraso en la recepción de la señal sonora respecto a la radiada, la distancia a que se encuentra.

Las señales sonoras pueden ser producidas por cañones, silbatos, campanas, sirenas o vibradores electromagnéticos. Estos últimos pueden ser omnidireccionales o direccionales. Cuando se requiere concertar el sonido producido por estos en una dirección o sector dado se les dota de pantallas reflectoras.

Hoy en día se emplean principalmente los silbatos y campanas y vibradores electromagnéticos en las SEÑALES FLOTANTES y las sirenas y vibradores electromagnéticos, especialmente estos, en las SEÑALES FIJAS.

### III.6.7 SEÑALES RADIOELECTRICAS

Las limitaciones y dificultades que la mala visibilidad imponen a los métodos tradicionales de navegación pueden solventarse por medio de las ayudas radioeléctricas. Los sistemas radioeléctricos pueden clasificarse:

- a) Sistemas de estación, compuestos por una o varias estaciones emisoras en uno o diversos sitios conocidos y que proporcionan una distancia, una línea de posición o un punto.
- b) Sistemas autónomos, que no exigen para su utilización más que el equipo de a bordo.
- c) Sistemas integrados en los que los sistemas de estación y los autónomos funcionan conjuntamente.

En la actualidad, y cada vez con más frecuencia, se hace distinción entre AYUDAS A LA NAVEGACION Y AYUDAS DE NAVEGACION. Las primeras están constituidas principalmente por dispositivos exteriores al buque, mientras que las segundas están colocadas a bordo formando parte del equipo del mismo.

#### III.6.7.1 Sistemas de estación

Los principales sistemas de estación son los radiofaros y los sistemas hiperbólicos, cuya utilización exige tanto que existan en tierra las instalaciones correspondientes (ayudas a la navegación) como que el buque cuente con los receptores adecuados (ayudas de navegación).

##### 6.7.1.1 Radiofaros

El sistema de radiofaros está basado en el hecho de que las ondas radioeléctricas se propagan sobre la esfera te

estre según círculos máximos que pasan por el punto de emisión; y consisten en estaciones transmisoras en tierra y receptoras a bordo de las embarcaciones. Las transmisoras emiten constantemente una señal fija en el alfabeto Morse por letra o grupos de letras en la señal característica del radiofaro para permitir su identificación. La estación cuyas emisiones permiten a una estación móvil (buque) determinar su dirección con relación a ella se denomina estación de radiofaro.

Las líneas de posición radioeléctricas que parten del emisor pueden ser determinadas por medio de un radiogoniómetro. La intersección de dos líneas de posición, obtenidas a partir de dos o más emisores, indica la situación del buque.

Los radiogoniómetros son aparatos transmisores-receptores que funcionan con base en las propiedades de las ondas electromagnéticas (dirección, velocidad, frecuencia), instalados en tierra y los buques para proporcionar al navegante elementos para determinar su situación geográfica. Las instalaciones radiogoniométricas se instalan en tierra formando PARES enlazadas entre sí. El navegante pide situación a una estación radiogoniométrica, y ésta le pide al navegante que transmita en una frecuencia una clave y se lo comunica a la siguiente estación, entre las dos determinan las direcciones desde las cuales reciben la señal y en el cruce se obtiene la posición del buque, comunicándole por radio dicho dato al navegante.

#### RADIOBALIZAS

Son radiofaros de pequeña potencia destinados a facilitar la recalada en un puerto, el reconocimiento de algún

peligro o la navegación en canales estrechos. Su alcance es inferior a las 10 millas.

#### 6.7.1.2 Sistemas hiperbólicos

Si se mide por medio de un receptor colocado a bordo de un buque, la diferencia de tiempos de recepción o la diferencia de fase de señales emitidas por dos estaciones situadas en tierra, cada diferencia de tiempos o de fase medida puede ser representada sobre una superficie por una hipérbola, cuyos focos son las dos estaciones. Esto da una línea de posición y la intersección de dos de estas líneas determina la situación.

El alcance útil máximo depende de la frecuencia de emisión, de la potencia radiada y de la distancia entre las estaciones. En todos ellos el error de situación aumenta con la distancia a las estaciones y depende también del ángulo de intersección de las hipérbolas o líneas de posición.

Para la utilización de estos sistemas es preciso que el buque esté equipado con el receptor especial correspondiente y disponer de las cartas con las redes de hipérbolas para cada sistema.

Los principales sistemas empleados en navegación son el CONSOL, el DECCA, el LORAN y el OMEGA, si bien existen otros sistemas destinados principalmente a trabajos especiales, hidrográficos, dragados, etc., de gran precisión no son utilizados por la navegación comercial.

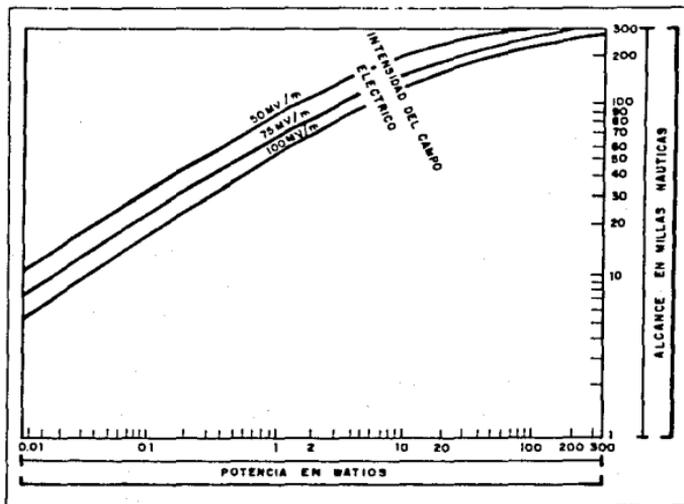


Fig. III.137 Alcance de radiofaros

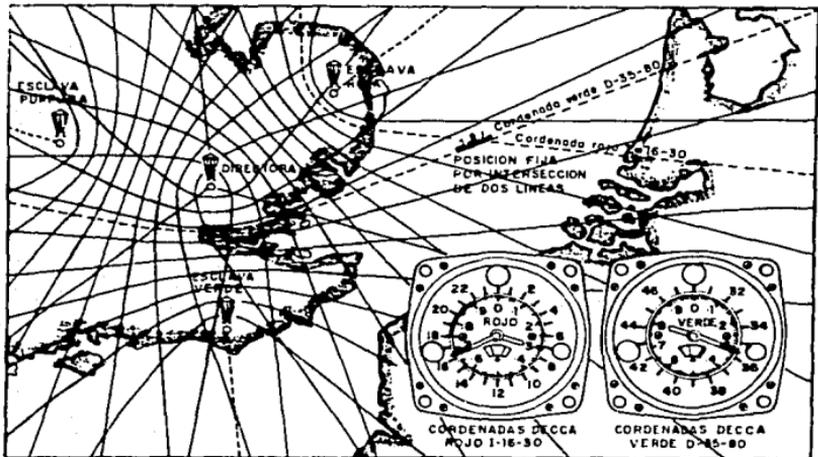


Fig. III.138 Líneas de posición de un sistema hiperbólico

### III.6.7.2 Sistemas autónomos

Los sistemas autónomos no están comprendidos dentro del concepto de "ayudas a la navegación", sino más bien en el de -- "ayudas para la navegación", pero no obstante es preciso considerarlos ya que para su mejor utilización es conveniente - el establecimiento de determinados dispositivos que sí en--tran en aquel concepto.

#### 6.7.2.1 Radar

Su fundamento consiste en la emisión de unos breves im--pulsos radioeléctricos en un haz concentrado, parte de - cuya energía es reflejada por los objetos que encuentra--en su recorrido y recibida por un receptor muy sensitivo situado en el mismo punto que la emisora. La banda uti--lizada es la de 3 m que corresponde a frecuencias de - - 9,300 a 9,500 MHz. Estos ecos se hacen visibles por me--dio de un tubo de rayos catódicos.

Al ser giratoria la antena, se barre con el haz todo el horizonte. Al señalarse sobre la pantalla tanto la ----orientación como la distancia de un punto conocido, pue--de el navegante fijar su situación.

Ciertos objetos, como buques, boyas, acantilados y edifi--cios, pueden proporcionar ecos o señales bien definidas, pero otros, como costas bajas, dan únicamente ecos y con--tornos difusos, pudiéndose obviar este inconveniente me--diante el establecimiento de receptores pasivos o acti--vos de radar.

#### 6.7.2.2 Sonar de efecto Doppler.

Midiendo la variación de frecuencia entre la señal emitij--da y la señal reflejada por el fondo del mar, es posible obtener la velocidad absoluta y el sentido de desplaza--

miento de un buque con relación al fondo. Este sistema puede ser utilizado hasta profundidades de 200 metros.

Tomando precauciones y utilizando un sistema "de estaciones" se puede obtener una precisión de posición extraordinariamente elevada; este sistema puede también utilizarse para maniobras delicadas cuando se tiene necesidad de conocer la velocidad con exactitud.

#### 6.6.2.3 Navegación por satélite

El sistema TRANSIT utiliza el efecto Doppler de la emisión de un satélite que se desplaza según una órbita conocida, pero están en estudio otros sistemas que utilizan satélites geoestacionarios. Bajo este aspecto el sistema Transit puede ser clasificado en la categoría de los sistemas "de estación".

Aunque la navegación por satélite sea susceptible de proporcionar posiciones con una gran precisión, es necesario, con el sistema Transit, disponer de un conocimiento preciso de ciertos factores, tales como la velocidad para obtener una cierta precisión; y por tanto, debe estar integrado a otros sistemas de adquisición de datos.

C A P I T U L O   I V  
ADMINISTRACION PORTUARIA

IV.1    INTRODUCCION

Considerando la complejidad de actividades del puerto industrial, entendido este como un polo de desarrollo ubicado en la costa donde se realizan operaciones portuarias ligadas con actividades industriales, no sería posible su correcto funcionamiento sin la planificación, organización, dirección y control que el proceso administrativo proporciona.

El organismo administrativo tiene como objetivos principales los siguientes:

- Proveer la coordinación de todas las actividades.
- Facilitar el flujo de carga.
- Establecer políticas de concesión y uso de las áreas portuarias para el establecimiento de las industrias.
- Fijar políticas de operación y desarrollo del puerto.
- Determinar políticas en materia económica y financiera.

Cuando un puerto está bien organizado y las actividades portuarias se ejecutan de acuerdo a los métodos y procedimientos más apropiados, se obtienen rendimientos óptimos, lo que significa un aprovechamiento máximo de las instalaciones dentro de los conceptos de economía, rapidez y seguridad. Por lo que se puede afirmar que quien se encarga de organizar los servicios, los métodos de operación, los rendimientos de las instalaciones y equipos, o sea la explotación del puerto, es la "administración portuaria".

## IV.2 CONCEPTOS GENERALES

El objetivo esencial de la administración portuaria es lograr la armonía eficiente de el hombre, la técnica y los recursos de la organización para conseguir la máxima productividad, lo que redundará en un adecuado nivel en la prestación de servicios a los usuarios y el prestigio que el puerto adquiere en el medio del transporte y del comercio marítimo internacional.

Generalmente, las administraciones portuarias para conseguir sus objetivos se fundamentan en los principios y funciones que a continuación se tratan y que fueron señalados por Nagorski en el Congreso de Nápoles de I.N.C.A.

- Autonomía.
- Autoridad sobre toda el área portuaria.
- Control absoluto sobre las principales funciones portuarias.
- Autosuficiencia financiera.
- Métodos y procedimientos comerciales de administración.

Corresponde a la administración del puerto establecer las políticas generales de administración y desarrollo del puerto dentro del marco de la economía nacional.

La autoridad portuaria debe decidir los sistemas de operación y control que más convienen al puerto, así como, los mecanismos financieros que le permitan operar y competir satisfactoriamente para el logro de sus objetivos.

Por otra parte, es importante señalar que la cobertura de la autoridad portuaria debe extenderse a todas las áreas del puerto, esto es con la finalidad de asegurar y vigilar que las funciones y desarrollo del

puerto se cumplan de acuerdo al plan maestro.

Debido a la gran actividad que se realiza en un puerto deben delimitarse perfectamente la autoridad y los alcances de la administración del puerto, manteniendo estrechos vínculos con todos los usuarios -- del mismo, especialmente con representantes de los buques, del transporte interior, consignatarios de la carga, organizaciones laborales y prestadores de servicios, así como, con autoridades de sanidad, migración y aduana, principalmente.

Otro aspecto importante y al que debe aspirar toda organización portuaria es la autosuficiencia financiera. Esta no debe ser obtenida solamente mediante el establecimiento de un nivel apropiado en los derechos portuarios sino también por medio del ejercicio de una adecuada economía en todos los aspectos.

#### IV.2.1 PLANIFICACIÓN PORTUARIA

Consiste en seleccionar el procedimiento a seguir en la ejecución de las operaciones administrativas portuarias, anticipándose a los hechos y estableciendo un curso de acción determinado que permita la coordinación e integración de los elementos materiales y humanos para la ejecución óptima de las tareas a realizar en los puertos. Puesto que existe una diversidad de estilos en cada una de las actividades que se llevan a cabo, la programación de las actividades portuarias debe realizarse considerando las características propias y específicas del puerto y basándose en los planes de desarrollo portuario.

#### IV.2.2 ORGANIZACIÓN PORTUARIA

Es la determinación y ordenamiento de las actividades necesarias -- para la coordinación de los elementos de un puerto y las tareas -- que en él se realizan, agrupadas de tal forma que permitan la es--

tructuración funcional del órgano administrador del puerto. El -- proceso de organización debe agrupar en primer término las diferentes actividades dentro de cada tipo de funciones, obteniéndose así las unidades administrativas que tienen a su cargo la ejecución.

#### CUADRO IV.1

Lista de elementos de organización necesarios  
de una administración portuaria

1. Estructura orgánica.
2. Procedimientos administrativos.
3. Análisis y control de costos.
4. Estructura tarifaria.
5. Trámites aduaneros y documentación.
6. Sistemas de telecomunicaciones y de tratamiento electrónico de datos.
7. Procedimientos de reunión, análisis y difusión de datos.
8. Normas sobre plantillas y dotación de personal.
9. Procedimientos de selección del personal.
10. Programas de capacitación.
11. Comercialización y relaciones públicas (incluida la formación de los - posibles usuarios de las nuevas instalaciones o servicios propuestos).

#### IV.3 SISTEMAS DE ADMINISTRACION PORTUARIA

No existe un tipo de administración portuaria que se pueda considerar ideal, que además sea de aplicación general y que garantice el éxito si se utiliza en cualquier país del mundo. Varios factores influyen cuando se trata de determinar cual es el tipo más idóneo, tales como la economía nacional, el régimen de gobierno, la situación política, etc.

Los sistemas de administración portuaria se clasifican de acuerdo a los siguientes dos criterios:

- a) Por la forma de dirección:

- . Gubernamental
- . Autónomos
- . Privados
- . Francos o libres
- . Mixtos

b) Por la función del puerto:

- Administración de la navegación
- Administración de áreas industriales portuarias.
- Promoción comercial y de tráfico
- Administración de zonas costeras
- Administración del transporte.

#### IV.3.1 ADMINISTRACIÓN GUBERNAMENTAL

Bajo este procedimiento administrativo, el Estado posee poderes y -- control absoluto sobre los puertos; por lo que el gobierno es el -- único autorizado para construir, explotar y controlar las zonas portuarias, pudiéndose realizar los servicios y operaciones mediante -- concesión a terceros. La responsabilidad de administrar los puertos bajo este régimen recae en una Dependencia Oficial generalmente situada en la capital del país; el rumbo de la política portuaria a -- seguir es fijado por una Secretaría de Estado que trabaja en estrecha colaboración con las restantes Dependencias relacionadas con los aspectos marítimo portuarios.

Es en este tipo de administración donde se puede crear las facilidades para:

- Planificar y ejecutar los planes y programas nacionales.
- Transferencia de conocimiento tecnológico.
- Integrar y coordinar los sistemas de transporte terrestre y maríti-

mo.

- Igualdad de condiciones para todos los usuarios.
- Disponer de recursos financieros para la construcción, operación y mantenimiento de los puertos.

Así también, el "sistema" trae consigo los siguientes inconvenientes:

- Limitaciones comerciales y económicas.
- Centralización del empleo, extensión e interferencia burocrática.
- Los subsidios pueden conducir a ineficiencia en la organización.
- Preponderancia del criterio político en la toma de algunas decisiones, que deben basarse en consideraciones técnicas.
- Dirección y control a distancia del puerto, lo que impide en muchos casos el conocimiento real de los problemas.
- Tendencia a la esquematización de los sistemas administrativos, -- sin tomar en cuenta las características peculiares de cada puerto.
- Falta de continuidad para seguir un plan portuario cuando cambian las condiciones políticas.

#### IV.3.2 ADMINISTRACION PORTUARIA AUTONOMA

Es una corporación pública formada fuera del marco regular del gobierno federal, sin capital comercial, autosoportada financieramente, autogobernable, la cual se integra mediante estatutos con una identidad legal que le permite demandar y/o ser demandada, retener propiedades, hacer contratos, adoptar presupuestos, emplear su propio personal, y puede incorporar las técnicas de la administración

privada a la operación de la empresa pública.

Se requiere de un sistema gerencial semejante al de un negocio --- para operar libre de fluctuaciones y presiones políticas.

La administración eficiente depende de normas más flexibles que -- aquéllas usadas por la administración gubernamental.

Algunas de sus funciones son: Construcción, provisión de equipos- para el movimiento de carga, mantenimiento y conservación de obras, facultad para fijar derechos portuarios, etc..

Las ventajas son:

- Corporación libre e independiente.
- Administración tipo empresarial.
- Inexistencia de presiones políticas.
- Identidad legal.
- Gran flexibilidad comercial.
- Métodos comerciales eficaces y rápidos.

Las desventajas son:

- Posibilidad de conflictos en los intereses.
- Limitación de fondos para el desarrollo portuario.
- Consejos numerosos para dar representación a todos los usuarios.
- Concesiones de crédito sólo con el consentimiento gubernamen--- tal.
- Probabilidad de competencia con puertos cercanos.

#### IV.3.3 PUERTOS PRIVADOS

La administración privada de los puertos se hace con la finali- dad de obtener beneficios similarmente a cualquier empresa pri- vada. Estos beneficios pueden ser aprovechados para uso par--- ticular de sus propietarios o para servir como elemento auxi--- liar para el logro de los objetivos de alguna empresa.

La rápida obsolescencia de las obras portuarias, el elevado costo de mantenimiento, sobre todo el dragado de dársenas y vías de navegación marítima, así como la consideración de que los puertos son de naturaleza e interés público, han producido que los puertos privados hayan ido desapareciendo paulatinamente.

Las conveniencias de este tipo de administración son:

- Libertad absoluta en la toma de decisiones.
- Flexibilidad de funcionamiento.
- Posibilidad de realización de planes acordes con la realidad sin inversiones desproporcionadas.
- Eficacia en la gestión y en los métodos comerciales y técnicos.

Entre las inconveniencias se anotan las siguientes:

- Desconexión con los planes generales de la nación.
- Preferencia de los intereses particulares sobre los generales.
- Posibilidad de quiebras.

#### IV.3.4 PUERTOS FRANCOS

Según el Dr. Kaufman (\*), no existe una definición oficial de puerto franco y opina que "debería considerarse como tal a todo territorio con franquicia de aduana que se encuentre emplazado dentro de un área portuaria y que esté separado del territorio aduanero del Estado a que pertenece y en el cual se reciben, sin formalidades aduaneras correspondientes y sin que se impongan aranceles o tarifas aduaneras, mercancías del extranjero para ser descargadas, almacenadas, transportadas y hasta cierto punto manipuladas, así como elaboradas o transformadas, para reexportación";

---

(\*). Dr. Kaufman.- Gerente del Puerto de Hamburgo.

o sea puerto franco es aquel en el cual una embarcación puede hacer uso de las instalaciones portuarias tanto para el atraque como para efectuar las operaciones de carga y descarga sin la necesidad de tener que notificar su arribo, especificar clase de carga, pagar derechos de importación o exportación ni someterse al control aduanal.

Los argumentos a favor de la administración de puertos francos son:

- El ahorro que obtienen los comerciantes, al estar exentos los productos de aranceles aduanales hasta que el producto final se incorpore al territorio nacional huésped.
- La no intervención aduanal en las operaciones portuarias -- que en los puertos nacionales obliga a numerosas operaciones intermedias.
- La utilización e incorporación de técnica y mano de obra nacional para productos de exportación.
- La gran promoción de las actividades del comercio marítimo internacional.

#### IV.3.5 PUERTOS MIXTOS

En la administración de puertos mixtos; como su nombre lo indica están involucrados conceptos de administración de dos o más de los tipos de administración ya tratados.

#### IV.4 ZONA FRANCA

##### IV.4.1 EVOLUCION

Desde el comienzo de la transportación marítima en gran escala, -- existió la necesidad de disponer de áreas o zonas que permitieran

algunas facilidades al comercio internacional, las cuales han ido cambiando a través del tiempo; por otra parte, la necesidad de comerciar con países con escaso o ningún frente de agua son factores que han determinado la implantación de las zonas francas portuarias.

Es así como en forma casi espontánea nacieron dichas "zonas" en lugares con comercio de transbordo o de reexportación. Se crearon mediante tratados internacionales y en algunos casos se incorporaron a los tratados de paz (Berlín, Versalles).

La función de las zonas francas es servir de núcleos internacionales de distribución y depósito de mercancías, además de usarse para atraer actividades de comercio y embarque hacia centros comerciales más restrictivos.

El concepto de zona franca ha evolucionado paulatina y paralelamente al avance de las comunicaciones por mar, al grado de que algunos países desarrollados promovieron dentro de sus recintos portuarios la instalación de nuevas industrias, especialmente aquellas que hacen uso intensivo de mano de obra en procesos industriales de elaboración de productos para exportación.

Existen dos tipos de zonas francas portuarias:

- Zona franca comercial.
- Zona franca industrial.

#### IV.4.2 ZONA FRANCA COMERCIAL

Es un área cercada y vigilada de un puerto a donde pueden introducirse mercancías de origen extranjero para ser manipuladas (inspeccionadas, separadas, clasificadas, secadas, etiquetadas, mezcladas, reenvasadas, depositadas, exhibidas y posteriormente reexportadas) sin el pago de los derechos aduanales correspondientes.

Se considera que la zona franca es el camino hacia un fin y no un fin en sí mismo, por lo que la zona franca facilita el comercio - pero no lo crea, sus funciones son:

- Promover facilidades para el reembarque o la reexportación de mercancías.
- Ofrecer un medio sumamente económico para que el comerciante tenga oportunidad de preparar, adaptar y exhibir sus mercancías a un gran número de mercados.

#### IV.4.3 ZONA FRANCA INDUSTRIAL

Es una zona cercada y vigilada, situada generalmente cerca de un puerto o aeropuerto internacional, dotada de infraestructura moderna, de servicios, bienes de capital y aduana, donde las mercancías admitidas se consideran exentas del derecho de aduana mientras no sean utilizadas por el país huésped. Las mercancías, materias primas, componentes e insumos industriales extranjeros pueden ser sometidos a los procesos de elaboración y perfeccionamiento autorizados.

La zona franca industrial fue concebida a fin de neutralizar el efecto de los aranceles en el costo de las materias primas importadas incorporadas a los productos de exportación; y para el caso de consumo interno, los productos causan el pago de derechos respectivos al salir de la zona franca industrial.

Cualquiera que sea el régimen legal deberá estar organizado de manera que permita a la administración portuaria manejar eficientemente al puerto y seguir un programa de desarrollo portuario uniforme y consistente, sin desviaciones de la política económica general del gobierno y sin desatender los amplios intereses nacionales por un beneficio económico unilateral o por los intereses comerciales del puerto.

A continuación se muestra una organización típica y las funciones principales de cada departamento.

CUADRO IV.2

COMANDO DE ADMINISTRACIÓN					
DIRECTOR GENERAL					
COMITÉ ASesor DE USUARIOS DEL PUERTO					
SERVICIOS MARÍTIMOS	SERVICIOS DE TRÁFICO	SERVICIOS DE GESTIÓN	SECRETARÍA	SERVICIOS FINANCIEROS	SERVICIOS TÉCNICOS
Director General Adjunto de servicios marítimos	Director General Adjunto de tráfico	Director General Adjunto de organización	Director General Adjunto de servicios administrativos	Director General Adjunto de servicios financieros	Director General Adjunto de servicios técnicos
Jefe de los servicios marítimos Capitán del puerto Práctico y Tributario de las embarcaciones de servicios del puerto Personal de la torre de señales	Jefe de los servicios de tráfico Superintendente de muelles Inspector de muelles Comisario de longos Superintendente de pasajeros Mando de obras portuarias	Economista Análisis de sistemas Ingeniero Especial en manipulación de la carga	Secretario Asesor jurídico Jefe de personal Ponente del puerto	Jefe de los servicios financieros Cajero Oficial de estadística	Ingeniero civil Técnicos especializados en especificación y construcción de puentes Técnicos marítimos Delineantes
Mantenimiento del canal de acceso Asesoría de navegación Mantenimiento de buques Librería de los buques Operaciones de servicio del puerto Control de los servicios de grúas Control del consumo de los servicios marítimos Mantenimiento de los buques Control de los servicios de la torre de señales Estadísticas marítimas	Manipulación de la carga Asignación de puertos de destino Control de muelles comerciales y reclamaciones Elaboración de estadísticas Preparación de informes sobre muelles y obras de grúas Supervisión del tráfico en los buques Control operacional del material móvil Utilización de grúas Vigilancia de los servicios de grúas y de la entrega de mercancías Estadísticas operacionales	Sistema de información de gestión Planificación Programación del puerto Estudios de mercado Estudios sobre el comercio y métodos Preparación de informes trimestrales para el Director General	Sección general y de despacho de buques Seguridad del puerto Personal móvil Correspondencia Reclamaciones Archivos Preparación del programa y las actas de las sesiones Trámites con los jefes de departamento Comunicación de documentación confidencial Preparación de informes anuales Comunicación de expedientes de procedimientos, contratos y otros asuntos jurídicos	Preparación de registros Comunicación de licitaciones Control, subregistro y actualización de estadísticas Ejecución y elaboración del presupuesto Preparación de nóminas y facturas Pagos de facturas Preparación de estadísticas Impresión manual y automática Tratamiento electrónico de datos	Todos los trabajos de ingeniería civil Mantenimiento de obras de ingeniería mecánica, eléctrica, hidráulica y civil Asesoría en la planificación del puerto Supervisión del trabajo de los contratistas Supervisión de trabajos e trabajos nuevos

IV.5 LA ADMINISTRACION IDEAL

No es posible definir una administración que sea ideal para cualquier país y condiciones de puerto, en virtud de que son distintos los criterios que deben considerarse, incluso dentro de un mismo puerto los usuarios y demás organizaciones que intervienen tienen fines diferentes o contrarios. Sin embargo, existe una serie de puntos sobre los que todos los portuarios están de acuerdo y que se reflejan básicamente a sus relaciones con el Gobierno; sus posibilidades financieras; grado de dominio en la zona; gerencia y dirección del puerto; administración; etc.

La memoria del Congreso de Venecia señala los principios siguientes:

- a) Un puerto debe tener una administración apropiada a la función que está destinado a realizar; si sirve a unos intereses generales, la Autoridad debe estar al margen de los intereses particulares, siendo preferible la administración pública.
- b) Los directores de los servicios deben tener un carácter técnico y económico cualquiera que sea la forma de administración.
- c) La administración debe tener el máximo de información posible para poder decidir sobre los intereses en juego y no tomar decisiones sin fundamento.
- e) La mano de obra es básica y debe dársele una atención preferente, tratando que los acuerdos salariales sean justos.

#### IV.6 PROYECTO DE ADMINISTRACION DE PUERTOS INDUSTRIALES EN MEXICO

##### IV.6.1 INTRODUCCION

La administración de puertos industriales constituye un campo en el cual la experiencia en nuestro país aún es escasa, puesto que la legislación mexicana en materia de puertos se ha desarrollado, hasta la fecha, en función del puerto comercial.

A pesar de que se carece de experiencia en jurisprudencia específica para la administración y operación de puertos industriales, que por su ubicación y naturaleza presentarían problemas de ---

otro género en razón de las industrias que se asentarán en ellos, se considera que a partir del análisis de la legislación marítimo-portuaria existente, gran parte de los problemas jurídicos que habrán de suscitarse con motivo de la creación de los puertos industriales podrán solventarse con base en disposiciones legales vigentes, que por su carácter genérico pueden aplicarse al caso de los puertos industriales.

#### IV.6.2 ADMINISTRACION PORTUARIA EN NUESTRO PAIS

El régimen que actualmente prevalece en el sistema portuario nacional es el de Administración Pública Federal Centralizada (tipo gubernamental).

Respecto de la responsabilidad para administrar los puertos de propiedad pública, hay dos posibilidades:

- 1) Que el Estado mantenga esa función como una obligación institucional por conducto de una Secretaría de Estado, en este caso la función recae en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, acorde con lo establecido en el Artículo 36, Fracciones XX, XXI, XXII y XXIII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.
- 2) Que transfiera esa función, mediante una Ley, a una corporación pública, esto es, una Autoridad Portuaria Autónoma, situación prevista en el Artículo 50 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimos.

#### IV.6.3 MODELO PROPUESTO

Por las consideraciones expuestas en el apartado IV.3 puede concluirse que el tipo de administración más adecuado para operar los puertos industriales es la Administración Portuaria Autónoma, mediante un Organismo Público Descentralizado creado para tal efecto, ya que la descentralización administrativa es una forma de organi-

zación que adopta la administración pública para desarrollar actividades que competen al Estado y que son de interés nacional.

Las características de un organismo de este tipo son:

- a) Personalidad Jurídica.
- b) Organos de Representación.
  - . Consejo de administración (autoridades diversas).
  - . Usuarios del puerto.
  - . Propietarios de las cargas.
  - . Consignatarios de buques.
  - . Prestadores de servicios.
  - . Representantes de los transportes.
  - . Miembros de las industrias, etc.
- c) Patrimonio propio.
  - . Por subsidios que le destine el Gobierno.
  - . Por los ingresos derivados de los servicios que brinde.
- d) Denominación social.
- e) Régimen jurídico propio.
  - . Regulado tanto por normas de derecho público como de derecho privado.
- f) Objeto
  - . Prestación de servicios públicos.
  - . Explotación de bienes del dominio público y privado de la Federación.
  - . Atender el comercio.
  - . Promover el desarrollo.
- g) Finalidad

. La satisfacción del interés nacional en forma eficiente.

h) Régimen Fiscal.

En este tipo de administración es posible aplicar los principios de gerencia sobre una base empresarial, libre de procedimientos y restricciones de las acciones rutinarias del gobierno sin perder de vista su objetivo de carácter no lucrativo y ser autofinanciable o productora de ingresos. Hay que recordar que el gobierno, mediante Ley, transfiere su responsabilidad con respecto a la administración del puerto en sí, mas no de la infraestructura del mismo.

Puesto que ésta es solamente otra forma de administración y de gerencia diferente y más flexible que los medios de dirección efectuados en actividades gubernamentales, el propio gobierno tiene -- que mantener algún grado de supervisión y control sobre los puertos. Con ello, el Estado puede estar seguro de que los puertos serán administrados y desarrollados de acuerdo con la política económica nacional.

En resumen, cabe citar la opinión de dos reconocidos expertos en la materia, cuyo dictamen sintetiza perfectamente la conveniencia de establecer un régimen de Administración Portuaria Autónoma en los puertos.

- 1) Al respecto, Bohdan Nagorsky afirma,..... "Parece que ha quedado establecido más allá de alguna duda que una forma autónoma de administración portuaria ha sido la más exitosa en los principales puertos del mundo, mientras que la administración directa del Estado o por dependencias gubernamentales centrales ha dado resultados menos satisfactorios".
- 2) Y Modesto Vigueras señala, .... "Una administración burocrática como la de un organismo estatal no es válida para

la administración del puerto y en lugar de las rígidas reglas del gobierno, deben ser aplicados métodos elásticos de la gerencia industrial para un complejo tan cambiante, como es un puerto".

## CAPITULO V

### OPERACION PORTUARIA

#### V.1 INTRODUCCION

Si se considera que el puerto desempeña un papel preponderante en el comercio mundial y especialmente en la cadena del transporte, la operación portuaria es la base de la actividad del puerto ya que sus resultados determinarán finalmente su papel.

Aún el puerto mejor planeado no puede realmente tener éxito a menos que esté organizado adecuadamente. La planeación y la organización portuaria son pilares importantes sobre los que se apoya la eficiencia de un puerto.

Si la operación portuaria no se organiza eficientemente, y los métodos de trabajo, instalaciones y equipos no son los adecuados, se producirá un mal aprovechamiento del puerto, los rendimientos serán bajos y los costos altos.

Con base en lo anterior se define como OPERACION PORTUARIA al conjunto de actividades necesarias para realizar la manipulación de la carga, es decir, su transferencia entre medios terrestres y marítimos ya sea en forma directa o a través de fases intermedias.

El objetivo al idear procedimientos de operación portuaria, se basa en los principios de rapidez, eficacia y economía, es decir: ejecutar las operaciones con los más altos rendimientos en el menor tiempo y costo.

La rapidez en las maniobras permite reducir las estadías de los buques, mayor disponibilidad de atraque, aumentar rendimientos y la capacidad de las instalaciones.

La eficacia se debe tener siempre presente buscando obtener altos índices de funcionamiento en el puerto, sin descuidar la seguridad para el personal y la mercancía.

La economía es fundamental, pues salvo en algunos casos especiales, el fin que se persigue debe ser el lograr un óptimo económico.

El descuido en alguno de estos factores causará que el nivel de servicios que se proporcionan a las embarcaciones y a la carga sea deficiente para los usuarios del puerto, optando éstos por desviar el tráfico hacia puertos mejor explotados.

## V.2 PRINCIPIOS BASICOS DE LA OPERACION

Aunque la carga sea de muy diversa naturaleza y características, pueden formularse una serie de principios que tienen aplicación en todas las situaciones, ya que son consecuencia de la experiencia y se agrupan en función de:

- la características de la carga,
- la organización de las operaciones,
- la utilización de la maquinaria y el equipo.

### V.2.1 FOR LAS CARACTERISTICAS DE LA CARGA:

Se refieren a la influencia que la presentación de la carga tiene sobre la organización de las operaciones, equipos, costos, etc.

- Siempre que sea posible se tratará de manipular la carga haciendo uso extensivo de la maquinaria y el equipo, con el objeto de disminuir mano de obra y embalajes.
- Se buscará manejar mayores volúmenes de carga en base a unidades que-

permitan mejorar embalajes, disminuir pérdidas y robos, facilitar su identificación y obtener los mejores resultados tanto en rendimiento como en costos.

#### V.2.2 LA ORGANIZACION DE LAS OPERACIONES:

Alude a la planificación previa de las operaciones con el fin de asegurar una adecuada asignación de recursos y una eficiente coordinación de las actividades tendientes a evitar maniobras inútiles o costosas. Esto implica:

- Una planificación previa de las operaciones.
- Coordinación de la operación.
- Conocimiento del costo de las maniobras.
- Aplicar normas de seguridad para manejar la carga cuidadosamente a fin de evitar daños y accidentes.

#### V.2.3 RELATIVO A LA UTILIZACION DE MAQUINARIA Y EQUIPOS.

Corresponde a las condiciones que debe reunir la maquinaria y el equipo utilizado en las operaciones.

- Evitar gran diversidad de modelos y tipos de maquinaria para realizar un mismo trabajo.
- Buscar equipos versátiles a fin de que puedan emplearse en diferentes operaciones.
- Se debe elaborar un programa de mantenimiento de tal manera que el equipo permanezca operando la mayor parte del tiempo.
- Llevar a cabo la sustitución oportuna del equipo cuando el análisis económico lo justifique.

La aplicación correcta de estos principios permitirá a la administración portuaria organizar de manera apropiada y eficiente el complica-

do y diversificado flujo del tráfico a través del puerto.

### V.3 CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS DE LAS OPERACIONES

Se suelen clasificar las operaciones portuarias de acuerdo a diversos puntos de vista, entre ellos se tienen: el tipo de tráfico, el tipo de mercancía, la vía que sigue la carga.

#### V.3.1 POR LA VIA QUE SIGUE LA CARGA.

VIA DIRECTA.- La mercancía se transfiere directamente del buque a los medios de transporte. El sistema de traslación y los sistemas de evacuación por la vía directa deben ser capaces de seguir el sistema de manipulación a bordo, hora tras hora si se quiere evitar que las grúas esperen o que las mercancías se acumulen en el muelle. Es conveniente señalar que el uso de esta vía requiere de tráficos bien programados.

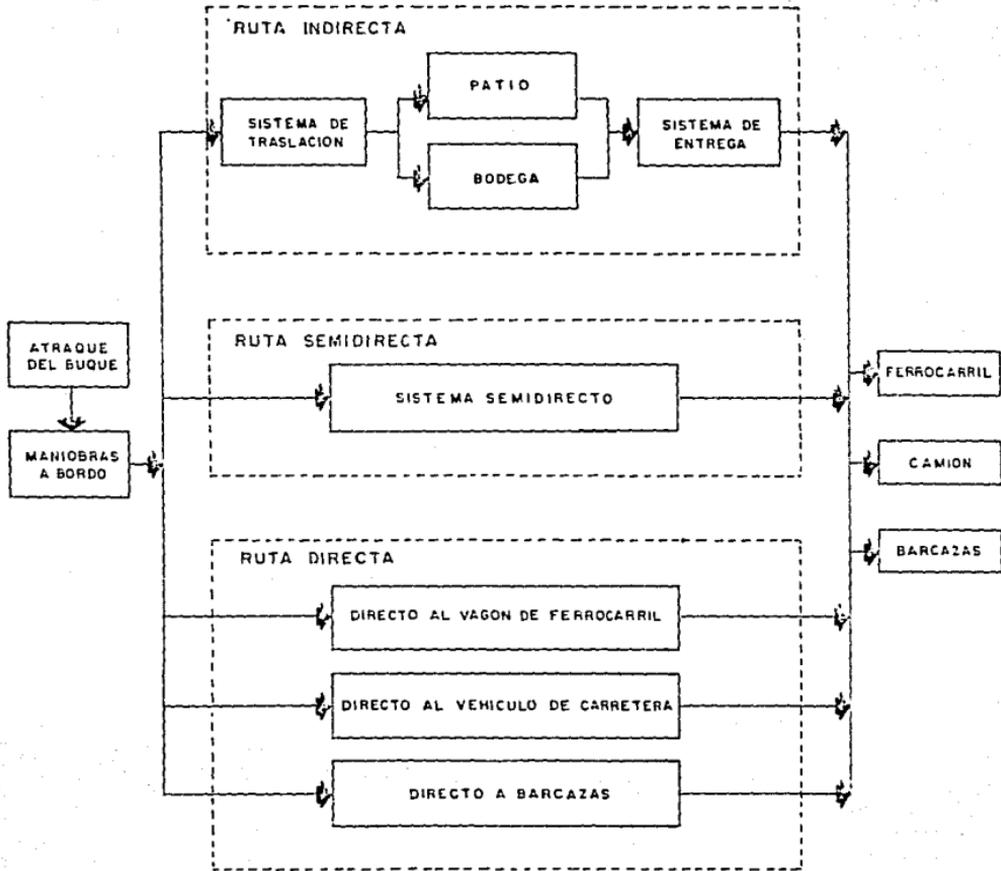
VIA SEMIDIRECTA.- En este caso la carga se deposita provisionalmente en el muelle ó en zonas especiales por períodos cortos en espera del sistema de transporte por carretera, ferrocarril o barcazas.

Este sistema proporciona un margen de flexibilidad a corto plazo entre las fases de descarga y de entrega, pero como la superficie es limitada y esencialmente es una zona de trabajo y no un área de almacenamiento, no es recomendable dejar la carga en ella durante más de 24 horas.

VIA INDIRECTA.- La mercancía se almacena en bodegas, silos, depósitos o en patios al aire libre en espera del medio de evacuación. El almacenamiento cumple con dos objetivos: por una parte, actúa como factor regulador entre la descarga o carga del buque y la entrega o recepción de la mercancía, respectivamente. Por otra parte, permite que se realicen los trámites administrativos correspondientes. En relación a las otras vías; la vía indirecta presenta el inconveniente de un doble movimiento de la mercancía.

La figura V.1 muestra las diversas vías que puede seguir la carga.

Fig. V.1 RUTAS DEL SISTEMA DEL AREA OPERACIONAL TERRESTRE



Algunas mercancías solamente pueden seguir una vía en su paso por el puerto. Otras en cambio pueden seguir varias vías distintas y la elección entre -- ellas puede realizarse según criterios de conveniencia, economía, de tradición, ó de congestión momentánea.

Para la administración portuaria es importante conocer las posibilidades -- existentes, ya que al equilibrar la demanda de cada una de las vías se puede aumentar la capacidad total de atraque.

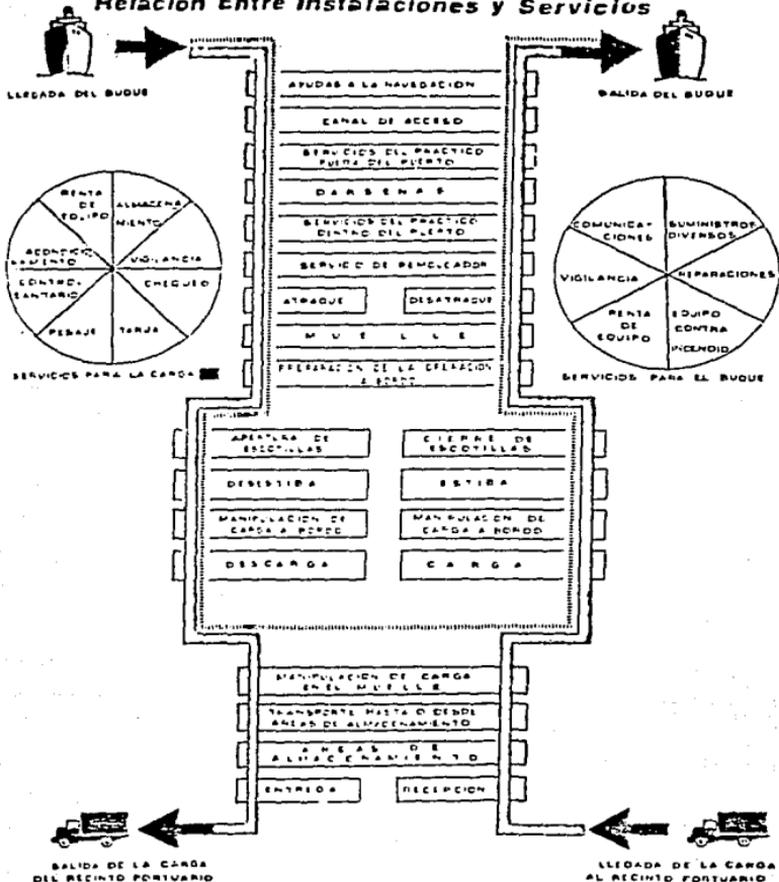
V.3.2 POR EL TIPO DE MERCANCIA LAS OPERACIONES SE CLASIFICAN EN:

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| - Mercancía General      | { Homogénea<br>Heterogénea                             |
| - Transportes combinados | { Contenedor<br>Ro/Ro<br>Remolques                     |
| - Granel Sólido          | { Ligero ordinario<br>Pulverulentos<br>Minerales       |
| - Granel Líquido         | { Crudos<br>Refinados<br>Derivados y gases<br>licuados |
| - O t r o s              | { Pesca<br>Tráficos especiales                         |

En tanto que la carga general se compone de unidades independientes que pueden operarse individualmente o agrupadas (Unitizadas), y depositarse en -- puntos sin condiciones especiales (excepto la carga que requiera manejo específico), los graneles sólidos o líquidos no pueden manejarse en forma manual o con equipos ordinarios, y además requieren medios singulares y apropiados tanto para su transporte como para su almacenamiento.

Fig. V.2

## FLUJO DE LA OPERACION DE UN BUQUE EN PUERTO Relación Entre Instalaciones y Servicios



V.3.3 POR EL TIPO DE TRAFICO.

- Operación { Carga de exportación  
Carga de importación  
Carga mixta
- Cargamento { Homogéneo  
Heterogéneo
- Destino { Varios puertos  
Un solo puerto
- Receptor { Un solo receptor  
Varios receptores

Las características del grupo Operación se refieren a la carga y descarga - de mercancías, por separado o conjuntamente.

El aspecto Cargamento determina la posibilidad de utilizar equipo especiali- zado o simple, o la combinación de varios tipos.

El aspecto Destino influye en el plan de carga y estiba del barco.

El punto Receptores influye en la velocidad de evacuación de la carga y ne- cesidad de más almacenes.

V.3.4 EN RELACION CON LA OPERACION:

- De carga o descarga
- De traslación
- De almacenamiento
- De evacuación

Se refieren a las fases de la operación entre el barco y los vehículos te- rrestres.

Fig. v.3

OPERACION  
DIRECTA CAMION



OPERACION  
DIRECTA VAGON



OPERACION  
DIRECTA TUBERIA



OPERACION  
DIRECTA DE  
TRANSFERIDO



OPERACION  
SEMIDIRECTA  
TIERRA



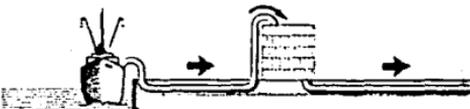
OPERACION  
SEMIDIRECTA  
MAR



OPERACION  
INDIRECTA  
VIA TERRESTRE



OPERACION  
INDIRECTA  
FLUIDOS



#### V.4 EL SISTEMA DE PUESTOS DE ATRAQUE

Las operaciones en un muelle aparentemente son una mezcla confusa de actividades diferentes, es decir, cargas movilizadas en todas direcciones y siendo manipuladas por diferentes cuadrillas y equipo.

Para comprender las actividades que componen la operación es necesario recurrir al concepto de Sistema de Puestos de Atraque.

Se denomina puesto de atraque a la zona, incluyendo equipo e instalaciones, en que se manipula la carga entre los buques y los medios de transporte terrestre o interiores.

De esta forma, se habla de sistema de puestos de atraque cuando se trate cualquiera de los tres casos siguientes:

- 1.- Cuando en un puerto existen varios puestos de atraque, cada uno de los cuales sólo puede atender a un sólo buque a la vez;
- 2.- Cuando las operaciones de un grupo de puestos de atraque están relacionadas entre sí, que cada uno de ellos no puede considerarse por separado.
- 3.- Cuando un muelle atiende simplemente a tantos buques como caben en él y no existe nada parecido a un puesto de atraque individual.

El sistema de puestos de atraque está conformado por varias fases relacionadas entre sí, fáciles de distinguir según sea la vía que sigue la carga en cualquiera de los dos sentidos (exportación e importación).

#### V.5 FASES DE LA OPERACION

Las fases que componen el sistema de puestos de atraque son:

Fase A.- Manipulación a bordo

Fase B.- Transferencia o traslación de la carga.

Fase C.- Almacenamiento.

Fase D.- Recepción/entrega.

### RUTA INDIRECTA

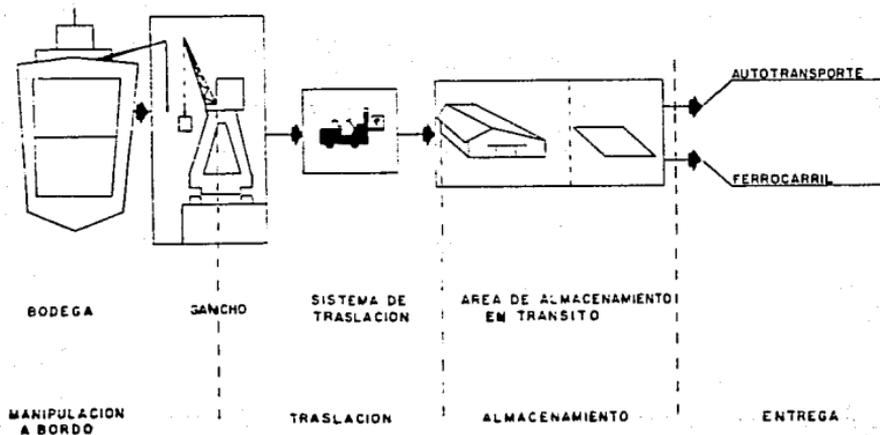


Fig. V.4 Fases de la operación

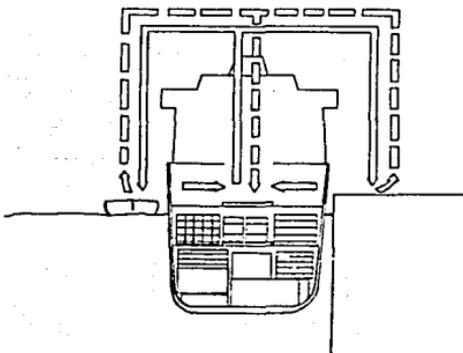
### V.5.1 MANIPULACION A BORDO

Ocupa un lugar preponderante, ya que se utiliza independientemente de la vía que siga la carga. Consta de dos operaciones totalmente diferentes:

- Operación de descarga.
- Operación de carga.

Comprende todos los movimientos de carga entre el costado del muelle y la bodega del buque, y viceversa; incluye la preparación de la carga, izada de la carga, colocación, desenganche de la misma y retorno del gancho para la siguiente izada.

Fig. v.5 El ciclo del gancho



Por lo tanto, la fase de manipulación a bordo es el elemento predominante del sistema del puesto de atraque, y lo que ocurra o deje de ocurrir en ella durante las operaciones, influye directamente en los demás elementos del sistema.

### V.5.2 TRANSFERENCIA DE LA CARGA

Consiste en el traslado de las mercancías de desembarque desde el costado del buque hacia los almacenes del puerto (vía indirecta), los medios de ---

transporte terrestre (vía directa), la explanada del muelle (vía semidirecta), o en sentido contrario cuando se trata de mercancías de embarque.

Esta fase considera no solo la transferencia sino también la separación por marcas y el apilamiento.

#### V.5.3 ALMACENAMIENTO

La función esencial del almacenamiento es permitir que la carga sea organizada y consolidada para facilitar su entrega/recepción al ó los consignatarios. Se distingue de las demás porque en ella es necesario conocer la rotación de las mercancías.

#### V.5.4 RECEPCION/ENTREGA

Para el caso de la vía indirecta esta fase abarca el movimiento de carga -- desde su sitio de almacenaje hasta las zonas de despacho o puntos de entrega y además el manipuleo asociado a la entrega de las mismas al transporte de carretera, ferrocarril o barcaza.

En el caso de flujo de mercancías por la vía directa, la recepción/entrega -- está comprendida en la fase de carga/descarga. También existe la fase de recepción/entrega en el caso de la vía semidirecta.

Este sistema tiene especial importancia puesto que de su efectividad depende en gran parte la capacidad de almacenamiento y, en consecuencia, debe ser -- analizado cuidadosamente para determinar su incidencia en la capacidad del -- puerto.

#### V.6 CONCEPTO DE CAPACIDAD TEORICA Y MARGEN DE CAPACIDAD DE UN PUERTO

Cada puerto podrá mover un número determinado de toneladas de acuerdo a sus características físicas y servicios. Para efectos de análisis de la capacidad de manejo de carga en un puerto, es conveniente dividirlo por grupos de puestos de atraque y por fases de operación.

Si todos los elementos del sistema (fases de la operación) trabajaran sin -- interrupciones al ritmo más elevado que normalmente pudiera mantenerse duran te un turno completo, el tonelaje manipulado será lo que generalmente se de-- fine como: capacidad teórica o intrínseca del puerto.

La diferencia entre el rendimiento real y la capacidad intrínseca se denomi-- na: márgen de capacidad.

Fig. V.6 Capacidad intrínseca, rendimiento real y margen

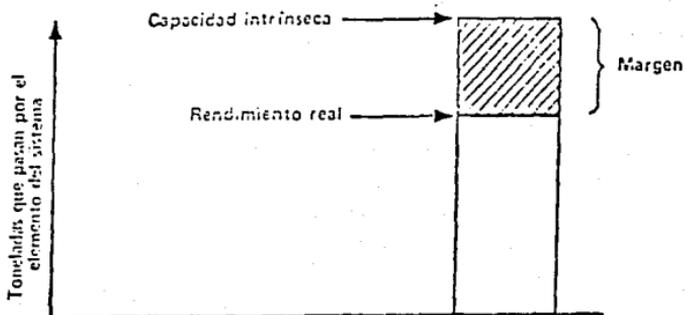
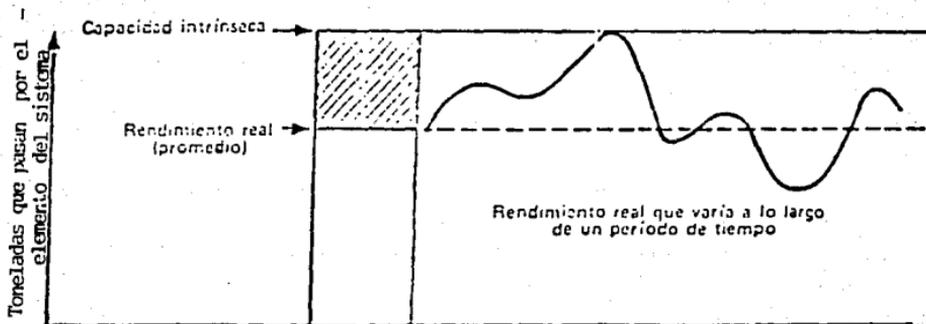


Fig. V.7 Rendimiento real que alcanza alguna vez la capacidad intrínseca

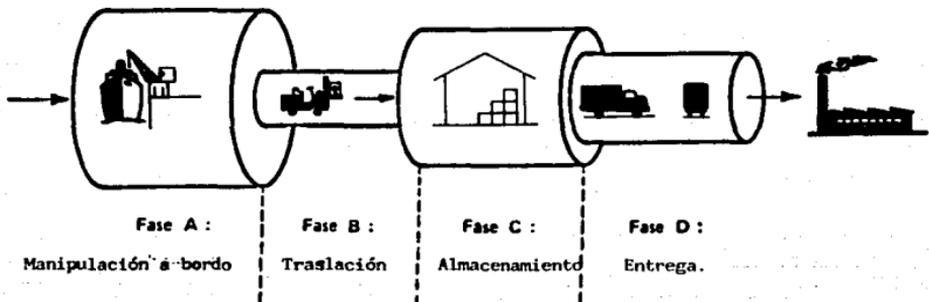


### V.6.1 METODO BASICO

Uno de los métodos utilizados para identificar los estrangulamientos que impiden un mayor movimiento de mercancías por el puesto de atraque es el llamado "Método básico", cuyo objetivo es encontrar el margen de capacidad del sistema.

Este método se ilustra en la figura V.8. La figura representa esquemáticamente una de las vías que puede seguir la carga al pasar por un puesto de atraque.

Fig. V.8 Representación esquemática del flujo de mercancías de importación\*



\*Via indirecta \_

Cada una de las cuatro fases tendrá una determinada capacidad de manipulación que será distinta a las capacidades de las demás. La situación es análoga a la de un fluido que circula por el interior de una tubería de diámetro irregular en el sentido de que la capacidad de manipulación de la mercancía por el puesto de atraque, queda determinada por la fase que tenga la menor capacidad. De aquí se infiere que no se consigue nada con tratar de aumentar la capacidad de aquel elemento del puesto de atraque, cuya capacidad es ya la mayor (manipulación a bordo). En realidad, solo se puede mejorar la capacidad del conjunto incrementando la capacidad del elemento más estrecho (traslación). En este caso se dice que hay un estrangulamiento en la fase de traslación. La capacidad del conjunto mejorará a medida que se incremente la capacidad de la fase B hasta que iguale a la de la fase D (entrega). Cualquier mejora adicional de la capacidad total exigirá un aumento simultáneo de las fases B y D. Es importante destacar el hecho de que en las fases donde no existe estrangulamiento hay una capacidad en exceso.

La ventaja del método básico, reside en su simplicidad, puesto que permite conocer la naturaleza y las causas de los estrangulamientos que se oponen a un incremento del movimiento de mercancías.

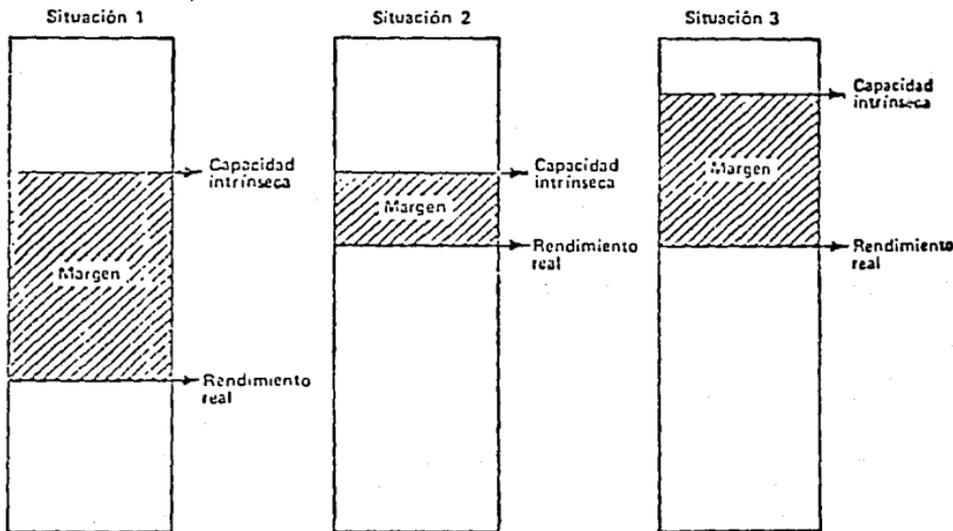
#### V.6.2 CALCULO DE CAPACIDADES.

Es preciso recordar que el objetivo principal del método básico es determinar el rendimiento real y la capacidad intrínseca del sistema, mediante el análisis de la información **obtenida** directamente de las operaciones.

La capacidad intrínseca no es un máximo absoluto. Está definida como trabajo ininterrumpido al ritmo medio normal. Evidentemente, puede aumentarse el ritmo de trabajo, lo que llevaría a una capacidad intrínseca más elevada. Pero, a pesar de que un aumento de productividad puede reducir los costos, no necesariamente generará un mayor movimiento de mercancías, a menos que exista un estrangulamiento en alguna de las fases (Ver figura No. V.9).

Una vez localizados los estrangulamientos que impiden un mayor movimiento de mercancías, existen dos procedimientos para incrementar la capacidad del sistema:

Fig. V.9 Relación entre la capacidad intrínseca, el margen y el rendimiento real



- a) Mediante mejoras en los métodos de operación
- b) mediante inversiones en nuevas instalaciones.

#### V.6.2.A Fase de manipulación a bordo.

El rendimiento del sistema de manipulación a bordo puede calcularse en base a los registros estadísticos del puerto.

Determinado el rendimiento real de la fase, es necesario estimar -- la capacidad intrínseca de la misma.

Para el cálculo de las capacidades, el ciclo de la grúa es el movimiento básico.

El ciclo medio de la grúa depende de:

- Características del gancho (velocidad y desplazamiento).
- Tiempo para enganchar y desenganchar la eslinga.
- Distancia que debe recorrer el gancho.

$$\text{Capacidad real (ton/hora)} = \frac{\text{Peso promedio de la izada (ton)} \times 60}{\text{Tiempo bruto promedio del ciclo (min)}}$$

$$\text{Capacidad intrínseca (ton/hora)} = \frac{\text{Peso de izada máxima posible (ton)} \times 60}{\text{Tiempo neto del ciclo (min)}}$$

#### V.6.2.B Fase de transferencia.

Como es natural, la capacidad del sistema de traslación está directamente relacionada con el tipo de carga transportada y el procedimiento empleado. La capacidad de traslación ha de evaluarse para cada tipo de mercancía, equipo y método utilizado; el cálculo debe basarse en una combinación de sus rendimientos.

La capacidad intrínseca de un sistema de traslación está determinada por:

- a) La distancia que debe recorrerse.
- b) El peso acarreado en cada recorrido.
- c) Velocidad del equipo de traslación.
- d) Tiempo necesario para cargar y descargar las mercancías en el equipo de traslación.
- e) Cantidad de equipo utilizado.

La capacidad intrínseca del ciclo de traslación por hora y por unidad de transferencia se calcula con la relación siguiente:

$$CI = W \times N$$

$$N = \frac{1}{\frac{(d)}{(V1)} + \frac{(d)}{(V2)} + \frac{M}{60}}$$

donde:

- CI = Capacidad intrínseca del ciclo de traslación (ton/hr).
- W = Peso medio acarreado en cada ciclo (ton ).
- N = Número de ciclos efectuados por hora.
- d = Distancia de traslación (m).
- V1 = Velocidad de traslación con carga (m/hr ).
- V2 = Velocidad de traslación sin carga (m/hr ).
- M = Tiempo necesario para cargar y descargar los remolques (min ).

Debe calcularse la capacidad intrínseca de traslación para cada una de las principales categorías de mercancías que utilizan el sistema y comparar dicha capacidad con el rendimiento real y la capacidad intrínseca del sistema de manipulación a bordo, así también, compararse con el rendimiento real del propio sistema para cada categoría de mercancías. La comparación reflejará la insuficiencia de las capacidades y/o rendimientos de los sistemas, lo cual permitirá detectar los factores que entorpecen la operación de estos sistemas y recomendar los procedimientos adecuados para mejorar su eficiencia.

#### V.6.2.C Almacenamiento.

Para determinar la capacidad intrínseca del sistema de almacenamiento se toman en cuenta los factores siguientes:

- a) la combinación de mercancías que se depositan en los almacenes,
- b) la capacidad de almacenaje,
- c) el tiempo de permanencia de las mercancías.

Mediante la fórmula siguiente se calcula la capacidad intrínseca de una zona de almacenamiento, ya sea al aire libre o a cubierto.

Capacidad intrínseca anual (ton/año) = Capacidad de almacenamiento (ton) x Número de rotaciones del almacenamiento en un año.

Capacidad de almacenamiento (ton) = Superficie de almacenamiento x factor de ajuste por espacio perdido x altura de apilamiento promedio  $\times$  densidad de la carga.

Ejemplo:

Cálculo de la capacidad intrínseca de almacenamiento de una bodega con los datos siguientes:

- Superficie de almacenamiento = 5,700 m<sup>2</sup>.
- Altura de apilamiento = 2 m
- Densidad de la carga = 77 pies cúbicos/ton.\*
- Factor de ajuste por espacio perdido = 20%

$$\text{Capacidad de almacenamiento} = 5,700 \times 0.8 \times \frac{2}{77/35.3} = 4,200 \text{ ton.}$$

Para determinar la capacidad intrínseca de este mismo almacén, se requiere saber cuánto tiempo permanece la carga en él por término medio. Supóngase que se efectúa un análisis de los tiempos de tránsito y resulta un tiempo de 16 días. ¿Cuál es la capacidad intrínseca del almacén?

Un tiempo medio de tránsito permite hacer  $\frac{365}{16} = 22$  rotaciones por año.

\* 1 m<sup>3</sup> = 35.3 pies cúbicos.

Por consiguiente la capacidad intrínseca será:

$$4,200 \times 22 = 92,400 \text{ ton por año, aproximadamente.}$$

#### V.6.2.D Entrega/recepción.

Este sistema presenta especial importancia, pues de su efectividad depende en gran parte la capacidad de almacenamiento. No obstante que este sistema tenga un comportamiento satisfactorio en comparación con los otros sistemas, también es necesario evaluar la calidad del servicio.

Los factores que determinan la capacidad diaria del sistema de entrega, para cada tipo de zona de almacenamiento, son los siguientes:

- a) Número de puntos de entrega (N)
- b) Número de horas diarias de entrega (H) (horas).
- c) Rendimiento horario por punto de entrega (R) (ton/hr).

Así, la capacidad intrínseca de este sistema se calcula mediante la relación:

$$C.I.E. = N \times H \times R.$$

Como puede observarse, para cada fase, el rendimiento real y el rendimiento intrínseco en ocasiones pueden presentar grandes diferencias; obviamente esto puede modificarse si se hacen cambios en la organización, en el equipo empleado, o si se implementan nuevos procedimientos de operación.

Naturalmente, el rendimiento real en cualquier operación variará según cambien las condiciones; en estos casos, es el margen lo que permitirá hacer los ajustes apropiados para equilibrar las diversas operaciones para mantener el flujo de carga, eliminar demoras y evitar congestionamientos.

## V.7 TERMINALES, EQUIPO, E INSTALACIONES ESPECIALES

Organizada la operación de acuerdo con las características de la mercancía, medios de transporte e instalaciones, se procede a la elección del equipo - adecuado para llevar a cabo la manipulación de la carga.

Tanto las instalaciones como los equipos y utillajes que se utilizan, están íntimamente ligados a las características de la operación a realizar.

El análisis de la maquinaria y el equipo a emplear se puede realizar desde distintos puntos de vista, pero destaca principalmente la clasificación de acuerdo a la fase de la operación y al tipo de mercancía.

a) Respecto a la fase de operación:

- Equipo de carga/descarga.
- Equipo de transporte.
- Equipo de almacenamiento.
- Equipo de recepción/entrega.

b) Por el tipo de mercancía la operación se puede llevar a cabo de --- acuerdo a la clasificación siguiente:

- Operaciones ordinarias.
- Cargas unitizadas.
- Graneles sólidos.
- Graneles líquidos.

De esta manera se pueden identificar los equipos necesarios para realizar - los ciclos de manipulación de la carga en la que intervienen los movimientos horizontales y verticales propios de cada actividad.

### V.7.1 OPERACIONES ORDINARIAS

Comprende los equipos utilizados en el movimiento de la mercancía general, - sola o combinada con graneles, en muelles para carga general, sin tomar en cuenta la carga que se maneja en terminales especializadas (contenedores, -- graneles sólidos o líquidos).

Por las características de cada etapa de las operaciones es conveniente analizar los equipos de acuerdo a la clasificación:

- a) Elementos de formación de la unidad de carga.
- b) Equipos de carga y descarga.
- c) Equipos de transporte y almacenamiento.
- d) Equipo de operación total.

#### V.7.1.1 Elementos de formación de la unidad de carga.

Son aquellos que sirven de liga entre la máquina y la mercancía en las operaciones de carga y descarga, existen tres grupos:

Equipos de carga general.- Son elementos auxiliares que sirven para facilitar el enganche de las unidades de carga, tales como:

Estrobo, ganchos, eslingas, aparejos, chinguillos, etc. (ver figura V.10).

Paletas (Pallets).- Son tarimas para transportar carga. Se construyen de diversas dimensiones y materiales fig. V.11 .

Tamaños: 0.80 x 1.00 m; 0.8 x 1.20 m; 1.00 x 1.20 m;  
1.20 x 1.60 m; 1.20 x 1.80 m.

Fig. V.10 Dispositivos sujetadores de carga

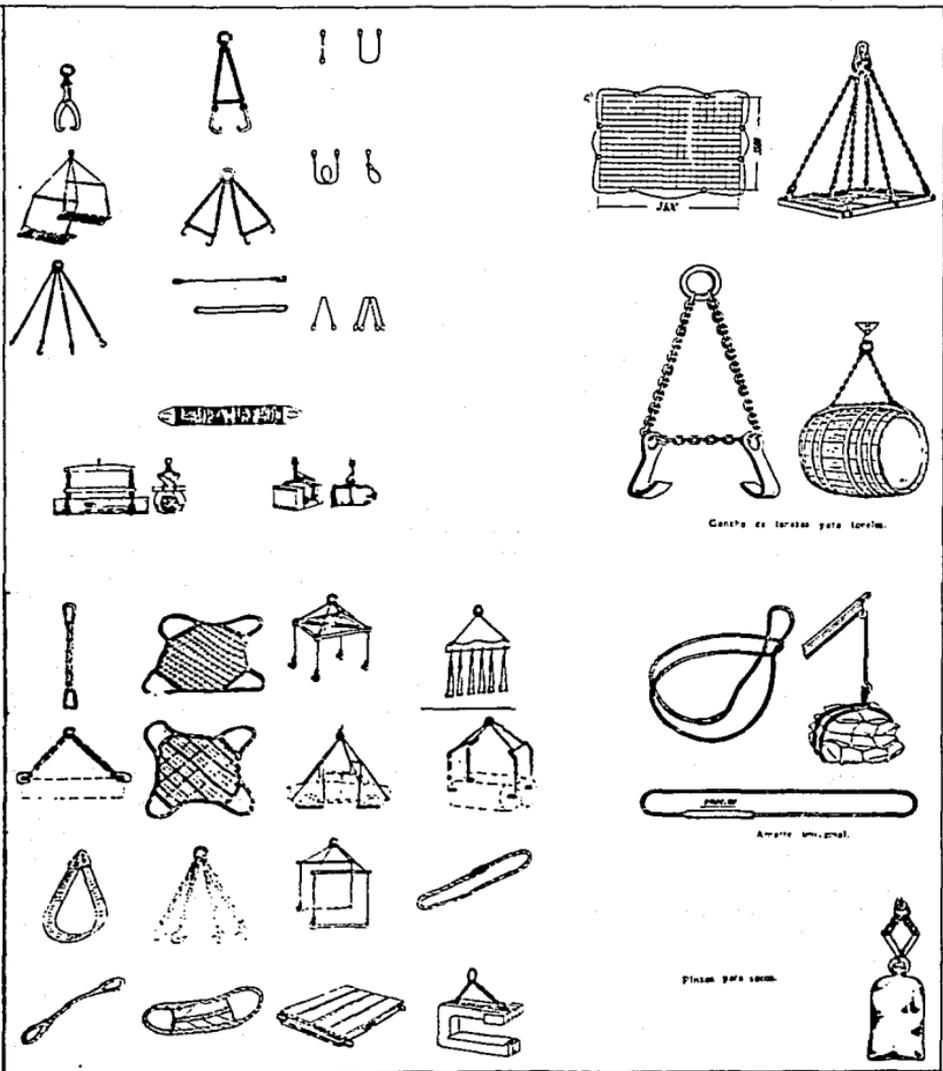
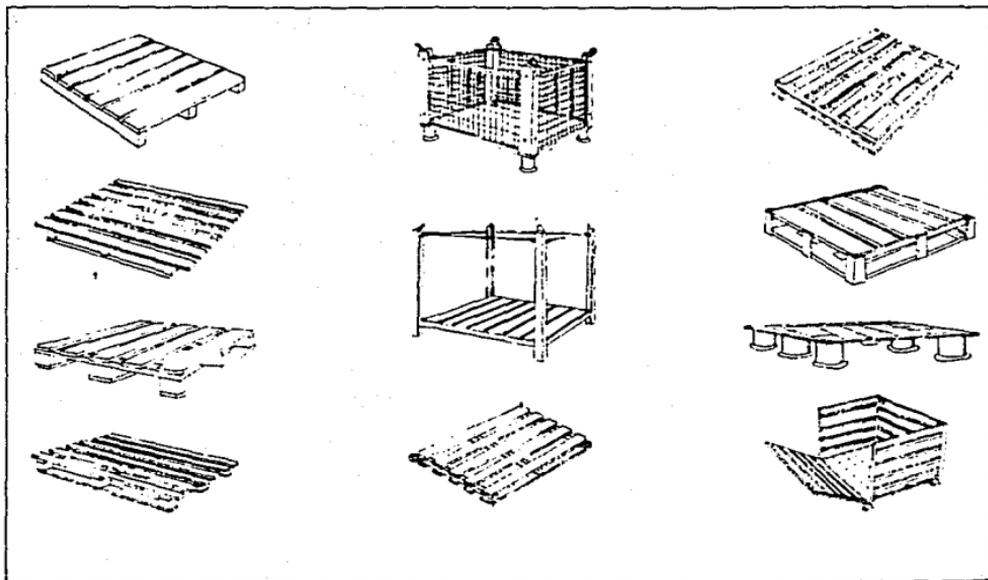


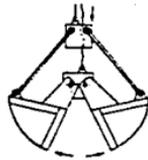
Fig. V.11 Tipos de pallets



Equipos para manejo de graneles. - Estos son:

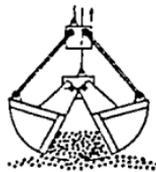
- Cucharas de más de un cable
- Cucharas monocables.
- Cucharas con motor.

ESQUEMA DE TRABAJO DE CUCHARA DE DOS CABLES

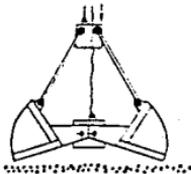


APERTURA Y DESCARGA

Fig. 1.12



CIERRE Y CARGA

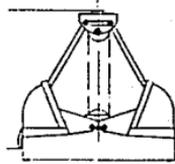
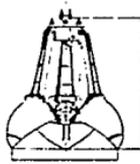
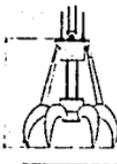


DESCENSO



ELEVACION

TIPOS DE CUCHARAS



V.7.1.2 Equipos de carga y descarga.

Los equipos normalmente utilizados para el paso de la mercancía desde las -  
escotillas del barco hasta el muelle son de elevación. La operación puede  
realizarse con los medios del barco, con los de tierra, o con ambos en algu  
nos casos.

En tierra los equipos empleados son las grúas de muelle y las grúas móviles.  
El barco para esta operación dispone de los puntales, y en casos especiales,  
de grúas.

- Grúas de muelle

Existen dos tipos:

- a) Grúas pórtico
- b) Grúas móviles

a) Grúas pórtico.- Se desplazan sobre rieles a lo largo del mue  
lle y constan de tres partes principales: el pórtico, el  
centro de mando y motor y la pluma.

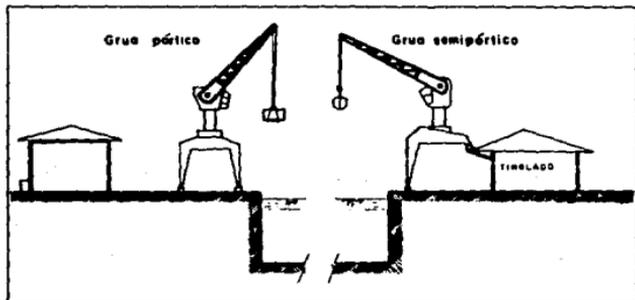


Fig. V.13 Esquema de grúas pórtico y semi-pórtico

Los requisitos que debe satisfacer una grúa de muelle son:

- Subir y bajar las cargas.
- Girar sobre su eje vertical 360°.
- Desplazarse longitudinalmente sobre el muelle.
- Tener el gálibo suficiente para dominar el barco.
- Barrer toda la superficie del buque y zona de depósitos del muelle.

Para la carga y descarga de contenedores en terminales especializadas, --- existen grúas de pórtico conocidas como grúas portainer. Hay una gran va-- riedad de este tipo pero todas tienen una pluma horizontal que se extiende-- por la manga del buque, también tienen una extensión posterior que permite-- el apilamiento por la parte trasera de la grúa, y por lo general están -- equipadas con "spreaders" telescópicos para uso flexible.

b) Grúas móviles.-- Este tipo de grúas van montadas sobre neumáticos y pueden desplazarse por todo el puerto.

Sus inconvenientes principales son: bajo rendimiento por su len-- titud, menor capacidad de carga, corto alcance de pluma para - cargas medianas y la obstaculización de los muelles.

Son recomendables en los siguientes casos:

- Para carga y descarga de barcos pequeños.
- En zonas de muelles estrechos donde no pueden existir grúas pór-- tico.

Puntales.

Casi todos los barcos destinados a la carga de mercancía general poseen es-- te medio propio de izada lo que les permite operar en puertos y muelles -- donde no existen grúas de muelle.

Fig. V.14 Puntal de buque



- Grúas de barco.

Actualmente los medios de izada de puntal están dejando paso a los de tipo grúa. Los cargueros polivalentes acondicionados para transportar todo tipo de mercancías están dotados de medios propios de descarga, capaces de izar desde grandes maquinarias, hasta cucharas de grano, sacos, cajas, etc.

V.7.1.3 Equipos para manipulación a bordo.

En las operaciones de estiba y desestiba de mercancía general en forma de bultos o paquetes se emplean comúnmente las carretillas mecánicas elevadoras de horquilla (montacargas). Son aptas para la operación en el interior de las bodegas en los barcos. Las capacidades de carga oscilan entre 1 y -

27 ton, con altura máxima de elevación de 3.0 m

V.7.1.4 Equipos de transporte y almacenamiento.

En el interior del puerto para el traslado, apilado y desapilado de las unidades de carga, los elementos más usados son:

- Carretilla mecánica transportadora (Tractor de arrastre).
- Carretilla elevadora de horquillas.
- Tractores y remolques.
- Transportadores continuos.

a) Carretillas mecánicas transportadoras.

Son plataformas móviles manejadas por un operador situado en su parte anterior. Su capacidad de carga se limita a 3.0 ton, aproximadamente.

b) Carretillas elevadoras de horquillas.

Conocidas comúnmente como montacargas; estos equipos tienen gran aceptación en los puertos por su maniobrabilidad, precisión en el apilado y la posibilidad de realizar el transporte horizontal y vertical. Son óptimas para distancias de transporte no superiores a 200 m.

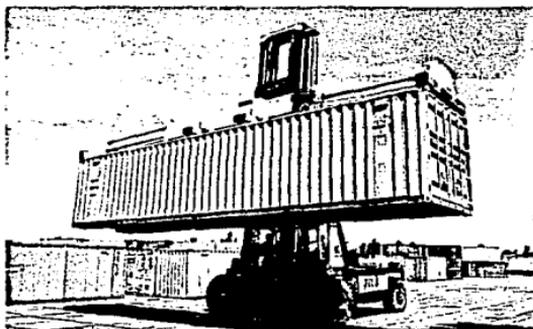
c) Tractores y remolques.

Este tipo de transporte está formado por la combinación de un vehículo de tracción y una serie de plataformas (planas).

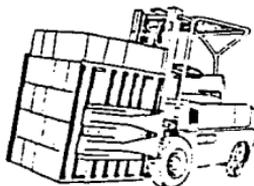
Presentan el inconveniente de requerir de un medio auxiliar de carga y descarga, apile o despile, son propios para cargas ligeras y distancias considerables, propiciándose su uso por la posibilidad de formar un tren de plataformas con importante volumen de carga.



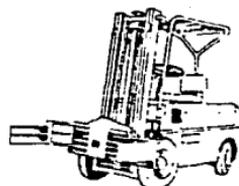
Pinza para bidones



Espolón



Pinza para cajas de cartón



Pinza para botes



Prensas para bobinas.



Uñas para paletas.



Horquillas extensoras.



Uñas para tambores.



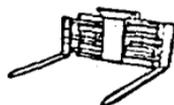
Prensa de carga.



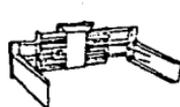
Pala hidráulica.



Estabilizador de carga.



Horquilla hidráulica móvil.



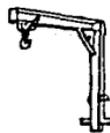
Prensa para fardos.



Cargador lateral.



Espiga.



Plumín ajustable.

d) Transportadores continuos.

Aunque su empleo es más apropiado para el manejo de graneles sólidos, también pueden utilizarse para carga general en mercancías homogéneas en módulos de pequeño peso y volumen, como sacos, plátanos, paquetes, cajas, etc.

Se distinguen los siguientes tipos:

- Planos inclinados.
- Cintas transportadoras.
- Sistema espiral y banda transportadora.

Los más usados son los dos primeros; los planos inclinados son para distancias cortas, mientras que las cintas transportadoras pueden alcanzar distancias mayores. Ambos requieren en sus extremos de equipos de apilado y desapilado.

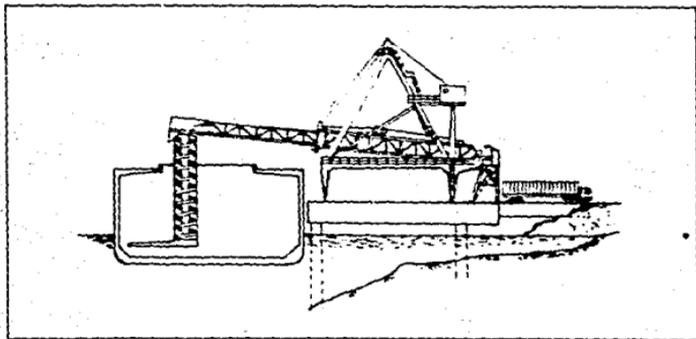


Fig. V.16 Sistema de carga continuo tipo Cargoveyor

## V.7.2 TERMINALES PARA CARGAS UNITIZADAS.

La búsqueda de procedimientos para un manejo más eficiente de la carga ha traído como consecuencia la aparición de tráficos especiales, mediante la utilización de sistemas de unitización de la mercancía. De esta manera, se han desarrollado las técnicas de manejo por medio de contenedores, barcazas y Roll-on Roll-off, llegando a precisar de instalaciones especializadas cuando sus volúmenes lo demandan.

Por la forma de manipular la mercancía unitizada se pueden distinguir tres sistemas:

- elevación (Lift-on, Lift-off).
- rodadura (Roll-on, Roll-off).
- flotación (Float-on, Float-off).



Fig. V.17 Roll-on, Roll-off

### V.7.2.1 Sistema por elevación.

Esta operación es típica de las terminales de contenedores. Se distinguen tres tipos de terminales de transbordo por elevación para contenedores, según su disposición, el tipo de equipo que en ellos se utiliza y su organización:

- a) Terminales de remolques.
- b) Terminales de carretillas pórtico.
- c) Terminales de grúas pórtico.

#### 7.2.1.1 Transporte y almacenamiento en el sistema por elevación.

El equipo utilizado en las operaciones de transporte y almacenamiento de -- contenedores es:

- Trailers o semi-remolques.- Son chasis sobre los cuales se deposita el contenedor para su transporte.
- Cabeza tractora.- Es el equipo que se utiliza para remolcar los -- trailers. Su uso puede extenderse más allá de los límites del puerto, empleándose como transporte por carretera.
- Carretillas elevadoras.- Su apariencia es similar a la de una carretilla elevadora de horquillas (montacargas) a la que se le ha -- cambiado la horquilla por un bastidor especial para el enganche del contenedor por su parte superior (spreader).
- Carretilla de carga lateral.- Efectúa el transporte del contenedor por su parte inferior y por un lateral del mismo.
- Carretilla pórtico(Straddle Carrier).- Consiste en un pórtico sobre neumáticos con la cabina de mando en la parte superior. Puede apilar hasta tres contenedores de altura. Se usa para transferir-- los desde el muelle hacia el área de almacenaje y para carga o descarga desde la vía terrestre.
- Grúa pórtico (Transtainer).- Es una grúa que puede ir montada sobre



Fig. V.18.a Chasis o remolque.

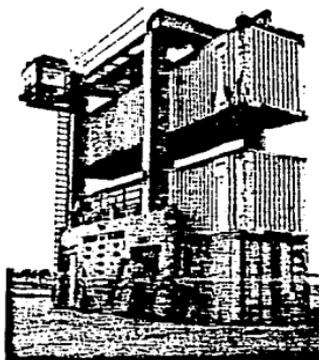


Fig. V.18.b  
Straddle Carrier.

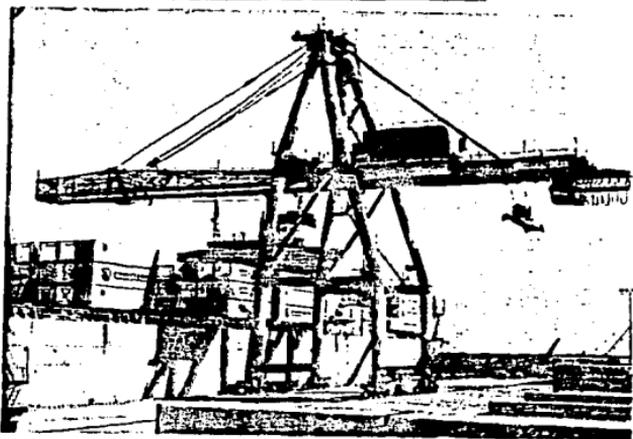


Fig.V.18.c  
Grúa Portainer.

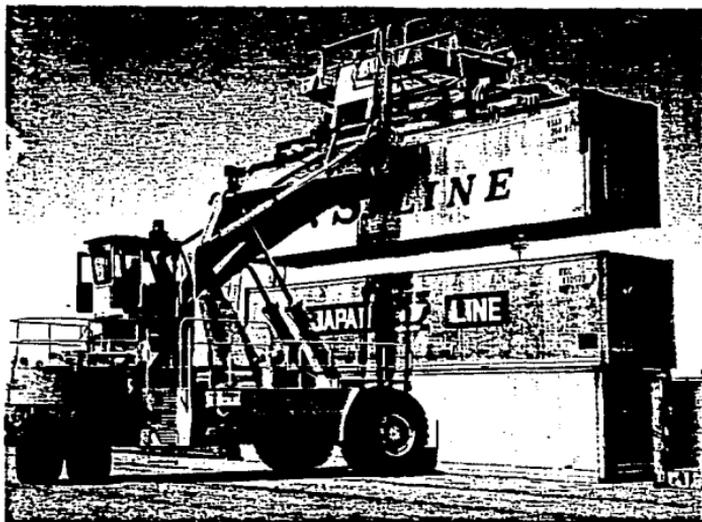


Fig. V.19 Carretilla elevadora con Spreader (Port Packers).

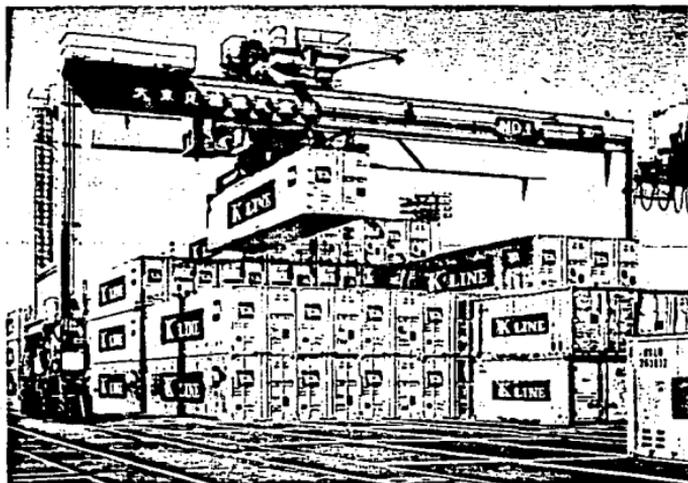


Fig. V.20 Grúa Transtainer sobre neumáticos.

neumáticos o sobre rieles. Se utiliza exclusivamente para el almacenamiento o evacuación de los contenedores. Puede apilar hasta cinco contenedores de alto, aunque normalmente se apilan no más de cuatro de alto por razones de estabilidad.

Las características y forma de operación de los tipos de terminales por elevación se describen ampliamente en el Capítulo VI en lo relativo a terminales de contenedores.

#### V. 7.2.2 Sistema por rodadura.

En este modo de operación la carga está formada por una serie de elementos susceptibles de ser cargados o descargados del barco individualmente mediante desplazamientos horizontales.

La carga puede estar compuesta por vehículos automotores, semirremolques y contenedores.

En el caso de los contenedores existen tres modalidades de carga.

- 1.- El contenedor sobre su trailer es introducido a bordo por el propio vehículo tractor.
- 2.- El trailer con el contenedor se introduce en el barco con la unidad tractor, separándose de ésta una vez en bodega.
- 3.- El contenedor se introduce en la bodega del barco con ayuda de un medio rodante propio del puerto, como una carretilla pórtico o una carretilla elevadora.

Es importante destacar que en el sistema por rodadura, se realiza la operación completa entre la bodega del barco y almacén de muelle mediante un solo equipo.

El transporte por rodadura exige del puerto instalaciones particula

res; el medio de unión entre muelle y barco es una rampa que permite el paso de grandes cargas.

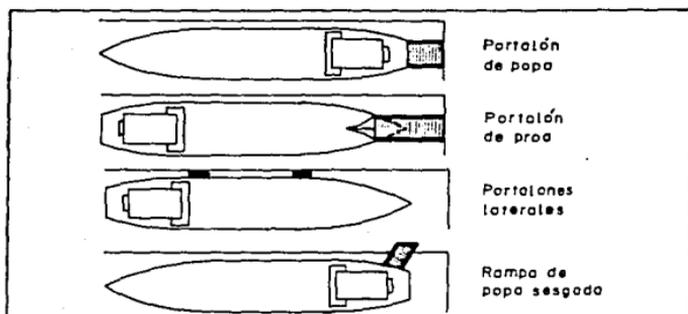


Fig. V.21 Rampas Ro-ro

#### V.7.2.3 Sistema por flotación.

La operación se realiza por barcazas que llevan carga a granel y/o contenedores hasta un buque nodriza situado en aguas profundas. Estas barcazas son transportadas por remolcadores convencionales hasta el buque nodriza o la zona de atraque, donde son cargadas y descargadas por grúas, o bombas en el caso de graneles ligeros.

#### V.7.2.4 Terminales combinados.

Se ha generalizado el uso de buques híbridos (combinados) que manejan -- contenedores mediante el sistema por elevación y por rodadura, los cuales requieren de terminales combinados. En un terminal de contenedores es factible habilitar por lo menos un puesto de atraque para operaciones de autotransbordo.

### V.7.3 TERMINALES DE GRANELES SOLIDOS

Dentro del grupo de graneles sólidos se encuentran aquellos productos en forma de materia suelta que pueden ser manipulados de manera continua por medios mecánicos especiales.

Por lo general se divide la carga seca a granel en dos grupos: "cargas a granel principales" y "cargas a granel secundarias". Las cargas a granel principales consisten en cinco productos básicos que actualmente se transportan, casi sin excepción, en cargamentos completos fuera de los servicios de línea regulares. Dichos productos son los siguientes: mineral de hierro, cereales, carbón, bauxita y fosfatos. Este tipo de carga presenta grandes ventajas en lo que respecta a su manipulación: altas tasas de rendimiento, poco riesgo, baja ocupación y mecanización.

Un muelle mineralero típico consta por lo menos de dos puestos de atraque, dos puestos de fondeo y algunas boyas. En tierra, junto a los puestos de atraque, una estructura ligera con equipo de carga o descarga y cintas transportadoras. La zona de almacenamiento requiere equipo apropiado para descargar o cargar camiones, apilar los minerales en montones y, en su caso, un equipo para recoger el mineral que una banda transportadora lleve a la máquina cargadora.

La operación a realizar es el transbordo de la mercancía de bodega de buque al almacén o viceversa.

La selección y clasificación del equipo se encuentran condicionadas a las características físicas de la mercancía: densidad del material, ángulo de talud natural, rozamiento, cohesión, granulometría, alterabilidad y contaminación.

Se debe buscar al máximo la utilización de la gravedad en todas las operaciones con el fin de obtener un aumento en rendimiento y economía.

Los equipos usados se diferencian en:

- Mecánicos.
- Neumáticos.
- Hidráulicos.

Los equipos mecánicos realizan operaciones parciales independientes o bien la operación total.

En los neumáticos e hidráulicos, el equipo suele ser de operación total entre buque y almacén. El equipo hidráulico actualmente se emplea en aquellos materiales que pueden ser operados en suspensión.

El cuadro resume los diversos equipos utilizados en las operaciones de granes.

Neumáticos e  
Hidráulicos

Compresores  
Bombas  
Succionadoras  
Tuberías  
Tolvas  
Silos  
Separadores  
Garzas  
Boquillas  
Válvulas  
Extractores de polvo  
Básculas

Equipos  
Mecánicos

- Grúas
- Cucharas
- Bandas transportadoras
- Cangilones
- Bandas elevadoras helicoidales
- Básculas
- Tolvas
- Silos
- Palas mecánicas
- Tractores de carga
- Grúas pórtico
  - De carga
    - Con tuberías
    - Con cintas
  - de descarga
    - Con bandas
    - Con cucharas
- Grúas canguro: Dotada con tolva delantera de ---  
descarga
- Pórticos de descarga
- Puentes-grúa de descarga
- Elevadores continuos de cangilones
- Puente de carga
- Excavadoras de ruedas de cangilones
- Viga móvil de desapile
- Carretón de apile
- Pórtico distribuidor (de apile)
- Puente auxiliar (de apile)

A continuación se muestran una serie de figuras donde se aprecia la función que desempeñan.

V.7.4 OPERACIONES CON GRANELES LIQUIDOS.

Se incluyen en este grupo los productos que se manipulan en forma líquida sin estar contenidos en recipientes de poca capacidad.

Por sus características los productos de este grupo son de fácil manejo y transporte, lo que permite adaptarse a las condiciones de las instala-

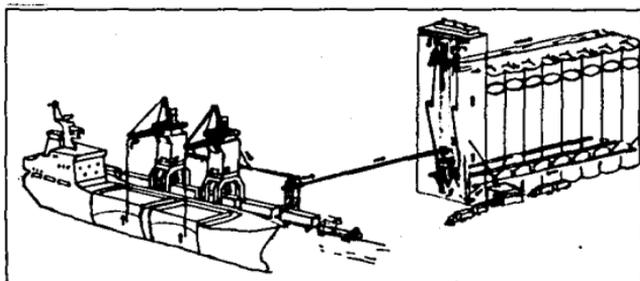


Fig. V.22 Esquema de funcionamiento de un silo

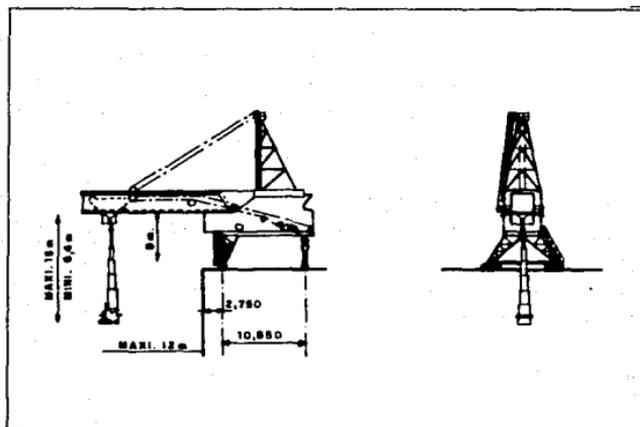


Fig. V.23 Pórtico de carga

Fig. V.24 Elevador continuo

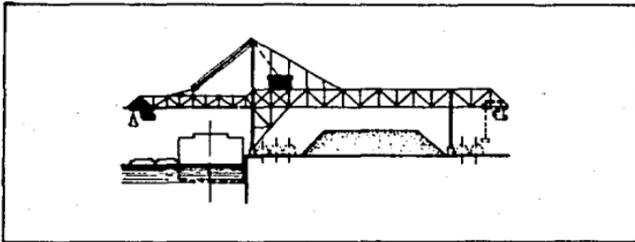
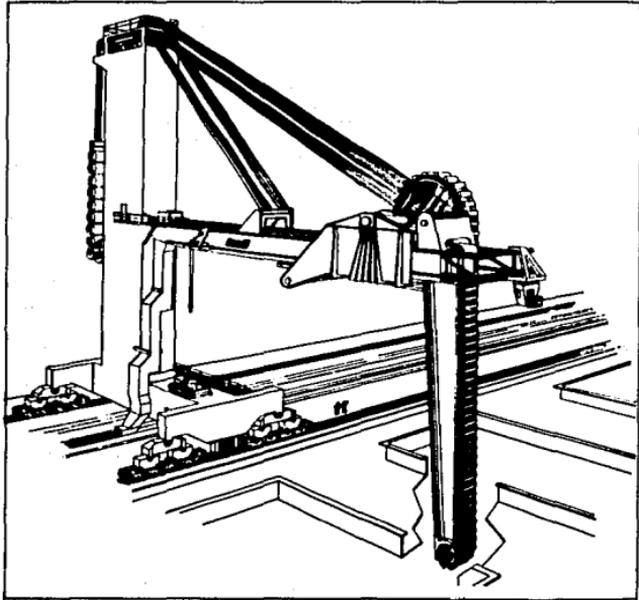


Fig. V.25 Puente grúa de descarga

Fig. V.26 Viga móvil de despile.

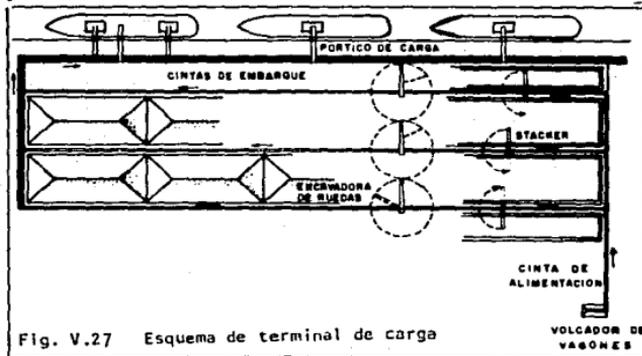
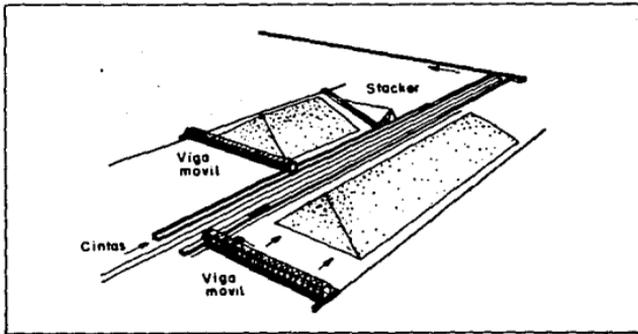


Fig. V.27 Esquema de terminal de carga

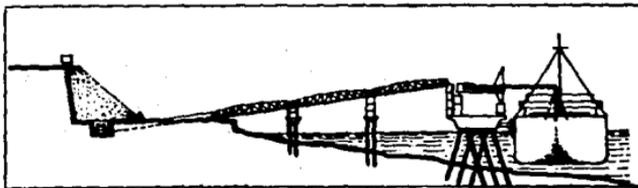
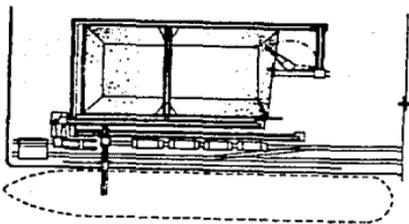
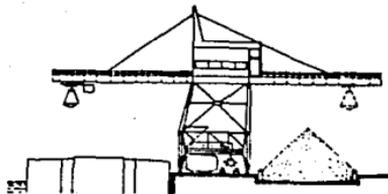


Fig. V.28 Cargadero de mineral

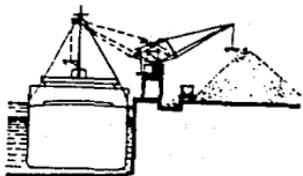
Fig. V.29



a) Esquema de una terminal para carga de mineral



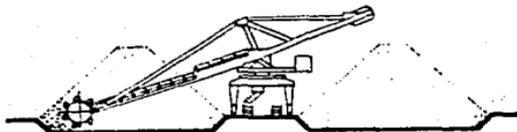
b) Cargadero de pórtico



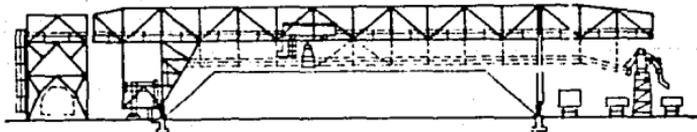
c) Carga de minerales con grúas y cucharas



d) Equipo de apilado en depósito



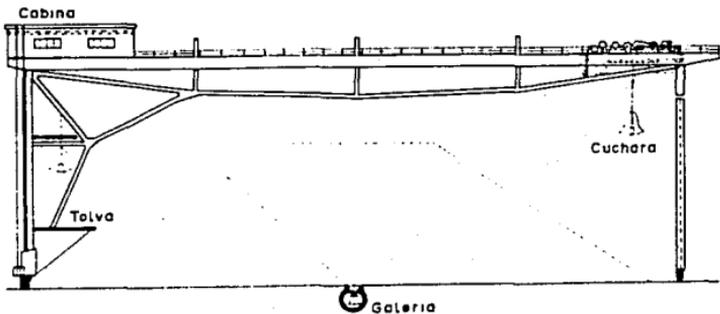
e) Equipo de carga en depósito



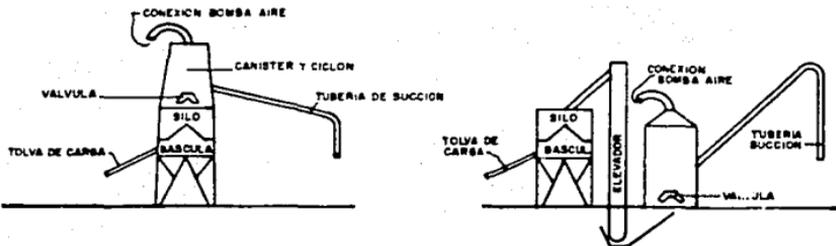
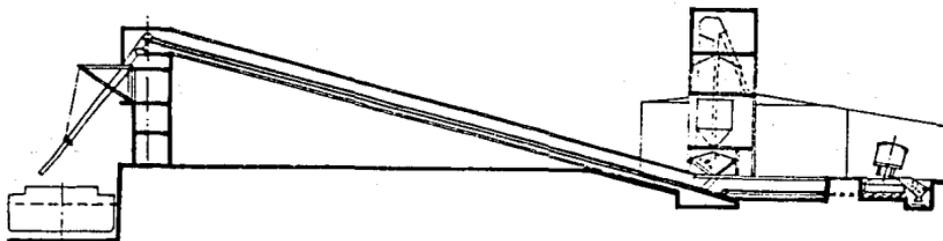
f) Pórtico de depósito de minerales

Fig. V.30

a) Puente de carga y galería subterránea.



b) Cargadero de grano con cinta



c) Esquema de plantas descargadoras

ciones portuarias colocando los depósitos a distancia.

En algunos casos, la peligrosidad del producto exige dispositivos de seguridad e instalaciones especiales que complementan la operación.

Atendiendo a la naturaleza del producto, se puede establecer la clasificación siguiente:

- Líquidos ordinarios. - Comprende todos aquellos productos líquidos no combustibles ni tóxicos como pueden ser: agua, vinos, aceites, mieles, otros.
- Productos petrolíferos. - Subdividiéndose a su vez en: crudos y refinados. - Productos derivados del petróleo cuyo estado natural es el líquido: crudo, gasolina, naftas, etc.
- Gases licuados. - Engloba a los grupos clasificados según su origen: naturales, constituidos casi en exclusivo por el metano, y los que provienen de la destilación fraccionada del petróleo, como son: propano, butano, amoníaco, anhídrido, cloruro de vinilo.
- Productos químicos. - Productos tales como: metanol, azufre líquido, ácidos fosfóricos, sulfúrico, etc.

Los líquidos ordinarios no presentan necesidades especiales de manipulación, reduciéndose sus instalaciones a bombas (en barco o en tierra), tuberías de transporte y depósitos.

En cuanto al manejo de los otros líquidos (petrolíferos, gases licuados y productos químicos): por su volumen significativo y por las dimensiones de los barcos, volúmenes unitarios, peligros de manipulación, etc., exigen instalaciones portuarias de características muy especiales.

Bajo estas condiciones el diseño de las terminales para el manejo de es-

los productos, considera las dimensiones de los barcos, naturaleza y topografía del fondo marino, maniobrabilidad, condiciones meteorológicas y oceanográficas, riesgos de contaminación y accidentes. Por lo cual las terminales se agrupan en dos categorías:

- Terminales en el interior de grandes puertos.
- Terminales alejadas de la costa.

En el caso de terminales en el interior del puerto, los equipos comúnmente utilizados son:

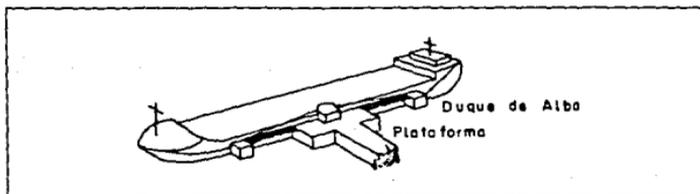
- Brazos de carga/descarga.
- Bombas.
- Tuberías.
- Mangueras.
- Válvulas.
- Tanques de almacenamiento.
- Equipos de deslastrado y limpieza.

Para las terminales alejadas de la costa, el equipo de recepción que se debe tener, por lo general cumple con una doble función: de atraque y amarre, y conducción.

Pueden agruparse en los tres tipos siguientes:

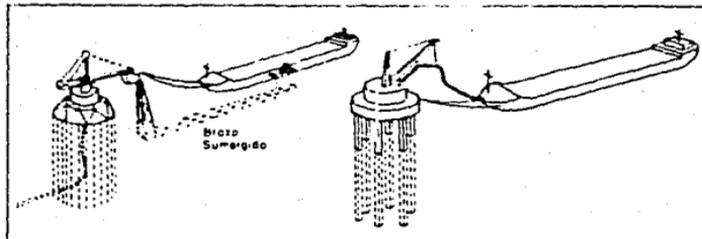
- 1).- PANTALANES.- Es una plataforma fija con una serie de puntos de amarre o duques de alba y una pasarela sobre pilotes unida a tierra en la que se alojan las conducciones.

Fig. V.31 Pantalán o espigón de atraque



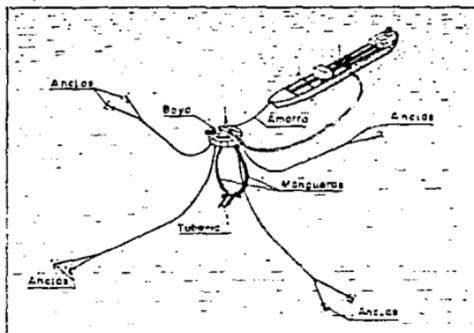
- 2) TORRE FIJA DE ATRAQUE.- Son estructuras fijas al fondo marino, generalmente sobre pilotes, dotadas con un dispositivo de unión de conducción al barco. Este dispositivo suele consistir en una manguera suspendida de un puntal o bien conducida por un brazo giratorio hasta la toma del buque.

Fig. V.32 Torres fijas de atraque



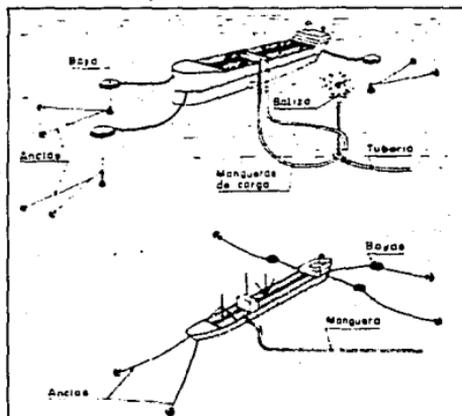
- 3) BOYA SIMPLE DE AMARRE.- Consiste en una gran boya lastrada o anclada, donde se realiza la conexión entre los oleoductos que van a la terminal en tierra y las mangueras de unión con el barco.

Fig. V.33 Boya de amarre



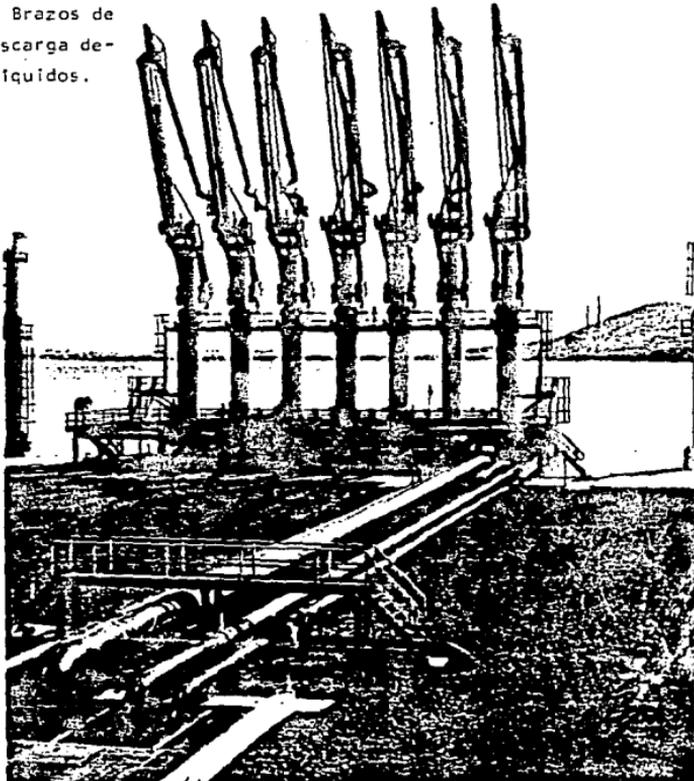
- 4) CAMPO DE BOYAS.- El amarre del barco, en este caso, se realiza a dos o más boyas y a veces con la ayuda de sus propias anclas. - El buque queda inmovilizado en una dirección que se estima óptima a efecto de resistir el oleaje y corrientes actuantes. En esa situación permanece durante la operación de carga o descarga. La conducción de unión a tierra reposa en el fondo debidamente señalizada.

Fig. V.34 Campos de boyas



- BRAZOS DE CARGA Y DESCARGA.- Estructuras articuladas que permiten la adaptación de las tuberías de tierra con las válvulas de descarga del barco. Su empleo se restringe a los atraques sobre plataformas o pantalanes.

Fig. V.35 Brazos de carga - descarga de graneles líquidos.



- BOMBAS.- En la operación de descarga el equipo de bombeo pertenece al propio buque mientras que la carga se efectúa desde tierra con las bombas de la instalación.

## V.8 INDICADORES DE RENDIMIENTO

Para operar un puerto con eficiencia y previsión, la administración del mismo debe estar informada continuamente acerca de cada aspecto del tráfico portuario y de las operaciones. Existe una gama muy amplia de información que se puede reunir, pero básicamente un sistema estadístico debe proporcionar datos sobre las instalaciones y operaciones del puerto.

Los indicadores de rendimiento son mediciones de los diversos aspectos del funcionamiento del puerto y se utilizan para conocer la eficacia, intensidad y calidad de los servicios que ofrece a sus usuarios. En primer lugar los datos se pueden utilizar para mejorar las operaciones portuarias y en segundo, proporcionan una base adecuada para planificar el desarrollo.

Debe existir una serie de indicadores para cada clase de carga que se maneja en el puerto, sugiriéndose en forma general la siguiente clasificación:

- Carga general fraccionada,
- Carga general homogénea,
- Carga unitarizada,
- Graneles líquidos
- Graneles sólidos.

### V.8.1 CLASES DE INDICADORES.

Existen cuatro grupos de indicadores de rendimiento usados comúnmente, estos son:

- a) indicadores de rendimiento.
- b) indicadores de servicio.
- c) indicadores de utilización.
- d) indicadores de productividad.

a) Indicadores de rendimiento.- El rendimiento se define como la cantidad de carga, en toneladas, manipulada en un determinado periodo de tiempo.

Hay cuatro tipos principales de indicadores de rendimiento:

- Toneladas/hora trabajada por el buque.
- Toneladas/tiempo del buque en el puesto de atraque.
- Toneladas/tiempo del buque en el puerto.
- Toneladas/hora - cuadrilla.

b) Indicadores de Servicio.- Existen varios indicadores utilizados para medir la calidad de servicio que ofrece el puerto a los usuarios (embarcadores, importadores, navieros, etc.), sin embargo, el más utilizado es:

- Tiempo Total de Estadía del Buque en Puerto, se le conoce también como Tiempo de Rotación del Buque.

c) Indicadores de Utilización.- Miden la intensidad de uso de las instalaciones de un puesto de atraque. En este grupo hay dos indicadores principales:

- Ocupación del Puesto de Atraque.- Proporción del tiempo que un puesto de atraque está ocupado por buques.
- Tiempo Trabajado en el Puesto de Atraque.- Proporción del tiempo de permanencia del buque en el puesto de atraque para el cual se ha

programado el trabajo de la mano de obra.

- d) Indicadores de Productividad.- Las tres categorías descritas, proporcionan datos útiles para un sistema de información administrativo, pero no miden la eficiencia y la efectividad del costo de la operación - del puesto de atraque; no indican la eficiencia de la mano de obra, - el equipo, las instalaciones y el suelo.

En términos generales, la eficiencia de las operaciones se mide por la proporción entre el rendimiento alcanzado y el esfuerzo empleado; el término "eficiencia" se refiere a la efectividad del costo, es decir, - el costo por unidad de producción; éste concepto aplicado a los puestos de atraque significa el costo por tonelada de carga manipulada.

Por lo tanto, el indicador es:

- Costo por Tonelada de Carga Manipulada.

#### CALCULO DE INDICADORES DE RENDIMIENTO

$$a) \text{ Ton/hora trabajada por el buque} = \frac{\text{Total ton manipuladas}}{\text{Total hora trabajada por el buque}}$$

$$\text{Ton/tiempo del buque en el puesto de atraque} = \frac{\text{Total ton manipuladas}}{\text{Total horas en puesto de atraque}}$$

$$\text{Ton/tiempo buque en puerto} = \frac{\text{Total ton manipuladas}}{\text{Total de horas en puerto}}$$

$$\text{Ton/hora-cuadrilla} = \frac{\text{Total ton/No. cuadrillas por turno}}{\text{No. horas del turno}}$$

$$\text{Ton/hora-hombre} = \frac{\text{Total ton/No. de hombres de la cuadrilla}}{\text{No. horas del turno}}$$

b) Tiempo Estadía del Buque = tiempo de espera + tiempo de permanencia en el puesto de atraque

c) Ocupación del Puesto de Atraque =  $\frac{\text{Horas (días) que se ocupa el atracadero}}{\text{Total de horas (días) posibles en el período}} \times 100$

Tiempo Trabajado en el Puesto de Atraque = Tiempo de permanencia del buque en el puesto de ---  
atraque - tiempo no ope  
racional

d) Costo por Tonelada de Carga Manipulada =  $\frac{\text{Costo total de la maniobra}}{\text{No. de toneladas manipuladas}}$

#### INDICADOR DE RENDIMIENTO:

Cifra que proporciona una medida del rendimiento obtenido en una operación de manipulación de carga, en un período determinado.

#### ESTANDAR DE RENDIMIENTO:

Parámetro de medida de una operación de manipulación de carga, bajo - circunstancias normales de trabajo en un período determinado y que se considera típico de esa operación.

#### EFICIENCIA:

Parámetro de medida de la calidad de una operación de manipulación de carga; se calcula de la siguiente manera:

$$E = \frac{\text{Indicador de Rendimiento}}{\text{Estandar de Rendimiento}}$$

Cuadro V. 1



SUBSECRETARIA DE PUERTOS Y MARINA MERCANTE  
 DIRECCION GENERAL DE OPERACION PORTUARIA  
 SISTEMA ESTADISTICO OPERACIONAL

FASES	OPERACIONES	ELEMENTOS QUE INTERVIENEN	DOCUMENTOS		MEDIOS DE TRANSPORTE	RECURSOS		
			ENTRADA	Salida		PERSONAL	MATERIALES	MAQUINARIA
A B C D	 MANIPULACION A BORDO DEL BUQUE	BUQUE HOMBRES MERCANCIAS GANCHOS TIEMPO DE OPERACION METODOS DE TRABAJO	MANIFIESTO DE CARGA BOLETA DE TARIJAS	CONTRATO OPERACIONAL "FORMA A" CONCENTRADO POR BUQUE "FORMA B"	BUQUE	TON HORA BUQUE	TON/HORA PUERTO ATRAQUE	TON/HORA PUERTO
	 TRASLACION DE MERCANCIAS	MAQUINARIA HOMBRES MERCANCIAS TIEMPO DE TRASLACION METODOS DE TRABAJO	BOLETA DE TARIJAS MANIFIESTO DE CARGA	MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA ALMACEN	MAQUINA	TON HORA MAQUINA		
	 ALMACENAMIENTO	CAPACIDAD DE ALMACEN HOMBRES MERCANCIAS PERMANENCIA METODOS DE TRABAJO	BOLETA DE TARIJAS MANIFIESTO DE CARGA	ALMACEN	ALMACEN	TON HORA ALMACEN		
	 RECEPCION-ENTREGA/MERCANCIA	TRANSPORTE TERRESTRE HOMBRES MERCANCIAS PERMANENCIA METODOS DE TRABAJO	ENTREGA RECEPCION	IMPORTACION EXPORTACION ENTRADA SALIDA	RECEPCION ENTREGA	TON HORA RECEPCION ENTREGA		
-A DIRECTA -ABCD- INDIRECTA								

FASES

A

B

C

D

## V.9 TERMINALES DE CARGA GENERAL

La administración de las operaciones en una terminal de carga general, exige un enfoque sistemático de las actividades y un control adecuado que permita la toma de decisiones oportunas para obtener los mejores rendimientos a los más bajos costos.

La planificación es una tarea administrativa muy importante porque asegura la adecuada distribución de los recursos y la eficiente coordinación de las actividades.

Se conoce como planificación a corto plazo al proceso de toma de decisiones que afectan el rendimiento de las operaciones. Involucra una variedad de actividades, desde la asignación de los buques a los puestos de atraque hasta el control del arribo del transporte interior en el puerto.

Por conveniencia, se ha clasificado la planificación de las operaciones a corto plazo en tres grupos de actividades:

- Previas al arribo del buque.
- Durante la estadía del buque.
- Posteriores a la partida del buque.

### V.9.1 ACTIVIDADES PREVIAS AL ARRIBO DE BUQUE.

Estas se subdividen en:

- 1.- Asignación de puestos de atraque.
- 2.- Asignación de recursos.
- 3.- Estimación de tiempos operacionales.

Para llevar a cabo la asignación de puestos de atraque (PA), existen proce

dimientos que varían de un puerto a otro, sin embargo, los principios siempre son los mismos; dentro de ellos el más importante es: asignar el pues to de atraque que ofrezca la mejor condición para el trabajo más eficiente con el fin de reducir al mínimo el tiempo de estadía.

Durante la etapa de asignación de PA se requiere la siguiente información:

- Fecha estimada de arribo,
- Características físicas de la embarcación,
- Detalles completos respecto a la carga a ser embarcada/desembarcada.

Además, antes de que la embarcación arribe, se debe contar con los documentos siguientes: Plano de Estiba, Manifiesto de Carga y Lista de Cargas Especiales, los cuales servirán para efectuar una planificación provisional de recursos.

Una vez que el buque ha sido asignado a un puesto de atraque y está disponible la información detallada de la carga, es posible realizar la asignación de recursos, cuyo objetivo es determinar los recursos humanos, maquinaria, equipo y tiempo necesarios para el trabajo portuario, desde la fase 1 hasta la fase 4.

#### V.9.2 ACTIVIDADES DURANTE LA ESTADIA DEL BUQUE.

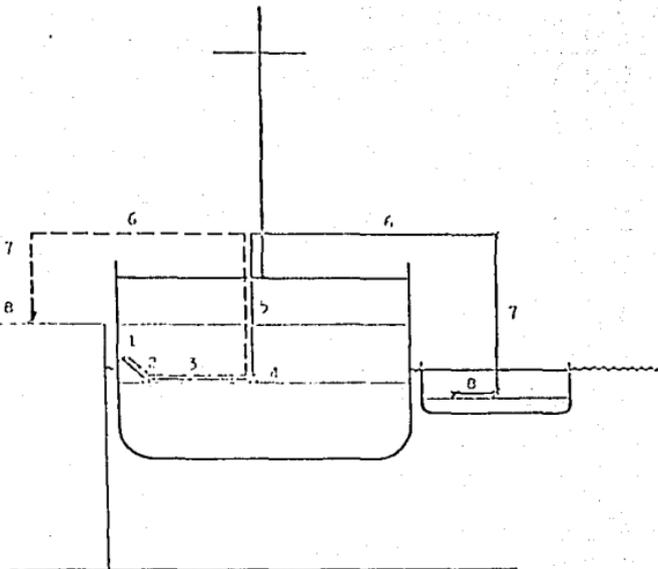
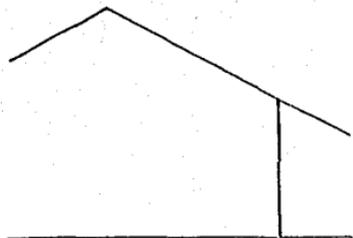
##### V.9.2.1 Fase de descarga .

Previo a las operaciones de descarga de un buque, se debe corroborar que la información remitida coincida con las características de estiba real de la carga, ya que habrá necesidad de modificar el plan de descarga si se presentan cambios.

En la fig. No. V.36 se esquematizan las actividades de la fase de descarga.

Fig. V.36

la operación de descarga



1. Fragmentación de la pila de carga en la bodega
2. Reunión de la carga para formar una estingada
3. Traslado de la estingada hasta el pie de la escotilla
4. Enganche de la estingada a la grúa
5. Elevación de la estingada a través de la escotilla
6. Desplazamiento de la estingada sobre la borda del buque
7. Descenso de la estingada al muelle o a una gabarra
8. Desenganche de la estingada

Es de importancia para los usuarios del puerto y autoridades conocer la estimación del tiempo de finalización de las actividades en el buque (ETF), establecido éste, cada interesado debe hacer lo conveniente para que el ETF se cumpla.

El cálculo del ETF se determina de la manera siguiente:

- 1.- Interpretar la información contenida en los documentos del buque (Plano de Estiba, Lista de Carga por Escotilla, Relación de Cargas Especiales, etc).
- 2.- Identificar los tiempos de carga y de embalajes.
- 3.- Determinar el método de manipulación de la carga.
- 4.- Planificar la estiba y desestiba en las bodegas del buque.
- 5.- Estimar el movimiento de carga/descarga por hora (basándose en tablas de rendimiento), y la Escotilla Dominante.
- 6.- Asignar equipo y número de cuadrillas.
- 7.- Determinar el ETF.
- 8.- Dar a conocer el ETF a los interesados.

#### V.9.2.2 Fase de carga.

Durante la carga de un buque nuevamente la planificación desempeña un papel importante; por esta razón se debe elaborar un plan de trabajo, en el cual se consideran los siguientes factores:

- Instrucciones del primer oficial (Oficial de Carga).
- Plan de estiba tentativo

- Disponibilidad de la carga
- Disponibilidad de los pedimentos de exportación liberados
- Maquinaria, equipo de manipulación y medios de transporte.

Las instrucciones del primer oficial respecto al acomodo de la carga son importantes para considerar la estabilidad, el ángulo de escora, la resistencia estructural y el tiempo de estadía del buque.

El plan de estiba tentativo se utiliza para organizar las operaciones de carga. Constituye una guía esencial, aún cuando se modifica al iniciar el trabajo, porque en muchos casos se reciben reservas adicionales de consignaciones debido a que las cargas llegan retrasadas al puerto.

El Plan de Estiba Tentativo lo elabora el Oficial de Carga del buque tomando en cuenta:

- Lista de reserva de espacio.- Este documento contiene la descripción de la carga que será embarcada y generalmente es preparado por el armador y sus agentes.
- Itinerario del buque.- De acuerdo a él, el oficial estipulará que la carga que se envía al último puerto de destino se embarque primero.
- Separación de carga.- Se realiza para evitar la contaminación y daños a la misma.
- Distribución de la carga en las escotillas.- De tal modo que al efectuar el trabajo de descarga en ellas no se requiera un número desproporcionado de horas-cuadrilla y sea posible finalizar las actividades casi simultáneamente.
- Trincado de la carga.- Se refiere al aseguramiento de la carga contra el desplazamiento para evitar que se dañe, y generalmente-

se hace con aditamentos denominados maderas de estiba.

Finalmente, corresponde al Oficial de Carga la elaboración del Plano de Estiba, que registra la ubicación y contenido de cada consignación en el buque.

Un buen Plano de Estiba es aquel que contiene información respecto al tipo, cantidad y ubicación de la mercancía en el buque, así como las características del equipo de izada, las dimensiones de las escotillas y bodegas, y de todas las características de diseño del buque.

El Plano de Estiba muestra un corte longitudinal visto en elevación del fondo de las bodegas del buque con la proa hacia el lado derecho del plano y la popa hacia la izquierda. Muestra también dos cortes longitudinales vistos en planta: Uno a nivel del primer entrepuente y otro a nivel del segundo entrepuente. Este plano generalmente no se dibuja a escala. La información mínima que debe contener es:

- Descripción de cada consignación (mercancía y No. de bultos).
- Tipo de embalaje y peso total de la consignación.
- Puerto de descarga.
- Especificaciones referentes a cargas especiales (ganado, carga peligrosa, carga refrigerada, sobredimensionamientos, etc.).
- En el caso de grandes consignaciones incluir; No. de conocimiento de embarque, clasificación OMI para cargas peligrosas, medios usados en la estiba, principalmente.

#### V.9.2.3 Fase de transferencia.

Las actividades que integran el ciclo de esta fase son:

- 1.- Levante de la carga depositada por el gancho.

Fig. V.37 Plano de estiba

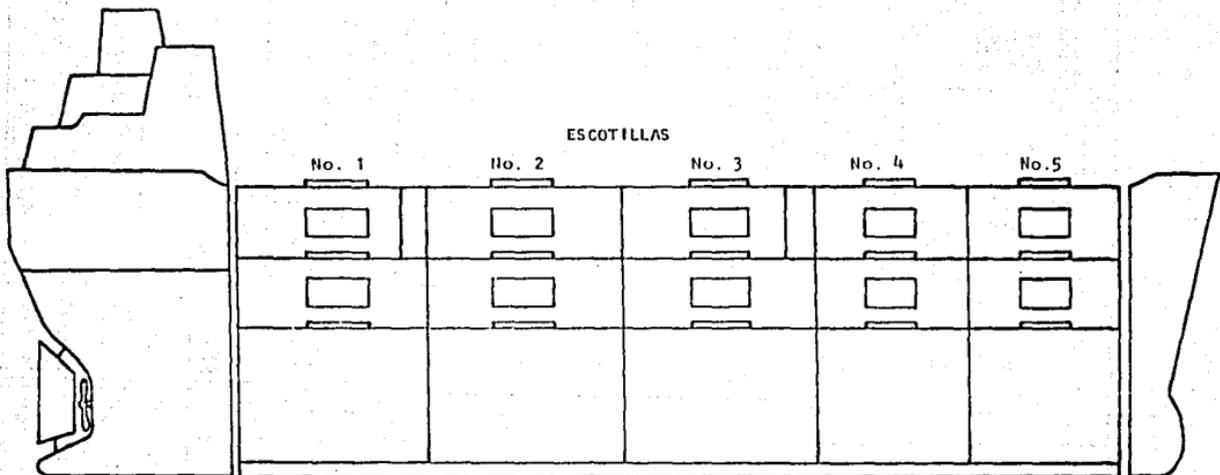


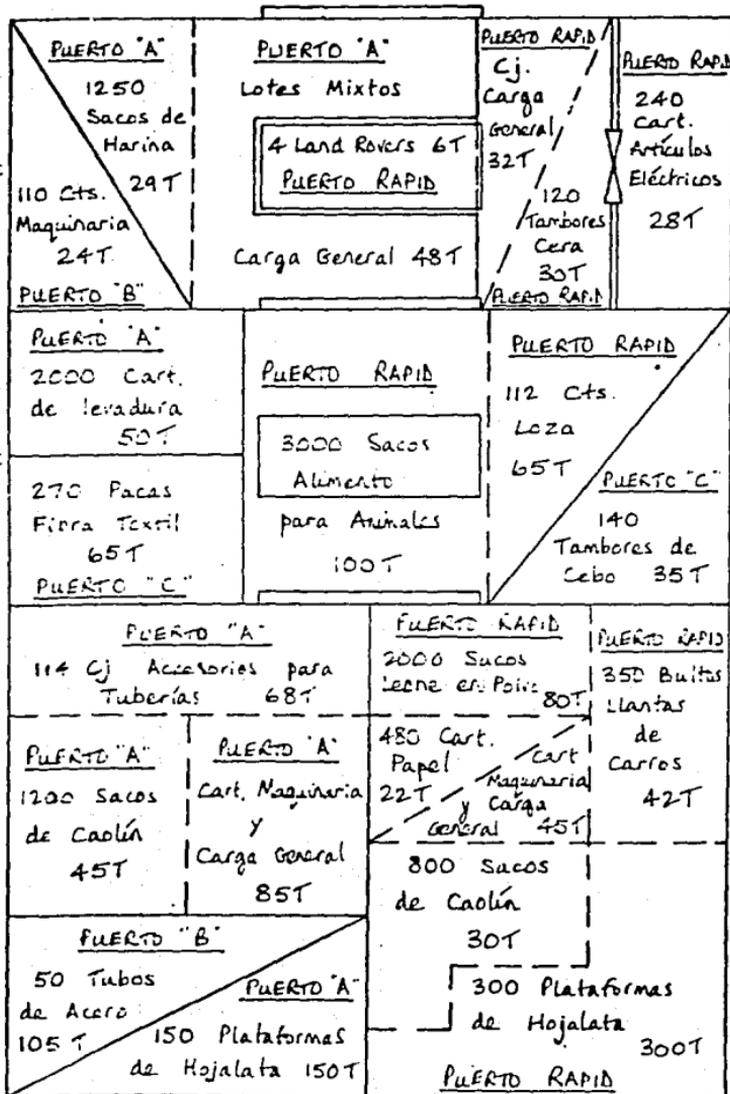
Fig. V.38 Plano de estiba

Escotilla No. 5

PRIMER  
ENTREPUNTE

SEGUNDO  
ENTREPUNTE

FONDO DE  
BODEGA



- 2.- Transferencia de la carga desde el muelle hasta el área de almacenaje.
- 3.- Descarga y apilamiento de la carga en su lugar de almacenaje.
- 4.- Retorno del equipo hasta el muelle para completar el ciclo.

El ciclo de transferencia depende de los factores :

- Distancia de recorrido.- Es necesario elaborar diagramas de recorrido que indiquen distancias y rutas más frecuentes de traslado de la mercancía, desde el costado de buque hasta el punto de almacenamiento y viceversa.
- El peso transportado en cada recorrido.- Depende del peso y del número de eslingadas acarreadas en cada recorrido.
- La velocidad del equipo de transferencia.- Depende de las características del recorrido y del equipo mismo.
- Tiempo.- Es el tiempo transcurrido al efectuar las maniobras de carga y descarga, más los tiempos muertos.

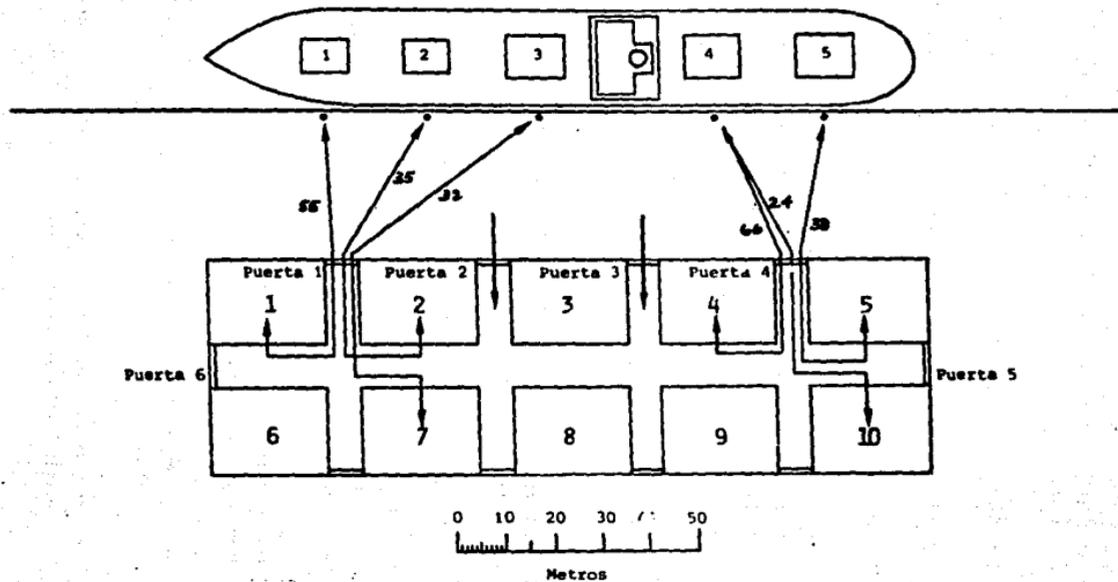
La fase de transferencia debe planificarse de tal forma que sea capaz de seguir paso a paso el Manipuleo a Bordo.

Para la elaboración del plan de trabajo es conveniente aplicar los principios siguientes:

- 1.- Separar la carga de importación y exportación siempre que sea posible.
- 2.- Designar áreas de almacenaje para las consignaciones tratando de reducir las distancias de transferencia a un mínimo.

Fig. V. 39

"Cuadro de Recorrido", indica el número de viajes realizados y rutas del equipo.



Cuadro V.2  
Secuencia de consignaciones a ser descargadas en un turno.

Consignación de Carga	Promedio del Ciclo del Gancho (min)	Peso/Isada (t)	Hora de Descarga		Tipo de Equipo y Capacidad C	Número de Unidades D	Observaciones/ Accesorios E
			A	B			
1. 24 T cajas paletizadas de pescado a ser descargado en cargas de paletas de 1 T. Al almacén refrigerado a 650 mts. del atracadero, Apilamiento manual	2.5	1					
2. 60 fardos (15T) textiles, para descarga al muelle y luego cargado inmediatamente a los camiones	3.5	1.2					
3. 60 T carga mixta general a la zorra a ser paletizado en la boveda y apilado 3 paletas de alto en la sección a 120 mts. de distancia.	2.8	1.4					
4. Tres Isadas pesadas descargadas directamente a una barcaza: 15 T, 22 T y 27 T.	15.0	Max. 30T per Isada					
DESCANSO PARA COMIDAS			10.30	11.00			
5. 90T detergente en tambores, al patio abierto a 250 mts. para apilamiento de 3 tamb. de alto.	2.0	1.5					
6. 15 cajones (35 T) raquiraria a ser almacenado en zorra a 100 mts.	2.5	2.3					

Cuadro V.3  
Programa de utilización de equipo de transferencia en un puesto de atraque.

ESCOTILLA	06.00	07.00	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00
1			1 Tractor 16T. 6 Trailers 1T. MC 2T.	MC 3T.					MC 2T.
2			ENTREGA	DIRECTA			ENTREGA	DIRECTA	
3									
4				SIN CARGA			SIN CARGA		
5			1 Tractor 6T. 6 Trailers 1T. MC 2T.				1 Tractor 6T. 12 Trailers 1T. MC 3T.		MC 2T.

- 3.- Determinar la ubicación de las puertas del almacén a utilizar.
- 4.- Establecer rutas separadas de entrada y salida y señalar puntos de cruce para reducir la interferencia de equipos.
- 5.- Retirar todos los obstáculos para que el equipo transite libremente.
- 6.- Preparar un croquis que muestre los recorridos.
- 7.- Seleccionar la cantidad y tipo de equipos e implementos que requieren para cada operación.
- 8.- Supervisar que la asignación de recursos se efectúe de acuerdo a lo programado.

#### V.9.2.4 Fase de almacenamiento.

Cuando la carga sigue la Vía Indirecta, necesariamente utiliza las zonas de almacenamiento. El almacenamiento es un elemento regulador entre la descarga del buque y la entrega (en el caso de las importaciones), y entre la recepción de las mercancías de exportación y la carga del buque.

Por sus características físicas, el almacenamiento puede ser:

- Cubierto (bodegas y cobertizos).
- Descubierto (patios).

Considerando el tiempo de permanencia de la carga:

- A corto plazo o en tránsito
- A largo plazo.

Las instalaciones de almacenaje a corto plazo o en tránsito constituyen un elemento esencial en los puertos, en especial para la carga general transportada en buques convencionales, por las razones siguientes:

- Para adaptarse al desequilibrio entre la cantidad de carga transportada por el buque y aquella que cada vehículo de transporte terrestre puede llevar.
- Para la realización de trámites administrativos.
- Para proporcionar protección a la carga contra los efectos climáticos.
- Para permitir la consolidación y desconsolidación de la carga.

Existen cuatro razones principales por las que los embarcadores y consignatarios solicitan almacenaje a largo plazo, ellas son:

- Permitir el equilibrio entre la oferta y la demanda.
- Adecuarse a las condiciones del mercado.
- Economías de escala en las compras y el transporte.
- Facilidades para algunos procesos de fabricación.

Se dice que los puertos funcionan como "puertas" para el tráfico internacional, pero también debe decirse que operan como centros de consolidación y distribución, pues un alto porcentaje de la carga de tráfico marítimo internacional pasa por almacenaje. Por esta razón - la eficiencia del almacenaje tiene influencia considerable en el rendimiento de la manipulación de la carga en un puesto de atraque.

#### 9.2.4.1 Planificación del almacenamiento

La clave para planificar el almacenaje se encuentra en la habilidad para prever con precisión la cantidad de carga que necesitará almacenaje en un puesto de atraque determinado.

La información requerida para planificar el almacenaje en el caso de un buque que descarga, es:

- La cantidad de carga a ser desembarcada y/o embarcada.
- Porcentaje de carga que requerirá almacenaje.
- Tipo de carga y espacio que ocupará.
- Disponibilidad de espacio en los almacenes.
- El tiempo que permanecerá la carga almacenada.
- Requerimientos especiales de los embarcadores.

Esta información se obtiene de las fuentes siguientes:

- Para importación: Plano de Estiba, Manifiesto del Buque, Agente Naviero, Agentes Aduanales y Despachadores.
- Para exportación: Embarcadores, Agentes Aduanales y Despachadores, Empresas de Exportación, Plan de Carga.

#### 9.2.4.2 Principios del almacenamiento

El plan de almacenaje debe elaborarse con fundamento en los principios siguientes:

- 1.- Asegurar la carga contra robo, clima, luz, humedad, insectos y -- roedores.
- 2.- Acomodar la carga de manera que pueda manipularse fácilmente, reduciendo al mínimo la mano de obra.
- 3.- Las existencias se depositarán de tal modo que se puedan inventariar y verificar en forma expedita.
- 4.- Evitar espacios sin aprovechar.
- 5.- No exceder la capacidad de carga del piso y apilar lo más posi-- ble.
- 6.- Las pilas de carga no deben interferir con los equipos y siste-- mas contra-incendio.
- 7.- Separar la carga atendiendo a un patrón de clasificación.
- 8.- Colocar la carga dañada y la carga valiosa en áreas de seguridad.
- 9.- Apartar los materiales flamables de los explosivos.
- 10.- Mantener la carga líquida que pueda escurrir, fuera de la zona o en un área especial.
- 11.- Almacenar las cargas grandes, pesadas o de formas irregulares -- cerca de los accesos.
- 12.- Utilizar paletas siempre que sea posible.
- 13.- Mantener con buena iluminación las áreas de almacenaje.
- 14.- Respetar las áreas de circulación y pasillos.



Fig. V.41

SERIALIZACION DE LA BODEGA DE IMPORTACION

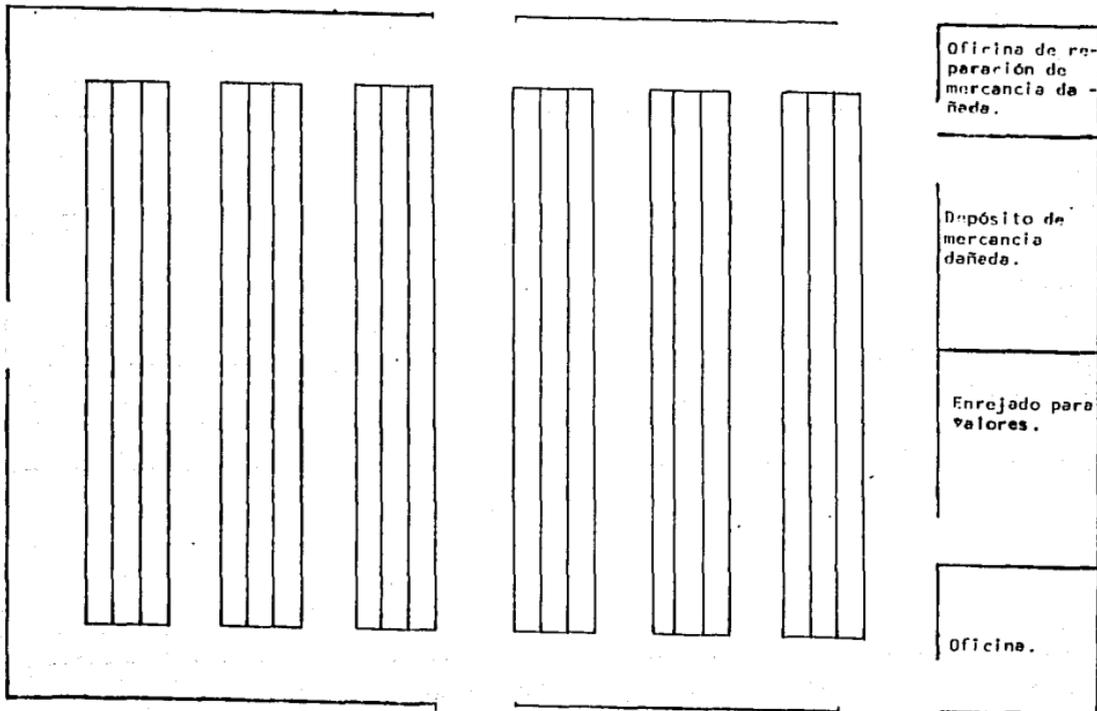


Fig. V.42

SEÑALIZACION DEL PATIO DE IMPORTACION

--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

enrejado	Oficina
----------	---------

--	--	--	--	--	--

Con frecuencia las operaciones de almacenaje representan uno de los principales obstáculos en el movimiento eficiente de la carga, por la dificultad de efectuar cambios rápidos en la capacidad máxima de almacenaje del puerto.

De manera que una de las partes importantes de la información que se necesita conocer para los fines de la planificación a largo y corto plazo, es saber cuánta carga podrá albergar el área de almacenaje -- cuando esté totalmente llena. A esto se le llama Capacidad Física y se puede determinar mediante la relación:

$$\text{Capacidad física} = \frac{\left( \frac{\text{Área de almacenamiento}}{\text{utilizable}} \right) \left( \frac{\text{Altura de apilamiento}}{\text{promedio}} \right)}{\text{Factor de apilamiento}^1}$$

En el área útil de almacenaje no se deben considerar pasillos, accesos, oficinas, jaulas de seguridad, etc.

La altura de apilamiento depende de: resistencia al aplastamiento de la carga, tamaño de la consignación, equipo disponible y factores de seguridad.

El factor de estiba\* se define como el volumen de espacio que ocupa una tonelada de carga en el almacén.

#### 9.2.4.3 Control del almacenamiento.

Este control es importante para lograr el equilibrio de la oferta y la demanda del espacio de almacenaje, proporciona información respecto a la medida en que se está utilizando el espacio existente y contribuye en la planificación de los requerimientos a corto, mediano y largo plazos.

---

\* Depende de las características de la carga. Consultar cuadro No. 11.2

1 Factor de apilamiento o factor de estiba son sinónimos.

Dos parámetros son los más utilizados en el proceso de control:

$$\text{- } \frac{\text{Ocupación del almacén}}{\text{Capacidad Física}} = \frac{\text{tonelaje en el almacén}}{\text{Capacidad Física}} \times 100$$

Permite conocer la capacidad del almacén en un momento determinado; y se expresa como un porcentaje de la Capacidad Física.

- Tiempo en tránsito.- Se refiere a la cantidad de carga que puede pasar por el almacén en un periodo de tiempo determinado y se expresa en unidades de peso por unidades de tiempo.

Este último parámetro permite conocer la carga que puede ser manipulada por Vía Indirecta.

#### V.9.2.5 Fase de recepción/entrega.

Esta fase es vital, porque de ella depende en gran parte la capacidad de almacenamiento y la eficacia de las operaciones de carga/descarga por vía directa o semidirecta.

Independientemente de la ruta que siga la carga a través del puerto, la recepción/entrega consiste en una secuencia de tres actividades; que son:

- 1.- El vehículo de transporte (carretero, ferroviario, fluvial o marítimo) es llamado a una posición junto al buque, de preferencia próximo a la(s) escotilla(s) a la(s) cual(es) se embarcará/desembarcará la carga.
- 2.- Aseguramiento e izamiento de la carga por el aparejo del buque.

3.- Retiro del vehículo rápidamente del muelle.

Obviamente, la recepción/entrega es una operación complicada que involucra organizaciones e individuos distintos, por lo que la planificación de las actividades es clave para su eficiente desempeño. Los efectos de una organización inadecuada en la recepción/entrega pueden causar congestión portuaria.

La administración debe :

- 1.- Regular con efectividad la llegada y salida del transporte en el puerto.
- 2.- Controlar rigurosamente el movimiento del transporte dentro del puerto, en especial de y hacia las secciones de manipuleo y puntos de entrega en el puesto de atraque.
- 3.- Distribuir los recursos humanos y equipo razonablemente para cubrir las demandas y mantener el flujo de carga eficientemente.
- 4.- Coordinar los procedimientos y documentos administrativos relacionados con esta fase.

Para organizar la recepción/entrega de las importaciones por Vía Directa, se requiere contar con la información siguiente:

- Cantidad de carga.
- Rendimiento de descarga.
- Horario de inicio y terminación de la descarga de la consignación.
- Cantidad, tipo y capacidad de los vehículos a utilizar.
- Documentación en regla.
- Programación de los arribos.

Para las importaciones por Vía Indirecta, la política de operación -- consiste en desalojar la carga del almacén lo más pronto posible.

En el caso de las exportaciones por Vía Directa, la recepción de carga debe estar muy bien programada, a fin de evitar que el equipo de - carga disminuya su velocidad.

Con relación a la planificación de las actividades para la exporta--- ción por Vía Indirecta, es necesario disponer de:

- 1.- Lista de cargas a ser embarcadas.
- 2.- Nombres de los embarcadores.
- 3.- Tipo y cantidad de carga.
- 4.- Puertos de destino.
- 5.- Rutas de procedencia y modalidad de transporte.

La recepción/entrega constituye la secuencia final en las operaciones en el puerto de atraque; por medio de ella los usuarios califican - el funcionamiento del puerto. Todo lo que se pueda hacer en el senti do de mejorar el rendimiento de esta fase, se reflejará en la imágen- y prestigio del puerto.

#### V.10 TERMINALES DE CONTENEDORES

Una terminal de contenedores es un sistema de puestos de atraque especial-- mente diseñado para prestar servicios a buques portacontenedores; donde se efectúan operaciones de carga y descarga de contenedores exclusivamente.

La contenerización es la consolidación de uno o varios tipos de carga den-- tro de grandes cajas de dimensiones estandarizadas llamadas contenedores. - Este sistema constituye un avance en la mecanización del manejo de la carga y permite reducir los altos costos de manipulación durante el transporte, -

desde su origen hasta su destino.

Por sus características los contenedores se pueden agrupar en los tipos --- siguientes: Unidades de Carga General, Unidades Térmicas, Unidades para -- Granel, Unidades Especiales.

. Unidades de Carga General, pueden ser:

- Contenedores cerrados con puertas por uno o más lados.
- Contenedores abiertos por la parte superior.
- Contenedores abiertos por los costados, con superestructura.
- Contenedores abiertos por todos los lados, o una combinación de los - casos anteriores.
- Contenedores de media altura.
- Contenedores ventilados pero no isoterms.

. Unidades Térmicas, se conocen las siguientes:

- Aislados.
- Refrigerados.
- Con calefacción.

. Unidades para granel líquido:

- Líquido a granel.
- Gases comprimidos.

. Unidades para granel seco:

- Descarga por gravedad.
- Descarga por presión.

• Unidades Especiales:

Son contenedores diseñados para el manejo de cargas especiales tales como: ganado, productos radioactivos, explosivos, flamables, corrosivos, etc.

DIMENSIONES

Los contenedores han experimentado cambios continuos en sus dimensiones, por lo que se han estandarizado con el objeto de facilitar su manejo. La ISO (\*) considera como dimensiones estándar de contenedores, las siguientes:

20' de largo X 8' de ancho X 8'06" de alto.

40' de largo X 8' de ancho X 8'06" de alto.

MATERIALES

Dependiendo de la carga a transportar, los contenedores se pueden construir de: acero, aluminio, madera refozada, fibra de vidrio refozada, etc.

V.10.1 PLANIFICACION Y CONTROL DE LAS OPERACIONES

El transporte por medio de buques portacontenedores celulares demanda grandes inversiones, principalmente por lo costoso de la embarcación. Por esta razón, los servicios al buque deben permitir obtener un tiempo de rotación del buque, lo más corto posible. Esto significa que las instalaciones deberán estar construidas y operadas de tal forma que cuando un buque porta contenedores arribe, encuentre siempre una posición de atraque disponible.

---

(\*) ISO: International Standardization Organization.

V.10.2      ACTIVIDADES PRINCIPALES EN LA OPERACION DE UNA TERMINAL

Estas son:

- Descarga de contenedores del buque.
- Transferencia de contenedores de costado de buque al sitio de almacenamiento.
- Apilamiento de contenedores en el Patio de Contenedores (PC), previo a la entrega.
- Entrega de contenedores al importador.
- Ubicación del contenedor en la pila y entregarlo.
  
- Apilamiento de contenedores en el PC en el momento de su recepción para la exportación.
- Transferencia de contenedores del patio al costado del buque.
- Embarque de los contenedores al barco.
- Recepción de contenedores de exportación del ferrocarril.
- Carga de contenedores de importación al ferrocarril.
- Ubicación de contenedores vacíos en patios.
- Entrega de contenedores vacíos a los exportadores.
- Preparación de espacios mediante reubicación de contenedores, para recibir al próximo buque.
- Operaciones de consolidación y desconsolidación de contenedores.

V.10.3      CONTROL DE LA CARGA EN LOS BUQUES

Para ubicar y controlar los contenedores dentro del buque, se ha establecido un sistema, que se apoya en los siguientes documentos:

- Plan General del Buque.
- Plan de Sección.
- Plan del Buque.

#### V.10.3.1 Plan General del Buque

Muestra la distribución de la estiba en el buque. Está constituido por una serie de agrupamientos de celdas. Ver figura V.43. Cada cuadro indica la posición de un contenedor de 20' (Pies) y generalmente es conocido como celda. Un grupo de celdas forman una sección (bahía); las secciones son numeradas de proa a popa utilizando para ello números impares (01, 03, 05, 07 - etc.). Un contenedor de 40' ocupa dos celdas, por lo tanto, para ubicarlo se utilizan los números pares, por ejemplo, un contenedor situado en las -- células 03/05 visualmente es representado por el 04. Ver Fig. V.43.

El Plan General representa una serie de secciones a través de un buque cuando se observa desde popa. Cada sección o bahía corresponde con una escotilla, la franja horizontal separa a los contenedores localizados sobre cubierta; si trazamos imaginariamente un eje vertical por el centro de cada sección, los contenedores localizados a la derecha de este eje se consideran que están en estribor, y los de la izquierda están a babor.

En cada sección las pilas o columnas, se designan con números nones cuando éstas se localizan en estribor (de 01 a 09), y con números pares (de 02 a 10) cuando se localizan en babor. En ambos casos la numeración comienza -- desde el centro.

Para localizar en el sentido vertical una celda, se utiliza la numeración -- del 02 al 12 para las filas ubicadas bajo cubierta, iniciando la numeración desde el fondo de la bodega. Para los contenedores ubicados sobre cubierta se utiliza la numeración del 82 al 90, partiendo de la fila más baja.

La posición de una celda se define mediante un número que se forma de la -- manera siguiente: Número de sección (bahía), número de pila y número de -- fila.

Ejemplo.- Para dar la posición del contenedor sombreado en la figura V.43 se utiliza la siguiente notación: 21, 09-88

V.10.3.2 Plan de sección.

El documento contiene la información :

- No. de contenedor.
- Puerto de descarga.
- Puerto de embarque.
- Peso del contenedor con carga.
- Observaciones especiales tales como: carga peligrosa, refrigerada, contenedores sobredimensionados, etc.

V.10.3.3 Plan del Buque.

En él se obtiene la información subsecuente:

- Eslora y manga del buque,
- No. de secciones y ubicación de escotillas.
- Dimensiones de las tapa-escotillas.
- Posición y capacidad de izaje de las grúas de a bordo.
- Localización del puente.
- Restricciones de estiba en el fondo de la bodega y en las tapa-escotillas.

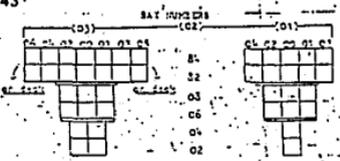
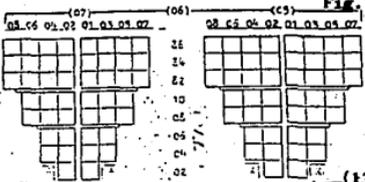
V.10.4 CONTROL DE CONTENEDORES EN PATIOS

En una terminal de contenedores generalmente existe una oficina donde se --  
lleva a cabo el control de los contenedores dentro de la propia terminal. -

Fig. V. 43.

MEXICAN LINE

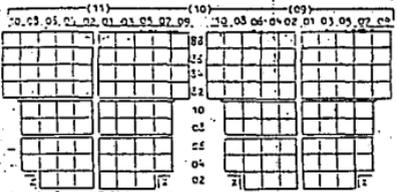
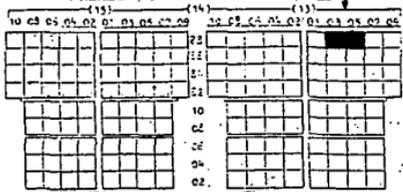
DATE	NO.
1971	11
1972	12
1973	13



BAY # 03

21	20
20	20

(13, 04-88)

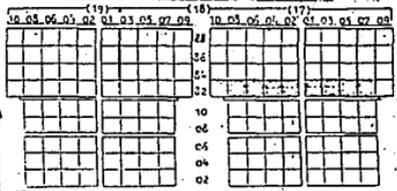
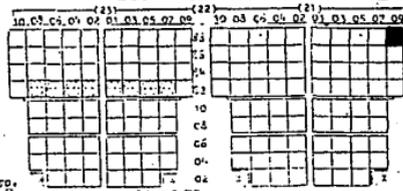


BAY # 11

21	20
20	20
20	20
20	20

STATER CABINETS CREW

NO.	NAME	AGE	SEX	HT.	WT.	HAIR	EYES	COMPLEX.	REMARKS
1	...	...	...	...	...	...	...	...	...



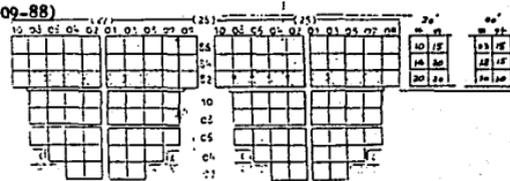
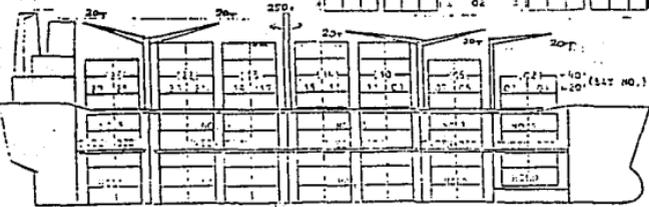
BAY # 19, 17, 21, 23

21	20
19	19
17	17
20	20

DECK CONTAINERS TO BE LOADED/STOWED/STRIKEN

NO. 100 220 V  
NO. 102 223 V or 110 V  
NO. 103 223 V

(21, 09-88)



BAY # 21

21	20
19	19
16	16
20	20

Para este fin se debe tener tableros de control para cada patio. Deben existir, por conveniencia, patios de contenedores de importación y patios de contenedores de exportación, independientes. Dentro de cada grupo de patios de contenedores hay que separar los contenedores especializados de los estandar. Véase figura V.46 .

El control en la oficina se lleva a cabo por medio de tarjetas T (en forma de T), que contienen la información que se anota a continuación:

- No. de contenedor.
- Nombre del buque.
- Puerto de destino o de procedencia, según el caso.
- Especificaciones del contenedor.
- Localización del contenedor en patio.
- Reubicación del contenedor, en su caso.

Cada contenedor es identificado con un número, mismo que se obtiene mediante el sistema:

- |                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| 1.- Código del Propietario:          | 4 letras  |
| Número de serie:                     | 6 números |
| Dígito de comprobación:              | 1 número  |
| 2.- Código del País:                 | 3 letras  |
| 3.- Código de dimensiones<br>y tipo: | 4 números |

Pueden existir diversos modos de indicar la posición de un contenedor en los patios, no obstante el sistema utilizado deberá permitir al operador del equipo localizar con facilidad la posición de un contenedor. Un sistema podría ser:

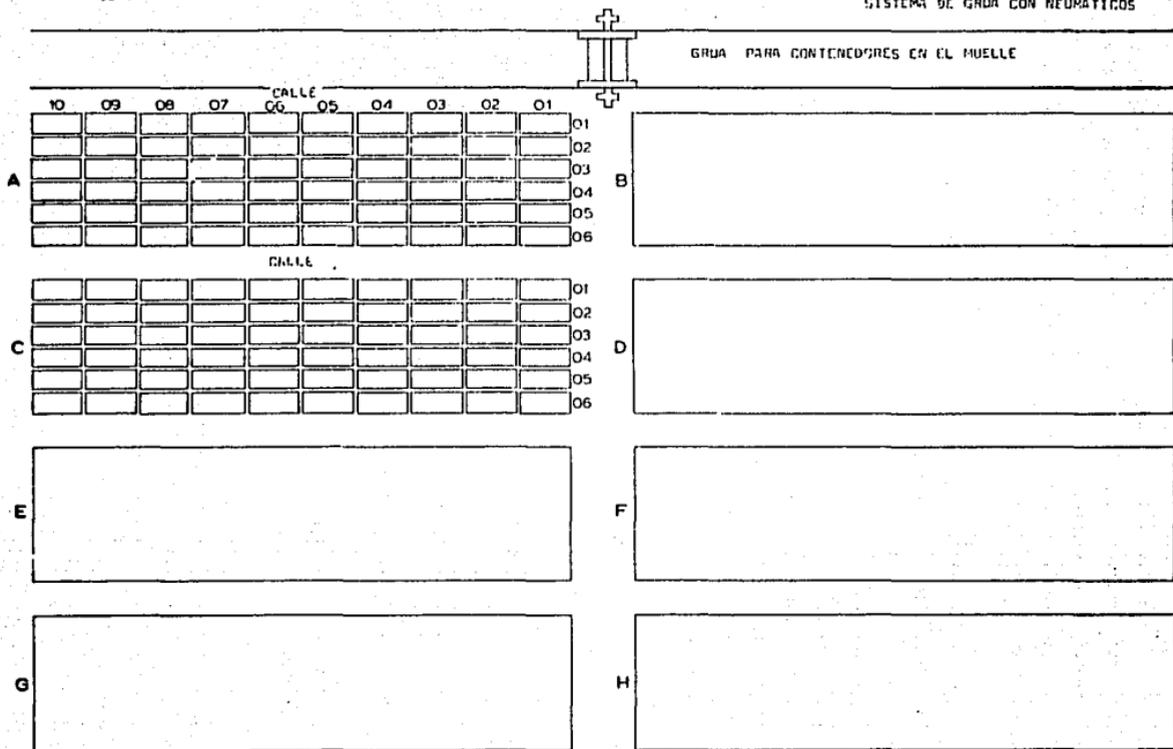


Fig. V.46 Sistema de grúa Transtainer

- No. de bloque.
- No. de columna (indica a que distancia se encuentra a lo largo del conjunto).
- No. de fila (señala a que distancia se encuentra a lo ancho del conjunto).
- Nivel (indica la posición en sentido vertical).

#### V.10.5 PLANIFICACION DE LAS OPERACIONES

Los objetivos de la planificación son:

- 1.- Determinar la secuencia de trabajo de la(s) grúa(s) portainer, de tal manera, que el trabajo se efectúe en forma ordenada con economía en tiempos y movimientos. Es importante destacar que en primer lugar se planifica el trabajo de las grúas de muelle (portainers), ya que de la producción de éstas dependerá la permanencia del buque en el puesto de atraque; la planificación de los demás equipos (transtainers, straddle-carriers, remolques, etc) debe realizarse en función de los requerimientos de las grúas de muelle (grúas de descarga).
- 2.- Determinación del orden de descarga de los contenedores, procurando no afectar la estabilidad, equilibrio, tensión y escorlamiento del buque. En forma similar se procede para la orden de carga.

#### V.10.6 ESTIMACION DEL TIEMPO DE FINALIZACION DE LAS ACTIVIDADES (ETF)

Para precisar la secuencia de trabajo es necesario estimar el tiempo de finalización de las actividades en el buque. Este se basa en:

- Tipo de buque operado.
- Distribución de los contenedores en el barco.

Cuadro V.4

ORDEN DE TRABAJO

Grúa No: .....

Actividades	Bahía	No. de Cajas	Tiempo

- No. de tapa-escotillas que serán maniobradas.
- No. de grúas disponibles por buque para el trabajo en tierra.
- Características y cantidad de contenedores especiales a manipular.
- Productividad promedio de las grúas.

El factor más importante en la determinación del tiempo de la operación de descarga es el número de grúas y el tiempo que pueden ser operadas.

El proceso para calcular el ETF de los contenedores es:

- Determinar el número de contenedores, tanto en cubierta como bajo cubierta de cada bloque, señalándolos con colores en un plano de estiba.
- Con base en el Plan del Buque determinar la posición de las tapa-escotillas en relación a los contenedores que serán manipulados.
- Calcular el tiempo total requerido para ejecutar las actividades de carga y descarga, considerando tiempos muertos, tales como: abrir escotillas, desplazamiento de grúas, trincado y destrincado de contenedores, etc.
- A partir del número de grúas disponibles, decidir donde es conveniente que inicie el trabajo cada grúa, de tal manera que finalicen sus actividades simultáneamente.
- Elaborar la Orden de Trabajo para cada grúa. Este puede elaborarse con el auxilio del cuadro V.4

#### V.10.7 ZONIFICACION DE PATIOS

##### V.10.7.1 Importación.

Las reglas para zonificar los patios de importación son:

- 1.- Agrupar contenedores de 20' separados de los de 40' .

- 2.- Agrupar contenedores por compañía naviera u operador.
- 3.- Agrupar contenedores por tipos (refrigerados, secos, carga peligrosa, sobredimensionados, con exceso de peso, etc.).

#### V.10.7.2 Exportación

El objetivo es apilar los contenedores de tal forma que el proceso de carga no se interrumpa y se realice en el menor tiempo posible.

Para ello es conveniente aplicar los preceptos siguientes:

- 1.- Zonas de contenedores separadas para diferentes buques.
- 2.- Superficies distintas para cada puerto de descarga.
- 3.- Areas separadas para apilar contenedores de 20' y 40' normales, ---- sobredimensionados y especiales.

En el caso de que haya suficiente equipo y que la cantidad de contenedores del mismo tipo sea mayor a 30, se recomienda integrar dos grupos de contenedores por sí se descompone un equipo y no interrumpir la operación de la grúa "portainer".

La planificación de las operaciones queda plasmada en un plano que muestra la planta, con las indicaciones necesarias para que el Supervisor de Pa---tíos efectúe el control de la operación y en una lista que señala el orden de realización de las actividades. Para este fin se usan los formatos de los cuadros V.5 y V.6 .



HOJA DE SECUENCIA DE CARGA

BUQUE: .....

VIAJE: .....

PUERTO DE DESCARGA: .....

20 / 40

BAHIA: .....

Pag. .... de .....

FECHA: .....

TURNO: .....

Hora de inicio: .....

Hora de terminación:.....

Secuencia de trabajo No.	Contenedor numero	Tipo	Peso Total	Localización en patio	Localización de estiba

## C A P I T U L O   V I

### EL PUERTO COMERCIAL DENTRO DEL PUERTO INDUSTRIAL

Como resultado de las exigencias del intercambio comercial entre países altamente industrializados y países en vías de desarrollo, ha surgido el impacto del cambio tecnológico en el transporte marítimo y sus efectos en los puertos. Para satisfacer la demanda variable de buques y de carga, en especial los tráficos de carga general y de contenedores, se ha buscado una solución al problema que permita vincular las nuevas tecnologías del transporte marítimo y la manipulación de la carga, con las restricciones que impone el desarrollo de un país no desarrollado.

En este contexto, la evolución de los puertos tiende a lograr una especialización, de acuerdo con las etapas de crecimiento de los mismos y el grado de desarrollo de cada país.

Es así como surgen en los puertos industriales, los conceptos de: Terminal de Usos Múltiples (TUM) y Módulo Polivalente.

#### VI.1    CONCEPTO DE TERMINAL DE USOS MÚLTIPLES Y MÓDULO POLIVALENTE

Se conoce con el nombre de Módulo Polivalente al muelle que es planificado para ser utilizado por embarcaciones de carga general que transportan diversas cargas por métodos modernos, durante el periodo en que el volumen de carga es pequeño y que puede prolongarse por algún tiempo considerable.

A medida que el terminal se desarrolla y el tráfico de carga se incrementa, la utilización del muelle se vuelve ventajosa puesto que se transforma en una terminal especializada en respuesta al mayor volumen de carga. Muelles que tienen propósitos especiales tales como muelles de carga general, muelles de contenedores, muelles de carga a granel, se irán desarrollando y la

terminal en conjunto funcionará como una terminal multipropósitos (TUM).

La terminal de Usos Múltiples (TUM), representa un elemento muy importante para el puerto, lo cual permite el adecuado aprovechamiento de los recursos, con el consiguiente ahorro que se logra al permitir el inicio de las operaciones de un puerto industrial con sólo el frente de agua mínimo necesario, correspondiendo éste básicamente al Módulo Polivalente.

La carga procede no solamente del área de influencia del puerto y dado que algunas industrias no contarán con su propio frente de agua, cada una de ellas tendrá el derecho de utilizar para importación o exportación un puesto de atraque dentro del TUM.

#### VI.2 MODULO POLIVALENTE (MUELLES PARA CARGA GENERAL)

Siendo el Módulo Polivalente el conjunto de instalaciones necesarias para el inicio de las operaciones del puerto, debe estar capacitado para atender los requerimientos de transporte de carga general.

La terminal polivalente debe presentar las siguientes características operativas:

- Capacidad de manipular, de manera eficiente, una gran variedad de cargas generales, cuya forma de presentación puede variar con bastante rapidez.
- Adaptación a las nuevas técnicas de manipulación sin una inversión adicional considerable.
- Introducción de equipo mecánico de manipulación más variado que el necesario para una terminal de carga unitarizada exclusivamente, que permita por tanto manipular muchos tipos diferentes de carga y utilizar la capacidad de movimiento de las mercancías en la terminal, poco después de su puesta en servicio, con más intensidad que en el caso -

de una terminal especializada para la manipulación de un solo tipo de unidades de carga.

Bajo estas consideraciones, la UNCTAD ha preparado un proyecto de Módulo -- Polivalente que puede aplicarse en países no desarrollados, utilizando el equipo adecuado y eficiente para atender la carga/descarga de mercancías -- por métodos modernos. Dicho proyecto se muestra en las figuras VI.1 a VI.3

En la figura VI.1 se muestra el arreglo de instalaciones para la primera fase de la terminal polivalente alternativa 1, en la figura VI.2 la alternativa 2, y finalmente en la figura VI.3, se contempla la disposición de la terminal de carga general con dos puestos de atraque.

Es importante destacar que la terminal propuesta para dos puestos de atraque, con dos turnos al día y 200 días de trabajo al año, teóricamente puede manipular en promedio 650,000 ton/año con una productividad de 800 ton. - en promedio por buque y turno, considerando los rendimientos que para cada tipo de carga se indican a continuación:

<u>Tipo de Carga</u>	<u>Rendimiento (Ton/Turno)</u>
Carga general de tipo corriente	400
Productos forestales embalados	900
Productos siderúrgicos en haces	1100
Carga paletizada	500
Unidades ro/ro	1500
Contenedores	1500
Cargas preeslingadas	500

VI.3 PRINCIPALES CARACTERISTICAS DEL MODULO POLIVALENTE

Longitud del muelle . . . . .	360 m
Ancho del terminal . . . . .	280 m
Area total del terminal . . . . .	100,000 m <sup>2</sup>
Area cubierta . . . . .	20,000 m <sup>2</sup>
Zona principal de almacenamiento en patio cubierto . . . . .	21,000 m <sup>2</sup>
Zona de preapilamiento y clasificación . . . . .	18,000 m <sup>2</sup>
Zona de recepción / entrega . . . . .	14,400 m <sup>2</sup>
Zona de aparcamiento . . . . .	7,200 m <sup>2</sup>
Otras zonas operacionales (calzadas, vías férreas, sitios de carga, etc.) . . . . .	19,400 m <sup>2</sup>
Espacio para oficinas (incluyendo las oficinas de aduanas) . . . . .	1,000 m <sup>2</sup>
Número de puertas de entrada y salida . . . . .	10
Número de puestos de alumbrado . . . . .	4
Total de vías férreas de un tronco (total 4 líneas) . . . . .	1,400 m
Puentes - básculas . . . . .	1
Rampas Ro - Ro . . . . .	1

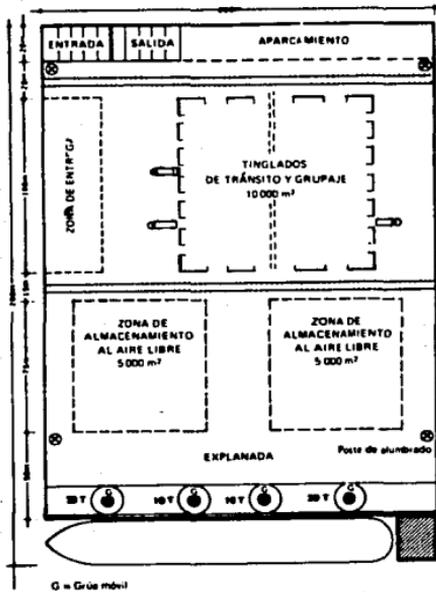


Fig. VI.1 Primera fase de la terminal polivalente, variante 1.

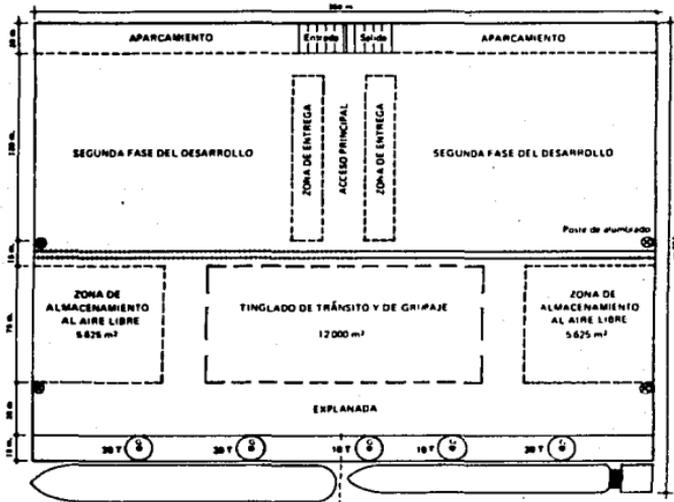
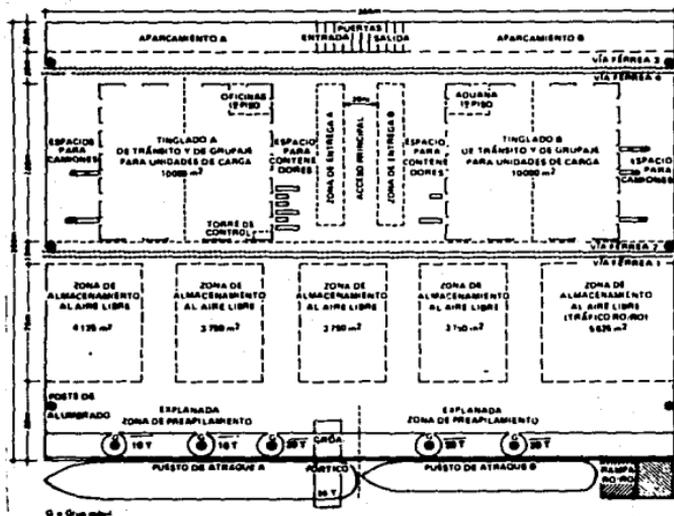


Fig. VI.2 Primera fase de la terminal polivalente, variante 2.

Fig. VI.3 Diagrama para módulo polivalente con dos puestos de atraque



Cuadro VI.1 Equipo de manipulación que se necesita en las terminales polivalentes de carga general

	Un solo puesto de atraque, primer fase, variante 1 (almacenamiento predominantemente al aire libre)	Dos puestos de atraque, primer fase, variante 2 (almacenamiento predominantemente en tinglados)	Dos puestos de atraque, segunda fase
Grúas-pórtico de 35 toneladas .....	—	—	1
Grúas pesadas de 30 toneladas .....	1	1	1
Grúas-torre móviles de 20 toneladas (para trabajo en el buque) .....	1	2	2
Grúas-torre móviles de 10 toneladas (para trabajo en el buque) .....	2	2	2
Grúas móviles de 20 toneladas (para trabajo en explanada) .....	1	—	1
Grúas móviles de 5 toneladas (para trabajo en explanada) .....	1	2	2
Carretillas-pórtico .....	2	—	3
Carretillas elevadoras de 3 toneladas .....	8	15	15
Carretillas elevadoras de 10 toneladas .....	2	3	5
Tractores (rugmesters) .....	3	6	6
Remolques/chasis .....	9	18	18
Rampas fijo .....	1	1	1

La terminal polivalente ofrece ventajas considerables frente a los muelles de carga fraccionada ordinarios en lo que respecta a la manipulación de todos los tipos de cargas unitarizadas.

El costo de una terminal polivalente puede ser tres veces superior al de una instalación común para carga fraccionada, pero en cambio su capacidad puede ser hasta cinco veces superior. Por consiguiente a condición de que se utilice plenamente, los costos de operación de una terminal polivalente serán muy inferiores a los de las operaciones ordinarias.

Ello se debe a su mayor grado de mecanización, a un insumo relativamente más reducido del personal y a una composición de la carga que, conforme aumenta la proporción de carga unitarizada, ofrece mejores oportunidades para aumentar la productividad de la manipulación.

El terminal propuesto debe operarse bajo las siguientes condiciones:

- Las instalaciones deben utilizarse intensivamente, garantizando un movimiento de mercancías cercano al óptimo.
- Es indispensable una perfecta conservación del equipo para lo cual se necesita un sistema preventivo de conservación y la instalación de talleres dentro del conjunto de la terminal.
- La administración deberá contar con los medios para reunir datos operacionales con la suficiente antelación, a fin de utilizarlos oportunamente como base para la planificación de operaciones.
- Es indispensable una unidad de control en la terminal que cubra las operaciones de carga en tierra y a bordo.
- Es necesario un sistema de control permanente de la productividad mediante la recolección y presentación a la administración de indicadores estadísticos de rendimiento.
- La terminal deberá estar localizada en una zona independiente, pero -

sin quedar totalmente aislada de las demás instalaciones. Con lo anterior se trata de mantener separados sistemas operacionales distintos, pero conservando la posibilidad de intercambiar equipo cuando sea necesario.

- Deberá establecerse una estrecha colaboración entre la administración de la terminal y todos los usuarios del puerto. Ello requiere ante todo contactos directos con los consignatarios de buques, los operados del transporte interior, etc.

#### VI.4 MUELLES PARA CARGA A GRANEL

El Módulo Polivalente debe tener capacidad para manejar graneles secos y carga general, que se transportan en buques convencionales, sin embargo, cuando el volumen de carga a granel aumenta en grado suficiente, será necesaria la construcción de una terminal especializada para su manejo exclusivo, que forma parte del propio Terminal de Usos Múltiples (TUM).

Si se prevee que a la terminal arribarán diversos tipos de carga a granel, pero si los volúmenes son insuficientes para justificar la construcción de puestos de atraque especializados, entonces será necesaria una terminal de carga a granel para el manejo de varios productos.

Es posible utilizar el mismo equipo para el manejo de distintos productos, pero se requerirán almacenes independientes para cada producto, debiéndose además tener cuidado de que el polvo levantado en la operación no contamine otras mercancías.

Cuando los volúmenes a manipular justifiquen la construcción de puestos de atraque especializados para recibir un sólo producto, las instalaciones deben planificarse sobre esta base, lo que redundará en una utilización más económica de las instalaciones y evitará los problemas de contaminación entre los distintos productos.

#### VI.4.1 FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA PLANIFICACION

El dimensionamiento de las instalaciones de atraque y el equipo de carga /-descarga dependen de las características propias del producto que se manipule, de las características de los buques y de la frecuencia de arribos.

Las superficies necesarias para el almacenamiento están en función del volumen del cargamento de los buques, de la frecuencia de arribos de las embarcaciones, del transporte interior y del ritmo de carga y descarga.

Existen cuatro sistemas básicos para realizar la operación con graneles --- sólidos, estos son: cucharas, sistemas neumáticos, transportadores verticales y elevadores de cangilones. Los sistemas neumáticos o de transportador vertical son aptos para atender demandas comprendidas entre 50 y 1000 ---- ton/hora. Para movimientos de 1000 a 5000 ton/hora la única posibilidad -- son los sistemas de cuchara o de elevadores de cangilones.

En el cuadro VI.2 se resumen algunas características de los sistemas de -- descarga de graneles.

El encargado de seleccionar el equipo para la terminal deberá tomar en cuenta los factores que influyen en el rendimiento, ya que el rendimiento nominal de los equipos se ve afectado por las condiciones propias de cada caso. Entre estos factores, los más importantes son:

- Capacidad de la cuchara
- Naturaleza y densidad del material
- Velocidad de operación de la cuchara
- Rapidez en los cambios de posición del equipo
- Habilidad del Operador
- Configuración de las bodegas del buque
- Dimensiones de las escotillas.

C U A D R O VI. 2

Comparación de los diversos sistemas para carga/descarga de graneles sólidos.

<u>SISTEMAS DE PRODUCTOS A GRANEL</u>	<u>RENDIMIENTO TEORICO (TON/HORA)</u>	<u>VENTAJAS</u>	<u>DESVENTAJAS</u>
<p>CUCHARAS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CARRO MOVIL</li> <li>- GIRATORIA</li> <li>- TORRE MOVIL</li> </ul>	<p>500 - 2,500 500 - 700 500 - 700</p>	<p>PERMITEN TRABAJAR EN --- CUALQUIER TIPO DE BODEGA DE BUQUE</p>	<p>LA GRUA GIRATORIA DE 90°, EN CADA CICLO LIMITA LA - PRODUCCION A 180 TON/HORA</p>
<p>NEUMATICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PORTATILES</li> <li>- DE PORTICO</li> </ul>	<p>50 - 200 50 - 200</p>	<p>FACIL INSTALACION, BAJO COSTO DE ADQUISICION</p>	<p>ALTO CONSUMO DE ENERGIA ADECUADOS SOLO PARA GRANELES DE PESO Y VISCOSIDAD ESPECIFICA RELATIVAMENTE BAJA, COMO: CE- REALES, CEMENTOS Y CARBON EN POLVO.</p>
<p>TRANSPORTADORES VERTICALES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CADENA</li> <li>- TORNILLO - SIN FIN</li> </ul>	<p>50 - 150 400 - 600</p>	<p>UTIL EXCLUSIVAMENTE PARA MATERIALES SECOS Y FRIA- BLES</p>	<p>ELEVADO COSTO DE MANTENI- MIENTO</p>
<p>ELEVADORES DE CANGILONES</p>	<p>1,000 - 5,000</p>	<p>ALTOS RENDIMIENTOS</p>	<p>ALTOS GASTOS DE CAPITAL Y DE OPERACION</p>
<p>SUSPENSION ACUOSA Y BOMBEO</p>	<p>6,000 - 8,000</p>	<p>METODO LIMPIO Y REDUCE - AL MINIMO LAS PERDIDAS - DE MATERIALES</p>	<p>SOLAMENTE UTIL EN ALGUNOS MATERIALES COMO: MINERAL DE HIERRO, BAUXITA, ARE- NAS, MINERALES PESADOS Y- CIERTOS TIPOS DE CARBON</p>

- Método de estiba
- Manga del buque
- Alcance útil del descargador
- Profundidad de la bodega y altura de la marea
- Distancia entre la borda del buque y la tolva

Se observa que la capacidad real de un equipo está en relación directa con las características del buque y la disposición de las instalaciones. Por esta razón, cuando se habla de capacidades se debe especificar si se trata de capacidad máxima, capacidad nominal ó capacidad efectiva o real.

#### VI.4.2 CARACTERISTICAS DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS A GRANEL

Como se indicó en el capítulo de operaciones, existen cinco productos básicos que se transportan, casi exclusivamente en cargamentos completos, utilizando barcos especializados: estos productos son: mineral de hierro, cereales, carbón, bauxita y fosfatos, cuyas características se comentan:

Mineral de hierro.- Comprende minerales tales como: magnetita, hematita, limonita, siderita, y pirita de hierro. El mineral de hierro raramente se vende en su forma natural, normalmente es procesado con el objeto de mejorar sus propiedades, para lo cual se usan procedimientos de lavado, triturado, cribado y aglomerado, que se efectúan antes de su transporte.

El mineral que es transportado tiene coeficiente de estiba que varía de 0.3 a  $0.8 \text{ m}^3/\text{ton}$ .

Los minerales de hierro son por lo general pulverulentos y la contaminación que producen varía según las distintas calidades y tamaños de las partículas, por lo que es necesario disponer de equipos de extracción de polvo. Por otra parte, la producción de distintos tipos de acero obliga a contar con instalaciones para la separación de los minerales según sus propiedades. El talud recomendable para el apilamiento en masa es menor o igual a  $40^\circ$ .

Carbón.- Tiene un coeficiente de estiba que varía de 1.2 a 1.4 m<sup>3</sup>/ton, se utiliza para la producción de coque en la industria siderúrgica. Para su manejo, es necesario prever los accidentes por combustión espontánea que puede ser provocada por el calentamiento del carbón y el oxígeno del aire, para lo cual hay que tener presente que ninguna parte del carbón almacenado permanezca en el mismo sitio durante largos periodos, así como la vigilancia constante para detectar toda elevación sintomática de la temperatura en el almacén.

Fosfatos.- Son minerales que contienen fósforo y se utilizan como materia prima para la industria fertilizante, su coeficiente de estiba varía de 0.9 a 0.92 m<sup>3</sup>/ton.

El fosfato mineral es sumamente pulverulento y absorbe con mucha facilidad la humedad, lo cual es problemático para la descarga. Este material no es tóxico, sin embargo, durante su manejo crea problemas para los operadores por lo que es necesario tomar medidas para dispersar la nube de polvo.

Bauxita y Alúmina.- Es la materia prima que se utiliza para la producción de aluminio. El coeficiente de estiba de la bauxita es de 0.878 m<sup>3</sup>/ton y el de alúmina de 0.585. Son muy pulverulentos por lo que hay que tomar severas precauciones para evitar durante su manejo la contaminación de las instalaciones y zonas adyacentes.

Actualmente existe la tendencia de transformar la bauxita en alúmina en el lugar de explotación, dando lugar con ello a una reducción mayor del 50% en las necesidades del transporte, ya que se sabe que 5.2 ton de bauxita producen 2 ton de alúmina, las que a su vez dan origen a 1 ton de aluminio.

Cereales.- Atendiendo al volumen manejado, los productos más importantes son: trigo, maíz, soya, cebada, avena, centeno y sorgo. Estos productos presentan distintas densidades, lo cual implica diferentes condiciones de estiba y manipulación. Requieren además, por ser productos perecederos, una ventilación apropiada y una adecuada protección contra los efectos de la intemperie y las plagas durante su transporte y almacenamiento.

Generalmente, el tráfico de cereales está relacionado con las variaciones -- climáticas de los países exportadores, por lo que no resulta conveniente el desarrollo de terminales para atender buques dedicados exclusivamente al -- transporte de cereales, considerando éstos aspectos, el empleo de equipo - neumático móvil es una solución recomendable, sin embargo, cuando se preve un nivel sostenido en la demanda de importaciones y se decide construir ins talaciones especializadas debe tomarse en cuenta que el elemento fundamen tal son los depósitos o silos de almacenamiento, cuya función primordial es la de regular la operación de carga o descarga.

#### VI.4.3 INFLUENCIA DE LOS BUQUES GRANELEROS EN LA PLANIFICACION

La naturaleza de los buques que transportan los graneles ejercen una ---- influencia considerable sobre el diseño de la terminal, por lo que el plani ficador deberá predecir, con base en las estadísticas, las características- y dimensiones de las embarcaciones de este tipo de tráfico.

Dentro del tema denominado Buque de Diseño, que se trata en el capítulo III, se presentan mediante gráficas las dimensiones típicas de los buques graneleros, que pueden ser útiles para la planificación preliminar.

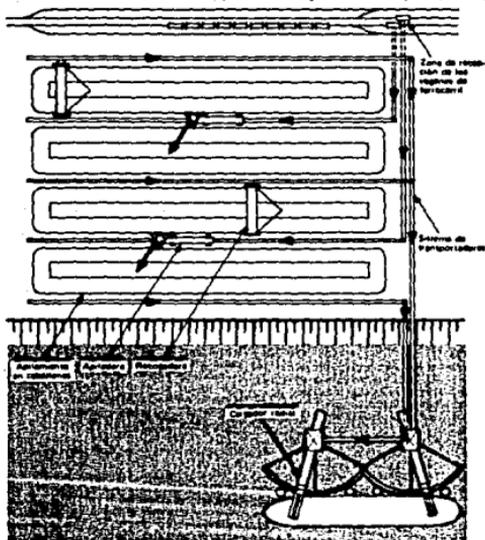
#### VI.4.4 ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

La selección del equipo para el transporte entre muelle y almacén depende - de las condiciones del almacén, así como de las distancias que los separan. De esta forma, si el almacén está ubicado adjunto al muelle se emplean pór- ticos o grúas, si la distancia es grande se deben utilizar bandas transpor- tadoras. Generalmente, la disposición del almacenaje más apta es la longi- tudinal o de caballón.

Cuando el área disponible en el terminal es de un ancho considerable, se - puede almacenar en varias secciones longitudinales separadas por vías de - servicio, las dimensiones del caballón están en función de la capacidad de carga del suelo, del ángulo de reposo del material y del alcance de los -

equipos de apile. Por otra parte, la superficie requerida para el almacenamiento depende del volumen del cargamento de los buques, de la frecuencia de arribos, de la capacidad del transporte interno y de la velocidad de carga y descarga.

Fig. VI.4 Terminal de exportación con apilamiento en caballones



En el tráfico de graneles en terminales especializadas, la operación de los buques tiende a ser constante ya que los buques arriban de manera programada, por lo que bastará fijar el ritmo de llegadas de los buques con la necesidad de transporte de la carga y una capacidad de almacenaje de exportación de aproximadamente dos o tres veces la carga del barco de diseño.

## VI.5 TERMINAL DE CONTENEDORES

En la Terminal de Usos Múltiples debe existir una terminal especializada -- para el manejo de contenedores. Si bién, en el Módulo Polivalente hay capacidad para atender la carga y descarga de contenedores en menor escala, - cuando el volumen de contenedores aumente de 30,000 a 50,000 TEU <sup>(1)</sup> en un lapso de tres años, se hará justificable la inversión para una terminal especializada.

La evolución de los barcos que transportan contenedores ha determinado su - clasificación en "generaciones", de acuerdo a ciertas características espe- cificas, según se muestra en el cuadro VI.3

CUADRO VI.3 CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS BUQUES PORTACONTEENEDORES

CLASIFICACION	CAPACIDAD TEU	TPM	ESLORA (m)	MANGA (m)	CALADO (m)
1a. GENERACION	750	14,000	180	25	9.0
2a. GENERACION	1,500	30,000	225	29	11.5
3a. GENERACION	2,500-3,000	40,000	275	32	12.5

En función de las dimensiones de las embarcaciones que se estime arriben a la futura terminal, se determinan las longitudes de atraque requeridas. -- Por regla general debe considerarse que entre más grande sea la embarcación más costoso es el tiempo de estadia en puerto, en consecuencia es necesario tomar precauciones con el objeto de agilizar la carga y la descarga de este tipo de buques, además de adoptar en la planificación un bajo porcen taje de utilización de muelles, del orden del 60%, a fin de garantizar que- en la mayor parte del tiempo los barcos encuentren una posición de atraque- disponible.

En la selección del equipo de carga/descarga, las características de la em- barcación desempeñan un papel importante, ya que por ejemplo, los barcos de

(1) 1 TEU Equivale a un contenedor de 20' de largo x 8' de ancho y alto.

la 3a. generación no cuentan con grúas a bordo.

La gráfica de la figura VI.5 ilustra el conjunto de las principales tareas que deben llevarse a cabo en la planificación de una terminal de contenedores.

#### VI.5.1 INSTALACIONES DE CARGA, DESCARGA Y ALMACENAMIENTO

##### VI.5.1.1 Zona de operación de la carga.

Ocupa toda la longitud del muelle con un ancho que está determinado por el alcance de la grúa, y suele estimarse en 40 m.

##### VI.5.1.2 Patio para depósito de contenedores.

Es un espacio en el que se hace el recibimiento, la entrega y el depósito de los contenedores, y por lo común en este mismo se incluye el cercado de ordenamiento, el depósito de chasises y la su perficie del muelle.

La extensión del cercado para depósito de contenedores se determ na según el volumen de tráfico, modalidad de almacenamiento, disposición de los contenedores y el utillaje de manipulación. Como cifras medias se pueden estimar de 16-20 Has/atracque, si el almacenamiento es en una sola altura o sobre remolques, y de 3-5 Has/atracque si se almacena en varias alturas (2 ó 3).

##### VI.5.1.3 Cercado de ordenamiento de contenedores.

Este cercado es un espacio amplio que se sitúa generalmente junto a la superficie del muelle, y en él se colocan en fila los contenedores que se van a embarcar según el orden de entrada de los -- buques, así como para colocar contenedores que se descargan de -- los barcos.

La extensión del cercado de ordenamiento ocupa una porción bastan

te amplia dentro del patio para depósito de contenedores, pero dicha extensión varía según el método de colocación de los contenedores. Los métodos de colocación son:

- . Colocarlos directamente sobre el pavimento.
- . Colocarlos sobre otros contenedores
- . Colocarlos sobre chasis.

Por lo general, en el cercado de ordenamiento se trazan pistas -- con la dimensión del contenedor y en ellas se colocan los contenedores que se van a embarcar.

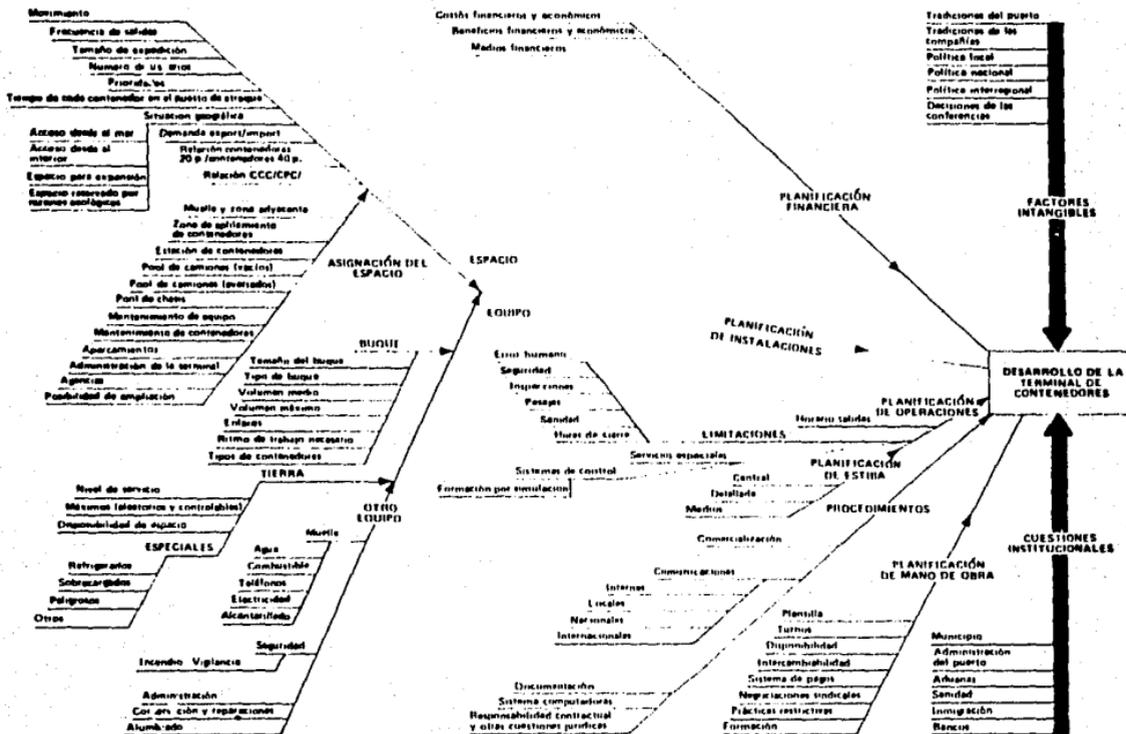
El cuadro siguiente muestra las necesidades de superficie de almacenamiento de contenedores según las diferentes modalidades de operación.

Cuadro VI.4

Dimensiones del Patio de Contenedores.

Medios de Manutención	Número de alturas del depósito	Anchura de las (en metros)		Dimensiones del parque (en metros)			Superficie por contenedor (m <sup>2</sup> )
		Enganche	Circula- ción	Longitud	Anchura	Superficie para 300 contenedores	
Tractor - semi-remolque	1	7.50	10.00	232.00	45.90	10.648.80	35.49
Pórtico - tractor - remolque	2	18.00	5.00	174.10	30.09	5.238.70	17.45
Carretilla portaelevadora	2	11.50	5.00	167.60	30.09	5.043.10	16.81
Carretilla pórtico	2	12.00	1.10	168.10	21.24	3.570.50	11.90
Carretilla portaelevadora - tractores - remolques	2	8.50	13.00	164.60	54.09	8.903.20	29.67

Fig. VI.5 Organigrama de los factores que intervienen en la planificación de una terminal de contenedores



#### VI.5.1.4 Estación para carga de contenedores. (ECD)

Aunque lo ideal es que el contenedor vaya directamente desde el barco al consignatario, no siempre por razones de la cantidad de carga esto es posible, por lo que se hace necesario disponer de una zona de la terminal para efectuar operaciones de clasificación, llenado o vaciado de los contenedores, buscando siempre el máximo aprovechamiento de los mismos.

#### VI.5.1.5 Zona de tránsito y evacuación.

Las vías han de disponerse entre las distintas zonas de estacionamiento de contenedores y alrededor de toda el área de estacionamiento. Es recomendable no sobrepasar longitudes de 120-150 m. a lo largo del muelle de atraque sin disponer vías perpendiculares de evacuación. La anchura de las vialidades intermedias de operación depende de los equipos utilizados. En el caso de estacionamiento en trailers o semirremolques son recomendables anchuras no inferiores a 20 m. La vía principal de evacuación suele tener de dos a seis carriles de circulación.

#### VI.5.1.6 Instalaciones diversas.

Comprenden zonas donde se ubican oficinas, aduanas, centro de control, talleres, instalaciones de energía eléctrica, alumbrado, agua, combustible, comunicación, etc.

La superficie de terreno necesaria para una terminal de contenedores depende de la elección de los métodos de explotación y del equipo de manipulación, así como del terreno que se disponga en el lugar y de las condiciones del suelo.

Si la terminal dispone de terreno en abundancia, el sistema más económico puede ser el de almacenar los contenedores en una solapa, por consiguiente no se necesita un equipo costoso para apilar los contenedores, pero las distancias de traslación de las mercancías pueden resultar largas, lo que hará necesario contar -

con equipo de transporte adicional. Además, si se trata de un terreno ganado al mar en el que el suelo es de baja capacidad de carga, este método de almacenamiento sin apilar es ventajoso al no ser necesario reforzar el suelo como lo sería si se utilizara equipo de apilamiento pesado. Por el contrario, si el terreno es escaso y costoso será necesario apilar los contenedores hasta la altura que permitan las condiciones físicas y las exigencias comerciales.

A menudo, en una terminal de contenedores se subestima el espacio necesario, al suponer que siempre se puede conseguir la altura de apilamiento máxima. En la práctica la altura media de apilamiento es mucho menor, y depende de la frecuencia con que se cambie de posición los contenedores y de la necesidad de clasificar y separar los contenedores según su destino, peso, sentido de llegada o salida, tipo, y con frecuencia según la compañía o el servicio de transporte marítimo. Muchas veces también se pasa por alto la necesidad de espacio para almacenar las unidades vacías y los contenedores inservibles.

Otro grave error es creer que la carga unitizada tiene un tiempo de trámite en la terminal más breve que la carga fraccionada. En realidad, las mismas dificultades que detienen la carga fraccionada en el puerto tienen efecto similar sobre la carga en contenedores. En la práctica es corriente que los tiempos de tránsito para ambos tipos de carga sean muy parecidos. A continuación se indican los tiempos más frecuentes de demora de los contenedores, según datos obtenidos de diversas terminales:

- Contenedores con carga de exportación . . . . . 5 días.
- Contenedores con carga de importación . . . . . 7 días.
- Contenedores vacíos . . . . . 20 días.

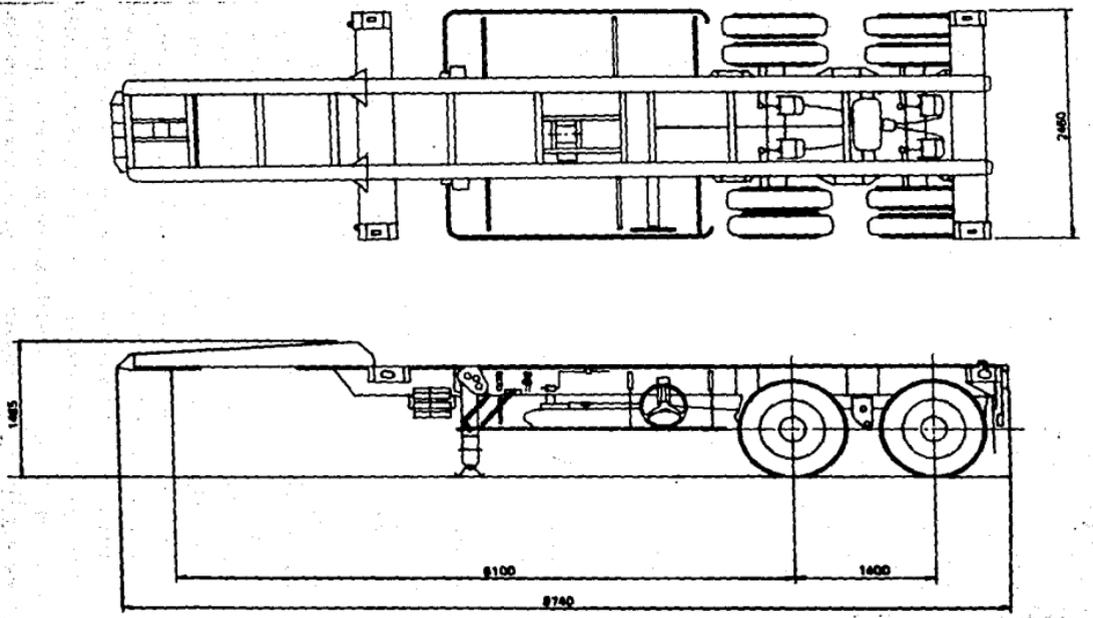


Fig. VI.6 Chasis para contenedores de 20 pies

... dimensiones en mm

## VI.5.2 SISTEMAS DE MANIPULACION DE CONTENEDORES

La operación por elevación (lift on - lift off) es típica de los contenedores.

Las dimensiones de los contenedores obligan a utilizar grandes artefactos para su manipulación. Se elige el método de operación según el tipo de tráfico de que se trate (por ejemplo, del buque a tierra, del buque a un tren o camión, o de un camión al suelo), el número de contenedores que se manipulen por hora, la distancia de traslación, del tamaño y forma del emplazamiento y del número de contenedores que se hayan de almacenar.

Hoy en día son tres los sistemas de manipulación de contenedores - que más se utilizan, y son: el sistema de remolques o chasis, el sistema de carruaje largo o carretillas-pórtico y el sistema por grúa móvil.

### VI.5.2.1 Sistema por chasis o remolques.

El contenedor se descarga directamente sobre el chasis por medio de la grúa portainer en el muelle o la grúa del barco, se lleva - el mismo hasta el puesto que se le ha asignado en la zona de almacenamiento o es evacuado directamente; este sistema es el más adecuado para el transporte "Puerta a puerta" y no requiere más - que de tractores que los remolcan hasta el área de almacenamiento donde lo desengancha y regresa hasta el pie de la grúa para repetir el ciclo. Evidentemente, los contenedores no pueden apilarse y el sistema requiere una zona de almacenamiento en tránsito muy amplia, también requiere miles de remolques, lo que supone un gas to considerable. Así pues, normalmente este método se utiliza - solo en el caso de que una empresa naviera proporcione los remolques y utilice una zona especial para los remolques. Por esta ra zón este sistema no es adecuado, en general, para las terminales - destinadas a varios usuarios.

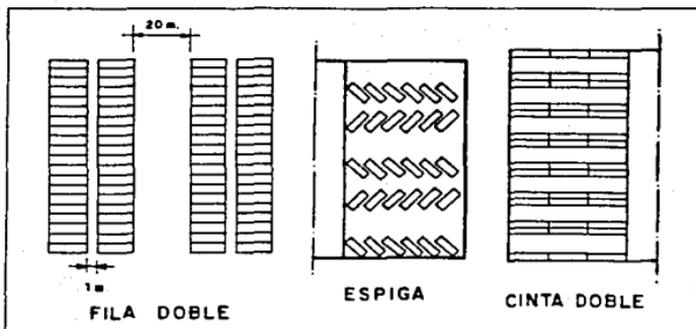


Fig. VI.7 Disposición de contenedores mediante tractores y remolques

#### VI.5.2.2

Sistema de carretillas - pórtico o straddle carrier.

A este sistema también se le conoce por carruaje largo y es el más utilizado en las terminales de contenedores por su flexibilidad y capacidad de atender las demandas máximas.

La carretilla pórtico o straddle carrier consiste en un pórtico de cuatro patas sobre neumáticos con la cabina de mando en su parte superior, que permite encuadrar el contenedor en su interior y suspenderlo del marco superior para su traslado.

Con este sistema se requiere de menor extensión de almacenamiento, pues permite apilar los contenedores en dos o tres capas, lográndose buenos índices de superficie de ocupación, pues se estima que es posible almacenar 720 contenedores de 20 pies por Ha ó 364 contenedores de 40 pies por Ha, en la modalidad de dos alturas. Su capacidad de carga oscila entre 8 y 30.5 ton, con una velocidad de desplazamiento de hasta 30 km/hora.

Fig. VI.8 Carretilla Pórtico 6 Straddle - Carrier

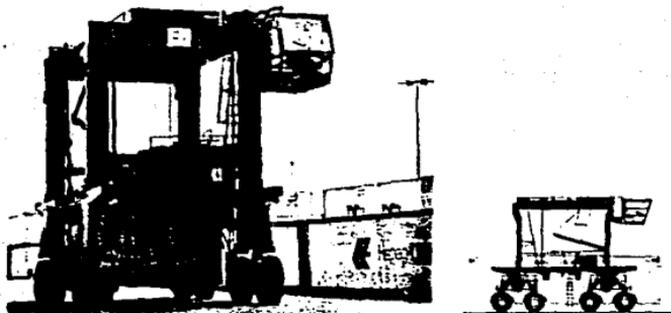
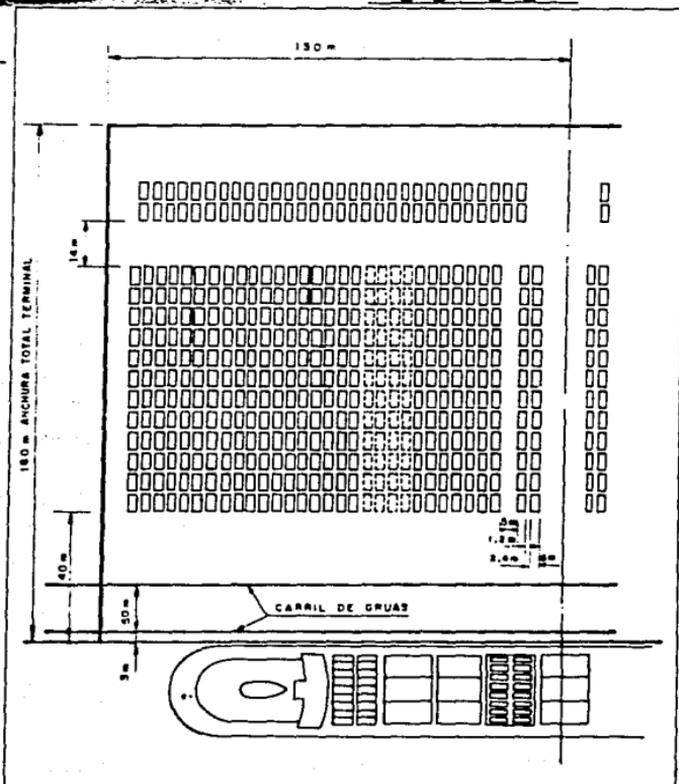


Fig. III.9 Terminal con disposición en bloque para straddle-carrier.



Una variante de este sistema es utilizar unidades tractor-remolque para la traslación entre el muelle y la zona de almacenamiento, empleando las carretillas pórtico solamente dentro de la zona de almacenamiento para apilar y seleccionar los contenedores.

### VI.5.2.3 Sistema por grúa móvil o transtainer.

En este sistema los contenedores, primeramente son transportados desde el muelle por medio de unidades tractor - remolque hasta la zona de almacenamiento, donde los contenedores se apilan por medio de grúas - pórtico(transtainer) montadas sobre carriles o sobre neumáticos. Las grúas sobre rieles pueden apilar los contenedores hasta en cinco capas (aunque normalmente los contenedores no se apilan en más de cuatro capas), mientras que las transtainers montadas sobre neumáticos pueden apilar los contenedores en dos o tres capas, por lo cual supera en movilidad a los demás sistemas y resulta eficiente para sacar provecho del espacio.

Su uso es mucho menos flexible que el de las carretillas - pórtico, pero en compensación las grúas - pórtico brindan mayor seguridad, sus costos de mantenimiento son bajos, tienen una vida útil mayor y se prestan mejor a la automatización del terminal.

Este sistema es especialmente útil en los casos en que las exportaciones representan una fracción importante del tráfico total, pero quizá no llegue a ser el óptimo cuando las importaciones constituyen la mayor parte del tráfico.

Fig. VI.10  
Pórtico de almacenamiento.

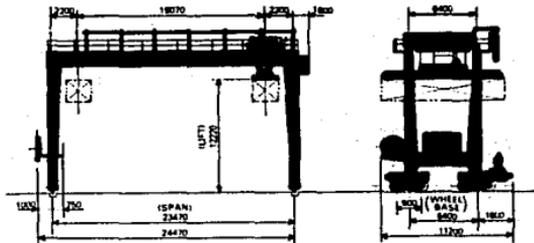
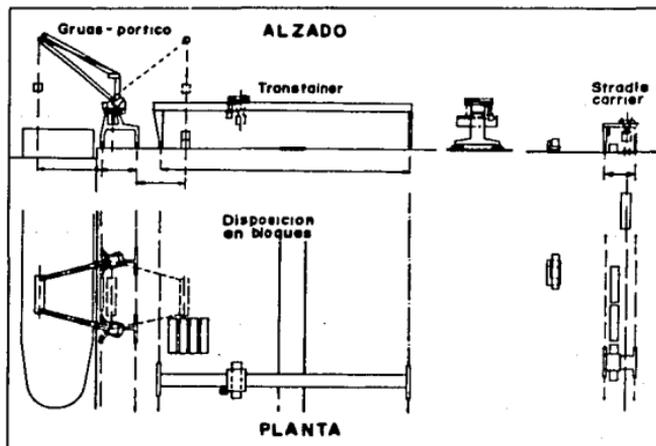


Fig. VI.11 Terminal con disposición en bloque para trastainer



En los tres sistemas de manipulación hay ventajas y desventajas, respectivamente. En la siguiente tabla se muestran sus respectivas características y comparación:

Cuadro VI.5 Comparación de los tres sistemas de estibación

Detalle comparativo	Sistema de operación	Sistema por carruaje largo	Sistema por grúa móvil	Sistema por chasis
1) Capacidad depositable		○	⊙	X
2) Eficacia de estibación				
• Estibación en el buque		○	△	△
• Recibimiento y entrega de contenedor		○	X	⊙
3) Flexibilidad		○	X	⊙
4) Grado del daño de contenedor			△	○
5) Fuerza de trabajo				
• Técnica de conducción		△	○	⊙
• Economización (Estibación en el buque)		○	△	△
• Economización (Recibimiento y entrega de contenedor)		○	○	⊙
6) Gastos de equipo y maquinaria		○	△	X
7) Mantenimiento				
• Técnica		○	△	⊙
• Gasto		○	⊙	△
8) Gasto de pavimentación (por espacio igual)		△	○	⊙

- ⊙ ..... Excelente
- ..... Bueno
- △ ..... Regular
- X ..... Inferior

C A P Í T U L O   V I I

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

VII.1    I N T R O D U C C I O N

Se define el puerto industrial pesquero, como el conjunto de obras y servicios que proporcionan abrigo y facilidades para realizar con seguridad y eficiencia las maniobras de la flota pesquera, así como, la transformación de los productos de la pesca.

Por sus características, el puerto industrial pesquero se considera un caso especial, ya que en sus instalaciones no sólo se realiza el paso de la mercancía, sino que también es el sitio de construcción, reparación, abastecimiento y estadía de los barcos, además es un centro de contratación de los productos, lugar de preparación para su distribución y comercio, así como lugar de emplazamiento de las industrias derivadas de la pesca.

La actividad pesquera constituye una fuente de alimentación muy importante, y además debidamente explotada es un recurso generador de divisas. Por el alto riesgo para las vidas humanas, la pesca demanda máximo apoyo y el proporcionamiento de un refugio cercano y seguro.

México enfrenta graves problemas en la explotación de sus recursos marinos, existiendo atraso en el desarrollo de la actividad pesquera. Entre los principales problemas se pueden citar:

- a) Inexistencia de equipo moderno entre los pescadores.
- b) Escasez de inversión tanto pública como privada.

- c) Carencia de grandes instalaciones industriales en los puertos.
- d) Necesidad de medios de transporte adecuados.

## VII.2 SERVICIOS QUE DEBE PROPORCIONAR EL PUERTO

Los usuarios del puerto industrial pesquero son: las embarcaciones, el producto de la pesca y el personal, por lo tanto se derivan las siguientes tres funciones:

- a) Servicios a las embarcaciones
- b) Servicios al producto
- c) Servicios al equipo humano

En el siguiente esquema se muestran las operaciones que un barco pesquero realiza, mismas que se pueden considerar de carácter cíclico.

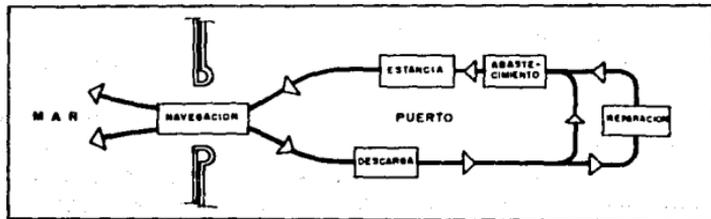


Fig. VII.1 Operaciones de los barcos pesqueros dentro del puerto.

- A) Por cada ciclo que el barco realiza, el puerto debe proporcionar los siguientes servicios:
  - a.1) De entrada y maniobra, por lo que se requiere balizamientos, faros y obras de abrigo.

- a.2) De atraque y descarga, siendo el muelle de descarga el elemento más importante en esta operación.
  - a.3) De estancia, requiriéndose dársenas de estancia.
  - a.4) De preparación para la pesca, que consiste en el -avituallamiento de agua, hielo, combustible, cebos, provisiones para tripulación, etc.
  - a.5) De maniobra y salida.  
  
Para una permanencia en puerto más prolongada, las embarcaciones requieren además de los siguientes -servicios:
  - a.6) De reparación y mantenimiento de casco, motor, radio, aparejos, etc.
  - a.7) De almacenaje de aparejos y elementos auxiliares.
- B) En lo que se refiere a los servicios a la pesca, se consideran las siguientes funciones:
- b.1) Desembarque de la pesca.
  - b.2) Manipulación del producto, pudiéndose comprender -las labores de clasificación, lavado, pesaje, aporte de hielo y empaclado.
  - b.4) Venta.
  - b.4) Envío a destino, incluyendo operaciones de clasificación, carga y transporte.
  - b.5) Almacenamiento en frigoríficos.
  - b.6) Industrialización, mediante establecimientos y fá--

bricas destinadas a la conservación e industrialización del pescado y sus productos, pudiendo comprender procesos de salazón, conservas, harinas, ahumados, secado, etc.

C) En cuanto a los servicios al personal, deben existir:

- c.1) Oficinas.
- c.2) Vestuarios y servicios conexos.
- c.3) Servicios médicos.
- c.4) Servicios de vigilancia.

Se pueden extender los servicios, dependiendo de la importancia del puerto, a:

- Centros de descanso.
- Hoteles, comercios, viviendas y todos aquéllos servicios que son necesarios para cubrir los requerimientos sociales del personal relacionado con la actividad del puerto.

### VII.3 CARACTERISTICAS ESPECIALES DE LOS USUARIOS DEL PUERTO

De acuerdo a las características de los usuarios del puerto, es posible hacer distintas clasificaciones, como se indica:

a) Por la situación de las zonas de pesca:

- 1.- Costera o pesca costera.
- 2.- Marítima o pesca de altura.
- 3.- Oceánica o pesca de gran altura.

b) Por el tipo de producto:

- 1.- Peces.
- 2.- Moluscos.
- 3.- Crustáceos
- 4.- Cetáceos.

c) Por los avíos de pesca:

- 1.- Artes.
- 2.- Aparejos.
- 3.- Útiles.

d) Por el tipo de barcos:

- 1.- De cerco.
- 2.- Arrastre
- 3.- Aparejos.

e) Por la forma de conservar el producto:

- 1.- Fresco o natural.
- 2.- Con hielo.
- 3.- Congelado.
- 4.- Salado.
- 5.- Ahumado o secado.

f) Por la forma de transporte:

- 1.- En el propio barco.
- 2.- En un barco de la flotilla.
- 3.- En frigorífico.
- 4.- En buque factoría.

Con el objeto de hacer un diseño adecuado del puerto industrial pes  
quero, es necesario conocer de una manera más o menos completa las

características peculiares de los que se han definido como usuarios del puerto.

Considerando las embarcaciones, se pueden resumir las características en cuatro grupos, de acuerdo a las distintas formas de pesca.

#### FLOTA COSTERA

Es la que se dedica a la pesca litoral y está constituida por una gama variada de embarcaciones que comprende desde pequeños barcos, botes y chalanes de pocos metros de eslora hasta barcos con un máximo de 30 m de eslora y calado no superior a 3.0 m.

#### FLOTA DE ALTURA

En razón a la mayor distancia de los sitios de pesca y de la duración del ciclo pesquero, este tipo de flota permite la conservación del pescado con hielo. Son barcos cuya eslora varía entre 30 y 50 m y calado no mayor a 4.50 m, con bodegas acondicionadas para el depósito de un máximo de 100 ton de producto conservado a temperaturas próximas a 0°C.

#### FLOTA DE GRAN ALTURA

Consiste en buques pesqueros de diversas dimensiones, dedicados a la pesca a grandes distancias de sus bases y caracterizados generalmente por la introducción del frío industrial que permite la congelación a -40°C, y el almacenamiento de pescado conservado a temperaturas de -20°C. Las esloras de estos barcos están entre 30 y 120 m, la manga entre 8 y 15 m y el calado entre 3.50 y 6.50 m.

#### BUQUES FACTORIA

Son buques pesqueros con instalaciones para el aprovechamiento casi completo del producto. Junto a las instalaciones primarias de aviscerada, disponen de otras destinadas al corte y fileteado del pescado.

do, a la utilización de subproductos y pescados de calidad inferior en la fabricación de aceites y harinas de pescado. Sus dimensiones difieren dentro de límites muy extensos, pudiéndose citar esloras - promedio de 10.0 m. y calado de 8.50 m .

Los productos de la pesca se pueden clasificar en forma similar, -- como a continuación se expone:

PESCA COSTERA O LITORAL.- Entre la que se distinguen:

- a) Pescado de características uniformes, transportado "a granel", destinado en pequeña escala al consumo "en fresco" y en su mayor parte a la industrialización.
- b) Pequeños lotes de pescado variado y mariscos, capturados por embarcaciones menores y que se destina generalmente al consumo de los mercados locales.
- c) Mariscos (almejas, ostras, berberechos, etc.), procedentes de yacimientos naturales o viveros flotantes, destinados, tanto a la fabricación de conservas como a la exportación para consumo en fresco.

PESCA FRESCA DE ALTURA.- Transportada con hielo "a granel" y sin clasificar o clasificada a bordo, en cajas dispuestas para la descarga en puerto.

Generalmente se trata de pescado diverso, procedente de la pesca de arrastre, destinada al consumo inmediato "en fresco", aunque pueden descargarse igualmente especies destinadas a la congelación, u otras especies destinadas a la fabricación de conservas o a las industrias reductoras.

PESCA DE GRAN ALTURA.- Comprende:

- a) Pescado congelado, suelto, en capas o bloques, transportado a

puerto en frigoríficos o en los mismos buques pesqueros que realizan su captura.

En función de su industrialización el pescado puede descargar se con otras características a bordo del barco que lo capturó o buque frigorífico.

- b) Harina en bolsas o sacos, aceite en barriles y conservas en cajas, transportados en buques pesqueros, buques factoría o transportes frigoríficos.
- c) Bacalao salado a media cura, transportado "a granel" o en cestos especiales en las bodegas de los buques pesqueros.
- d) Ballenas y cachalotes que se descargan en las rampas de la factoría ballenera terrestre.

#### VII.4 EMPLAZAMIENTO DEL PUERTO

Entre los factores que se deben tener en cuenta para el establecimiento de una nueva terminal pesquera, tanto si se acepta la conveniencia de buscar ese emplazamiento en un puerto existente, como si se desea una ubicación independiente; se encuentran los siguientes:

- Geográficos y físicos
- Económicos
- Políticos y sociales

- VII.4.1 Los factores geográficos y físicos implican previamente definir la zona del país en que se considera conveniente que se sitúen las instalaciones, para elegir los lugares más adecuados en relación con la ciudad, la zona o la región elegida y que con carácter general se refieren a las condiciones de abrigo y calado, que pueden ser naturales o artificiales, y --

los costos de mantenimiento.

VII.4.2 Entre los factores económicos se consideran: la situación de las áreas habituales de pesca, la disponibilidad de terrenos, así como, las facilidades de distribución de los productos de la pesca hacia los centros de consumo.

Deben ponderarse los costos de las instalaciones, de los terrenos y los costos periódicos de mantenimiento con los probables rendimientos de la explotación de los servicios.

El éxito de una nueva terminal pesquera está íntimamente ligado a la atracción de los mercados de venta al por mayor y a las posibilidades que los medios de transporte y las industrias alimenticias complementarias representen para la más beneficiosa comercialización de los productos.

#### VII.5 PLANEACION Y DISEÑO DEL PUERTO

Tanto en lo referente a los servicios al barco como a los servicios a la pesca, se consideran las dos zonas siguientes como elementos del puerto:

Zona Marítima de Flotación.

Zona Terrestre de Servicios.

##### VII.5.1 ZONA MARITIMA DE FLOTACION

Con carácter general se consideran dos sectores: Sector Activo, adyacente a los diferentes muelles destinados a las diversas clases de pesca, y otro sector que se llame Sector Pasivo, relacionado con las zonas de fondeo, suministro, avituallamiento, estancia y reparaciones de los buques.

#### VII.5.1.1 Dársenas

Conseguir la zona abrigada necesaria para el puerto, es en la mayor parte de los casos el factor más importante del - costo total de las obras e instalaciones pesqueras.

Las dimensiones y características de las dársenas suelen - diferenciarse claramente según estén destinadas a las flotas costera y de altura, o a las flotas de gran altura y - buques factoría.

Como profundidad necesaria en las dársenas destinadas a la flota costera, se puede fijar como máxima 4.0 m y para la flota de altura 5.50 m. Estas profundidades son para barcos a plena carga, es decir para zonas de acceso, fondeo y descarga. Pueden disminuirse para zonas portuarias pasivas.

Los buques de las flotas de gran altura precisan una amplia gama de profundidades, desde los grandes buques arrastres con rampa de popa, para los que se deben disponer de dársenas de 7.0 m de profundidad, hasta los buques congeladores destinados por ejemplo a mariscos y cefalópodos, de dimensiones mucho menores y profundidades máximas necesarias de 4.0 m.

Los buques factoría, que pueden ser también pesqueros o solamente procesar y almacenar los productos de la pesca de otros buques, requieren profundidades de 9.0m como promedio. En este caso debe determinarse la profundidad de las dársenas en función del tamaño específico del barco máximo que entrará al puerto.

Para fines de proyecto es necesario definir barcos prototipo, cuyas características representen la flota existente en el lugar donde se construirá la obra, considerando sus posibles variaciones en los próximos años.

TIPO DE BARCO	ESLORA TOTAL (m)	MANGA (m)	CALADO (m)	FRANCO BORDO (m)	CAPACIDAD DE CARGA (Ton )	DESPLAZAMIENTO A PLENA CARGA (Ton )
Camaroneros	21.95	6.25	3.30	0.60	65	175
Escameros	20.42	6.00	3.00	0.60	50	150
Sardineros	26.25	7.50	3.75	0.30	150	300
Atuneros	53.00	12.00	5.70	2.20	800	1,600
Arrastreros	53.00	12.00	5.70	0.60	800	1.600

Cuadro VII.1 Características de las flotas pesqueras que operan en puertos Mexicanos

5.1.1.a Dimensiones de las Dársenas

Como superficie de agua conveniente para la flotación activa del puerto, es decir aquella que está directamente relacionada con la producción del puerto, como son las dársenas de ciaboga y dársenas de descarga (adjuntas a los muelles de descarga), se considera de 1 a 1.5 hectáreas por cada 100 m de muelle de descarga.

En cuanto a la superficie de agua para la flotación pasiva, es decir aquella que no está directamente relacionada con la producción del puerto, como son las dársenas de estancia y dársenas en los muelles de reparaciones, se considera de 4 a 5 m<sup>2</sup> por cada tonelada de registro bruto de los buques con base en el puerto, considerándose también el tonelaje de los barcos que eventual o habitualmente utili-

cen el abrigo del puerto, como refugio en casos de temporales, o sus instalaciones para efectuar reparaciones.

La zona marítima de flotación también comprende las siguientes obras:

#### VII.5.1.2 Obras Exteriores

Para su diseño o construcción no existe diferencia alguna con las de otro tipo de puertos, salvo las propias de su menor tamaño. Son pues aplicables todas las experiencias y teorías de los diques en talud, verticales o mixtos. - La única peculiaridad digna de consideración es que al estar los diques situados en profundidades reducidas, en muchos casos, es muy probable la rotura del oleaje sobre los mismos. Este factor tiene que ser tomado en cuenta - en el proyecto de las obras exteriores utilizando fórmulas que sean útiles en tales circunstancias.

#### VII.5.1.3 Canales de Entrada y Bocana

Para dimensionamiento en cuanto a formas, dirección, ancho y profundidad, se toman en cuenta las siguientes variables:

##### FORMA

- Radios de giro
- Penetración del oleaje
- Arrastre litoral

##### DIRECCION

- Direcciones del oleaje reinante y dominante

- Dirección del viento
- Transporte litoral

#### ANCHO

- Tamaño de los barcos
- Frecuencia de salida y entradas
- Capacidad del puerto
- Condiciones oceanográficas (rotura del oleaje, vientos, corrientes).

En la siguiente figura se ilustra el ancho mínimo del canal de navegación, considerando dos vías.

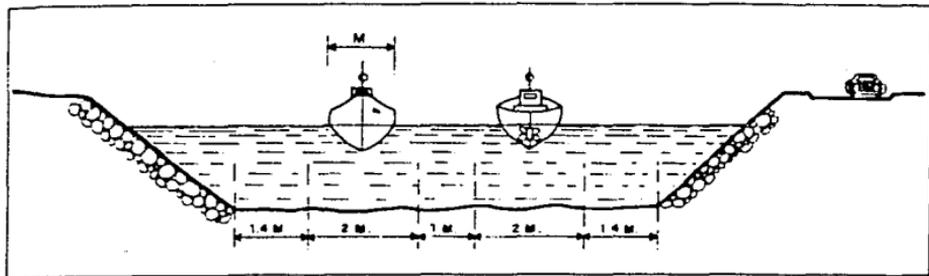
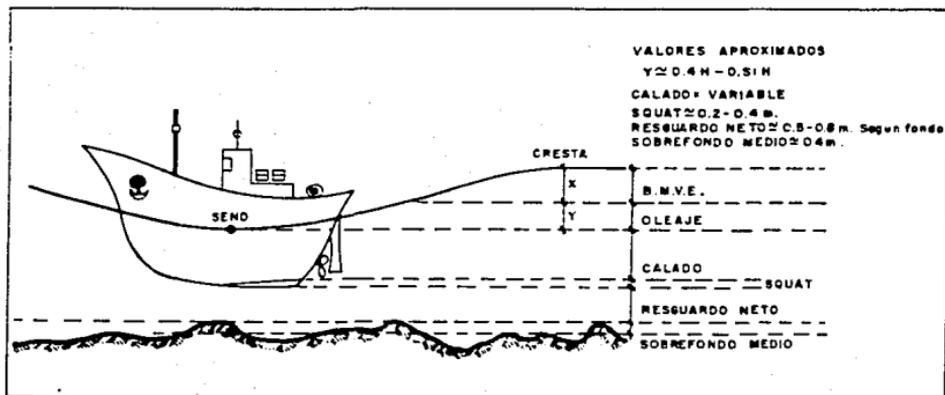


Figura VII.2 Determinación del ancho mínimo en el canal de navegación, considerando dos vías.

### PROFUNDIDAD

- Calado de los barcos
- Variaciones del nivel del mar
- Oleaje
- Tipo de fondo
- Efecto "squat"

Fig. VII.3 Parámetros de definición de profundidad mínima.



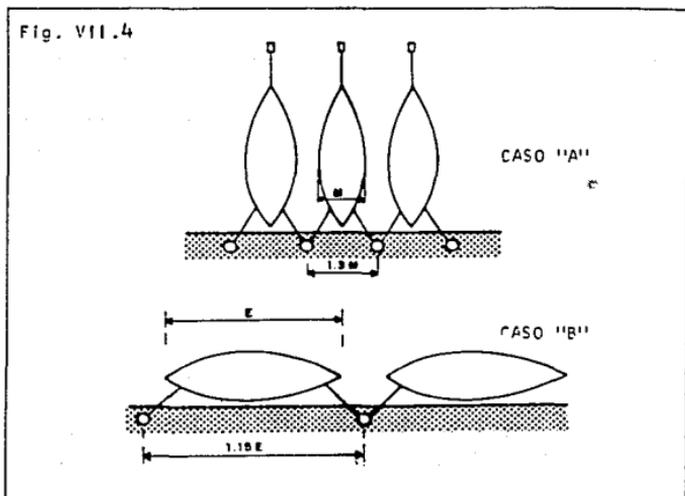
#### VII.5.1.4 Muelles de Descarga

Dependiendo de la importancia del puerto industrial pesquero, los muelles destinados a la descarga de las distintas clases de pesca deben diferenciarse en muelles distintos o en sectores de un mismo muelle, convenientemente adaptados a las necesidades respectivas.

Las longitudes de atraque necesarias y sus cualidades son en ambos casos consecuencia de las características de los buques de las flotas pesqueras que utilizan el puerto y -- del número de unidades que las componen, así como de la du

ración total del ciclo pesquero según la clase de pesca a que se dediquen, pudiendo depender también de la forma en que los barcos puedan atracar para efectuar la descarga.

La figura VII.4 muestra dos formas de atracar en un muelle marginal. Como puede observarse, el atraque de popa requiere menos longitud de muelle, pero hace necesario un tiempo mayor de estadía por tener mayor dificultad en las maniobras de descarga.



En la tabla N° VII.2 se relacionan los tiempos medios de operación de una flota considerando los barcos prototipo de la tabla N° VII.1, con las longitudes de muelle requeridas según los casos "A" y "B" de la figura No. VII.4. Los tiempos medios de operación deben ajustarse para cada caso particular dependiendo de la localización del recurso pesquero.

TIPO DE BARCO	ESTADIA EN MUELLE	MANIOBRAS DE NAVEGACION Y CAPTURA	DURACION DEL VIAJE	LONGITUD MUELLE/ BARCO REQUERIDO CASO "A"	LONGITUD MUELLE/ BARCO REQUERIDO CASO "B"
CAMARONEROS	2 días	13 días	15 días	25 m	8.50 m
ESCAMEROS	2 días	8 días	10 días	23 m	8 m
SARDINEROS	1 día	2 días	3 días	30 m	10 m
ATUNEROS	15 días	60 días	75 días	61 m	16 m
ARRASTREROS	10 días	30 días	40 días	61 m	16 m

Cuadro VII.2 Longitudes de muelle requerido por tipo de barco, según las flotas que operan en puertos mexicanos

Antes de definir la longitud de un muelle, conviene estudiar los costos de construcción y operación de ese muelle y contrapesarlos con las pérdidas de los barcos en espera de atraque (por escasez de muelle). La longitud del muelle en estudio queda determinada cuando la suma de pérdidas por barcos esperando más los gastos de construcción y operación del muelle sea mínima.

#### RASANTE DE LOS MUELLES

La rasante o altura de los muelles depende de:

- Altura de borda de los barcos.
- Variaciones astronómicas del nivel del mar.
- Forma de la descarga

#### VII.5.1.5 Muelles para suministros

Están destinados para satisfacer los requerimientos de los barcos y la tripulación, tales como: víveres y enseres - para la tripulación, artes y pertrechos para el buque y - la pesca etc.

Se consideran instalaciones especiales y entre ellos figu  
ran:

a) Combustible

Este tipo de muelle debe ser independiente de los des  
tinados a otros servicios al buque.

b) Agua

Este servicio se puede proporcionar mediante una am--  
plia red de abastecimiento de agua potable con tomas--  
de suficiente caudal en los distintos muelles.

c) Hielo

Para la conservación del pescado fresco de la flota -  
de altura, pueden ser necesarias instalaciones espe--  
ciales para el suministro de hielo.

Se requiere aproximadamente de 1 tonelada de hielo --  
por cada tonelada de pesca capturada.

d) Sal

Los buques destinados a la pesca y preparación del ba  
calao precisan de este suministro.

#### VII.5.1.6 Muelles para Servicios Complementarios

Se consideran independientes de otros tipos de muelles, y son los destinados a:

- a) Estancia, pertrechamiento y pequeñas reparaciones.
- b) Armamento y grandes reparaciones a las naves.

#### VII.5.2 ZONA TERRESTRE DE SERVICIOS

Las diversas zonas deben disponerse en completa separación de acuerdo a las actividades propias de cada una. En forma general se pueden resumir como sigue:

- 1) Zona para la descarga, manipulación y almacenamiento del pescado.
- 2) Zona para las reparaciones y estancia de los buques.
- 3) Zona para avituallamiento de los barcos.
- 4) Zona de industrias.

##### VII.5.2.1 Zona para la descarga, manipulación y almacenamiento del pescado.

Este sector, verdaderamente clave en la eficacia y rendimiento del puerto, depende para su diseño del procedimiento de conservación utilizado y del destino posterior supuesto para los distintos productos de la pesca.

Considerese el caso de varios barcos con capturas heterogéneas de pescado fresco destinado a consumo inmediato.

Puede realizarse la venta en un edificio especialmente habilitado para estas operaciones, situado en un punto estratégico de los muelles destinados a estas descargas. En este edificio se concentran los servicios públicos como correos, telégrafos, bancos, etc.

La zona destinada a la descarga puede ampliarse y aproximarse a la zona c de comunicaciones portuarias, disminuyendo hasta casi desaparecer el sector intermedio destinado en los muelles a la manipulación, la exposición, la venta y la preparación de pescado fresco.

Zona de muelles destinada a la recepción de pescado congelado o industrializado a bordo:

En este caso, la zona a de descarga se amplía considerablemente, de tal forma que en la misma pueden establecerse instalaciones para descargas masivas, con grúas de pórtico o móviles. Debe preverse la descarga directa de productos, de buque a camión o vagón de ferrocarril, ya sean frigoríficos o no.

Dentro de la zona b deben emplearse instalaciones y almacenes frigoríficos de tránsito en los que pueda realizarse el almacenamiento del pescado congelado, la congelación del pescado fresco, así como completarse la de los productos refrigerados, con capacidad de almacenamiento de otros productos derivados de la pesca, que deban permanecer en los mismos por periodos cortos de tiempo, mientras que los almacenes frigoríficos para la larga estancia se sitúan en la zona d.

La figura VII.6 muestra en detalle la sección de las zonas antes tratadas, cuyas dimensiones pueden variar en amplios márgenes según las peculiaridades que en cada puerto presente el tráfico de estos productos y la concentración previsible en relación con las necesidades futuras.

El muelle donde se manipula esta clase de pescado ha de -- disponer en su sección transversal de tres sectores típicos:

- a) Zona junto al muelle de atraque para la descarga.
- b) Sector intermedio para el depósito, clasificación, ordenación y venta del pescado, y otro adyacente -- para la preparación previa de los productos para su inmediato envío a los lugares de consumo.
- c) Zona posterior de carreteras y vías férreas en conexión con las redes nacionales.
- d) Instalaciones industriales conexas para la preparación y congelación del producto.

En la figura VII.5 se detalla en sección transversal el -- conjunto general de instalaciones, con una distribución -- proporcional de zonas cuyas dimensiones concretas deben fi jarse en cada caso de acuerdo con el tráfico previsible y las costumbres locales en cuanto a la forma de clasifica -- ción, exposición y venta, operaciones de preparación, etc.

Para obtener el máximo rendimiento de los muelles de des -- carga y especialmente para facilitar la mecanización del -- transporte interior, se deben dimensionar lo más holgado -- posible en lo referente a salas de clasificación exposi -- ción y venta.

Considerando ahora la zona de muelles asignada a la descar -- ga y venta de pescado fresco destinado a la industrializa -- ción, se tiene que:

El esquema de la figura VII.5 se simplifica considerable -- mente al realizarse en la mayoría de los casos la venta -- del pescado por muestras, sin que sea necesaria la descar -- ga y exposición de la totalidad de la pesca.

El muelle donde se manipula esta clase de pescado ha de -- disponer en su sección transversal de tres sectores típicos:

- a) Zona junto al muelle de atraque para la descarga.
- b) Sector intermedio para el depósito, clasificación, ordenación y venta del pescado, y otro adyacente -- para la preparación previa de los productos para su inmediato envío a los lugares de consumo.
- c) Zona posterior de carreteras y vías férreas en conexión con las redes nacionales.
- d) Instalaciones industriales conexas para la preparación y congelación del producto.

En la figura VII.5 se detalla en sección transversal el -- conjunto general de instalaciones, con una distribución -- proporcional de zonas cuyas dimensiones concretas deben fi jarse en cada caso de acuerdo con el tráfico previsible y las costumbres locales en cuanto a la forma de clasifica ción, exposición y venta, operaciones de preparación, etc.

Para obtener el máximo rendimiento de los muelles de des-- carga y especialmente para facilitar la mecanización del -- transporte interior, se deben dimensionar lo más holgado -- posible en lo referente a salas de clasificación exposi ción y venta.

Considerando ahora la zona de muelles asignada a la descar ga y venta de pescado fresco destinado a la industrializa ción, se tiene que:

El esquema de la figura VII.5 se simplifica considerable-- mente al realizarse en la mayoría de los casos la venta -- del pescado por muestras, sin que sea necesaria la descar-- ga y exposición de la totalidad de la pesca.

Puede realizarse la venta en un edificio especialmente habilitado para estas operaciones, situado en un punto estratégico de los muelles destinados a estas descargas. En este edificio se concentran los servicios públicos como correos, telégrafos, bancos, etc.

La zona destinada a la descarga puede ampliarse y aproximarse a la zona c de comunicaciones portuarias, disminuyendo hasta casi desaparecer el sector intermedio destinado en los muelles a la manipulación, la exposición, la venta y la preparación de pescado fresco.

Zona de muelles destinada a la recepción de pescado congelado o industrializado a bordo:

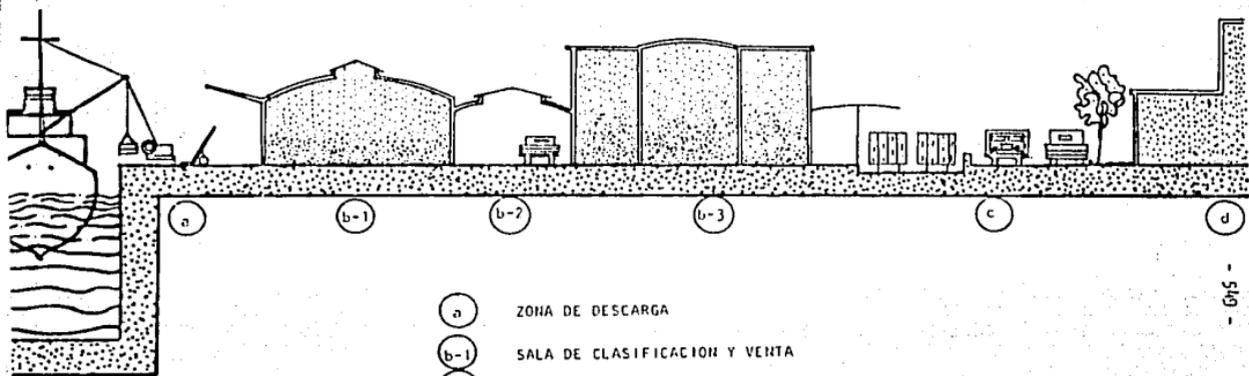
En este caso, la zona a de descarga se amplía considerablemente, de tal forma que en la misma pueden establecerse instalaciones para descargas masivas, con grúas de pórtico o móviles. Debe preverse la descarga directa de productos, de buque a camión o vagón de ferrocarril, ya sean frigoríficos o no.

Dentro de la zona b deben emplearse instalaciones y almacenes frigoríficos de tránsito en los que pueda realizarse el almacenamiento del pescado congelado, la congelación del pescado fresco, así como completarse la de los productos refrigerados, con capacidad de almacenamiento de otros productos derivados de la pesca, que deban permanecer en los mismos por periodos cortos de tiempo, mientras que los almacenes frigoríficos para la larga estancia se sitúan en la zona d.

La figura VII.6 muestra en detalle la sección de las zonas antes tratadas, cuyas dimensiones pueden variar en amplios márgenes según las peculiaridades que en cada puerto presente el tráfico de estos productos y la concentración previsible en relación con las necesidades futuras.

Fig. VII.5

HUELLE PARA DESCARGA DE PESCADO FRESCO  
SECCION TRANSVERSAL

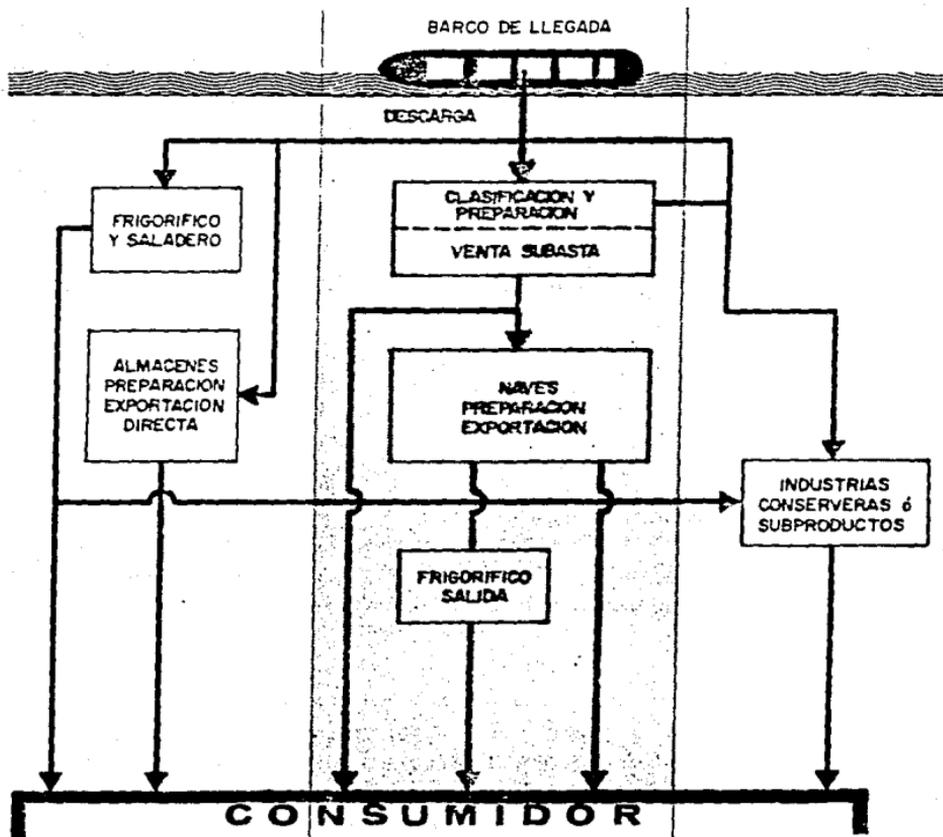


- (a) ZONA DE DESCARGA
- (b-1) SALA DE CLASIFICACION Y VENTA
- (b-2) CIRCULACION INTERNA
- (b-3) ZONA DE PREPARACION (MAYORISTAS)
- (c) REDES GENERALES DE COMUNICACION
- (d) ALMACENAMIENTO FRIGORIFICO E INSTALACIONES INDUSTRIALES



Fig. VII.7

### PASO DE LA PESCA POR MUELLE



### VII.5.2.2 Zona para las reparaciones y estancia de los buques

Se distinguen dos tipos de mantenimiento:

- a) Reparaciones sencillas y de detalle.
- b) Reparaciones de mayor importancia.

Las reparaciones sencillas y de detalle son necesarias -- para los barcos de altura después de cada ciclo y para -- los barcos de pesca litoral que frecuentemente las necesi-- tan.

Estas deben realizarse en muelles especiales, destinados-- además a la estancia en puerto de los buques, desde la -- descarga hasta la nueva salida al mar. Deben disponer es-- tos muelles de los servicios necesarios, tales como fuer-- za motriz, agua a presión, almacenes y depósitos para ar-- madores con espacios suficientes para la utilización del-- equipo móvil que se requiera.

Reparaciones de mayor importancia.- Precisan la utiliza-- ción de talleres especializados, varaderos y muelles de -- armamento. Constituyen otro conjunto cuyo establecimien-- to es fundamental en el puerto.

La constitución de empresas destinadas a realizar la repa-- ración de los barcos pesqueros en conexión frecuente con-- astilleros especializados en la construcción de embarca-- ciones pesqueras debe estimularse de forma que los barcos-- encuentren en el puerto todas las facilidades necesarias-- para mantenerse en perfectas condiciones de navegación.

### VII.5.2.3 Zona para el avituallamiento de los buques.

Para el suministro a los barcos pesqueros de avituallamiento masivo tales como: carbón, agua, hielo y sal, se requieren frecuentemente instalaciones especiales.

Con objeto de reducir lo más posible los desplazamientos del buque en el interior del puerto, los muelles de avituallamiento general deben concentrar el mayor número de servicios, derivando hacia los muelles de descarga o estancia aquellas instalaciones y suministros que no interfieran en la naturaleza de las operaciones que en ellos se realizan.

Es sin embargo frecuente la concentración de estos servicios, por razones de economía, en muelles contiguos a los lugares de almacenamiento del combustible, sal, carbón y hielo, debiendo disponerse en estos muelles de instalaciones adecuadas para que el suministro se realice con mayor rapidez y en forma automática, así como por gran número de puntos, de manera que la estancia de los buques en los mismos, sea mínima.

### VII.5.2.4 Zona Industrial

Esta zona puede situarse, bien formando parte del complejo portuario o bien en sectores separados, pero lo más cercano posible al puerto.

Consta de un amplio lugar debidamente urbanizado y dotado de los servicios necesarios de agua, saneamiento, electricidad, etc., para destinarlo al establecimiento de múltiples industrias y servicios relacionados con la actividad pesquera.

En estas zonas deben localizarse, entre otras, las instalaciones de almacenamiento frigorífico; fábricas de harina -

de pescado, que absorben además de las especies específicas para estas industrias, productos depreciados por su mala conservación y excesiva abundancia y los residuos de operaciones de preparación e industrialización; fábricas de conservas, semiconservas y platos precocinados; talleres de reparaciones urgentes para barcos, ligados a los varaderos y astilleros de la zona marítima del puerto; grandes almacenes de efectos navales y de instalaciones complementarias al buque; y en general todos aquellos servicios que pueda necesitar el buque o que precisen, como materia prima fundamental, los productos de la pesca.

Instalaciones al servicio de grandes empresas o asociaciones de armadores pueden concentrarse en gran número, constituyendo verdaderas factorías pesqueras, abarcando en sus actividades todo el proceso completo, tanto a lo que se refiere a los suministros de aparejos, pertrechos, piezas de recambio, víveres, efectos navales y restantes necesidades del barco, considerando sus pequeñas reparaciones y conservación ordinaria, como la preparación, industrialización y almacenamiento de los productos de la pesca, tanto frescos como congelados, con flotas propias de camiones y vagones frigoríficos y almacenes distribuidores a los mercados principales.

Por la naturaleza de estas industrias se fija su situación y distancia respecto a los muelles del puerto, siendo conveniente al planear el conjunto, definir las zonas más adecuadas para cada tipo de industria, teniendo especialmente en cuenta la conveniencia de que los transportes de los productos de la pesca descargados sean mínimos, así como se consiga un aprovechamiento adecuado a su valor, de los terrenos disponibles, que por su situación en la mayor parte de los casos tendrán extensiones limitadas.

## C A P I T U L O   V I I I

### CONSIDERACIONES LEGALES

Este capítulo tiene como objetivo primordial, tratar someramente los conceptos de carácter legal que rigen la actividad marítima y portuaria en México, y que por tanto intervienen en la conducción de las actividades de los Puertos Industriales.

#### VIII.1    MARCO JURIDICO DE LA ACTIVIDAD PORTUARIA EN MEXICO

En primer término es conveniente definir el Estado porque es quien establece el marco jurídico no sólo de los puertos, sino en general, de todo el país y de toda actividad que en éste se da.

El Estado moderno, como actualmente se le conoce, tiene sus orígenes en Europa. A fines de la Edad Media y principios del Renacimiento, con la caída del Sacro Imperio Romano Germánico en 1648 -- que culmina con la paz de Westfalia, reyes y señores feudales se independizan de la dominación Papal constituyendo Estados Independientes, no admitiendo poder alguno sobre ellos.

Un Estado se constituye por:

- 1.- Territorio
- 2.- Población
- 3.- Orden Jurídico
- 4.- Soberanía y
- 5.- Gobierno

Orden Jurídico es precisamente el Marco Jurídico, Soberanía es el poder político de que goza el pueblo y que se ejerce por representación y el Gobierno como se verá es el Poder Ejecutivo.

México tiene un régimen de derecho constituido por un Estado Soberano. Como persona jurídica, el Estado está compuesto por:

- a) El Poder Ejecutivo Federal.
- b) El Poder Legislativo.
- c) El Poder Judicial.

El conjunto de leyes que elabora esta trilogía que conforma al Estado, constituye el Marco Jurídico, que puede simbolizarse por una pirámide cuya base es la Constitución y la cúspide cualquier disposición administrativa sencilla.

Esta pirámide tiene una característica muy especial; es nulo cualquier concepto que contravenga algún otro de un piso inferior.



Fig. VIII.1 Representación del Marco Jurídico

La materia portuaria, con más de tres mil dispositivos jurídicos es tema de todos los pisos de esta pirámide.

Se puede entonces esbozar el marco jurídico haciendo referencia a la Constitución Política, a la ley de Navegación y Comercio Marítimo, a la ley de Vías Generales de Comunicación y a sus reglamentos; ordenamientos de los cuales se hace a continuación una breve mención y posteriormente referencia de conceptos específicos de los mismos.

### VIII.1.1 CONSTITUCION

El Artículo 27 determina la jurisdicción de las aguas nacionales e incluye en su párrafo 6° el régimen de la zona económica exclusiva o mar patrimonial. "La zona económica exclusiva se extenderá a doscientas millas náuticas, medidas a partir de la línea de base, desde la cual se mide el mar territorial".

El Artículo 32, precisa que las tripulaciones de las embarcaciones mexicanas han de ser de nacionalidad mexicana por nacimiento, así como los capitanes y pilotos de puerto.

Por su parte el Artículo 73 establece la facultad que tiene el Congreso de la Unión para legislar en esta materia. Por ello tiene el carácter de federal todo lo que se refiere a la navegación marítima; la infraestructura portuaria; sus maniobras; a las empresas navieras; los buques, actos, hechos y bienes relacionados con el comercio marítimo.

El Artículo 89, en su fracción XIII señala que es facultad del Presidente "Habilitar toda clase de puertos, establecer aduanas marítimas y fronteras y designar su ubicación".

### VIII.1.2 LEY ORGANICA DE LA ADMINISTRACION PUBLICA FEDERAL

El Presidente de la República no puede distribuir los asuntos a su albedrío, tiene que ser el Congreso de la Unión quien a través de un acto formal propio: "la ley", establezca el número de Secretarías de Estado y su ámbito de competencia.

Hasta 1976, la Secretaría de Marina tuvo a su cargo la administración de los puertos, así como la construcción de la infraestructura portuaria. A partir de 1977, la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal incorporó a la Secretaría

rfa de Comunicaciones y Transportes todas las actividades relacionadas con el fomento de la marina mercante, la provisión de la infraestructura y la administración y operación portuarias.

Bajo estas condiciones, corresponde a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, promover el desarrollo y reglamentar los servicios de transporte de la marina mercante; construir, mantener y operar las terminales portuarias de servicio público; fijar las normas técnicas para su adecuado funcionamiento; reglamentar la operación de permisionarios de terminales portuarias de servicio privado y proporcionar los servicios de navegación interior y marítima.

Son pues, los artículos 18 y 36 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal los que confieren a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes el despacho de los asuntos relativos con el transporte marítimo. De este ordenamiento también emana el Reglamento Interior de esa Secretaría de Estado.

### VIII.1.3 LEY DE NAVEGACION Y COMERCIO MARITIMOS

Entró en vigor el día 21 de noviembre de 1963, regula la parte operativa de la navegación y de los puertos, determina el régimen de la construcción naval, de la empresa naviera, de los consignatarios de buques, de los contratos de transporte marítimo, del seguro marítimo, de los privilegios marítimos, del Registro Marítimo Nacional, etc.

Esta Ley ha sufrido modificaciones en 1975 y el 3 de diciembre de 1981.

VIII.1.4 LEY DE VIAS GENERALES DE COMUNICACION

Su libro tercero está dedicado a las comunicaciones por agua, es complementaria de la Ley de Navegación y Comercio Marí-timos y particularmente en materia de concesiones y permisos si que regulando la ocupación de zonas de superficie destinadas a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Considerando los propósitos de la presente obra, tienen espe-cial interés los artículos siguientes:

Artículo 172.-"Para los efectos de esta Ley se consideran -- puertos los lugares declarados como tales por el Ejecutivo de la Unión, por conducto de la Secretaría de Comunicaciones y - Transportes, a la que compete administrar, ejecutar y autori-zar toda clase de obras en los mismos, así como sus servicios de policía, con excepción de las obras de carácter estratégi-co y militar. ....".

Artículo 173.- "Los límites de los puertos serán fijados por la Secretaría de Comunicaciones conforme a las condiciones es peciales de cada lugar, siendo de su exclusiva competencia -- deslindar las zonas federales y declarar exceptuadas de las - mismas los lugares de los litorales y riveras que estime con veniente".

Artículo 174.- "Las concesiones para ejecutar y explotar -- obras en los puertos se otorgarán por un periodo de tiempo -- que no excederá de treinta años, según la importancia de las mismas, a juicio de la Secretaría de Comunicaciones".

Artículo 175.- "No podrán efectuarse obras de ninguna clase en aguas de jurisdicción federal o en las vías generales de - comunicación fluvial o lacustre, en las playas o zonas federa les, sin la debida autorización de la Secretaría de Comunica-ciones. Igual requisito será necesario para ocuparlas, ---

extraer o arrojar material en ellas....".

Artículo 183.- "Será gratuita la ocupación de zona federal, en los siguientes casos:

- I) Para el establecimiento de almacenes, diques, varaderos, plantas empacadoras de pescado y en general, para toda clase de talleres dedicados a la construcción o reparación de embarcaciones;
- II) Para el establecimiento de estaciones de salvamento y señales marítimas, escuelas, hospitales y, en general, para toda obra considerada por la Ley -- como de utilidad pública o para servicios públicos conexos con las comunicaciones marítimas;
- III) Para la construcción de vías generales de comunicación, obras de saneamiento, a juicio de la Secretaría de Comunicaciones;
- IV) Las ocupaciones transitorias para varar embarcaciones, tender redes, secar productos de pesca y -- otros usos precarios, que no sean de carácter especulativo.
- V) Para fines agrícolas por parte de los propietarios, arrendatarios o usufructuarios de los terrenos - colindantes siempre que sean campesinos de escasos recursos económicos.

#### VIII.1.5 LEY GENERAL DE BIENES NACIONALES

Esta Ley deroga algunos dispositivos de la Ley de Vías Generales de Comunicación por lo que se refiere a la Zona Federal - Marítimo-Terrestre. Para efectos de destino de la Zona Fed-

ral, establece la concurrencia de las Secretarías de Comunicaciones y Transportes, así como la de Desarrollo Urbano y Ecología, ya que se ha establecido que el mejor fin del litoral es una instalación portuaria.

VIII.1.6 REGLAMENTO DE LA ZONA FEDERAL MARITIMO TERRESTRE Y DE LOS TERRENOS GANADOS AL MAR.

Entró en vigor el día 18 de junio de 1982 y tiene por objeto establecer las normas, políticas y procedimientos para el control, administración, inspección y vigilancia de la zona federal marítimo terrestre y de los terrenos ganados al mar o -- cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas. -- Tiene especial interés el artículo siguiente:

Artículo 4º.- "La zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar o cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, son bienes del dominio público de la Federación, inalienables e imprescriptibles y mientras no varíe su situación jurídica, no están sujetos a acción reivindicatoria o de posición definitiva o provisional".

"Corresponde a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, poseer, administrar, controlar y vigilar los bienes a que se refiere este artículo".

"Cuando la zona federal marítimo terrestre o los terrenos ganados al mar o cualquier otro depósito de aguas marítimas, -- formen parte de los recintos portuarios o están destinados -- para instalaciones y obras marítimas o portuarias, su administración y vigilancia la ejercerá la Secretaría de Comunicaciones y Transportes".

#### VIII.1.7 LEY ADUANERA Y SU REGLAMENTO

Como producto de la Reforma Fiscal y el Código Aduanero expedido en 1951, fue con fecha 1° de julio de 1982 abrogado y entró en vigor con esta fecha la Ley Aduanera.

El Código Aduanero y muchas de sus disposiciones, capítulos, títulos y normas que lo conformaban se encontraban ya obsoletos porque habían sido superados por diversas leyes, decretos y demás, entre otros el tema de la zona franca no tenía una referencia exacta, porque el artículo 22 en su fracción V, habla de Zonas Francas Interiores que son precisamente las zonas francas marítimas. Todas estas lagunas y la Reforma Fiscal fueron el motivo de que se tenga una nueva legislación en materia aduanera.

#### VIII.1.8 LEY FEDERAL DE DERECHOS

El ya abrogado Decreto Presidencial del 13 de agosto de 1976, establecía los siguientes derechos portuarios: de puerto, de atraque, de muellaje, de almacenaje y sus cuotas correspondientes.

La Ley Federal de Derechos no integra al almacenaje como un servicio portuario, sino aduanero. Este hecho debió producir un cierto conflicto de materias entre la S.C.T. y la S.H.C.P., de no haber sido por un Acuerdo entre ambas Secretarías, que dió como resultado la creación del "Instructivo de Operación de los Recintos Fiscales Autorizados en los Puertos", mismo que entró en vigor el día 1° de enero de 1983.

#### VIII.1.9 ALGUNOS CONCEPTOS ESPECIFICOS RELACIONADOS

Administración Pública Federal.- Esta es la parte del Estado

conocido como gobierno.

Se divide de acuerdo a la Ley en Central y Paraestatal. La Central está compuesta por el Presidente de la República, los Secretarios de Estado y los Procuradores Generales de la República y del Distrito.

Dentro de la Administración Pública Central existe una modalidad que se denomina "organismo desconcentrado". Como ejemplo, en el Sector de Comunicaciones y Transportes, se tiene al Servicio de Transbordadores, al Servicio de Navegación en el Espacio Aéreo Mexicano y otros.

La Administración Pública Central tiene una sola personalidad jurídica, mientras que en la Paraestatal, cada entidad posee Personalidad Jurídica, Régimen, Patrimonio, Objeto y Denominación propios y definidos.

La Paraestatal se integra por:

- a) Organismos Públicos Descentralizados, como la Comisión Nacional Coordinadora de Puertos.
- b) Empresas de Participación Estatal Mayoritarias, por ejemplo: Servicios Portuarios del Istmo de Tehuantepec, S.A.
- c) Empresas de Participación Estatal Minoritarias, ejemplo: Servicios Portuarios de Veracruz.
- d) Instituciones Nacionales de Crédito, como el Banco Nacional Pesquero y Portuario.
- e) Fideicomisos Públicos, tal es el caso de FIDEMAP (Fideicomiso para Maquinaria y Equipamiento Portuario) y FONDEPORT (Fondo Nacional para los Desarrollos Por-

tuarios).

Tanto la Administración Pública Central como la Pública Parastatal tienen a su cargo la acción continua encaminada a satisfacer las necesidades del interés público.

#### El Concepto de "Autoridad"

Es de todos conocido el principio que señala que la autoridad puede hacer lo que expresamente le confieren las leyes, mientras que el particular puede hacer todo lo que no le prohíben las mismas. Por esta razón está claro que la autoridad pública se establecerá en una norma escrita.

Pero para poder ejercer su autoridad, se debe poder sancionar en caso de desobediencia. Así que el concepto de Autoridad será: "Aquella que tiene potestad legalmente conferida para ejercer una función pública y para dictar potestad legalmente conferida para ejercer una función pública y para dictar al efecto resoluciones cuya obediencia es indeclinable bajo la amenaza de una sanción, y a la posibilidad de su ejecución -- forzada en caso necesario".

Es un monopolio, la Autoridad, del Poder Ejecutivo Federal -- Central; es por eso que en México ninguna Administración Descentralizada de Puertos, podrá tener funciones de Autoridad.

En el caso de los puertos, las disposiciones Jurídicas se refieren a la Autoridad de muy diversas formas, por ejemplo: - La Autoridad Portuaria, según el artículo 40 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimos; la Autoridad Marítima, según el artículo 65 de la misma Ley; la Secretaría de Marina según el artículo 56 del citado ordenamiento; la Superintendencia, la Capitanía de Puerto, según el 16; la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas de acuerdo al artículo 162 de la Ley de Vías Generales de Comunicación; la Secretaría de Co

municaciones y Transportes conforme al artículo 169 de la --  
misma Ley.

Todos estos artículos son derecho positivo, esto es, aún cuando muchos datan de hace 42 años, están vigentes y además se --  
aplican. Todos son la misma autoridad porque a la fecha no --  
hay distingo entre marítimo y portuario.

## VIII.2 MEXICO Y LA REGLAMENTACION MARITIMA Y PORTUARIA INTERNACIONAL.

Con el constante avance tecnológico, la aparición de nuevos tipos -  
de embarcaciones y, en general, con el incremento del transporte in--  
ternacional marítimo favorecido por las relaciones comerciales cada  
vez más fuertes entre los países, se planteó la necesidad de elabor--  
rar reglas que normasen el comportamiento de esta actividad mundial,  
tratando de eliminar la anarquía en que se desenvolvía y que afectaa  
ba los intereses de los organismos relacionados con este medio de -  
transporte.

Los esfuerzos por establecer acuerdos sobre esta materia dieron a -  
la luz los principios generales que regulan actualmente la utiliza--  
ción de la vía marítima como medio de transporte. El mar como pa--  
trimonio de la humanidad y la libertad de navegación con fines co--  
merciales, figuran entre los logros más significantes que posteriorme  
nte dieron lugar al derecho del mar contemporáneo.

Actualmente es muy notorio el interés de la comunidad marítima mun--  
dial por crear cuerpos normativos tendientes a condicionar los más  
diversos aspectos de la actividad marítimo-portuaria. Dentro de --  
este contexto, los convenios internacionales han resultado más acordes  
para resolver los problemas que se presentan. La creciente internaci  
onalización del transporte por mar, en el sentido de una partici--  
pación cada vez mayor de países costeros e incluso de países no cos  
teros, demuestra por sí misma, la importancia que han estado adqui--  
riendo estos acuerdos en el ámbito mundial.

Nuestro país, con un incuestionable potencial marítimo no ha sido ajeno a este proceso histórico y ha participado activamente en la adopción de convenios internacionales, tanto multilaterales como bi laterales, que sin estar en contra de su práctica y legislación in ternas, han contribuido a fortalecer nuestra estructura marítimo--portuaria y el régimen sobre el derecho de mar en el mundo entero.

En lo concerniente a los convenios multilaterales, los organismos regionales o de carácter universal, han sido el foro más adecuado para su negociación y aprobación, toda vez que en ellos se encuentran representados los más diversos intereses sobre el particular, creándose así, disposiciones basadas en la equidad y con la tenden dencia de ser aplicadas mundial y uniformemente.

La aplicación efectiva de los convenios internacionales respecto - de los cuales un Estado ha accedido voluntariamente a obligarse, - sólo puede ser alcanzada con el concurso de sus gobiernos, reconociendo los beneficios que adquiere y las exigencias que debe satis facer. Cabe destacar que, en parte, el prestigio de una nación se finca en el cumplimiento de sus compromisos internacionales. El - carácter de Ley que adquiere un acuerdo suscrito y ratificado por México, fundamenta en nuestro país la adquisición de la conciencia necesaria para continuar proyectando en el exterior una imágen res ponsable y en la medida de las posibilidades, eficiente.

Dentro del marco de la negociación internacional, la Organización de las Naciones Unidas (ONU), ha sido el principal medio de realización, siendo además receptáculo de numerosos Convenios Internacionales, que en una gran proporción son auspiciados y dirigidos - por la propia Organización en su intento por crear acuerdos sobre las cuestiones que afectan a la comunidad internacional en cual -- quiera de sus órdenes.

Además de la ONU existen otras organizaciones que en forma similar, preocupadas cada una en los problemas que se presentan en el ámbito de sus intereses, procuran la realización de convenios. Algu--

nos de estos organismos son por ejemplo: La Organización Marítima Internacional (OMI) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT). Los convenios pueden ser depositados en estas organizaciones, pero también los Gobiernos e inclusive los organismos no especializados en el campo marítimo-portuario, pueden ser depositarios de convenios de esta índole.

Al ratificar un Convenio Internacional un país determinado, éste - pasa a ser ley interna una vez que cumple con los requisitos nacionales. La importancia de su conocimiento radica en la cabal comprensión de los derechos y obligaciones que ésta dispone, los cuales son extendidos a la práctica internacional una vez que adquiere vigencia.

Los interesados en esta materia deben estar informados de las prácticas marítimo portuarias a que nuestro país está obligado, así -- como de los derechos que le corresponden dentro del ámbito internacional en virtud de tales convenios.

Profundizando un poco más en lo relativo a los tratados internacionales, para comprender su importancia y visualizar sus alcances, a continuación se presenta una lista de aquéllos que se considere -- tienen mayor referencia y posteriormente se hará una breve explicación de su contenido.

- Convención sobre un Código de Conducta de las Conferencias Marítimas.
- Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por Buques, 1973.
- Convenio Internacional para la Seguridad de la vida Humana en el Mar, 1974.

VIII.2.1 CONVENCIÓN SOBRE UN CÓDIGO DE CONDUCTA DE LAS CONFERENCIAS MARÍTIMAS

Desde hace aproximadamente un siglo, se ha hecho patente la actividad de las Conferencias Marítimas, entendidas éstas --- como el agrupamiento de empresas navieras, dedicadas al transporte marítimo de mercancías en rutas de tráfico específicas. Es un hecho que se puede reconocer en torno al Sistema de Conferencias, que existe una serie de ventajas y desventajas -- para los países que utilizan sus servicios, las cuales afectan en forma significativa la estructura de sus intercambios comerciales.

El intento de una reglamentación para las Conferencias, se da prácticamente con el inicio de las actividades de un importante órgano de la UNCTAD (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo); la Comisión de Transporte Marítimo.

En este foro se plantea por primera vez la necesidad de mejorar el Sistema de Conferencias Marítimas, en virtud de que se presentan algunos inconvenientes para los usuarios y para los países en vías de desarrollo que demandan participación para poder transportar parte de su propio intercambio comercial.

El Código de Conducta de las Conferencias Marítimas se inserta en la legislación internacional, como un logro de los países en desarrollo, pues intenta un mayor equilibrio entre éstos y los países desarrollados, de regular las actividades de las Conferencias Marítimas en muchos de sus aspectos. -- Cabe destacar el establecimiento de una fórmula de reserva de carga para los países productores en los siguientes términos: un 40% de la carga reservada para el transporte de los países-productores, un 40 % destinada al tráfico internacional mediante el uso de conferencias y un 20 % del total de la carga para negociarse entre buques de terceras banderas que sirven

tradicionalmente a un país y que no están inscritos en Conferencias.

México ratificó esta Convención el 9 de febrero de 1976, habiendo depositado el instrumento de adhesión el 6 de mayo de ese año, el cual apareció publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de julio del mismo año.

Hasta la fecha dicha Convención no ha podido entrar en vigor internacionalmente, debido a que no se han cumplido los requisitos que establece su Artículo 48, que se refiere a la necesidad de contar con la ratificación de cuando menos 24 Estados, los cuales en conjunto representen el 25 % del tonelaje mundial, de acuerdo con las cifras reportadas en 1974. Aunque cuenta con la ratificación de 52 miembros, juntos no tienen más que 21.23 % de ese tonelaje marcado.

Los objetivos básicos y los principios fundamentales que señala la mencionada convención son los siguientes:

- 1.- El objetivo de facilitar la expansión ordenada del comercio marítimo mundial.
- 2.- El objetivo de promover el desarrollo de servicios marítimos regulares y eficaces que permitan atender las necesidades de cada tráfico.
- 3.- El objetivo de garantizar con equilibrio los intereses de los proveedores de los servicios de transporte marítimo y los intereses de los usuarios de tales servicios.
- 4.- El principio de que las prácticas de las conferencias no deben entrañar discriminación alguna entre los navieros, los usuarios o el comercio exterior de ningún país.

- 5.- El principio de que las conferencias deben celebrar -- consultas significativas con las organizaciones de -- usuarios, los representantes de usuarios y los usua-- rios en las cuestiones que sean de más interés común, con su participación, cuando la pidan las autoridades competentes.
  
- 6.- El principio de que las conferencias deben poner a -- disposición de las partes interesadas la información pertinente sobre sus actividades.

VIII.2.2 CONVENIO INTERNACIONAL PARA PREVENIR LA CONTAMINACION  
POR BUQUES, 1973.

Anterior a la fundación oficial de la Organización Consultiva Marítima Intergubernamental (OCMI), se celebró en la ciudad -- de Londres, Gran Bretaña, una conferencia que adoptó el 12 de mayo de 1954, el Convenio Internacional para Prevenir la Conta-- minación de las Aguas del Mar por Hidrocarburos, 1954, lo que significó el primer paso trascendental hacia la contención a -- nivel mundial de la contaminación marina.

El objetivo principal del Convenio es la protección de las -- aguas del mar contra la contaminación de hidrocarburos, estipu-- lando en sus disposiciones ciertas zonas prohibidas que se -- extienden hasta 50 millas por lo menos de la tierra más próxi-- ma, dentro de las cuales se prohíbe la descarga de hidrocarburos o de mezclas oleosas. Está en vigor internacionalmente -- desde el 26 de julio de 1956.

En 1962, la OCMI que fungía ya como Organización depositaria -- del Convenio, convocó una Conferencia que adoptó diversas en-- miendas al Convenio de 1954; éstas tuvieron por objeto am -- pliar la aplicación del Convenio para incluir buques de arqueo bruto inferior y extender las zonas en que se prohibía las des

cargas de hidrocarburos. Se adoptó también un Artículo revisado relativo a enmiendas, en virtud del cual la Asamblea de la OCMÍ recibía facultades por recomendación del Comité de Seguridad Marítima, para adoptar enmiendas al Convenio y presentarlas a los Gobiernos Contratantes para su aceptación. El Convenio de 1954, con las modificaciones de 1962, ha estado en vigor desde mayo de 1967.

En 1969, la Asamblea de la OCMÍ aprobó otras enmiendas importantes al Convenio, cuyo efecto fue, con la excepción de algunos casos concretos, prohibir las descargas de hidrocarburos - resultado de la explotación normal de un buque, como son la limpieza de los tanques y deslastres, entre otros, señalando - asimismo las condiciones que deberían cumplirse para exonerar a la embarcación de esa prohibición, estas disposiciones se aplican a partir del 20 de enero de 1978.

Con la Resolución A.176 (VI), de la Asamblea General de la Organización Consultiva Marítima Intergubernamental en su VI Período Ordinario de Sesiones celebrado en 1969, se decidió convocar en 1973 una Conferencia Internacional con el objeto de preparar un acuerdo internacional que contribuyera a frenar la contaminación del mar, la tierra y el aire por los buques, embarcaciones y otros artefactos que operen en el medio marino, sin limitar su aplicación a la contaminación causada por hidrocarburos, y establecer normas tendientes a la eliminación completa de la contaminación deliberada de los mares con hidrocarburos, y otras sustancias nocivas, minimizando de igual manera los derrames accidentales.

La Conferencia adoptó el 2 de noviembre de 1973, el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques - 1973, destinado a sustituir el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación del Mar por Hidrocarburos de 1954. El nuevo Convenio se refiere a todos los aspectos de la contaminación por Buques, excepto al vertimiento de desechos en el

mar (ya que este aspecto está incluido en el Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias, 1972); se aplica a los Buques de todos los tipos, incluidos los aliscafos, aerodeslizadores, sumergibles, artefactos flotantes y las plataformas fijas o flotantes que operen en el mar; no reglamenta la contaminación que resulte directamente de la exploración y explotación de los recursos mineros de los fondos marinos.

El Convenio está constituido por el articulado propiamente dicho, dos Protocolos que tratan respectivamente de la formulación de informes sobre sucesos relacionados con sustancias perjudiciales y del arbitraje, así como cinco anexos, siendo los dos primeros obligatorios y los restantes facultativos - que contienen reglas para prevenir:

- 1.- La contaminación por hidrocarburos.
- 2.- La contaminación por sustancias nocivas líquidas --- transportadas a granel.
- 3.- La contaminación por sustancias perjudiciales que no son transportadas a granel.
- 4.- La contaminación por las aguas sucias de los buques.
- 5.- La contaminación por las basuras de los buques.

Este convenio no ha entrado en vigor internacionalmente por no cumplir con las normas señaladas en el mismo para tal fin (una de las normas es que se requiere la aceptación de - por lo menos 15 Estados, cuyas flotas mercantes combinadas - constituyan no menos del 50 % del tonelaje bruto de la Marina Mercante Mundial. Hasta el 15 de diciembre de 1981 sólo 11 Estados lo habían ratificado). El estudio de sus disposiciones está siendo considerado actualmente por las autoridades

des competentes de nuestro país para determinar la posición de México respecto a su ratificación.

#### VIII.2.3 CONVENIO INTERNACIONAL PARA LA SEGURIDAD DE LA VIDA HUMANA -- EN EL MAR, 1974.

Como resultado de la pérdida del trasatlántico "Titanic" en 1912, se convocó a una Conferencia Internacional que culminó con la adopción de un Convenio sobre la Seguridad de la Vida Humana en el Mar; no obstante, el estallido de la Primera -- Guerra Mundial impidió que este instrumento entrara en vigor. En 1929 se convocó otra Conferencia que elaboró el primer Convenio para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, al que -- llegó a darse efectividad. Este nuevo Convenio fue posterior -- mente revisado por una Conferencia Internacional en 1948. En 1960 la OCMI convocó una Conferencia en la que se adoptó una convención revisada que vino a sustituir la de 1948. La Convención de 1960 fue objeto de varias series de enmiendas aprobadas por la Asamblea de la OCMI en 1966, 1967, 1968, 1969, -- 1971 y 1973; sin embargo, ninguna de ellas entró en vigor -- por no reunir los requisitos necesarios.

Por Resolución A.304 (VIII), del 23 de noviembre de 1973, la Asamblea de la Organización decidió convocar en 1974 una Conferencia Internacional para concertar un nuevo Convenio destinado a reemplazar la Convención de 1960. La que por invitación de la OCMI, se celebró en Londres, Gran Bretaña, del 21 de -- octubre al 1º de noviembre de 1974, en la que se adoptó el -- texto del Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 1974. Este Convenio contiene un procedi -- miento de enmienda, las enmiendas de 1960 fueron incorporadas a su texto, así como nuevas reglas cuya inclusión en el Convenio se había recomendado.

El Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana

en el Mar, de 1974, se ha constituido en el cuerpo normativo, a nivel internacional, más importante sobre la materia. Su objetivo principal es especificar normas mínimas para la construcción, equipo y operación de los buques insertos dentro de su ámbito de aplicación, tendientes siempre a incrementar su seguridad. Se considera a los Estados Contratantes como los responsables de asegurar que los buques que enarbolan su pabellón cumplan con los requisitos del Convenio, debiendo para tal efecto, expedir los certificados correspondientes. El convenio prescribe también una serie de disposiciones sobre el control de buques, las cuales permiten a los países ratificantes inspeccionar los buques de otras nacionalidades si existen razones suficientes para estimar que una embarcación no cumple con sus requisitos.

En forma global este Convenio determina las condiciones que deben ser cumplidas por un buque respecto a todos los aspectos concernientes a preservar la seguridad de la Vida Humana en el Mar, como son, entre otros, subdivisión y estabilidad, maquinaria e instalaciones eléctricas, protección, detección y extinción de incendios, dispositivos de salvamento, radiotelegrafía y radiotelefonía, transporte de mercancías peligrosas, transporte de grano y un Capítulo especial de reglas para buques nucleares.

México es parte contratante del Convenio a partir del 28 de marzo de 1977, según Decreto de Promulgación en el Diario Oficial de la Federación del 9 de mayo del mismo año.

El Convenio entró en vigor internacionalmente el 25 de mayo de 1980.

CAPITULO IX  
CONCLUSIONES

CONCLUSION A:

El mundo se encuentra en constante cambio, implicaciones de orden histórico, geográfico, político y económico han conformado la evolución de las naciones. El distinto nivel de desarrollo de los países origina el desequilibrio en las relaciones internacionales, ocasionando con ello que las naciones ajusten o modifiquen su crecimiento.

La combinación de una serie de factores afectan negativamente el panorama mundial, tales como escasez de capitales, inflación, fluctuación de las monedas, endeudamiento y recesión económica, originando una etapa de crisis a nivel universal.

Debido a ésta situación, que afecta en particular a los países en desarrollo, las perspectivas a corto y mediano plazo de la economía internacional se enfocan hacia una fase de crecimiento moderado.

La recuperación económica, depende en gran medida del incremento del comercio internacional, lo que implica una mayor demanda de transporte marítimo fundamentalmente, pues por este medio de transporte se realiza el 90% de los intercambios comerciales en el orbe.

Aumentando el rendimiento del transporte marítimo con base en cuatro factores principales: economía, rapidez, seguridad y eficiencia, se logra abatir los costos de capital y fomentar las inversiones; además de que se propician innovaciones tecnológicas tendientes a mejorar la productividad en la manipulación de la carga, y a su vez conlleva a la especialización de los buques e instalaciones.

La expansión de los sistemas de transporte está vinculada al crecimiento de la economía. Los puertos de los países en desarrollo, respecto a los

puertos de los países industrializados, para reducir los costos y mantener la competitividad en un mercado desbalanceado deben utilizar el transporte multimodal; adoptando nuevos métodos de manipulación de la carga y sistemas de transporte de acuerdo a las necesidades del comercio. Estos métodos dependen del nivel de desarrollo de cada país y de consideraciones de índole económica, social y financiera.

Actualmente, la naturaleza del comercio y las presiones competitivas establecen en cierta medida las políticas de desarrollo de los países; observándose en general una tendencia a la industrialización, lo cual origina el transporte de grandes cantidades de materias primas para la producción de manufacturas.

El aumento del tonelaje global de carga transportada por vía marítima y el gigantismo y especialización de los barcos que sirven al tráfico internacional obligan a hacer un replanteamiento de los puertos.

Los grandes puertos intervienen de manera decisiva en el comercio y su influencia es cada vez mayor en las actividades que se emprenden en los países.

Por su situación geográfica, por las ventajas del transporte marítimo, la disposición de bastos recursos naturales, la facilidad de abastecimientos de materias primas y la distribución de productos manufacturados; los puertos han dado lugar a que se creen grandes zonas industriales y puertos específicos para atender a la industria.

La razón de emplazar la industria en los puertos es realizar los procesos productivos en ellos, con el fin de obtener altos índices de eficiencia industrial y comercial, convirtiendo a los puertos en polos generadores de desarrollo.

La actividad portuaria moderna se caracteriza por un crecimiento gradual de especialización. A causa de esta evolución se presenta la necesidad de crear en los puertos gran número de muelles propios para dar servicio-

a tráficos específicos y nuevas tecnologías para la manipulación de la -- carga con altos índices de rendimiento. De igual manera, al cargador de-- sacos de antaño corresponde ahora al perfil de un trabajador portuario -- con una formación profesional, y las operaciones se han diversificado --- abarcando aspectos antes no considerados, lo que a su vez trae consigo la creación de numerosos puestos de trabajo y la demanda de servicios comple-- mentarios.

Puede observarse hoy la existencia en los puertos de áreas y servicios -- nuevos, desconocidos hace 20 años, tales como. terminales para graneles - sólidos y líquidos, terminales propias para contenedores, terminales para tráficos especiales y terminales polivalentes.

Los puertos para no quedar fuera de las rutas de comercio marítimo nun--- dial tienen que ofrecer instalaciones que proporcionen un servicio adecu do y eficiente a todos los tipos de buques para poder competir con éxito-- con otros puertos con el objeto de atraer el tráfico moderno.

Ahora bien, se presenta una gran discrepancia en el medio portuario, pues por una parte la mayoría de los puertos, en especial los de los países en desarrollo no cuentan con instalaciones adecuadas para afrontar los cam-- bios tecnológicos que se han generado en el ámbito marítimo, y por otra,-- en los puertos de los países industrializados es cada vez mayor la tenden-- cia a utilizar sistemas mecanizados de transporte marítimo y de manipula-- ción de la carga.

El principal adelanto en el transporte de carga a granel ha sido la pro-- pensión a emplear buques de mayor tonelaje. La cualidad esencial de es-- tos buques es su carácter especializado, que requiere a su vez de instala-- ciones portuarias especializadas, lo que genera algunos problemas en los-- puertos, en particular en los países en desarrollo.

Debido a las dimensiones y capacidades limitadas de los puertos y las --- obras que los integran, el emplazamiento de los puertos comerciales suele ser inadecuado para recibir grandes embarcaciones petroleras y graneleras y para albergar a la industria. Las administraciones portuarias tienen -

que elegir entre modificar la configuración del puerto para satisfacer -- las necesidades de los buques y la industria o construir nuevos puertos - en emplazamientos más favorables.

Con el propósito de reducir el costo del transporte y mejorar la eficiencia operativa de los puertos se han introducido nuevas tecnologías en la manipulación de la carga, esto ha llevado a utilizar diferentes métodos - de unitarización de la misma, lo que a la vez ha originado la especializa ción de las actividades portuarias y por consiguiente la de los puertos.

Es obvio pensar que cualquier cambio en la forma de manipular la carga im plica siempre grandes inversiones, y que los beneficios de la unitariza-- ción pueden ser contrarrestados por una inadecuada planificación de infra-- estructura e ineficiencia de las operaciones portuarias.

Las desventajas que plantean los puertos de los países en desarrollo con-- respecto a la especialización es que instalaciones portuarias de este tipo requieren grandes desembolsos de capital y una reducción de la mano de -- obra, cuestiones que pueden considerarse incompatibles con su estado de - desarrollo económico, social, y que únicamente resultaría beneficiosa para los países desarrollados, pues estas instalaciones solo son rentables --- cuando se explotan intensivamente, y el movimiento general de la carga -- (comercio) en muchos países en desarrollo no garantiza tal utilización in tensiva.

Generalmente, las administraciones portuarias de los países en desarrollo se muestran renuentes a reconocer que sus instalaciones son un tanto obso letas, pero visto en términos absolutos realmente son menores los sacrifi cios que tienen que hacer que los beneficios que han de obtener, por lo - tanto, los problemas de transición de los puertos que actualmente solo -- disponen de instalaciones ordinarias de manipulación de la carga fraccio-- nada a la especialización, se pueden solventar con una política de transi ción bien concebida y planificada para lograr la adaptación de un sistema a otro, sin ser demasiado ambiciosa ni realizarse con excesiva rapidez, y que permita reducir a proporciones aceptables el inconveniente que repre--

senta el factor costo.

Así, lo primero que deben hacer los gobiernos y las administraciones portuarias para afrontar los problemas de transición es reconocer que las -- perspectivas del sistema tradicional de carga general son relativamente -- limitadas, y el oponerse al proceso de unitarización involucra grandes -- riesgos, pues es evidente el constante progreso en la unitarización de la carga.

Para el país en conjunto, los riesgos pueden ser mucho más graves y representar costos más elevados de las importaciones, pérdida del carácter competitivo de las exportaciones, e incluso pérdida de los servicios internacionales de transporte marítimo.

El procedimiento más económico para que una administración portuaria pueda proporcionar servicios satisfactorios a los buques y la carga es sin -- duda establecer una terminal de usos múltiples, dotada de métodos nuevos -- de manipulación y basado en las técnicas modernas de gestión portuaria.

La administración portuaria debe examinar con la debida anticipación tres factores importantes: las necesidades futuras de terrenos, el estatuto -- de los trabajadores portuarios y la necesidad de una planificación integrada de las operaciones en toda nueva instalación.

Aún cuando el costo inicial de una terminal polivalente es elevado, su -- flexibilidad permite un movimiento de mercancías considerable, y además -- puede ser utilizado plenamente poco después de entrar en servicio dado -- que se presta a cualquier tipo de tráfico que pueda arribar el puerto.

Por consiguiente, el costo resultante por tonelada de carga manipulada y -- la inversión total pueden ser considerablemente inferiores a la que se -- destinaría si se decidiera construir instalaciones portuarias de tipo convencional.

En vista de la ventaja que a largo plazo representa la facilidad con que --

una terminal especializada para unidades de carga, existen poderosos argumentos para que en los puertos de los países en desarrollo se prevea la expansión de tráfico de carga general en función principalmente de instalaciones polivalentes.

Asimismo, los objetivos de los complejos industriales que deban crearse, definirán las características, dimensiones y ubicación de los puertos, la de las ciudades que crezcan a su alrededor y la complejidad de la red de transporte requerida.

Empero no será suficiente con disponer de instalaciones y equipo, bien distribuidas y orientadas, se requerirá también de un adecuado sistema de administración que permita ejecutar las actividades de carga y descarga de mercancías de los buques en el menor tiempo posible con las mejores garantías de seguridad y utilizando óptimamente los recursos, todo ello con el fin de ofrecer a los usuarios un nivel atractivo de servicio.

#### CONCLUSION B:

Después de la II Guerra Mundial se presenta una evolución del transporte marítimo con tendencia al crecimiento desmesurado de los barcos cuyos principales motivos parecen ser, entre otros: un mayor intercambio comercial entre los países industrializados, rutas más largas de las líneas navieras, y el cambio en las características de las mercancías que se transportan.

Con el incremento en el costo de los energéticos, la tendencia del transporte marítimo para la movilización de carga ha estado dirigida hacia gigantismo en la construcción de las naves, lo que paralelamente a dado lugar a la reconstrucción en las instalaciones de los puertos, sobre todo en aquellos que se construyeron a principios de siglo.

En los puertos de Alemania, Bélgica, Francia, Inglaterra y Japón se empiezan a manipular considerables volúmenes de materias primas en función de-

las políticas de renovación industriales. El petróleo crudo y mineral - de hierro se denotan como los generadores de las industrias que por conveniencia en cuanto a costos comienzan a establecerse junto a los puertos.

Se advierte desde ese momento que las industrias que requieren altos volúmenes de materia prima, localizadas en las costas presentan más oportunidades de competir tanto nacional como internacionalmente, y los puertos tienen que modernizarse en cuanto a equipo e instalaciones para acoplarse a los nuevos requerimientos. De ahí que las nuevas características en las instalaciones de los puertos de Europa occidental y de Japón vienen a ser: profundidades entre 15 y 18 metros en dársenas, equipos modernos de alto rendimiento para carga y descarga así como grandes extensiones de terreno para almacenamientos y ubicación de industrias.

Nuestro país sufre grandes problemas, más por la localización de su industria (en su mayor parte en el Altiplano), que por su escaséz de recursos, por lo que sus altos costos la hacen incompetente a nivel internacional y costosa a nivel nacional. Desde este punto de referencia se observa que una opción consiste en impulsar el desarrollo de puertos industriales donde se conciba la integración de la industria, la población y el puerto. A esta recomendación se llega, cuando los estudios muestran que México ha venido creciendo desmesuradamente en cuanto a población y necesidades, de tal manera que para el próximo año 2000 solamente para mantener las actuales condiciones de vida, se tiene que ampliar la infraestructura para dar facilidades a: que el mercado interno se duplique, la producción industrial se triplique, incrementar siete veces la generación de energía eléctrica, sextuplicar la industria petroquímica y permitir que crezca hasta 10 veces la industria de la construcción.

También con motivo de la dificultad que representa el dotar de servicios a las industrias localizadas en el Altiplano, se observa la conveniencia de desalentar las industrias del Altiplano y fomentarlas en la costa, lo cual trae además como beneficio, mejor distribución de la población y mayor aprovechamiento de los recursos.

Por ello, y para corregir la actual distribución económico-geográfica de la nación, los puertos industriales constituyen prometedores proyectos capaces de impulsar el desarrollo del país hasta lograr satisfacer totalmente las propias necesidades y poder pensar en una proyección internacional.

Existe la necesidad de realizar nuevos proyectos portuarios que sean capaces de recibir las grandes embarcaciones (que abaratan el costo del tonelaje de carga transportada) en virtud de que los actuales puertos comerciales no pueden ser ampliados, en primer lugar porque las ciudades anexas les impiden crecer y, en segundo término, porque sus instalaciones fueron proyectadas para embarcaciones más pequeñas. No obstante, estos puertos deben ser modernizados y más tarde utilizados preferentemente como distribuidores regionales vía servicios de cabotaje.

En materia de diseño se puede considerar que un puerto industrial no difiere de otro puerto, salvo por el hecho de que se toman en cuenta para el proyecto dimensiones mayores de embarcaciones. Así mismo las cargas vivas que se consideran pueden ser mayores que las tradicionales si se piensa que la mercancía es cada vez más unitarizada y en grandes volúmenes, lo que implica que el equipo para moverla sea también más pesado.

En lo relativo a la planificación se observa que si bien un puerto nuevo inicia su crecimiento normalmente con la Fase I "Tradicional", es posible y económico arrancar en la Fase IV "Terminal Polivalente de Transición" y especialmente es recomendable el proyecto propuesto por la UNCTAD\*, con el cual se obtiene alta productividad con pocos puestos de atraque, con la dotación de equipo adecuado y la administración conveniente, desde luego, siempre y cuando los volúmenes a mover lo justifiquen.

Se ha observado también, que en los puertos industriales pueden coexistir muelles de uso general y muelles especializados; a los primeros se les conoce como la parte comercial del puerto industrial. De hecho en un puerto industrial, pueden existir zonas portuarias con diversos fines, pero la función principal de estos puertos será el desarrollo de industrias y su atención en materia de transporte con métodos modernos de manipulación de la carga.

\* (Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Comercio y Desarrollo)

En los proyectos de puertos industriales intervienen diversos factores: - entre ellos la planificación económica a nivel nacional, el sistema de -- transporte interior, las relaciones políticas y comerciales tanto naciona -- les como internacionales, por lo que la administración portuaria más con -- veniente para la explotación de puertos de esta naturaleza será aquella - que tenga capacidad para introducir sistemas de operación capaces de ha -- cer frente a las variaciones de tráfico que se presenten, sobre todo en - las etapas de crecimiento del puerto, y que podrá estar constituida con - la participación de usuarios y autoridades gubernamentales, dotada de -- cierta autonomía que le permita establecer sus propias políticas, con el -- objeto de eficientar sus servicios y apoyar el comercio internacional.

Con base en estos planteamientos puede afirmarse que los puertos indus -- triales permitirán aprovechar los bastos recursos localizados en las cos -- tas y podrán fortalecer la capacidad exportadora del país.

FUENTES BIBLIOGRAFICAS

L I B R O S

1. BASSOLS, Batalla Angel.  
Geografía Económica de México.  
México: Trillas. 1981.
2. BRUUN, P.M.  
Port Engineering.  
Gulf Publishing Co.  
Houston, U.S.A. 1976 (2a. ed.)
3. DEL MORAL, Carro Rafael y BERENQUER, Pérez Jose María.  
Planificación y Explotación de Puertos. Ingeniería Oceanográfica y de Costas. Tomo I.  
Dirección General de Puertos y Costas. Centro de Estudios y Experimentación de Puertos y Costas "Ramón Iribarren"  
C.E.E.O.P.  
Madrid, España. 1980.
4. DEL MORAL, Carro Rafael y BERENQUER, Pérez Jose María.  
Obras Marítimas. Tomo II.  
Dirección General de Puertos y Costas. Centro de Estudios y Experimentación de Puertos y Costas "Ramón Iribarren".  
C.E.E.O.P.  
Madrid, España. 1980.
5. HANAPE, Paul y SAVY, Michel.  
Industrial Ports And Economic Transformations.  
The IAPH Head Office Maintenance Foundation.  
Tokio, Japan. 1980.

6. HERREJON, de la Torre Luis.  
Estructuras Marítimas.  
México: Limusa. 1979.
7. MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS.  
I Curso Iberoamericano de Planificación, Explotación y Dirección de Puertos.  
Ministerio de Obras Públicas.  
Madrid, España. 1980.
8. NAGORSKI, Bohdan  
Los Problemas Portuarios en los Países en Desarrollo.  
The International Association of Ports And Harbors.  
Tokio, Japan. 1972.
9. THE NATIONAL PORTS COUNCIL.  
Industrial Port Development.  
London, England. 1976.
10. ORAM, R.B. y BAKER, C.C.R.  
The Efficient Port.  
Pergamon Press.  
Oxford, England. 1971.
11. THE OVERSEAS COASTAL AREA DEVELOPMENT INSTITUTE OF JAPAN. (OCDI).  
Design And Construction Technology Port Structure Suited for Soft Ground.  
Tokio, Japan. 1980.
12. THE OVERSEAS COASTAL AREA DEVELOPMENT INSTITUTE OF JAPAN. (OCDI).  
Ports Importance in the Regional Development.  
Tokio, Japan. 1979.

13. THE OVERSEAS COASTAL AREA DEVELOPMENT INSTITUTE OF JAPAN. (OCDI).  
Technical Standards for Port and Harbor Facilities in Japan.  
Port and Harbor Research Institute, Ministry of Transport.  
Tokyo, Japan. 1980.
14. SUAREZ, Gil Luis.  
Diccionario Técnico Marítimo Inglés-Español, Español-Inglés.  
Madrid, España: Alhambra. 1980.
15. TAKEL, R.E.  
Industrial Port Development.  
Scientechica.  
Bristol, England. 1974.
16. THOMAS, R.S.  
Free Ports And Foreign Trade Zones.  
Cornell Maritime Press.  
Cambridge, USA. 1956.
17. VIGUERAS, González Modesto  
El Puerto y sus Actividades. Tomo I.  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y  
Puertos.  
Madrid, España. 1977.
18. VIGUERAS, González Modesto  
Organización y Administración Portuaria. Tomo II.  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y  
Puertos.  
Madrid, España. 1977.

FUENTES HEMEROGRAFICAS

D O C U M E N T O S

1. AMERICAN ASSOCIATION OF PORT AUTHORITIES.  
Port Planning, Design and Construction.  
American Association of Port Authorities  
Washington, D.C., USA. 1973.
  
2. BARRERA, José.  
Planeación del Transporte: política y medios.  
Centro de Capacitación para el Desarrollo (CECADE).  
ONU-SPP.  
México. 1983.
  
3. COMISION CENTROAMERICANA DE TRANSPORTE MARITIMO (COCATRAM).  
Indicadores Portuarios de Rendimiento. Planificación Portuaria-  
Análisis Sistemático de la Operación.  
Proyecto TRANSMAR. Ref. CCTM/VC, ICR/ING/ D.P.- 01.  
San Salvador, El Salvador. 1982.
  
4. COMISION CENTROAMERICANA DE TRANSPORTE MARITIMO (COCATRAM).  
Metodología para Identificación de Embotellamientos Operacionales.  
Proyecto TRANSMAR.  
San Salvador, El Salvador. 1977.
  
5. CONFERENCIA PORTUARIA INTERAMERICANA.  
Mercado Desbalanceado del Comercio Latinoamericano. Medidas en  
Puertos para reducir sus efectos.  
Organización de los Estados Americanos. (OEA).  
México. 1984.

6. CONFERENCIA PORTUARIA INTERAMERICANA.  
Problemas y Soluciones en la Operación de Terminales Especializadas.  
Organización de los Estados Americanos. (OEA).  
Guerrera, México. 1984.
  
7. COORDINACION GENERAL DE PROYECTOS DE DESARROLLO DE LA PRESIDENCIA --  
DE LA REPUBLICA.  
Tercera Reunión de Evaluación del Programa de Puertos Industriales.  
México. 1981.
  
8. DIVISION DE EDUCACION CONTINUA. FACULTAD DE INGENIERIA. UNAM.  
Planeación, Administración y Operación Portuaria.  
México. 1981.
  
9. DIVISION DE EDUCACION CONTINUA. FACULTAD DE INGENIERIA. UNAM.  
Proyecto y Construcción de Obras Marítimas.  
México. 1981.
  
10. JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA).  
Method of Planning of Port Facilities.  
Bureau of Ports and Harbors, Ministry of Transport.  
Tokio, Japan. 1983.
  
11. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA  
ALIMENTACION. (FAO).  
Fishery Harbor Planning.  
FAO, Roma.
  
12. THE OVERSEAS COASTAL DEVELOPMENT INSTITUTE OF JAPAN. (OCDI).  
Interim Report for the Study on Modulo Polivalente and Terminal de  
Usos Múltiples of Altamira Industrial Port, Tamaulipas, Mexico.  
Tokio, Japan. 1981.

13. THE OVERSEAS COASTAL DEVELOPMENT INSTITUTE OF JAPAN. (OCDI).  
Interim Report for the Study on Modulo Polivalente and Terminal de Usos Múltiples of Lazaro Cardenas Industrial Port, Michoacan, Mexico.  
Tokio, Japan. 1981.
14. THE OVERSEAS COASTAL DEVELOPMENT INSTITUTE OF JAPAN. (OCDI).  
Interim Report for the Study on Modulo Polivalente and Terminal de Usos múltiples of Ostion Industrial Port, Veracruz, Mexico.  
Tokio, Japan. 1981.
15. THE OVERSEAS COASTAL DEVELOPMENT INSTITUTE OF JAPAN. (OCDI).  
Interim Report for the Study on Modulo Polivalente and Terminal de Usos Múltiples of Salina Cruz Industrial Port Oaxaca, Mexico.  
Tokio, Japan. 1981.
16. THE OVERSEAS COASTAL DEVELOPMENT INSTITUTE OF JAPAN. (OCDI).  
Planning and Technology Construcción of Ports and Harbors.  
Tokio, Japan. 1981.
17. R.P.T. ECONOMIC. STUDIES GROUP.  
Previsiones de Trafico Marítimo. Programa de Puertos Industriales. Vols. I, II, III, IV, y V.  
Comisión Nacional Coordinadora de Puertos. SCT.  
México. 1984.
18. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. (SCT).  
Memoria del Programa de Puertos Industriales 1979-1982.  
Coordinación General del Programa de Puertos Industriales.  
México. 1982.
19. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES (SCT).  
Memoria Sector Comunicaciones y Transportes 1976-1982.  
Dirección General de Planeación.  
México. 1982.

20. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES (SCT).  
Orientaciones para el Plan de Acción Inmediata para Obras de Infraestructura. Programa de Puertos Industriales.  
México. 1980.
21. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES (SCT).  
Programa de Puertos Industriales.  
Coordinación General del Programa de Puertos Industriales.  
México. 1982.
22. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES (SCT).  
Señales Marítimas.  
Dirección General de Marina Mercante.  
México. 1983.
23. SECRETARIA DE PESCA.  
Memorias Técnicas Puertos Pesqueros Mexicanos.  
México. 1982.
24. SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO (SPP).  
Programa Nacional de Comunicaciones y Transportes 1984-1988.  
México. 1983.
25. TRAINMAR PROJECT.  
Curso de Operaciones Portuarias para Supervisores.  
Mombasa, Kenya. 1982.
26. UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD).  
Curso sobre Administración de una Terminal de Contenedores.  
Ref. 02.6  
Naciones Unidas, Nueva York.
27. UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD).  
Desarrollo Portuario. Manual de Planificación para los Países en Desarrollo.  
Ref. TD/B/C.4/175/Rev. 1  
Naciones Unidas, Nueva York. 1984.

28. UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD).  
Evaluación de Inversiones Portuarias.  
Ref. TD/B/C.4/174.  
Naciones Unidas, Ginebra. 1979.
29. UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD).  
Guía Práctica de la Planificación Portuaria.  
Naciones Unidas, Ginebra. 1982.
30. UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD).  
Improving the Port Performance.  
United Nations, Geneva. 1983.
31. UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD).  
Las Innovaciones Técnicas en la Esfera del Transporte Marítimo y sus Efectos en los Puertos.  
Ref. TD/B/C.4/129.  
Naciones Unidas, Ginebra. 1975.
32. UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD).  
Manual de Administración Portuaria. Tomo I. Economía Marítima y Administración de Puertos.  
Ref. UNCTAD/SHIP/188 (Part I).  
Nueva York. 1979.
33. UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD).  
Manual de Administración Portuaria. Tomo II. La Operación Portuaria.  
Ref. UNCTAD/SHIP/188 (part II).  
Naciones Unidas, Nueva York. 1979.
34. UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD).  
Manual de Administración Portuaria. Tomo III. Planificación de Puertos.  
Ref. UNCTAD/SHIP/188 (Part III).  
Naciones Unidas, Nueva York. 1979.

35. UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD).  
Manual de Administración Portuaria. Tomo IV. Técnicas Modernas de Dirección y Temas Diversos.  
Ref. UNCTAD/SHIP/188 (Part IV).  
Naciones Unidas, Nueva York. 1979.
  
36. UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD).  
Manual on a Uniform System of Port Statistics and Performance Indicator.  
Ref. UNCTAD/SHIP/185/Rev. 1  
Naciones Unidas, Nueva York. 1986-2a. ed.
  
37. UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD).  
Movimiento de Mercancías en los Muelles.  
Ref. TD/B/C.4/109 Add. 1  
Naciones Unidas, Nueva York. 1975.
  
38. UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD).  
Operations Planning in Ports.  
Monographs on Port Management.  
Monograph No. 4. Ref. UNCTAD/SHIP/494.  
United Nations, Geneva. 1985.
  
39. UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD).  
Planificación de la Utilización de los Terrenos en las Zonas Portuarias: Aprovechamiento Máximo de la Infraestructura -- Portuaria.  
Monografías sobre Gestión de Puertos.  
Monografía No. 2. Ref. UNCTAD/SHIP/494.  
Naciones Unidas, Ginebra. 1983.
  
40. UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD).  
Repercusiones de los Adelantos Tecnológicos en el Tráfico de Mercancías a granel sobre las Instalaciones Portuarias.  
Ref. TD/B/C-4/129/Supps. 5.  
Naciones Unidas, Ginebra. 1975.

41. UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD).  
Review of Maritime Transport.  
Ref. TD/B/C.4/289.  
United Nations, Geneva. 1985.
  
42. UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD).  
Unitarización de la Carga.  
Ref. 5.71. 11.D.2  
Naciones Unidas, Nueva York. 1980.
  
43. THE WORLD BANK.  
Staff Appraisal Report, Mexico, Lázaro Cárdenas Industrial Port Project.  
The International Bank for Reconstruction and Development.  
Washington, D.C. 1984.

R E V I S T A S

1. XV ASAMBLEA GENERAL ORDINARIA. ASOCIACION LATINOAMERICANA DE FERROCARRILES (ALAF).  
Ferrocarriles Mexicanos.  
Instituto de Capacitación Ferrocarrilera.  
México. 1979.
  
2. CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION (CNIC).  
Puertos Industriales.  
Revista Mexicana de la Construcción.  
México. Mayo 1981.
  
3. FEARNLEYS.  
World Bulk Trades 1983.  
Oslo, Norway. 1983.

4. FEARNLEYS.  
World Trade and World Fleet Review 1983.  
Oslo, Norway. 1983.
5. FEARNLEYS.  
World Bulk Fleet 1984.  
Oslo, Norway. 1984.
6. FEARNLEYS.  
World Bulk Trades 1984.  
Oslo, Norway. 1984.
7. THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF PORTS AND HARBORS (IAPH).  
Containerization into the 1990's.  
Ports and Harbors No. 3.  
Tokio, Japan. November, 1987.
8. THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF PORTS AND HARBORS (IAPH).  
Port and the Community.  
Ports and Harbors No. 6.  
Tokio, Japan. June, 1981.
9. INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION (IMO).  
IMO News.  
International Maritime Organization Magazine.  
London, England. 1985.
10. LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING.  
Annual Reports from 1979 to 1987.  
London, England.
11. LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING.  
Chemical Carriers: Not so clear ahead?  
100 A 1 Magazine.  
London, England. October, 1983.

12. LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING.  
Design Ships.  
London, England. January, 1979.

13. LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING.  
Mexican Oil. Mañana Looks Good.  
London, England. October, 1981.

14. LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING.  
Shipping Information Services.  
Lloyd's of London Press, LTD.  
London, England. 1984.

E S T A D I S T I C A S

1. LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING.  
Statistical Tables 1987.  
London, England. 1987

2. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES (SCT).  
Estadísticas del Movimiento Portuario Nacional de Carga y Buques 1987.  
Dirección General de Puertos.  
México. 1987.

3. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES--(SCT).  
Sistema Estadístico Aeroportuario 1986.  
Dirección General de Aeropuertos.  
México. 1986.

4. UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD)Indicadores de Rendimiento de los Puertos:

Ref: TD/B/C.4/131/Supp 1/Rev.1

Naciones Unidas, Nueva York, 1976

5. THE WORLD BANK.The World Bank Annual Report 1986.

The International Bank for Reconstruction and Development.

Washington, D.C. 1986.

## LEGISLACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

México.

2. Ley Aduanera.

México.

3. Ley Federal de Derechos.

México.

4. Ley General de Bienes Nacionales.

México.

5. Ley de Navegación y Comercio Marítimo.

México.

6. Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.

México.

7. Ley de Vías Generales de Comunicación.

México.

8. ORGANIZACION MARITIMA INTERNACIONAL (OMI).  
Convención Internacional para Prevenir la Contaminación por Buques.  
Londres. 1978.
9. ORGANIZACION MARITIMA INTERNACIONAL (OMI).  
Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar.  
Londres. 1979.
10. SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO (SPP).  
Plan Global de Desarrollo 1979-1982.  
México.
11. SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO (SPP).  
Plan Nacional de Desarrollo 1983-1988.  
México.
12. SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO (SPP).  
Plan Nacional de Desarrollo Industrial  
México. 1979.
13. SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO (SPP).  
Plan Nacional de Desarrollo Urbano.  
México. 1979.
14. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES (SCT).  
México y la Reglamentación Marítima y Portuaria Internacional.  
Tomos I y II.  
México. 1982.
15. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES (SCT).  
Reglamento de Operación en los Puertos de Administración Estatal.  
México. 1975.
16. UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD).  
Convenio sobre un Código de Conducta de las Conferencias Marítimas.  
Naciones Unidas, Nueva York. 1982.