

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

ELEMENTOS BASICOS PARA EL DESARROLLO DE MUELLES DE PEQUEÑO  
Y MEDIANO CALADO

T E S I S

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERIA

POR

ANTONIO SOLIZ HERRERA

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1,997.



2  
T(4157)  
c.A

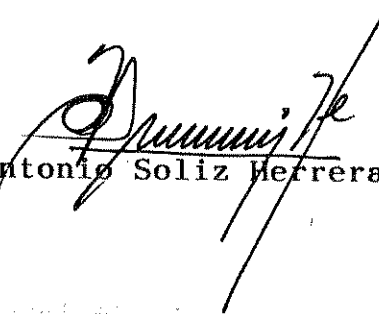
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

ELEMENTOS BASICOS PRA EL DESARROLLO DE MUELLES DE PEQUEÑO Y MEDIANO CALADO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 9 de octubre de 1,997.

Atentamente:

  
Antonio Soliz Herrera

Miembro del Tribunal Examinador

# UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



## FACULTAD DE INGENIERIA

### MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	:	ING.	HERBERT RENE MIRANDA BARRIOS
VOCAL	:	ING.	MIGUEL ANGEL SANCHEZ GUERRA
VOCAL II	:	ING.	JACK DOUGLAS IBARRA SOLORZANO
VOCAL III	:	ING.	JUAN ADOLFO ECHEVERRIA MENDEZ
VOCAL IV	:	BR.	VICTOR RAFAEL LOBOS ALDANA
VOCAL V	:	BR.	WAGNER GUSTAVO LOPEZ CACERES
SECRETARIO	:	INGA.	GILDA MARINA CASTELLANOS DE ILLESCAS

### TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	:	ING.	JORGE MARIO MORALES GONZALEZ
EXAMINADOR:	:	ING.	ING. MANUEL DE JESUS GARCIA ESCOBAR
EXAMINADOR:	:	ING.	MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA
EXAMINADOR:	:	ING.	MARTIN MACHON CASTAÑEDA
SECRETARIO	:	ING.	EDGAR JOSE BRAVATTI CASTRO

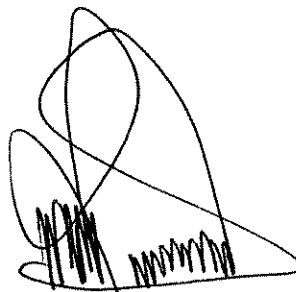
Guatemala, 13 de octubre de 1,997.

Señor Jefe  
Departamento de Planeamiento  
Ing. Sydney Alexander Samuels Milson  
Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Por este medio me dirijo a usted para manifestarle que he tenido la oportunidad de asesorar y revisar el trabajo de tesis "ELEMENTOS BASICOS PARA EL DESARROLLO DE MUELLES DE PEQUEÑO Y MEDIANO CALADO", presentada por el estudiante Antonio Soliz Herrera, previo a optar al título de Ingeniero Civil.

Habiendo encontrado muy satisfactorio el trabajo de tesis del señor Soliz Herrera, le doy la aprobación en mi calidad de asesor para los trámites siguientes.

ATENTAMENTE:

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a series of vertical strokes at the bottom, identifying the signatory as Oscar Augusto Peralta Ayala.

ING. OSCAR AUGUSTO PERALTA AYALA  
ASESOR



**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

Guatemala, 13 de octubre de 1997

Señor Ingeniero  
Jack Douglas Ibarra  
Director de Escuela de Ingeniería Civil  
presente

Señor Director:

El objeto de la presente es hacer de su conocimiento que he revisado el trabajo de tesis titulado **"ELEMENTOS BASICOS PARA EL DESARROLLO DE MUELLES DE PEQUEÑO Y MEDIANO CALADO"**, presentado por el estudiante universitario **Antonio Soliz Herrera**, carnet número 8311340.

Considero que el trabajo presentado ha sido desarrollado siguiendo los requisitos reglamentarios de esta casa de estudios, y de acuerdo al dictamen del asesor, recomiendo su aprobación e impresión para efectos de que el estudiante Soliz Herrera sustente el examen general público para optar al título de Ingeniero Civil.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson  
Departamento de Planeamiento



**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Oscar Augusto Peralta Ayala y del Jefe del Departamento de Planeamiento Ing. Sydney Alexander Samuels Milson, del trabajo de tesis del estudiante Antonio Soliz Herrera, titulado ELEMENTOS BASICOS PARA EL DESARROLLO DE MUELLES DE PEQUEÑO Y MEDIANO CALADO, da por este medio su aprobación a dicha tesis.

  
Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano



Guatemala, octubre de 1,997.

JDIS/bbdeb.



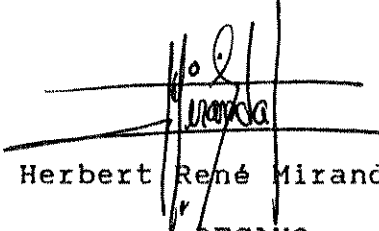
**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

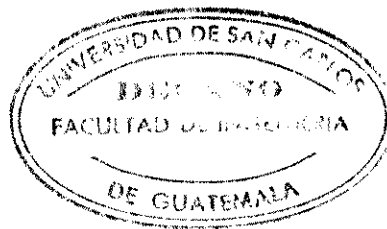
El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano, al trabajo de tesis **ELEMENTOS BASICOS PARA EL DESARROLLO DE MUELLES DE PEQUENO Y MEDIANO CALADO**, del estudiante Antonio Soliz Herrera, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

  
Ing. Herbert René Miranda Barrios

DECANO

Guatemala, octubre de 1,997



/bbdeb.

ACTO QUE DEDICO

A:

MIS PADRES:           Juan Alfredo Soliz Marroquín  
                          María del Socorro Herrera Véliz  
                          Q.E.P.D.

MIS HERMANOS:       José Lino Estrada Herrera  
                          Concepción Estrada Herrera  
                          Alejandro Estrada Herrera  
                          Sofía Estrada Herrera, y  
                          Carmelina Soliz Herrera

MIS SOBRINOS Y FAMILIA EN GENERAL

MIS AMIGOS SINCEROS

LA FACULTAD DE INGENIERIA

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PUERTO BARRIOS, MI TIERRA NATAL

MI PATRIA GUATEMALA



## AGRADECIMIENTOS

A DIOS: Ser supremo que me permitió llegar a este momento.

A MI MADRE: AGRADECIMIENTO POSTUMO:

A mi madre, María del Socorro Herrera Véliz, que en paz de Dios descansa, poema eterno de sabiduría y amor, cuyo recuerdo inolvidable vibrará por siempre en mi mente, toda mi vida.

A ti madre, especialmente agradezco tus esfuerzos, consejos y dedicación que empleaste, para que en este día, felizmente, alcance la meta trazada.

## INDICE GENERAL

	página
GLOSARIO .....	i
INTRODUCCION .....	v
- PRESENTACION .....	v
- MARCO CONCEPTUAL .....	vii
- DELIMITACION DEL TEMA .....	vii
- ANTACEDENTES .....	viii
- DEFINICION DE LA PROBLEMATICA .....	ix
- JUSTIFICACION .....	x
- OBJETIVOS .....	xi
- HIPOTESIS DE TRABAJO .....	xi
- TECNICAS DE INVESTIGACION .....	xii

### CAPITULO I MARCO GENERAL DE REFERENCIA

1.1.	LOS PUERTOS COMO ELEMENTOS DE DESARROLLO EN NUESTRO PAIS .....	1
1.1.1.	Definición de puerto y su principal función ..	1
1.1.2.	El intercambio comercial en mares, lagos y ríos .....	3
1.1.2.1.	Comercio marítimo .....	3
1.1.2.2.	Comercio lacustre .....	4
1.1.2.3.	Comercio fluvial .....	4
1.1.3.	El Departamento de Izabal y el desarrollo de algunas ciudades puerto .....	4
1.1.3.1.	Puerto Barrios .....	4
1.1.3.2.	Santo Tomás de Castilla .....	5
1.1.3.3.	Livingsston .....	6
1.1.3.4.	El Estor .....	7
1.1.3.5.	Mariscos .....	7

1.2.	CLASIFICACION DE LOS PUERTOS .....	8
1.2.1.	Por su administración .....	8
1.2.1.1.	Puertos nacionales .....	8
1.2.1.2.	Puertos municipales .....	9
1.2.1.3.	Puertos privados .....	10
1.2.2.	Según su ubicación geográfica .....	10
1.2.2.1.	Puerto marítimo .....	10
1.2.2.2.	Puerto lacustre .....	11
1.2.2.3.	Puerto fluvial .....	11
1.2.3.	Según la especialidad de su uso .....	11
1.2.3.1.	Puerto comercial .....	11
1.2.3.2.	Puerto pesquero .....	14
1.2.3.3.	Puerto de turismo .....	15
1.2.3.4.	Puerto militar .....	16
1.2.3.5.	Puerto industrial .....	16

**CAPITULO II**  
**EL MUELLE COMO ELEMENTO DE UN PUERTO**

2.1.	DEFINICION DE MUELLE .....	24
2.2.	CLASIFICACION DE MUELLE .....	24
2.2.1.	Según el material usado en su construcción ...	24
2.2.1.1.	Muelle de madera .....	24
2.2.1.2.	Muelle de acero .....	25
2.2.1.3.	Muelle de concreto reforzado .....	25
2.2.1.4.	Muelle mixto .....	26
2.2.2.	Según la capacidad de carga viva del muelle ..	26
2.2.2.1.	Peatonal .....	26
2.2.2.2.	Con capacidad de soportar vehículos de carga .....	26
2.2.3.	Por el diseño de su estructura .....	27
2.2.3.1.	Muelle de pilotes .....	27
2.2.3.2.	Relleno (área ganada al mar) .....	28
2.2.4.	Por su forma geométrica .....	28
2.2.4.1.	Paralelo a la playa (marginal) .....	28
2.2.4.2.	Perpendicular a la playa (espigón) .....	28
2.2.4.3.	Combinado .....	29
2.2.5.	Por su calado .....	29
2.2.5.1.	Muelles de primer orden (gran calado) .....	29
2.2.5.2.	Muelles de segundo orden (mediano calado) ....	33
2.2.5.3.	Atracaderos de embarcaciones livianas (tercer orden) .....	34

**CAPITULO III**  
**PLANIFICACION PORTUARIA**

3.1.	PRINCIPIOS DE PLANIFICACION .....	43
3.1.1.	Consideraciones generales .....	43
3.1.2.	El plan de inversiones .....	47

3.1.3.	Demanda y variaciones del tráfico .....	48
3.1.4.	Evaluación económica .....	50
3.1.4.1.	Costos .....	50
3.1.4.2.	Beneficios .....	51
3.1.5.	Planificación de la explotación .....	52
3.2.	ASPECTOS DE INGENIERIA EN LA PLANIFICACION ...	53
3.2.1.	Estudio batimétrico .....	53
3.2.1.1.	Profundidad del agua .....	54
3.2.1.2.	Perfil, obstáculos y otros .....	55
3.2.2.	Estudio topográfico .....	55
3.2.3.	Estudio meteorológico .....	55
3.2.3.1.	Vientos dominantes .....	56
3.2.3.2.	Frecuencia y fuerza de las tempestades .....	56
3.2.3.3.	Visibilidad .....	56
3.2.3.4.	Pluviosidad .....	57
3.2.4.	Estudios oceanográficos e hidráulicos .....	57
3.2.4.1.	Olas y mareas .....	57
3.2.4.2.	Corrientes .....	58
3.2.4.3.	Sedimentación .....	58
3.2.5.	Estudio geotécnico .....	58
3.2.5.1.	Geología .....	59
3.2.5.2.	Exploración del subsuelo .....	59
3.2.6.	Análisis de las propiedades del agua .....	59
3.3.	ASPECTOS RELACIONADOS CON EL MEDIO AMBIENTE Y LA SEGURIDAD .....	60
3.3.1.	Introducción .....	60
3.3.2.	Estudio sobre las repercusiones ambientales .....	60
3.3.3.	Riesgos de las operaciones .....	62
3.3.4.	Mercancías peligrosas .....	63
3.3.4.1.	Medidas preventivas .....	65
3.3.4.2.	Disposiciones en caso de accidente .....	65

**CAPITULO IV**  
**ELEMENTOS DE DISEÑO**

4.1.	CIMENTACION .....	68
4.1.1.	Pilotes .....	68
4.1.2.	Relleno .....	69
4.2.	PLATAFORMA DEL MUELLE .....	71
4.2.1.	Cubierta de madera .....	71
4.2.2.	Cubierta de concreto .....	71
4.2.3.	Cubierta combinada o mixta .....	73
4.3.	DEFENSAS DEL MUELLE .....	73
4.3.1.	Tipos de defensa .....	74
4.4.	EQUIPO E INSTALACIONES .....	75
4.4.1.	Maquinaria portuaria .....	76
4.4.2.	Instalaciones portuarias .....	78
4.4.3.	Ayudas a la navegación .....	80

**CAPITULO V**  
**SISTEMA DE MANTENIMIENTO**

5.1.	INTRODUCCION .....	94
5.2.	DEFINICION DE MANTENIMIENTO .....	94
5.3.	IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO .....	95
5.4.	CLASIFICACION DEL MANTENIMIENTO .....	95
5.4.1.	Mantenimiento preventivo .....	96
5.4.1.1.	Mantenimiento preventivo rutinario .....	97
5.4.1.2.	Mantenimiento preventivo continuo .....	97
5.4.2.	Mantenimiento correctivo .....	97
5.5.	ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO .....	99
5.5.1.	Planificación .....	99
5.5.2.	Organización .....	100
5.5.3.	Ejecución .....	100
5.5.4.	Control .....	100
5.6.	PROGRAMA PERIODICO DE MANTENIMIENTO .....	101
5.7.	PRINCIPALES ELEMENTOS DEL MUELLE QUE DEBEN INSPECCIONARSE CONTINUAMENTE .....	102
5.7.1.	Suelo marino .....	102
5.7.2.	Estado de pilotes .....	103
5.7.3.	Cubierta de muelle .....	103
5.7.4.	Defensas .....	103
5.7.5.	Bitas o bolardos .....	104
5.7.6.	Sistema contra incendios .....	104

**CAPITULO VI**  
**PROPUESTA A NIVEL ANTEPROYECTO**

**PLANIFICACION Y DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DEL MUELLE  
MUNICIPAL DE PUERTO BARRIOS**

6.1.	PLANIFICACION DEL DESARROLLO DEL MUELLE MUNICIPAL .....	105
6.1.1.	La Comuna Municipal y el desarrollo del muelle municipal .....	109
6.1.2.	Análisis del movimiento de carga .....	109
6.1.3.	Estudio y análisis de la demanda futura de servicios .....	114
6.1.4.	Area necesaria para la construcción de las instalaciones de apoyo al comercio y turismo .....	117
6.1.5.	Análisis batimétrico .....	118
6.1.6.	Forma de administración del muelle .....	119
6.1.7.	Financiamiento y formas de recuperación de capital .....	120
6.2.	OBRAS E INSTALACIONES NECESARIAS PARA EL MUELLE MUNICIPAL .....	123
6.2.1.	Ampliación y remodelación del muelle existen- te o construcción de un nuevo muelle .....	123

6.2.2.	Delimitación del muelle municipal .....	124
6.2.3.	Construcción de bodega .....	127
6.2.4.	Construcción de oficinas .....	128
6.2.5.	Garita de control .....	128
6.2.6.	Servicio de gasolinera .....	128
6.2.7.	Acceso al muelle .....	129
6.3.	ASPECTOS TARIFARIOS .....	129
6.3.1.	Servicios a la carga .....	129
6.3.1.1.	Manipulación .....	129
6.3.1.2.	Almacenaje .....	129
6.3.2.	Servicios a la nave .....	130
6.3.2.1.	Ayudas a la navegación .....	130
6.3.2.2.	Muellaje .....	130
6.3.2.3.	Combustible .....	131
6.3.2.4.	Agua .....	131
6.4.	MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES .....	131
6.4.1.	Personal a cargo del mantenimiento del muelle y de apoyo a las maniobras de atraque y zarpe de las embarcaciones .....	131
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	133
	BIBLIOGRAFIA .....	145

## INDICE DE ILUSTRACIONES

### CAPITULO I

Fig. No. 1.	El puerto como eslabón en la cadena del transporte .....	2
Fig. No. 2.	Navegación de cabotaje en el norte del país .....	17
Fig. No. 3.	Puertos del litoral Atlántico de Guatemala .....	18
Fig. No. 4.	Desarrollo de puerto natural en estuario .....	19
Fig. No. 5.	Puertos seminaturales .....	20
Fig. No. 6.	Puertos artificiales .....	21
Fig. No. 7.	Puertos artificiales .....	22
Fig. No. 8.	Complejo portuario, Puerto Quetzal .....	23

### CAPITULO II

Fig. No. 9.	Muelles de forma combinada .....	36
Fig. No. 10.	Muelle marginal, tipo sólido con celda de tablestaca .....	37
Fig. No. 11.	Muelle marginal, tipo sólido cajones de concreto .....	37
Fig. No. 12.	Muelle marginal, tipo sólido bloques de concreto .....	38
Fig. No. 13.	Muelle marginal, tipo sólido muro de tablestaca .....	39
Fig. No. 14.	Muelle abierto, armadura rígida de acero estructural .....	40
Fig. No. 15.	Sección transversal, caballete de madera sobre pilotes de madera .....	40
Fig. No. 16.	Sección transversal, muelle marginal abierto .....	41
Fig. No. 17.	Muelle marginal .....	42
Fig. No. 18.	Muelle de espigón .....	42

### CAPITULO IV

Fig. No. 19.	Detalle sección transversal cubierta de concreto, elementos prefabricados .....	82
Fig. No. 20.	Detalle sección transversal cubierta de concreto, losa prefabricada y vigas fundidas in situ .....	83
Fig. No. 21.	Detalle sección transversal cubierta de concreto vertido en obra .....	84
Fig. No. 22.	Detalle sección transversal cubierta de concreto con relleno disipador de energía entre losas .....	85

Fig. No. 23.	Detalle sección transversal cubierta de concreto con muro de defensa .....	86
Fig. No. 24.	Detalle malecón sólido tipo de cajón .....	87
Fig. No. 25.	Cubierta mixta concreto/acero .....	88
Fig. No. 26.	Defensa de madera tipo muelle o resorte ..	89
Fig. No. 27.	Defensa típica de madera colgada a la viga de defensa .....	90
Fig. No. 28.	Defensa neumática y defensa de caucho tipo arco .....	91
Fig. No. 29.	Accesorios de amarre .....	92



## INDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1.	Separación general entre clases de materiales explosivos e inflamables .....	67
Cuadro No. 2.	Características de las boyas .....	93
Cuadro No. 3.	Niveles de administración muelle municipal .....	110
Cuadro No. 4.	Movimiento de carga y pasajeros del 19 al 30 de noviembre de 1,992 .....	111
Cuadro No. 5.	Movimiento de carga y pasajeros del 01 al 12 de diciembre de 1,992 .....	111
Cuadro No. 6.	Movimiento de carga y pasajeros del 31 de diciembre al 13 de enero de 1,993..	112
Cuadro No. 7.	Movimiento de carga y pasajeros del 20 de enero al 13 de febrero de 1,993....	112
Cuadro No. 8.	Resumen de carga movilizada .....	113
Cuadro No. 9.	Resumen de pasajeros movilizados .....	113
Cuadro No. 10.	Tipo y nombre de embarcaciones que arriban al muelle municipal de Puerto Barrios .....	115
Cuadro No. 11.	Presupuesto por renglones de trabajo.....	121
Cuadro No. 12.	Ingresos por servicios y otros rubros....	121

PLANOS DEL ANTEPROYECTO  
REMODELACION MUELLE MUNICIPAL DE PUERTO BARRIOS

N O M B R E	PLANO No.
Localización del muelle municipal de Puerto Barrios. ....	1/11
Planta de conjunto muelle actual. ....	2/11
Levantamiento topográfico muelle municipal de Puerto Barrios. ....	3/11
Batimetría muelle municipal de Puerto Barrios. ...	4/11
Diagrama de flujo actual, maniobras de atraque y zarpe de embarcaciones. ....	5/11
Elevación lateral y entramado de vigas plataforma de muelle proyectado. ....	6/11
Secciones longitudinales muelle actual y muelle proyectado. ....	7/11
Secciones transversales muelle existente y muelle proyectado. ....	8/11
Planta de conjunto remodelación muelle municipal de Puerto Barrios (proyectado). ....	9/11
Diseño típico planta de edificios No. 1 y 2. ....	10/11
Elevación principal y secciones edificios Nos. 1 y 2. ....	11/11

## GLOSARIO TECNICO

- ATRAQUE:** Maniobra que realiza una embarcación al atracarse o amarrarse a un muelle o malecón.
- BAJO:** Lugar de poca profundidad, aguas no navegables por embarcaciones según su calado.
- BATIMETRIA:** Actividad relacionada con la medición y registro de profundidades en los mares, lagos y ríos.
- BITA O BOLARDO:** Poste metálico, firmemente fijado al muelle, que se utiliza para el amarre de los barcos a éste.
- BOYA:** Cuerpo flotante con señales diurna y nocturna, ancladas al fondo marino por medio de cadenas o cables, amarradas a un muerto (ancla). Se utilizan como ayuda a la navegación, para señalar obstáculos sumergidos en el mar, navegación dentro de canales de acceso y dársenas de maniobras en los puertos.
- CALADO:** Profundidad que alcanza la parte sumergida de un barco que comprende desde la línea de flotación, hasta la quilla.
- CALADO:** Altura que alcanza la superficie del agua sobre el fondo.
- CABOTAJE:** Navegación o tráfico marítimo costero.
- CARGA MUERTA:** Es el peso propio de los elementos estructurales que forman la plataforma del muelle, por ejemplo: losas, vigas, cabezales de pilotes, muros de defensa, etc.
- CARGA UNITARIZADA:** Es la unidad de carga definida por un contenedor de 20' (pies), denominada también como un TEU, (unidad de carga contenedorizada).
- CARGA VIVA:** Es la carga de diseño que soportará la estructura del muelle, la cual permitirá la operación sobre la plataforma de los distintos tipos de maquinaria portuaria, dependiendo del peso de las mismas.

- COBERTIZO:** Lugar provisto de techo para resguardar mercadería de la intemperie.
- CORNAMUZA:** Accesorio de metal de forma arqueada, instalada ya sea en las embarcaciones o en el muelle, que sirve para atar en ellas los cabos de amarre.
- CRUCERO:** Barco de turismo o de pasajeros, que realiza travesías de placer y recreación, a través de los mares.
- CUBIERTA:** Puente de un buque, especialmente la superior, que se halla total o parcialmente descubierta.
- DARSENA:** Area marina adedaña al muelle, dragada para la circulación o maniobra de los barcos, en las operaciones de atraque y zarpe de los mismos. Recinto artificial de cantería que se construye en la parte interior y más resguardada de los puertos, para abrigo de las embarcaciones.
- ESCOLLERA:** Pendiente de relleno generalmente de piedra, que sirve de transición entre la orilla del mar y el relleno de tierra firme. atrás de la plataforma del muelle.
- FARO:** Torre de puerto con señal diurna (marca de día), y/o nocturna (señal luminosa), para indicar al navegante en alta mar, cambio de dirección, profundidad, alineamiento, etc. Los faros pueden estar en tierra firme, islotes, arrecifes, escollos o bajos fondos.
- FONDEO:** Acción de llevar una embarcación a un lugar adecuado con el propósito de fondear, debido a las siguientes causas: sufrir averías, esperar turno en un muelle, para protegerse de mal tiempo, etc.
- FRIGORIFICO:** Cuarto o bodega refrigerada para usos comerciales, utilizándose para almacenar productos o mercancías perecederas, las cuales requieren de bajas temperaturas para su conservación.
- GRANEL:** Productos sueltos, líquidos, en grano o en polvo, que se transportan, manipulan y almacenan sin embases unitarios.
- HINTERLAND:** Area de influencia que ejerce el puerto tierra adentro, relacionada con actividades como

industria, comercio, etc. El hinterland de algunos puertos, traspasa los límites del país en donde se ubican, propiciando el intercambio comercial de carácter internacional.

- LITORAL:** Orilla o costa marítima definida por los océanos Atlántico y Pacífico de nuestro país.
- MUELLAJE:** Se entenderá como el derecho que se cobra por el uso de la plataforma del muelle, a las mercancías de importación, como de exportación.
- PILOTE:** Elemento estructural prefabricado que puede ser de concreto, acero o madera, que se hinca en el suelo, por percusión y que en conjunto sirve como columna de apoyo a la plataforma del muelle.
- PLATAFORMA:** Estructura del muelle que sirve como superficie de rodadura para la maquinaria y el equipo portuario, que se utiliza en las maniobras de embarque y desembarque de mercaderías. Puede estar apoyada sobre pilotes o sobre relleno.
- PRACTICAJE:** Servicio que se presta a las embarcaciones que arriban y salen del puerto, el cual consiste en proporcionar un capitán (práctico), para que gobierne la embarcación dentro de las instalaciones marinas del puerto, como son: canal de acceso y dársena, así mismo, efectuar las operaciones de atraque y zarpe de las embarcaciones en el muelle.
- REMOLCADOR:** Embarcación de gran potencia, que por la forma de sus hélices y anchura de su casco, tiene capacidad para remolcar barcos grandes en la bahía.
- ROLL-ON  
ROLL-OFF** Tipo de embarcación que atraca de popa o de proa al muelle, tiene un portalón (portón) que permite la entrada y salida de los vehículos (generalmente furgones) rodando por sus propios medios.
- SILO:** Bodega especialmente diseñada para almacenar productos sólidos a granel.
- SONDA:** Aparato electrónico diseñado para efectuar mediciones de profundidad en mares, lagos, ríos, etc., por medio de emisión de ecos, los cuales se reflejan en el fondo marino y son captados

por la misma, dando las medidas de la profundidad en metros, pies o fhatoms dependiendo de su escala. La sonda es utilizada en levantamientos batimétricos de mucha precisión.

- SONDALEZA:** Cuerda medida en metros o pies, que en uno de sus extremos lleva colocado un peso, y que sirve para efectuar trabajos de batimetría que no requieren de mucha exactitud.
- SOTAVENTO:** Costado de la nave opuesto de donde sopla el viento.
- TABLESTACA:** Pieza metálica en forma de tabla terminada en punta, que se clava en el suelo por percusión y que en la parte superior fuera del terreno soporta fuerzas laterales de empuje causadas por material de relleno colocado a uno de sus lados.
- TIMONEL:** Mienbro de la tripulación que lleva el timón del buque.
- TONELAJE DE DESPLAZAMIENTO:** Peso del volúmen de agua que desplaza la embarcación a plena carga, hasta su línea de flotación.
- TRANSFERENCIA:** Operación que se realiza a la carga cuando ésta es transferida de la orilla del muelle a la bodega o viceversa.

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

### PRESENTACION:

Guatemala es un país privilegiado por su ubicación geográfica entre dos océanos y contar así con los litorales del Atlántico y del Pacífico. Esta condición se puede transformar a través del proceso racional de planificación de proyectos, en desarrollo, para el comercio marítimo nacional, el crecimiento de la industria del turismo y de la recreación, así como de la industria pesquera y otras actividades.

El presente trabajo de tesis está orientado, a manera de una introducción a la multidisciplinaria actividad de la ingeniería de puertos. El mismo está dividido en cinco capítulos y un estudio, a nivel de anteproyecto, sobre el muelle municipal de Puerto Barrios.

En el capítulo I, se presenta un marco general de referencia, enfocado a los puertos como elementos de desarrollo en nuestro país, y su influencia en la formación de las ciudades que los rodean, además; se da una clasificación de los mismos, analizando a los pequeños puertos o muelles municipales, como a los grandes puertos de carácter internacional del país.

En el capítulo II, se estudia en particular al muelle, enfocándolo desde el punto de vista físico (estructural y geométrico) y se propone una clasificación de los mismos.

El capítulo III, está orientado, a manera de introducción, hacia el amplio campo de planificación portuaria, enfocando temas tales como: el plan de inversiones, demanda y variaciones del tráfico, evaluación económica y otros. Este capítulo, también tiene por objeto describir en líneas generales, el papel del Ingeniero Civil en el desarrollo portuario y exponer en forma resumida, las principales medidas y técnicas utilizadas en la realización de los estudios que dan lugar a un programa de inversión. Y; por último, se analizan los aspectos relacionados con el medio ambiente y la seguridad, donde se exponen conceptos básicos sobre la importancia de los estudios sobre las repercusiones ambientales, los riesgos de las operaciones y el cuidado necesario, así como la observancia de las normas respectivas para el manejo de mercancías peligrosas y las disposiciones necesarias en caso de accidentes.

En el capítulo IV, se presenta conceptos básicos para el diseño de los elementos del muelle, tales como: cimentación (pilotes o muros de muelle) plataforma y sistema de defensa. También se da información sobre el equipo e instalaciones disponibles para las operaciones del puerto según sus necesidades y se describen algunos tipos de ayuda a la navegación.

En el capítulo V, se desarrolla el tema sobre el sistema de mantenimiento, tratando los aspectos de: definición, importancia y clasificación del mismo, también se hace énfasis para introducir la práctica de la planificación, organización, ejecución y control en las actividades del mismo, así como diseñar y ejecutar un programa periódico de mantenimiento y definir los elementos y estructuras portuarias que deben inspeccionarse continuamente.

La propuesta a nivel de anteproyecto sobre el Muelle Municipal de Puerto Barrios, se desarrolla en el capítulo VI, en esta propuesta se analizan los problemas que tiene actualmente el muelle y se presentan criterios de diseño para la solución de los mismos.

Entre otros puntos de estudio, se enfocan los siguientes; la planificación para el desarrollo del Muelle Municipal, en donde se analiza el importante rol que juega la Municipalidad de Puerto Barrios como entidad encargada de su administración, en la determinación de las políticas para su desarrollo. Así mismo, se hace una recopilación y análisis de los datos del movimiento de carga y pasajeros, un estudio sobre el porcentaje de ocupación actual del muelle, una descripción de los trabajos topográficos y batimétricos realizados, descripción de las obras e instalaciones necesarias para su desarrollo y una breve introducción al tema de los aspectos tarifarios y de mantenimiento de las instalaciones.

Finalmente, se dan las conclusiones y recomendaciones sobre el trabajo realizado, en espera de alcanzar las metas y objetivos trazados.



## MARCO CONCEPTUAL:

La planificación se ha transformado, últimamente, en una alternativa de solución a los múltiples problemas que aquejan a las sociedades modernas, en sus etapas de crecimiento y desarrollo; sin embargo, la falta de investigación sobre muchos aspectos hace creer conveniente aclarar el término planificación portuaria, por la importancia que reviste en el desarrollo de este trabajo y representa el encuadre teórico y conceptualización.

### Planificación portuaria:

La planificación definida como una previsión mental de la combinación de medios para alcanzar un conjunto de fines, al aplicarse al estudio, análisis y solución de los problemas que afrontan los puertos en sus etapas de crecimiento y desarrollo, se le denomina planificación portuaria.

La planificación de puertos deberá generar en los próximos años, mayores estudios, análisis y conceptos sobre nuestros puertos y sus posibilidades de desarrollo que desenmascare la situación actual bañada de tecnocracia y mantenga una presión constante en la concepción de una política nacional de puertos coherente con nuestra realidad.

Para el desarrollo y crecimiento de los muelles municipales en el interior de la República, también es necesario que se dediquen más estudios y se analicen los problemas que impiden su crecimiento y desarrollo a través de la práctica de la planificación de puertos de mediano y pequeño calado.

Este tipo de estudios, como el presente, será de vital importancia para las autoridades municipales; pues en ellas recae la responsabilidad de proponer y ejecutar las políticas necesarias para su crecimiento.

### DELIMITACION DEL TEMA:

#### Aspectos generales:

El presente estudio de tesis, enfoca la urgencia de incluir la práctica de la planificación con todas las actividades que ésta conlleva, en la difícil tarea de tomar decisiones para la formulación de una política de desarrollo portuario y la preparación de programas realistas de ampliación y mejora de los puertos.

El trabajo indica que la elaboración de un programa para el desarrollo de un puerto, ha de pasar por una serie de

etapas concretas, las cuales describen a manera de introducción; para lograr que la labor de los planificadores sea más sistemática y eficiente y para evitar que pueda omitirse algún aspecto importante.

#### Aspectos físicos:

Tomar como base la importante función que juegan los puertos nacionales en el crecimiento económico del país, tanto los de carácter internacional como los pequeños puertos de cabotaje.

De alguna manera, el presente trabajo pretende formar parte, de una práctica de la planificación; al enfocar a nivel de anteproyecto, los problemas que aquejan al Muelle Municipal de Puerto Barrios, y vislumbrar la mejor forma de solucionarlos.

#### ANTECEDENTES:

##### Históricos:

En Guatemala existen puertos nacionales que se han desarrollado de acuerdo con el crecimiento del tráfico de carga marítima, tal es el caso del puerto Santo Tomás de Castilla, cuyo movimiento de carga fue en crecimiento hasta convertirse en el puerto marítimo más importante de Guatemala.

También existen otros puertos que se estancaron en su etapa de crecimiento, como por ejemplo: Puerto San José y Puerto de Champerico, los cuales fueron en su tiempo valioso apoyo para las actividades económicas del país.

En años recientes, la construcción del moderno Puerto Quetzal en el Litoral del Pacífico vino a llenar el vacío que existía; en cuanto a contar con un puerto moderno que enlazara el litoral Pacífico con el Atlántico. Además, la reconstrucción y puesta en condiciones de operacionalidad del muelle de Puerto Barrios, a través de una empresa privada, hace que el país cuente para su desarrollo económico con buenas instalaciones portuarias en los dos océanos.

En cuanto a los muelles municipales para la navegación de cabotaje del país, su desarrollo ha sido lento pero encaminado a servir al comercio marítimo a nivel nacional.

##### De trabajo:

A nivel de los puertos internacionales del país, existen varias instituciones que de una u otra forma han tenido que

ver en su planificación y desarrollo, entre ellas existen: La Secretaría del Consejo de Planificación Económica (SEGEPLAN), la Comisión Portuaria Nacional (CPN) y el Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas.

Estos organismos tienen que ver en la definición de las políticas para el desarrollo portuario del país, así como en el crecimiento y desarrollo de los puertos nacionales. Además, existen estudios técnicos elaborados por Agencias

Internacionales de Cooperación, dedicados a los puertos nacionales, particularmente los estudios realizados para la Empresa Portuaria Nacional Santo Tomás de Castilla, que han enfocado, en el caso del estudio alemán, la rehabilitación del puerto (1), y en el caso del estudio japonés; el proyecto de desarrollo del puerto (2).

En lo relativo a los muelles o puertos municipales, corresponde a sus respectivas municipalidades, la determinación, orientación y definición de las políticas para su crecimiento.

Hasta la fecha, no se han elaborado estudios para ayudar al crecimiento y desarrollo de estos muelles, y; en la mayoría de ellos su funcionamiento adolece de muchos defectos y problemas, tanto en su estructura física como en la administrativa.

#### DEFINICION DE LA PROBLEMATICA:

Al parecer, hasta ahora, en muchos países las autoridades no se han percatado bien de la importancia primordial de una política previsoras de desarrollo portuario. Por eso, a menudo los puertos no se hallan en condiciones de adaptarse al ritmo de expansión del tráfico marítimo de altura y cabotaje del país.

La problemática tiene su origen en la falta de políticas adecuadas en materia de planificación portuaria. En el caso de los puertos o muelles municipales, el desconocimiento del importante papel que juegan los muelles, por parte de las autoridades.

- (1) Estudio Técnico Rehabilitación del Puerto Santo Tomás de Castilla. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH., octubre de 1,990.
- (2) Estudio sobre el proyecto de desarrollo del Puerto Santo Tomás de Castilla. Agencia de Cooperación Internacional del Japón. (traducido al español en julio de 1,988).

En el caso de los muelles municipales, el problema se agudiza por el desconocimiento, por parte de las autoridades encargadas de velar por su desarrollo, del importante papel que juegan en el crecimiento económico del área. Además, el crecimiento del comercio marítimo de cabotaje en el litoral del Atlántico, como consecuencia del crecimiento demográfico; acentuado por los procesos migratorios debido al desarrollo económico de la región, agrava aún más la situación.

La falta de capacidad económica para cubrir la demanda de servicio eficiente, tanto en la infraestructura física como administrativa del muelle, debido a un defectuoso sistema de recaudación de impuestos, tasas, arbitrios, etc., ineficiente para garantizar el afianzamiento de fondos para la inversión.

En el caso específico del Muelle Municipal de Puerto Barrios, el mal estado de la estructura física del muelle (hundimiento); tiene su origen en la utilización de técnicas inadecuadas de construcción; debidas a una práctica generalizada de construcción empírica, que redundó en malas inversiones.

#### JUSTIFICACION:

Después de analizar la problemática antes descrita y, de sentir la necesidad prioritaria del Ingeniero, de buscar alternativas de solución; lo cual constituye enmarcarse dentro de una praxis social, es necesario unir mediante metas y objetivos comunes, la participación de agentes dinámicos efectivos, que con mentalidad abierta y con miras al futuro, planteen soluciones a la problemática existente.

El presente trabajo proporciona lineamientos básicos sobre la materia de planificación portuaria, y con respecto al muelle municipal de Puerto Barrios, constituye un antecedente para lo que más tarde podría concretarse en un proyecto de construcción, contándose con la anuencia de las autoridades municipales actuales y conscientes que de no tomarse medidas a corto plazo, se estará agravando la problemática y reduciendo potencialmente el desarrollo.

## OBEJETIVOS:

### Generales:

Proporcionar información organizada y confiable, que permita ser utilizada por personas involucradas dentro de la actividad portuaria, asesoría, administración y profesionales encargados de desarrollar proyectos de inversión.

Que sirva como apoyo a futuros trabajos que se realicen sobre la multidisciplinaria actividad de la planificación portuaria.

### Específicos:

Evidenciar la problemática del muelle municipal de Puerto Barrios, con el objeto de establecer y fundamentar el plantamiento de opciones de solución al mismo.

Introducir a la administración municipal dentro de un proceso racional y sistemático: La planificación del muelle municipal.

## HIPOTESIS DE TRABAJO:

Para el desarrollo del presente trabajo, se asumen las siguientes condiciones:

Los problemas de tipo constructivo del muelle municipal de Puerto Barrios, son debidos a la utilización de malos criterios de construcción.

El asentamiento que sufre la actual estructura, es debido a una espesa capa de sedimentos sobre la cual se apoyó el material de relleno. El acceso de vehículos pesados provocó asentamientos diferenciales por carga viva, además de un asentamiento continuo por carga muerta.

Según el movimiento de carga y descarga de mercancías, así como el apoyo que dá al turismo nacional e internacional, el muelle municipal de Puerto Barrios, justifica la inversión de recursos en su reconstrucción y; proveerlo de todos los elementos necesarios para que preste un buen servicio a los usuarios, (sistema de amarre, sistema de defensa, iluminación, ayudas a la navegación, etc.).

La ubicación del muelle se considera óptima, tomando en consideración la orientación de vientos, corrientes y la

profundidad del agua (calado). No es justificable la construcción de un nuevo muelle con otro emplazamiento, pues; esto acarreará mayor inversión de recursos económicos que tanta faltan hacen.

El muelle municipal, requiere de una ampliación para que preste un mejor servicio al comercio marítimo y al turismo nacional e internacional.

#### TECNICAS DE INVESTIGACION:

En la realización del presente trabajo, fue necesario utilizar las siguientes técnicas de investigación:

Acceso a material bibliográfico especializado, para conocimiento y asimilación de conceptos específicos en la materia, lo cual dá validez y sustentación en cuanto al contenido teórico del trabajo de tesis.

Uso de técnicas estadísticas para:

Recopilación y tabulación de datos sobre el movimiento de mercadería y pasajeros que se movilizó en el muelle.

Realización de trabajos técnicos de campo:

- Levantamiento topográfico del muelle, sus instalaciones y alrededores.
- Trabajos de nivelación topográfica (nivelación corrida desde el banco de marca geodésico ubicado en el edificio de la Gobernación Departamental) y determinación de la cota del mojón de referencia.
- Trabajos de nivelación topográfica en las instalaciones del muelle.
- Realización de los trabajos de batimetría en el muelle.

Técnicas de comunicación social:

- Convivencia social con los usuarios (pasajeros y tripulación de embarcaciones) y trabajadores del muelle, para escuchar sus opiniones personales sobre la problemática y sus posibles soluciones.
- Charlas conceptuales con profesionales dedicados a la actividad portuaria.

## C A P I T U L O I

## M A R C O G E N E R A L D E R E F E R E N C I A

1.1 LOS PUERTOS COMO ELEMENTOS DE DESARROLLO EN NUESTRO PAIS:

El desarrollo de Guatemala y el crecimiento de su comercio internacional, tanto de importación como de exportación, se ha podido llevar a cabo, debido entre otros aspectos, al desarrollo y modernización de sus puertos marítimos comerciales en los litorales del país. Además, han sido una importante fuente de trabajo para las comunidades que los rodean.

Es importante analizar a los puertos como focos de desarrollo comercial, industrial y económico, alrededor de los mismos y en su área de influencia o hinterland. Por otra parte, los puertos son vía importante de entrada al turismo internacional.

1.1.1. Definición de puerto y su principal función:

Existen muchas definiciones de lo que es un puerto, porque ésta, depende de la función principal a la que se dedique el mismo; pero, una definición aceptable en términos generales puede ser la siguiente:

"Es el conjunto de las obras, instalaciones y organizaciones, tanto terrestres como acuáticas, que permiten al barco aprovechar un lugar en la costa favorable, para realizar las operaciones de intercambio entre el tráfico marítimo y el terrestre, atender a las necesidades de los medios de transporte y facilitar el desarrollo de cuantas actividades, con él relacionadas, se instalen en su zona".

El puerto entonces, es un albergue donde se proveen instalaciones marinas terminales, consiste además, en muelles o atracaderos en los que pueden permanecer los buques mientras suben carga a bordo o la bajan, cobertizos de tránsito de mercancías y otras áreas de almacenaje en donde las naves pueden descargar la carga que arriba, y almacenes de mercadería en donde los bienes pueden ser almacenados por períodos más largos en espera de su distribución.

El puerto necesita estar conectado con el sistema ferroviario, de carreteras y conexiones de vías acuáticas tierra adentro, lo que tiene como consecuencia, que el área de influencia o hinterland, alcanza una considerable distancia más allá del puerto.

La función principal de un puerto se puede decir que es la de servir de eslabón entre el transporte terrestre y el transporte por agua, debe enlazar y coordinar dos sistemas tan diferentes entre sí, como son el marítimo y el terrestre. Ver figura No. 1.

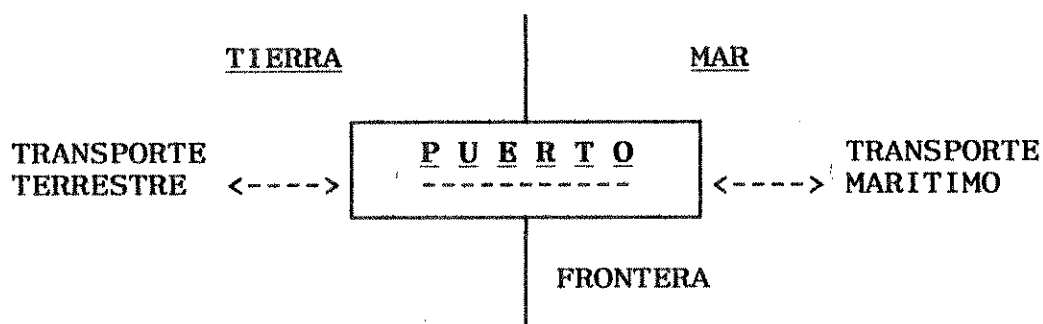


Figura No. 1.

Para que el puerto cumpla su función de enlace entre el transporte marítimo y el terrestre, es necesario que suministre los siguientes servicios:

a) Servicios al buque:

\* Ayudas a la navegación:

- radio
- faros
- boyas
- practicaaje
- muellaje
- canal de navegación
- dársena de maniobras
- fondeo en puerto
- servicio de remolque
- limpieza de bodegas
- abastecimiento de agua potable
- suministro de electricidad
- servicio de lancha para el transporte de la tripulación.

b) Servicio a la carga:

- carga y descarga de mercadería
- transferencia de mercadería
- almacenamiento
- consolidación y desconsolidación de mercadería
- etc.



c) Otros servicios:

- área de parqueo para vehículos pesados
- acceso y patios de operaciones ferroviarias
- cabotaje regional (lancha de pasajeros)

d) Servicios complementarios prestados a través de otras empresas de la localidad:

- pintura de buques
- aprovisionamiento de alimentos
- extracción de basura
- turismo
- etc.

1.1.2. El intercambio comercial en mares, lagos y ríos:

De acuerdo al desarrollo paulatino del servicio marítimo en Guatemala, las ciudades ubicadas en las riberas de nuestros litorales, lagos y ríos, fueron mejorando su relación comercial a través de la navegación. A nivel internacional, nuestro país cuenta actualmente con un comercio marítimo evolucionado, exigido por los adelantos de la tecnología moderna.

1.1.2.1. Comercio marítimo:

Es el que se desarrolla en los mares y océanos; y puede ser:

a) Comercio marítimo nacional:

Realizado en los dos océanos que rodean Guatemala, Atlántico y Pacífico, dentro de los litorales legales del país.

b) Comercio marítimo internacional:

Para este tipo de comercio, Guatemala cuenta con tres puertos de carácter internacional, los cuales son: Puerto Barrios y Puerto Santo Tomás de Castilla, ubicados en el departamento de Izabal y, Puerto Quetzal, ubicado en el departamento de Escuintla, catalogados como puertos de primer orden (gran calado).

También existen en Guatemala, los puertos de San José y Champerico, en el Litoral del Pacífico, que tienen carácter internacional aunque actualmente necesiten remodelaciones y ampliaciones en sus instalaciones para que puedan desarrollar su función adecuadamente.

1.1.2.2. Comercio lacustre:

Es el realizado en nuestros lagos, llevado a cabo por embarcaciones de cabotaje, lanchas y cayucos. A este nivel, se desarrolla el comercio y transporte por agua entre comunidades pequeñas y ciudades de mucha importancia.

En Guatemala, se tiene comercio lacustre en los lagos de Atitlán, Amatitlán, Izabal, Petén Itzá, y otros.

1.1.2.3. Comercio fluvial:

Es el realizado en ríos que permiten la navegación de embarcaciones livianas, tal es el comercio que a manera de ejemplo se realiza cotidianamente en los ríos: Río Dulce, Polochic, Motagua, Sarstún, etc., entre otros.

El comercio fluvial y lacustre, es de vital importancia para muchas comunidades que carecen de acceso por medio de las carreteras del país u otras vías de comunicación.

1.1.3. El departamento de Izabal y el desarrollo de algunas ciudades puerto.

El departamento de Izabal tiene una posición privilegiada a nivel nacional, pues por él, Guatemala cuenta con la salida al Océano Atlántico. Por otro lado, el departamento cuenta con importantes masas de agua como el Lago de Izabal, Río Dulce, la Bahía de Amatique, etc. en cuyas riberas han nacido y se han desarrollado importantes ciudades puerto.

1.1.3.1. Puerto Barrios:

Es un municipio del departamento de Izabal, en donde se encuentra localizada la ciudad de Puerto Barrios, cabecera del departamento. La ciudad está ubicada en el litoral del Atlántico, en la región Nor-oriental del país, siendo su localización geográfica la siguiente:

- Latitud: 15° 44' 06" Norte
- Longitud: 88° 36' 17" Oeste

Su elevación sobre el nivel del mar de 0.67 m., y su banco de marca (BM) se encuentra en el parque Tecún Umán, localizado a orillas de la playa marítima.

El municipio tiene una superficie de 1,292 Km2., y una población estimada en el año de 1,994 de 66,848 habitantes. La fundación de la ciudad fue ordenada el día viernes 19 de julio de 1,895, según Decreto Número 51, por el Presidente Constitucional de la República, General de División José María Reyna Barrios, pero la ciudad se fundó hasta el 5 de diciembre del mismo año, según consta en su Acta de Fundación. El ingeniero Alfredo Obiols Gómez, procedió en 1,941 a realizar la lotificación de la ciudad.

La ciudad de Puerto Barrios, tiene en su interior al puerto del mismo nombre, el cual actualmente es el único puerto privado de Guatemala, al darlo en concesión el gobierno de Guatemala, a través de Ferrocarriles de Guatemala (FEGUA), a una compañía privada importante en la región.

El muelle fue reparado y puesto en condiciones para poder realizar las operaciones correspondientes, por la compañía al que fue concesionado. Actualmente está elevando su nivel de movimiento de carga, tanto importación como exportación, hacia el resto de América y Europa.

Además de servir como puerto marítimo internacional, Puerto Barrios es el centro y punto de confluencia para el transporte marítimo que está al servicio del comercio y turismo nacional en la región, al enlazar ciudades como Livingston y Punta Gorda (Belice). También con lugares de recreación turística como Punta de Manabique, Playa de Punta de Palma, los Cayos de Belice, Río Dulce, Lago de Izabal, etc., contando para el servicio de este transporte marítimo, con el Muelle Municipal de Puerto Barrios, el cual es el centro de estudio del presente trabajo. Ver figura No. 2.

#### 1.1.3.2. Santo Tomás de Castilla:

El puerto de Santo Tomás de Castilla, está localizado en el extremo Sur-oeste de la bahía del mismo nombre, en el interior de la Bahía de Amatique. Forma parte, junto con Puerto Barrios, del complejo portuario del Atlántico.

El puerto comprende el muelle y un área urbanizada destinada al uso residencial. La Empresa

Portuaria Nacional Santo Tomás de Castilla es la propietaria del suelo urbano y las instalaciones portuarias.

La construcción definitiva del puerto, fue decidida el 7 de julio de 1953 por el Congreso de la República, por medio del Decreto Número 995. El Coronel Jacobo Arbenz Guzmán, Presidente de la República, ordenó la publicación y cumplimiento del mismo. El Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas, quedó responsable de la construcción del puerto y de la carretera que lo uniría al resto de la República y Centro América.

La población estimada al año de 1,979 era de 10,042 habitantes con un total de 2,462 familias. La actividad comercial gira principalmente alrededor de los productos de primera necesidad, vestido, etc. En el sector industrial, la Zona Libre de Industria y Comercio, ha ampliado la expectativa de empleo en el área.

#### 1.1.3.3. Livingston:

Es la más antigua de todas las poblaciones de el departamento de Izabal, fue fundada en el año de 1,802. Se encuentra ubicada en la desembocadura del Río Dulce, en un punto estratégico en los altos promontorios y acantilados montañosos del lugar. Su municipalidad esta catalogada de segunda categoría. El municipio tiene una superficie de 1,940 km<sup>2</sup>.

En el lugar llamado la Capitanía, se encuentra un banco de marca (BM), en el que se leen los siguientes datos que se refieren con su posición geográfica:

- Latitud: 15° 49' 36" Norte
- Longitud: 88° 45' 02' Oeste
- Altura sobre el nivel medio del mar: 2.00 m. (SNM).

La población de Livingston tiene una fuerte actividad comercial, sostenida a través del comercio marítimo con la ciudad de Puerto Barrios, la cual le sirve de enlace con el resto del país. Además cuenta con buena infraestructura para dar apoyo y servicio al turismo nacional e internacional, como hoteles, restaurantes, centros de recreación y diversión, etc.

Actualmente existen planes gubernamentales de enlazar las ciudades de Puerto Barrios y Livingston con una carretera que va paralela al litoral de la Bahía de Amatique, pero mientras el proyecto no se realice, el comercio marítimo entre las dos ciudades irá en crecimiento, para lo cual, Livingston cuenta con un muelle municipal en buenas condiciones.

## 1.1.3.4. El Estor:

Este es el municipio más grande del departamento de Izabal, cuenta con una superficie de 2,896 Km<sup>2</sup>. La población de El Estor está ubicada sobre la margen Nor-oeste del Lago de Izabal, sobre la Bahía de Sequenel. Es el puerto lacustre más importante del Departamento, a donde se puede llegar desde Puerto Barrios, navegando a través del Río Dulce y el Lago de Izabal o por línea de vapores que salen de la población de Mariscos.

También se puede llegar a El Estor por una carretera de tierra transitable en todo tiempo, denominada Carretera 7-E, que lo comunica con la ciudad de Cobán, departamento de Alta Verapaz.

Frente al edificio de la Municipalidad se encuentra un banco de marca (BM) en donde se leen los siguientes datos referentes a su posición geográfica:

- Latitud: 15° 31' 25" Norte
- Longitud: 89° 20' 10" Oeste
- Altura sobre el nivel medio del mar: 1.65 m. (SNM).

La población del municipio estimada en el año 1,994 era de 27,058 habitantes. La distancia que lo separa de la cabecera departamental es de 102 Km.

La economía de El Estor ha girado en gran medida alrededor de las exploraciones y explotaciones de los recursos naturales con que cuenta el departamento de Izabal. Como ejemplo, se tiene el crecimiento económico de la población, causado por la llegada de la Compañía Hanna Mining Co., más tarde denominada: Exploraciones y Explotaciones Mineras Izabal, S. A. (EXMIBAL). Esta compañía se dedicó a la explotación de níquel y otros minerales.

Recientemente la Compañía Halliburton Company, subcontratista de Shell Exploration Guatemala, tuvo su sede y base de operaciones en El Estor, la cual se dedicó a la exploración del subsuelo en búsqueda de mantos petrolíferos bajo el lecho marino del Lago de Izabal, así también en los alrededores del lago, en las planicies circundantes. El Estor cuenta con un muelle Municipal en óptimas condiciones por el cual se realiza la navegación hacia la población de Mariscos y Río Dulce, por medio de embarcaciones de cabotaje (pasajeros y carga).

## 1.1.3.5. Mariscos

Es una población ubicada en la ribera Sur-este del Lago de Izabal, conectada con la Carretera CA-9 Norte en

el lugar denominado Trincheras, por medio de una carretera de tierra, transitable en todo tiempo.

La población de Mariscos sirve como puerto lacustre de enlace a todas las comunidades y fincas que se localizan en las riberas del Lago de Izabal y del Río Polochic, con el resto del país; contando para ello, con un muelle Municipal en buenas condiciones.

1.2.                    CLASIFICACION DE LOS PUERTOS:

Existen varias clasificaciones para los puertos, éstas dependen del tipo de administración, de la magnitud del servicio que pueda prestar, según su ubicación geográfica y según la especialidad de su uso; a continuación, se hace una descripción de cada una de estas clasificaciones:

1.2.1.                    Por su administración:

En esta clasificación los puertos se dividen por el tipo de organismo que tiene bajo su jurisdicción, la dirección y administración de los mismos. En Guatemala se tiene los siguientes organismos, Gobierno Nacional, Gobierno Municipal e Iniciativa Privada; originándose así, los siguientes tipos de puertos o muelles.

1.2.1.1.                Puertos nacionales:

A esta categoría pertenecen los puertos de carácter internacional, exceptuando a Puerto Barrios, que está dirigido y administrado por la iniciativa privada.

Los puertos nacionales son dirigidos por el Estado a través de empresas portuarias nacionales, con carácter de simi-autónomas, tal es el caso de Santo Tomás de Castilla, Puerto Quetzal y Puerto Champerico. El puerto de San José, está bajo la jurisdicción de la empresa estatal: Ferrocarriles de Guatemala, (FEGUA).

La Empresa Portuaria Nacional Santo Tomás de Castilla (EMPORNAC) y la Empresa Portuaria Nacional de Champerico, se encuentran bajo la jurisdicción del Ministerio de Finanzas Públicas, mientras que la Empresa Portuaria Quetzal, bajo la jurisdicción del Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas.

Actualmente, en algunos asuntos básicos de la administración de los puertos nacionales, tienen que ver los siguientes organismos: (1).

ASUNTOS ADMINISTRATIVOS DEL PUERTO, ASUNTOS BASICOS:

- Establecimiento del Cuerpo Administrativo del Puerto.
- Designación de jurisdicción del Cuerpo Administrativo del Puerto.
- Desarrollo portuario: Investigación, Estudios sobre el desarrollo.
- Planeamiento del puerto.
- Inversión en las instalaciones portuarias.
- Capacitación portuaria

ORGANIZACION GUBERNAMENTAL RESPONSABLE:

- Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas.
- Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas.
- Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas; Secretaría General del Consejo de Planificación Económica (SEGEPLAN).
- Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas; Secretaría General del Consejo de Planificación Económica (SEGEPLAN).
- Ministerio de Comunicaciones, Transporte y Obras Públicas.
- Comisión Portuaria Nacional y el Centro Trainmar.

1.2.1.2. Puertos municipales:

A esta categoría pertenecen los muelles de cabotaje que prestan servicio al comercio y a la navegación en el interior de la República.

Los muelles municipales de Puerto Barrios, Livignston, El Estor, Mariscos, etc., pertenecen a esta clasificación.

Su administración está a cargo de la Municipalidad respectiva de cada municipio, la cual es reponsable de su desarrollo y planificación.

Por extensión, todos los muelles municipales construidos en balnearios públicos, que tengan capacidad de dar servicio a las embarcaciones de cabotaje, entran en esta clasificación.

- (1) Estudio sobre el proyecto de desarrollo del Puerto de Santo Tomas de Castilla, Agencia de Cooperacion Internacional del Japón. (JICA).

## 1.2.1.3. Puertos Privados:

En este tipo de puertos la administración, planificación, inversión en las instalaciones, investigación y estudios para el desarrollo portuario, queda bajo la jurisdicción de particulares, bajo la firma de una empresa comercial o individual.

Puerto Barrios es un ejemplo de esta nueva modalidad en la administración portuaria guatemalteca, pues se creó al pasar por medio de una concesión, de la administración del gobierno -a través de Ferrocarriles de Guatemala (FEGUA)- a la administración de la iniciativa privada, la Compañía Bananera Independiente Guatemalteca (COBIGUA).

COBIGUA, reconstruyó y readecuó las instalaciones portuarias dañadas por el terremoto que en 1,976 sacudió al país, para poner en funcionamiento y operabilidad al puerto.

1.2.2 Segun su ubicacion geografica

## 1.2.2.1. Puerto Marítimo:

Es el que esta ubicado en océanos, mares, golfos y bahías. A su vez se clasifican en: naturales, seminaturales y artificiales.

## - Puerto Natural:

Es el que se encuentra construido en una entrada o área acuática protegida contra las tormentas y el oleaje por la configuración natural de la costa. Su entrada está formada y localizada de tal manera que facilita la navegación, asegurando una comparativa quietud dentro del mismo. Los puertos naturales se localizan en bahías, estuarios y desembocaduras de ríos. En Guatemala, pertenecen a este tipo de puertos: Puerto Barrios y el Puerto Santo Tomás de Castilla. Ver figura Nos. 3 y 4.

## - Puerto seminatural:

Los puertos seminaturales pueden ser fluviales y marítimos. Los fluviales se encuentran construidos en las riberas de grandes ríos, su protección requiere de la construcción de salientes de tierra artificiales, los cuales algunas veces solo se necesitan en la entrada del puerto. Los marítimos están ubicados en las costas que ofrecen condiciones geográficas naturales especiales, como islas, las cuales pueden ser utilizadas, para brindar al puerto de seguridad y comodidad para su operación. Después de un



puerto natural, forma el sitio para puerto más deseable. Ver figura No. 5.

- Puerto artificial:

Es el que está protegido contra el efecto de las olas y las corrientes marinas, por medio de rompeolas construidos artificialmente. Como ejemplo de este tipo de puerto artificial, tenemos en Guatemala al moderno Puerto Quetal. Ver figuras Nos. 6, 7 y 8.

1.2.2.2. Puerto Lacustre:

Es el que está ubicado a orillas de un lago, dependiendo de su magnitud comercial y de su área de influencia, puede ser de carácter internacional, si cuenta con río que lo comunique con mar abierto y que sea navegable en todo su recorrido.

1.2.2.3. Puerto fluvial:

Es el puerto que está ubicado en un gran río navegable en todo tiempo. El calado de las embarcaciones a las que pueda dar servicio, está determinado por la profundidad del río; debiendo tener especial cuidado con la formación de bancos de arena que podrían hacer encallar una embarcación.

1.2.4. Según la especialidad de su uso:

1.2.4.1. Puerto Comercial:

Es aquel en que los muelles están provistos de las instalaciones necesarias para cargar y descargar la mercadería. Algunas veces se proveen muelles secos para reparar buques.

Dependiendo del tipo de carga que manejen, cuentan con cobertizos de tránsito, bodegas y almacenes en donde los bienes y mercadería pueden ser almacenados por períodos más o menos largos, en espera de su distribución.

La evolución del transporte marítimo internacional, así como un análisis del volumen y composición de la carga que se manipula en el puerto, pueden justificar la construcción de terminales especializadas.

Una terminal de carga es un lugar del puerto que se especializa para atender determinado tipo de carga; contando con instalaciones (muelles, bodegas, etc.), equipo y recursos humanos adecuados para su operación.

## MARCO GENERAL DE REFERENCIA 12

Un puerto comercial puede contar con una o varias de las siguientes terminales de carga, dependiendo del grado de desarrollo que tenga:

- Puestos de atraque de carga general (puerto tradicional)
- Terminal de contenedores
- Terminal polivalente
- Terminal de carga seca a granel
- Terminal para carga líquida a granel

- Puesto de atraque de carga general (puerto tradicional):

Es un grupo de puestos de atraque para usos generales, en los que se manifiesta una combinación de carga general fraccionada (suelta) y cierta cantidad de unidades de carga (paletas, contenedores, etc.) en buques de tipo corriente.

- Equipos e instalaciones:

- Equipo de carga/descarga:  
Equipo del buque (plumas y grúas) y grúas del puerto.
- Equipo para manipulación de la carga en tierra (transferencia):  
Montacargas (3 a 15 Tons.), remolques y vagonetas, grúas móviles (10 a 60 Tons.)
- Bodegas de almacenamiento cerca del muelle, zonas de almacenamiento al aire libre, explanadas angostas.

- Terminal de contenedores:

Son terminales especializadas para atender buques portacontenedores celulares, con puestos de atraque que tienen una profundidad de 13 metros bajo el nivel medio del mar.

- Equipos e instalaciones:

- Equipo de carga/descarga:  
Grúas pórtico de 45 a 50 Tons.
- Equipo para manipulación de la carga en tierra (transferencia):  
Carretillas pórtico, grúas pórtico de patio, montacargas grandes, remolcadores (cabezales) con plataformas o chasis.
- Estación de consolidación y las mismas instalaciones que una terminal polivalente.

- Terminal polivalente:

Al aumentar el número de unidades de carga, incluida la llegada de los primeros buques portacontenedores, se hacen necesarias instalaciones especiales para la carga unitarizada. La terminal polivalente es flexible y adaptable para atender: carga general y carga unitarizada, contenedores y carga sobre ruedas (roll-on roll-off).

Equipos e instalaciones:

- Equipo de carga/descarga:  
Plumas y grúas del buque, grúas del muelle (10 a 30 Tons.), grúas móviles sobre neumáticos o sobre rieles, cabezales para Ro/Ro, grúas pórtico de 45 Tons., rampas para buques Ro/Ro.
- Equipo para manipulación de la carga en tierra (transferencia):  
Montacargas hasta de 40 Tons., grúas móviles (10 a 60 Tons.), tractores (remolques), carretillas pórtico.
- Zonas de almacenamiento al aire libre, cerca del muelle y explanadas anchas.
- Bodegas

- Terminales para carga seca a granel:

Estas terminales se especializan para atender buques graneleros que transportan grandes cantidades de carga sólida en forma suelta para exportación e importación, tal como cereales, fertilizantes, abono, carbón, etc.

- Equipos e instalaciones:

- Equipo de carga/descarga:  
Succionadores (extractores neumáticos)
- Equipo para manipulación de la carga en tierra (transferencia):  
Bandas transportadoras, reductores o tolvas, etc.
- Zonas de apilamiento o silos

- Terminales para carga líquida a granel:

Estas terminales están especializadas para dar servicio a buques de gran calado, por lo que, tanto el canal de acceso como las dársenas de maniobras deben ser profundas; pudiendo fondear lejos de los muelles. La carga puede ser: petróleo y sus derivados, sebo, productos químicos, aceite vegetal, etc.

- Equipos e instalaciones:

- Equipo de carga/descarga:  
Bombas del buque o de la terminal
- Equipo para manipulación de la carga en tierra (transferencia):  
Tuberías, las cuales verían en cuanto a dimensiones y características según el fluido a manejar.
- Brazos de carga que se introducen al mar, mangueras de transporte, tuberías, ductos, tanques de almacenamiento.

El puerto debe estar conectado por medio de carretera y ferrocarril con los centros comerciales e industriales del interior del país, o con otros puertos; a fin de extender su área de influencia o hinterland a una considerable distancia más allá del puerto.

1.2.4.2. Puerto pesquero:

Es el que se destina a las embarcaciones de pesca, y que muchas veces no es sino una dársena especialmente habilitada en un puerto grande.

El puerto pesquero moderno, es más bien una zona industrial en la que se descarga, se elabora y se comercializa el pescado y en la que se efectúan los trabajos de mantenimiento de la flota pesquera. Las instalaciones destinadas a la flota pesquera pueden consistir en un muelle o un malecón en aguas poco profundas, situado generalmente al extremo de las zonas normales de manipulación de la carga, o en una dársena especial. Esa separación es conveniente, para evitar que el olor de pescado llegue al puerto comercial.

Las embarcaciones de pesca locales, suelen tener un calado máximo de 2.00 metros (6.56'), que puede ser hasta de 3.50 metros (11.48') en el caso de los pesqueros de arrastre y de los buques de transporte de pescado. Los grandes barcos pesqueros de arrastre, para pesca de altura, requieren puestos de atraque con 4.00 metros (13.12') de calado. Basta con que la explanada del muelle tenga 6.00 metros de ancho, normalmente con un declive de 5%, hacia el borde del muelle, a fin de facilitar la limpieza.

Normalmente, la longitud del muelle de descarga deberá ser suficiente para que se puedan descargar por completo todas las unidades de la flota local, durante el periodo de máxima actividad. Los factores que son necesarios considerar para determinar la longitud del muelle son:

- a) Promedio y número máximo de barcos pesqueros que descargan al mismo tiempo.
- b) Longitud de muelle que cada barco pesquero necesita para la descarga.
- c) Volumen medio y máximo de las capturas descargadas por cada barco pesquero.
- d) Ritmo de descarga, incluido el tiempo que llevan los preparativos anteriores y posteriores a la descarga, propiamente dicha.
- e) Tiempo disponible durante el día para la descarga.

Se necesita un local cubierto a todo lo largo del muelle, para lavar, clasificar, colocar en cajas (embalar), pesar, poner en hielo, comercializar, distribuir y posiblemente, almacenar el pescado.

También se necesitan zonas al aire libre para secar y reparar las redes y para reparar las embarcaciones, así como varaderos y un taller. Adicionalmente puede ser que se necesiten las siguientes instalaciones:

- Almacenes frigoríficos
- Fábrica de hielo
- Almacenes de aprovisionamiento
- Cobertizos para aparejos
- Depósitos para combustible
- Energía eléctrica
- Sistema de distribución de agua dulce
- Equipo contra incendios
- Oficinas, servicios higiénicos y cafetería
- Instalaciones para la elaboración de pescado
- Fábricas de harina de pescado

En Guatemala, los puertos de San José y Champerico, prestan servicio a la industria pesquera del país, al atender las embarcaciones pesqueras de la región.

#### 1.2.3.3. Puerto de turismo:

Es el que está al servicio de transatlánticos y cruceros, cuenta con oficinas para agencias de viajes, tramitación de derechos de aduanas, inmigración y sanidad para el servicio de los viajeros.

Muchas veces son puestos de atraque especializados y exclusivos para atender y dar servicio a los buques de pasaje o de crucero en un puerto grande, denominándose entonces, terminal de pasajeros o estación marítima. Por lo general en estos puertos, los muelles y estaciones marítimas se mantienen pulcros.

## 1.2.3.4. Puerto militar:

Este tipo de puertos generalmente son contruidos en abrigos naturales, que penetran profundamente en la tierra y pueden ser defendidos eficazmente por la artillería costera. Sus instalaciones no difieren mucho de las de un puerto mercante, a no ser por la presencia de un arsenal, cuarteles, polvorines, refugios subterráneos, etc.

Cuando estos puertos son muy importantes, se les dá el nombre de Base Naval. Un puerto militar o base naval, tiene el propósito de dar alojamiento a buques navales y sirve como depósito de suministros.

Guantánamo, Cuba; Hampton Roads, Virginia y Pearl Harbor, Hawaii; son algunas bases navales muy conocidas.

En Guatemala se cuenta con las dos Bases Navales pertenecientes a la Marina de Guerra de Guatemala, ubicadas una en el Atlántico y la otra en el Pacífico.

## 1.2.3.5. Puerto industrial:

Este tipo de puerto se construye para ponerlo al servicio de las industrias ubicadas en su zona portuaria.

Existen puertos industriales con sus muelles, instalaciones y equipos especialmente definidos para cargar, descargar, transferir, almacenar y despachar, exprofesamente, la carga o productos de una industria específica, es así como existen grandes puertos petroleros, mineros, fruteros, etc.

# NAVEGACION DE CABOTAJE EN EL NORTE DEL PAIS DEPARTAMENTO DE IZABAL

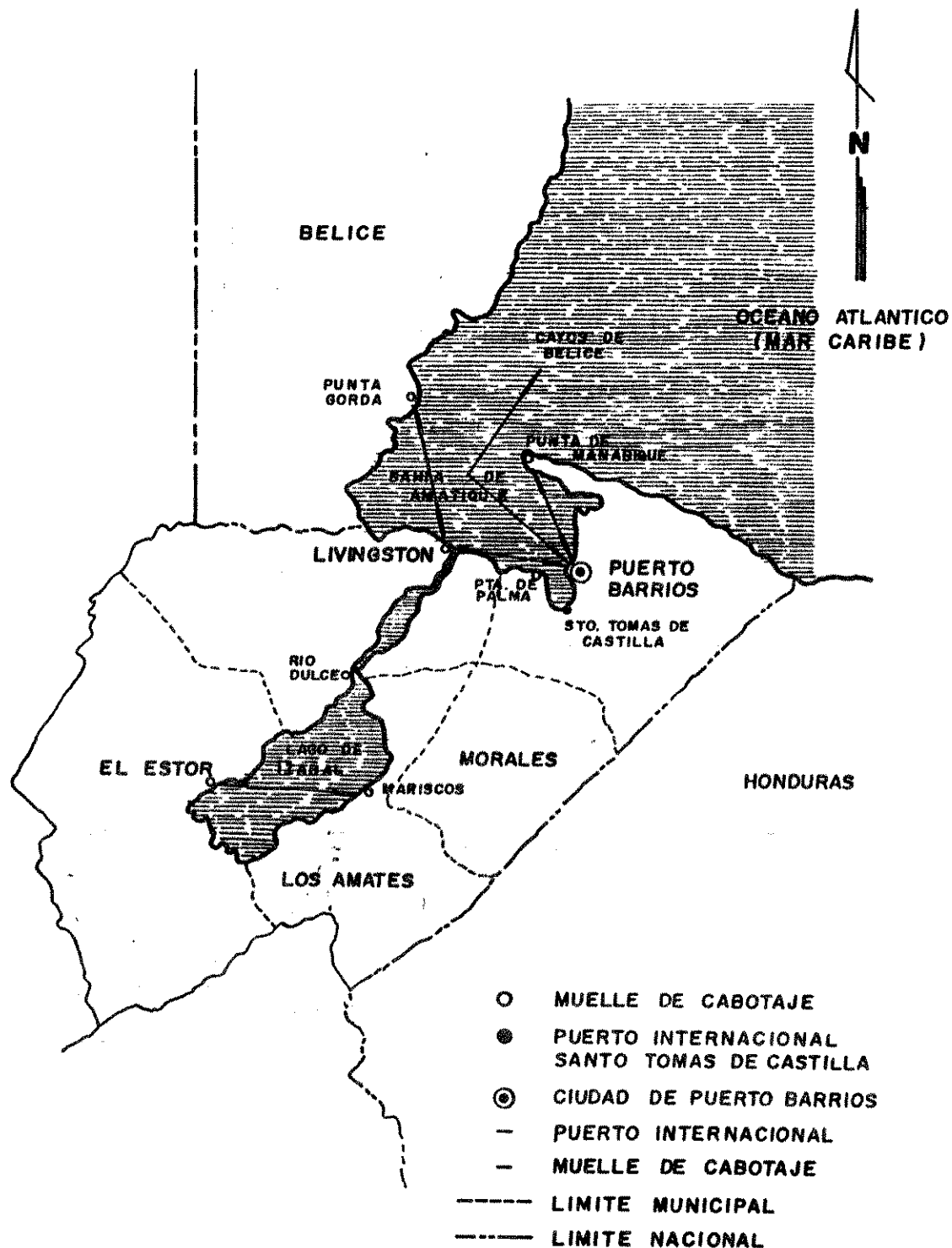


FIGURA No. 2



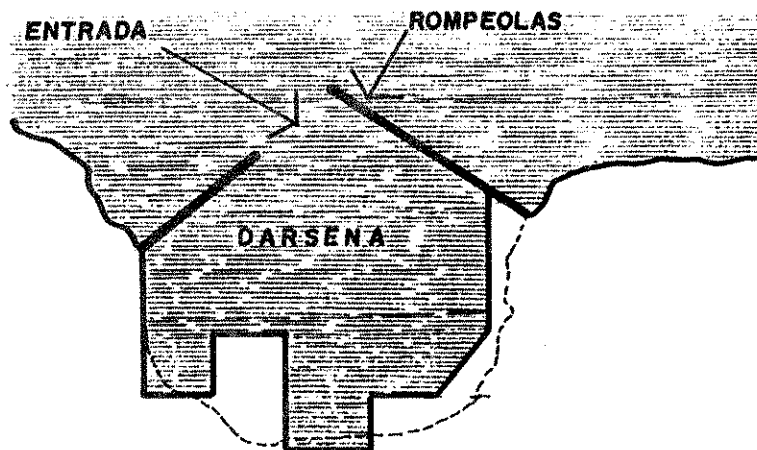
PUERTOS DEL LITORAL ATLANTICO DE GUATEMALA  
PUERTOS NATURALES EN BAHIA.

FIGURA No. 3



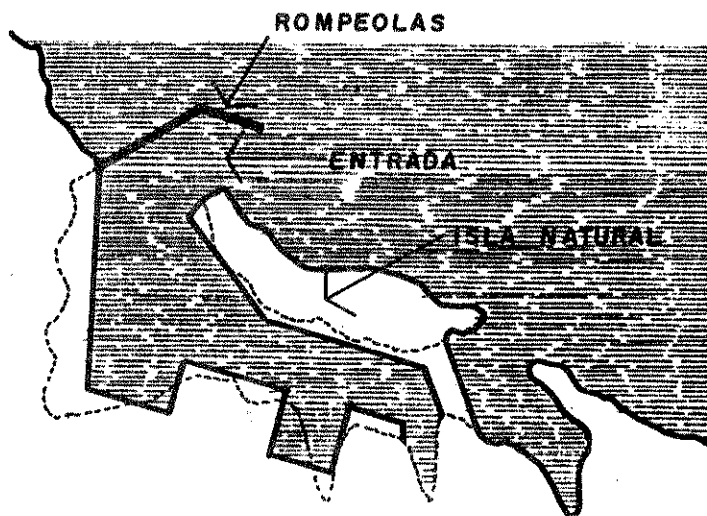


FIGURA No. 4



PUERTO SEMINATURAL

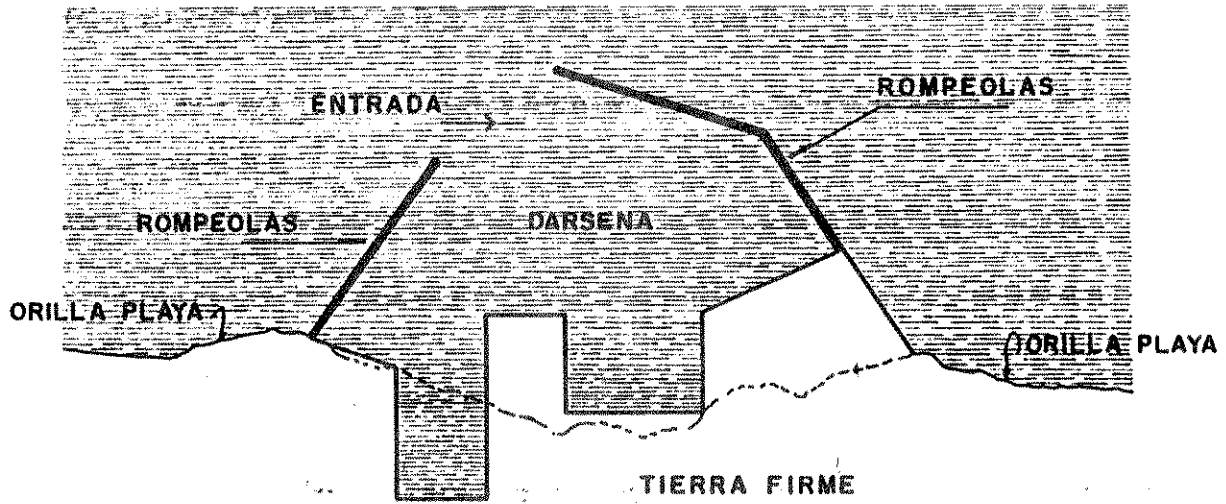
----- ORILLA ORIGINAL DE PLAYA  
———— ORILLA DE MUELLE



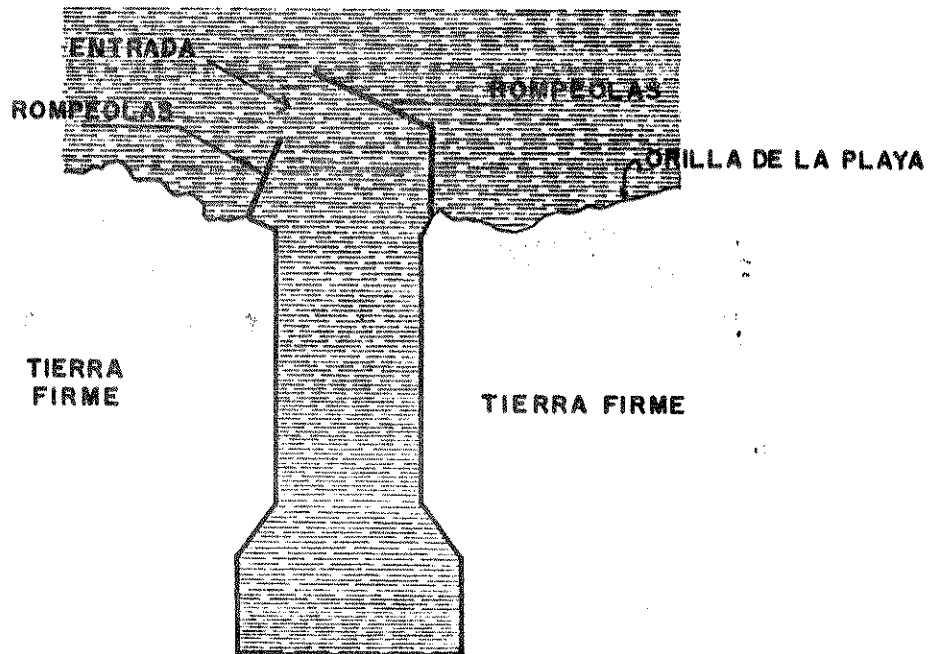
APROVECHAMIENTO DE UNA ISLA NATURAL  
FRENTE A LA COSTA  
PUERTO SEMINATURAL

FIGURA No. 5

PUERTOS ARTIFICIALES

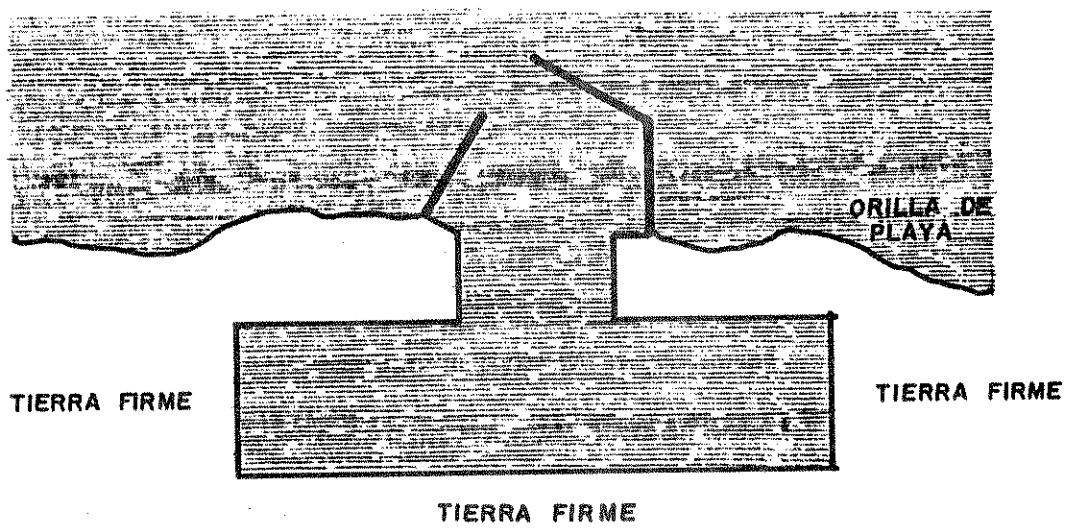


PUERTO ARTIFICIAL MAR ADENTRO  
( EN SALIENTE )

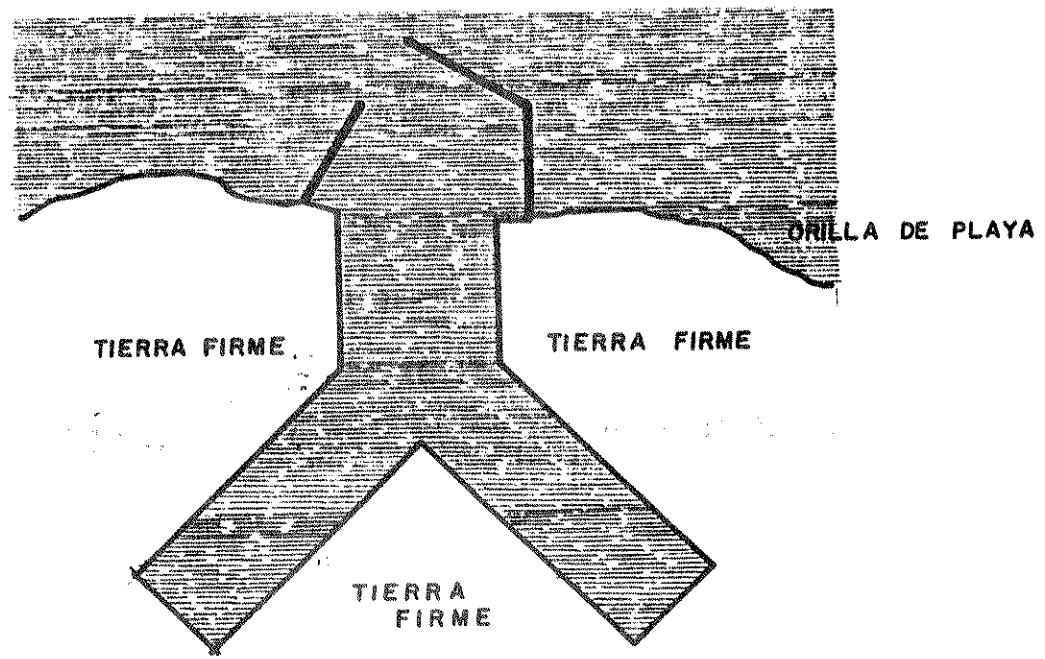


CANAL EXCAVADO EN TIERRA FIRME  
Y DARSENA DE MANIOBRAS

FIGURA No. 6



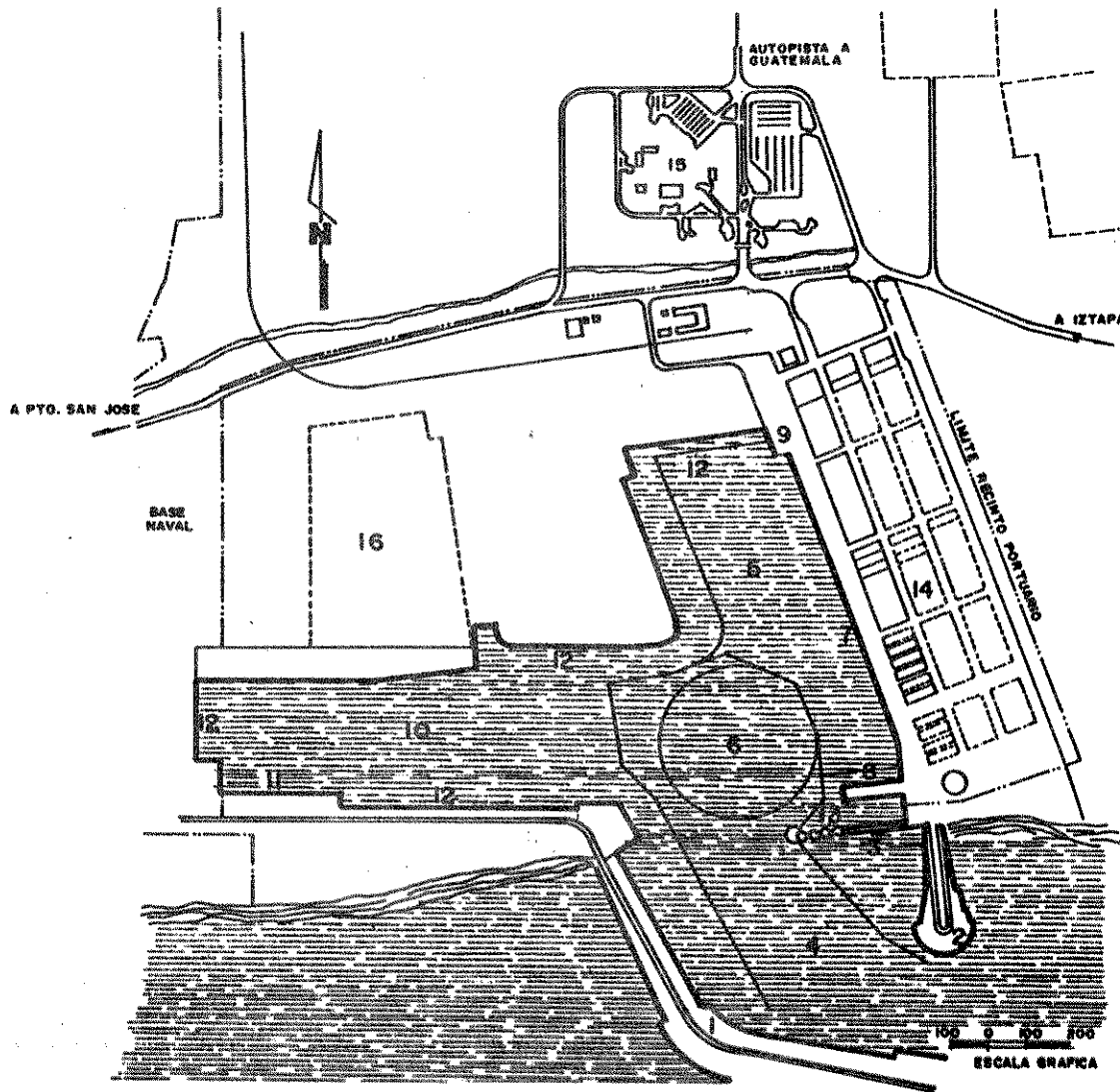
CANAL EXCAVADO PARALELO A LA COSTA



CANAL EXCAVADO EN FORMA DE "Y"  
PUERTOS ARTIFICIALES

FIGURA No. 7

# COMPLEJO PORTUARIO EN EL LITORAL PACIFICO "PUERTO QUETZAL"



## LOCALIZACION DE OBRAS

- |                                     |                               |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| 1 ROMPEOLAS OESTE.                  | 9 MUELLE ROLL-ON ROLL-OFF.    |
| 2 ROMPEOLAS ESTE                    | 10 AMPLIACION DE LA DARSENA   |
| 3 MALECON DE PROTECCION DE DARSENA. | 11 MUELLE BASE NAVAL.         |
| 4 ANTEPUERTO.                       | 12 PROTECCION DE MARGENES.    |
| 5 DARSENA PRINCIPAL.                | 13 MUELLE PESQUERO            |
| 6 CIRCULO DE MANIOBRA.              | 14 AREA DE SUPERESTRUCTURAS.  |
| 7 MUELLE COMERCIAL.                 | 15 AREA ADMINISTRATIVA.       |
| 8 MUELLE DE SERVICIO.               | 16 FUTURA AMPLIACION DARSENA. |

C A P I T U L O        I I

E L   M U E L L E   C O M O   E L E M E N T O  
D E   U N   P U E R T O

2.1.                    DEFINICION DE MUELLE:

El muelle en general, es una estructura que se construye en la orilla del mar, de un río o de un lago, para consolidarla y permitir el fondeo o atraque de los barcos que suben y bajan carga o embarcan y desembarcan pasajeros.

A este tipo de construcción también se le denomina embarcadero, malecón, atracadero, y; en Europa: tajamar y muro de muelle. Aunque cada uno de ellos tiene sus propias características especiales, las cuales se describirán en este capítulo, más adelante.

En Europa, donde existen grandes variaciones en el nivel de las mareas, un muelle o atracadero se considera como un estanque artificial para barcos y se le llama "muelle Humedo". Cuando el estanque se vacía, se llama "muelle seco.

2.2.                    CLASIFICACION DE LOS MUELLES:

Para un estudio más profundo, los muelles se pueden clasificar de la siguiente manera: según el material usado en su construcción, por la capacidad soporte de carga viva del mismo, por el diseño de su estructura, y por su forma geométrica. A continuación, se detalla cada una de ellas:

2.2.1.                Según el material usado en su construcción:

Los muelles pueden construirse con los siguientes materiales: madera, acero, concreto reforzado o con materiales combinados.

2.2.1.1.            Muelle de madera:

Es un muelle de construcción abierta con la cubierta soportada por pilotes, Toda la madera empleada en su construcción, requiere ser tratada químicamente (generalmente con creosota o sales minerales), para darle mayor durabilidad y resistencia al ataque de organismos marinos, aunque se ha comprobado que el tratamiento químico no es muy efectivo en pilotes de madera expuestos a aguas saladas abiertas, por lo que no es recomendable usarlos, a menos que se compruebe mediante investigaciones completas, que no existen organismos destructivos.

La construcción con madera está limitada habitualmente a los muelles para embarcaciones pequeñas y en pocas ocasiones como puente o caballete de acceso desde tierra firme, al extremo de playa de un muelle abierto. Este tipo de construcción es económico y particularmente apropiado para uso temporal o de plazo corto.

Las cargas vivas verticales de diseño pueden consistir en una o varias de las siguientes: camiones H10, H15 o H20-44, o bien HS15 o HS20-44, cargas de ferrocarril, grúas móviles, tuberías llenas de líquidos, bandas transportadoras con carga o carga viva a razón de 250 Lbs/pie<sup>2</sup>.

Actualmente la madera no es usada en la construcción de grandes obras marinas por contarse con materiales más resistentes y durables. Además, las estructuras de madera requieren de un sistema de mantenimiento continuo, y en caso de incendio, la destrucción puede ser total. Ver figura No. 15.

#### 2.2.1.2. Muelle de acero:

Existen estructuras marinas construidas exclusivamente con acero estructural. Entre estas estructuras se pueden mencionar: las plataformas empleadas en la exploración y explotación de petróleo en lagos y mares abiertos, y los muelles abiertos construidos con armadura rígida o flexible y pilares (pilotes).

Este tipo de muelle requiere de un buen mantenimiento contra la corrosión, a menos que se utilice acero resistente a la misma, con aleaciones de cobre. Otro método es la protección catódica, consistente en colocar un ánodo de sacrificio, por lo general de zinc, sobre la estructura o carga de ella; de forma que el hierro de la estructura se convierta en cátodo y no se corroa.

También está el método que consiste en utilizar una corriente eléctrica continua para mantener una diferencia de potencial entre la estructura y un ánodo separado. Ver figura No 14.

#### 2.2.1.3. Muelles de concreto reforzado:

Son estructuras construidas únicamente de concreto reforzado, las cuales, debido a las propiedades del concreto, resultan ser de mucha durabilidad y resistencia.

Estos muelles pueden ser de construcción abierta y cerrada, dependiendo si su plataforma pavimentada descansa sobre pilotes o sobre relleno, respectivamente.

Los pilotes y los elementos estructurales de la plataforma, (cabezales, vigas principales y vigas secundarias, losas y otros) suelen ser piezas prefabricadas de concreto pretensado, lo cual es de mucha importancia pues facilita el proceso constructivo, y además, reduce el tiempo de ejecución y el costo del proyecto.

2.2.1.4. Muelles mixtos:

Son los muelles que se construyen combinando dos materiales de construcción, que regularmente son: acero estructural y concreto reforzado. Como ejemplo de la combinación de estos materiales, se tienen los siguientes casos:

- Muelle de concreto (tipo cerrado) con la utilización de tablestaca de acero como muro de contención de relleno.
- Muelle de concreto (tipo abierto) con la utilización de pilotes de acero estructural para su cimentación.

2.2.2. Según la capacidad de carga viva del muelle:

Esta clasificación toma en cuenta la capacidad estructural del muelle para soportar la carga viva de los elementos usados en el sistema de carga y descarga de las embarcaciones.

2.2.2.1. Muelle peatonal:

Este tipo de muelle no utiliza maquinaria para las operaciones de carga y descarga, y además, no es posible la entrada de camiones a su interior, ya que su estructura no está diseñada o construida para soportar las cargas vivas que ésto provocaría.

Generalmente, estos muelles son de madera, de tipo liviano, muy utilizado en viviendas particulares cercanas a la costa.

2.2.2.2. Con capacidad de soportar vehículos de carga:

A esta clasificación pertenecen los muelles de cabotaje, como los grandes puertos comerciales. En estos muelles se permite el ingreso de camiones de carga a su interior. Las operaciones de carga y descarga, así como el manejo y transferencia de la mercadería, se realiza



utilizando maquinaria y equipo pesado, por lo que se diseñan y construyen resistentes para soportar el peso propio de la estructura, o carga muerta, y la carga viva, que usualmente consiste en una carga transmitida por las ruedas de los camiones, carros de ferrocarril o locomotoras, grúas para el manejo de carga y equipo. La carga viva uniforme puede variar de 250 a 1,000 Lbs/plg<sup>2</sup>., en el área de la cubierta o plataforma. La cifra más pequeña se usa para muelles petroleros y estructuras similares, que manejan materiales a granel por medio de bandas transportadoras o tuberías y, en donde la carga del tipo general es secundaria.

Los muelles de carga general, se diseñan normalmente para cargas vivas más pesadas, con variaciones de 600 a 800 Lbs/pie<sup>2</sup>. Los muelles que manejan metales pesados como lingotes de cobre, etc., pueden diseñarse para 1,000 Lbs/plg<sup>2</sup>., o más. La carga viva uniforme se controla por el diseño de los pilotes, mientras que las cargas concentradas sobre ruedas, incluso el impacto, usualmente se controlan por el diseño de la losa de cubierta y las vigas.

A veces se hace una reducción del 11.03 % en la carga viva uniforme al calcular la carga de los pilares, y al dimensionar los largueros o travesaños. Esto se basa en la suposición de que el área entera de cubierta de muelles contiguos no estará cargada totalmente al mismo tiempo.

Otro tipo de cargas para el diseño de muelles son las siguientes: fuerzas de viento, fuerzas de corrientes marinas, impacto y fuerzas sísmicas, a las cuales se les denomina fuerzas horizontales o laterales.

En Guatemala, por ejemplo, los muelles del Puerto Santo Tomás de Castilla fueron diseñados para soportar cargas vivas de 600 Lbs./pie<sup>2</sup>., equivalente a 2.9 Ton./m<sup>2</sup>. en su plataforma de carga y descarga, y los muelles de el Puerto Quetzal están diseñados para soportar cargas vivas de 1,232.34 lbs/pie<sup>2</sup>., equivalente a 6.0 ton/m<sup>2</sup>.

### 2.2.3. Por el diseño de su estructura:

Tomando en cuenta el diseño de su estructura, los muelles generalmente se pueden clasificar en dos grandes grupos: muelles o espigones de construcción abierta con las cubiertas soportadas por pilotes y, muelles de construcción cerrada o sólida.

#### 2.2.3.1. Muelle de pilotes:

Este es un muelle que se proyecta dentro del agua, cuya cimentación a base de pilotes, soporta la plataforma del mismo. También se le denomina muelle abierto

y tiene la ventaja que se puede habilitar de los dos lados para el atraque de los buques, cuando su construcción es de tipo espigón. También puede construirse de tipo marginal, los cuales son paralelos a la playa. Ver figuras Nos.14 y 15 y 16.

2.2.3.2. Relleno (área ganada al mar):

Este tipo de muelle está construido a base del uso de muros de contención y material de relleno adecuado. Los muros de contención pueden ser tablestacas metálicas o tablestacas de concreto reforzado, las cuales son prefabricadas y pretensadas. El uso de tablestaca puede ser sustituido por cajones de concreto puestos sobre una base de piedra y roca quebrada o bien por un muro de gravedad; que se construye generalmente de bloques pesados de concreto precolado. A este tipo de muelle, también se le denomina malecón, y es de tipo marginal. Ver figura No.9 y 10.

2.2.4. Por su forma geométrica:

Otra clasificación de los muelles consiste por la forma geométrica de su construcción, y la posición con respecto a la playa.

2.2.4.1. Paralelo a la playa (muelle marginal):

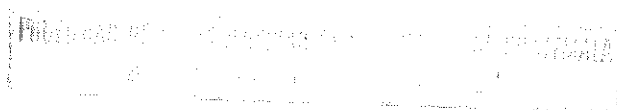
A los muelles contruidos paralelos a la playa, se les denomina muelles marginales o malecones. Pueden ser de construcción cerrada o abierta; los de construcción cerrada, llevan sus cubiertas o plataformas apoyadas en celdas de tablestacas rellenas con roca o material granular grueso, en cajones de concreto con lastre de roca en su interior y, sobre muros de gravedad.

Los muelles marginales de construcción abierta, llevan sus cubiertas soportadas por pilotes, ya sean éstos de acero o de concreto reforzado. Ver figuras Nos.10, 11, 12, 13, 16 y 17.

Por lo general, los muelles marginales ofrecen mejores condiciones para los accesos al ferrocarril y al transporte por vehiculos. Normalmente la línea férrea debe ingresar a la plataforma del muelle para facilitar el embarque y desembarque directos.

2.2.4.2. Perpendicular a la playa (muelle de espigón):

Los muelles perpendiculares a la playa también se denominan de espigón. Son muelles de tipo abierto con sus cubiertas soportadas por pilotes, en ellos, la losa



estructural principal está debajo de la cubierta terminada (plataforma pavimentada), y el espacio intermedio se rellena con material adecuado para proporcionar peso adicional y aumentar la estabilidad de la estructura. Además, este relleno es un excelente disipador de energía para las cargas de impacto que se generan al caer sobre la plataforma de carga y descarga, objetos pesados. Ver figuras Nos. 14, 15, y 18.

2.2.4.3. Combinado:

Existen las formas combinadas en la construcción de los muelles. Esta puede estar determinada por algunos factores, por ejemplo: dirección de los vientos, corrientes marinas, profundidad del agua, etc., pero siempre debe tomarse en cuenta el aspecto económico del tipo de forma adoptada. Entre los tipos de forma combinada, se tienen: la forma de "L", la forma de "T", combinada marginal y espigón, etc. En la figura No.9, se pueden observar algunos de ellos.

Algunas formas geométricas de los muelles tienen ventajas sobre otras, al permitir con facilidad los accesos de ferrocarril y de vehículos pesados para la ejecución de las operaciones de embarque y desembarque directos.

2.2.5 Por su calado

Según el calado de los muelles, éstos se pueden calificar de la siguiente forma:

- Muelles de primer orden ( gran calado ):

Calado de: 16.40' a 42.65' o más  
5.00 m. a 13.00 m. o más

- Muelles de segundo orden (mediano calado):

Calado de : 6.56' a 16.40' o más  
2.00 m. a 5.00 m. o más

- Muelles de tercer orden (pequeño calado, embarcaciones livianas):

Calado de: 1.64' a 6.56' o más  
0.50 m. a 2.00 m. o más

2.2.5.1. Muelles de primer orden (gran calado):

A esta clasificación pertenecen los cinco puertos de carácter internacional que tiene el país, los cuales son:

- Puerto Santo Tomás de Castilla
- Puerto Quetzal
- Puerto Barrios
- Puerto San José
- Puerto Champerico

- Puerto Santo Tomás de Castilla:

Está situado en costa atlántica, en la bahía de Santo Tomás, la cual se encuentra en el interior de la bahía de Amatique, su localización geográfica es:

- 15° 41' 45" Latitud Norte
- 68° 00' 37" Longitud Oeste

Al igual que Puerto Barrios, que es un puerto protegido naturalmente contra las corrientes marítimas y de oleajes fuertes.

Entre las instalaciones y características más importantes del puerto se pueden mencionar las siguientes:

- Nivel máximo de mareas: 0.60 m.
  - Tipo de muelle: Marginal abierto
  - Largo: 914.63 m.
  - Plataforma de carga y descarga capacidad de diseño carga viva: 600.00 lbs/pie<sup>2</sup>  
2.90 Tons/m<sup>2</sup>.
  - Dársena de maniobras:
    - Area: 677,640.00 m<sup>2</sup>.
    - Profundidad: 36.09' = 11.00 m.
  - Canal de acceso:
    - Ancho: 90.00 m.
    - Longitud: 12.50 Km.  
(entre boya de mar y rostro de muelle)
    - Profundidad: 36.09' = 11.00 m.
    - Tipo: Canal recto
  - Instalaciones:
    - Bodegas cubiertas y al aire libre.
    - Patios de aplilamiento de contenedores y furgones.
    - Ductos y tanques de almacenamiento para combustibles y otros líquidos a granel.
    - Equipo succionador de graneles sólidos.
    - Otros.
  - Calado en el muelle: 8.00 m.
  - Accesos al muelle: Por ferrocarril  
Por carretera
- Puerto Quetzal:

Está ubicado en el litoral del Pacífico, en el departamento de Escuintla, siendo su localización geográfica la siguiente:

- 13° 54' 51" Latitud Norte
- 90° 41' 07" Longitud Oeste

Este puerto es una terminal del sistema de comunicación interoceánico, distante de los puertos del Atlántico 400 Km. por carrera y 443 Km. por ferrocarril. El puerto es una obra de la moderna ingeniería especializada en construcción de puertos, y cuenta con las siguientes instalaciones:

- Obras de protección:

- La zona abrigada está conformada con un rompeolas mayor (Oeste) de 1,140 metros de longitud, el rompeolas menor (Este) de 307 metros de longitud y un dique secundario norte, con una longitud de 367,54 metros; lo que asegura una mínima agitación y máxima seguridad a los buques en el interior del puerto.

- Canal de acceso:

- Ancho mínimo 210.00 metros
- Profundidad 39.37' =  
(a la marea más baja)

- Muelles:

- Muelle principal: Con una longitud de 800.00 metros y una plataforma libre de 56.00 metros de ancho. Consta de una rampa de 30.00 x 25.00 metros para el servicio de buques Roll-On-Roll-Off, con una pendiente de 1/10. La profundidad de calado es de 11.00 metros.

- Muelle de servicio: Con una longitud de 170,00 metros y ancho de 31.00 metros, para embarcaciones medianas y pequeñas. Profundidad de calado: 5.00 metros

- Muelle pesquero: Con una longitud de 50.00 metros y con una profundidad de 5.00 metros.

- Además cuenta con:

- Patios para contenedores
- Bodega cerrada, etc.

- Acceso al muelle:

- Por ferrocarril
- Por carretera

- Puerto Barrios:

Está situado en la costa Atlántica, en el interior de la Bahía de Amatique, su localización geográfica es la siguiente:

- 15° 43' 00" Latitud Norte
- 88° 36' 20" Longitud Oeste

El cabo de Punta de Manabique y una formación de coral llamado Bajo de Ox Tongue Shoal, sirven como doble protección al mar abierto, lo que evita problemas de oleaje y corrientes fuertes.

El puerto cuenta con las siguientes características e instalaciones:

- Nivel máximo de mareas: 0.60 m.
- Tipo de muelle: De espigón
  - Largo: 304.00 m.
  - Ancho: 15.42 m.
  - Calado: Entre 27' y 31' (8.23m. y 9.45m.)

Instalaciones:

- Patio de contenedores y furgones.
- Tuberías
  - Agua potable
  - Diesel
  - Gasolina
  - Petróleo
  - Agua para incendios
- Postes de energía eléctrica y teléfono.
- Accesos al muelle:
  - Por ferrocarril
  - Por carretera

- Puerto Champerico:

Se encuentra ubicado en el litoral del Pacífico, en el Departamento de Retalhuleu. La carga y descarga de y hacia grandes buques, se hace en la rada, alejada del muelle, usando gabarras (barcazas pequeñas), ya que los barcos no atracan directamente al muelle. La construcción del moderno Puerto Quetzal en el litoral del Pacífico, dejó en desuso a este puerto, pues su sistema de carga y descarga con gabarras, mayor costo, lo cual no le permite competir.

Actualmente el puerto presta sus servicios a empresas y cooperativas pesqueras de la región, atendiendo a sus embarcaciones.

Características físicas del puerto y sus instalaciones:

- Tipo de muelle De espigón
  - Largo: 100.00 m.
  - Ancho: 25.00 m.
  - Calado: Máximo: 26.25' (8.00 m.)
- Bodegas:
- Tuberías
- Equipo, etc.
- Puerto San José:

Se encuentra ubicado en el litoral del Pacífico, cercano a Puerto Quetzal, en el Departamento de Escuintla. Actualmente da apoyo y servicio a la industria pesquera de la región.

Es observable el mal estado físico de la estructura del muelle, por lo que ha caído en desuso para el comercio marítimo internacional. Tiene el mismo sistema de carga y descarga que el puerto de Champerico, en el cual, las embarcaciones no atracan directamente al muelle.

Algunas características del muelle son:

- Muelle: De espigón
  - Largo: 52.40 m.
  - Ancho: 20.40 m.
- Puente que conecta al muelle con la orilla:
  - Largo: 240.31 m.
  - Ancho: 8.50 m.
- Calado del muelle: Máximo: 31.82' (9.70 m.)  
Mínimo: 21.98' (6.70 m.)

#### 2.2.5.2. Muelles de segundo orden (mediano calado):

También se denominan muelles de cabotaje, éstos dan servicio a la navegación costera o de cabotaje, que se realiza en las costas de los litorales Atlántico y Pacífico de nuestro país. Asimismo, en los lagos y ríos caudalosos.

Como ejemplo se tienen los muelles municipales, los cuales prestan servicio a la navegación de cabotaje que puede originarse por las siguientes actividades:

- Navegación costera o cabotaje:
  - Transporte de carga.
  - Transporte de pasajeros (turismo)
  - Industria pesquera
  - Patrullaje en las costas  
(servicio de guardacostas de la Marina de Guerra).

En el litoral del Atlántico se tienen los siguientes muelles municipales:

- Muelle de Puerto Barrios
- Muelle de Livingston
- Muelle de El Estor
- Muelle de Mariscos

Además, existen muelles privados en hoteles y restaurantes en el Río Dulce y Lago de Izabal, que pertenecen a esta categoría. Algunos de estos muelles, tienen servicio de abastecimiento de combustibles y en pocos de ellos se cuenta con un varadero para realizar reparaciones a las embarcaciones.

Según la clasificación de los puertos que se determinó para la realización del presente trabajo, los muelles de segundo orden, son los que por su calado, pueden prestar servicio a las embarcaciones de pequeño o mediano calado. Las profundidades de estos muelles pueden oscilar entre 2.00 y 5.00 metros; o bien, 6.5' y 16.5'.

Otra observación sobre estos muelles, es que la mayoría se construyen con la suficiente capacidad soporte de carga viva para soportar la entrada y circulación de vehículos pesados como camiones, trailers, etc. en su plataforma de carga y descarga.

Después de los puertos de carácter internacional con que cuenta al país, es en estos muelles, en los que se desarrolla la navegación comercial, turística y pesquera a nivel nacional, por lo que es importante y urgente ayudarlos en la planificación de su desarrollo.

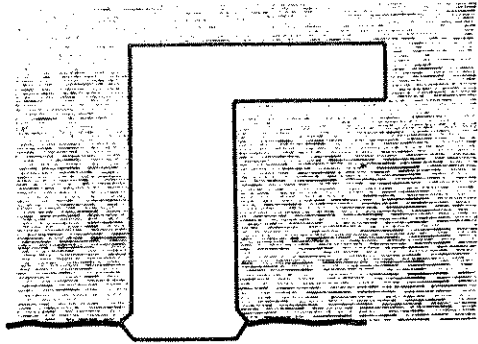
#### 2.2.5.3. Atracaderos de embarcaciones livianas (tercer orden):

Estos son atracaderos sencillos y consisten en muelles de madera o concreto de poca altura, para dar servicio a embarcaciones livianas, cayucos y lanchas. Como ejemplo de este tipo de atracaderos se tiene el localizado en el Mercado Municipal No. 2 de Puerto Barrios, situado en las márgenes del Río Escondido.

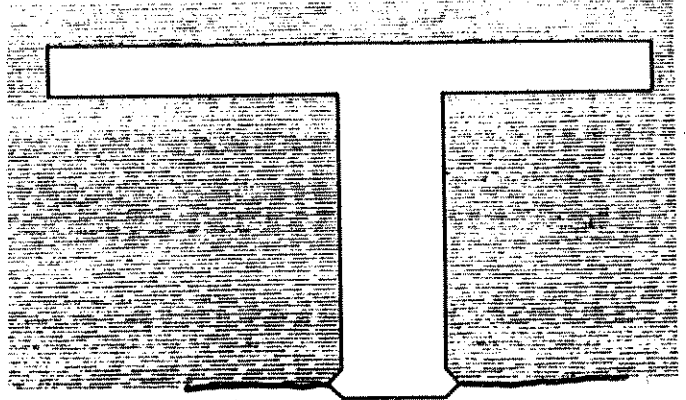


Otro ejemplo de este tipo de atracaderos, es el que se encuentra en Río Dulce, que brinda servicio a las embarcaciones livianas en las que se transporta a los turistas o pasajeros al Castillo de San Felipe o a un recorrido por el Río Dulce. De este tipo de atracaderos existen privados y municipales, y muy pocos de ellos están contruidos para soportar cargas de vehiculos.

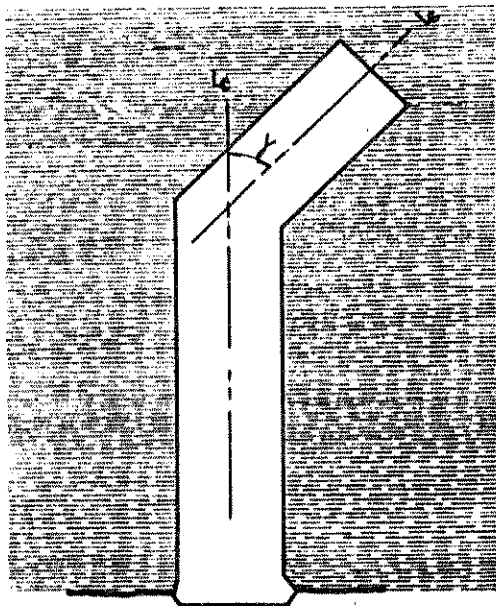
MUELLE DE FORMA COMBINADA



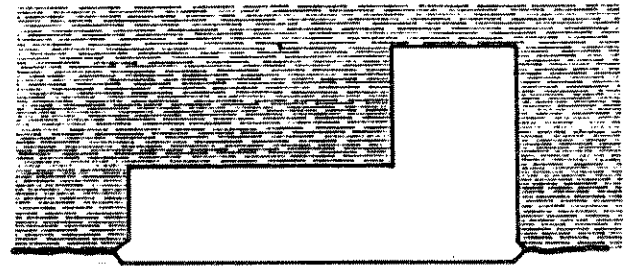
FORMA DE "L"



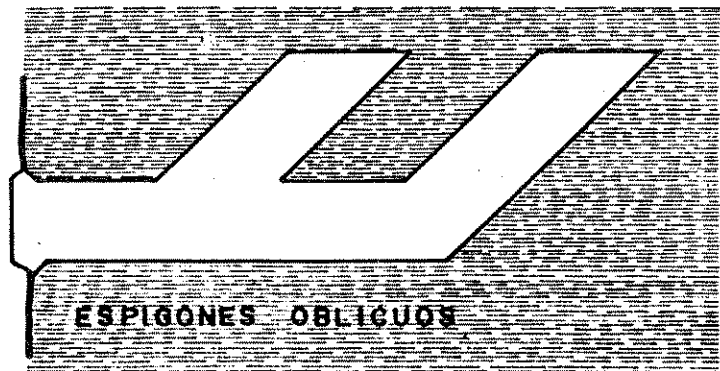
FORMA DE "T"



CON ABERTURA DE UN ANGULO  $\alpha$

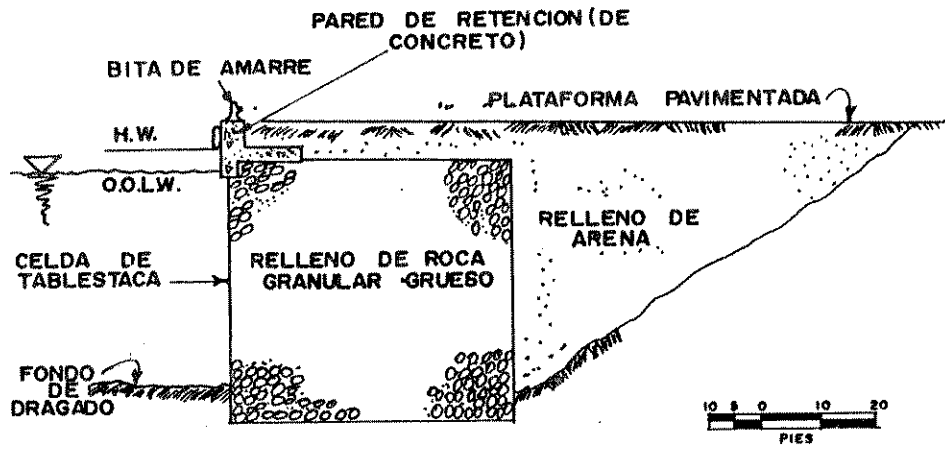


MARGINAL Y ESPIGON



ESPIGONES OBLICUOS

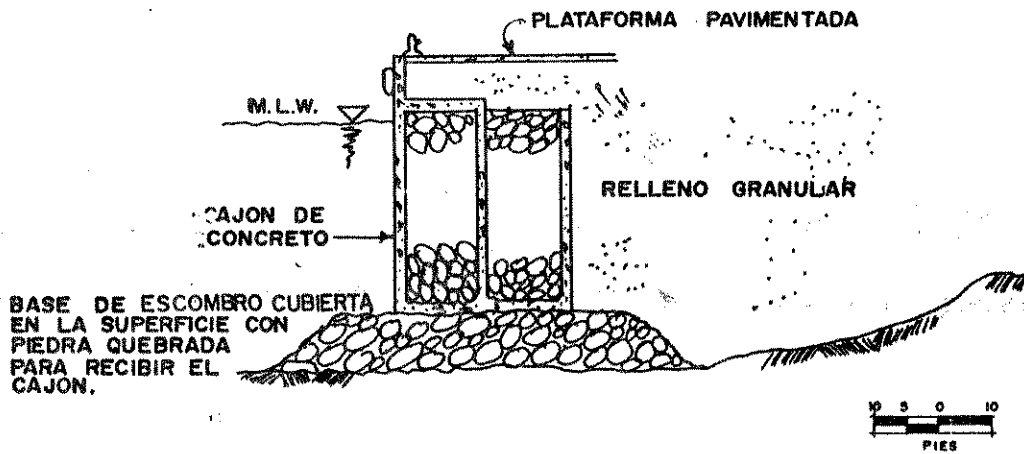
FIGURA N.º 9



MALECON DE TIPO SOLIDO (MUELLE MARGINAL)

CELDAS DE TABLESTACA

FIGURA No 10



MUELLE MARGINAL DE TIPO SOLIDO

CAJONES DE CONCRETO

FIGURA No 11

MUELLE MARGINAL DE TIPO SOLIDO  
BLOQUES DE CONCRETO

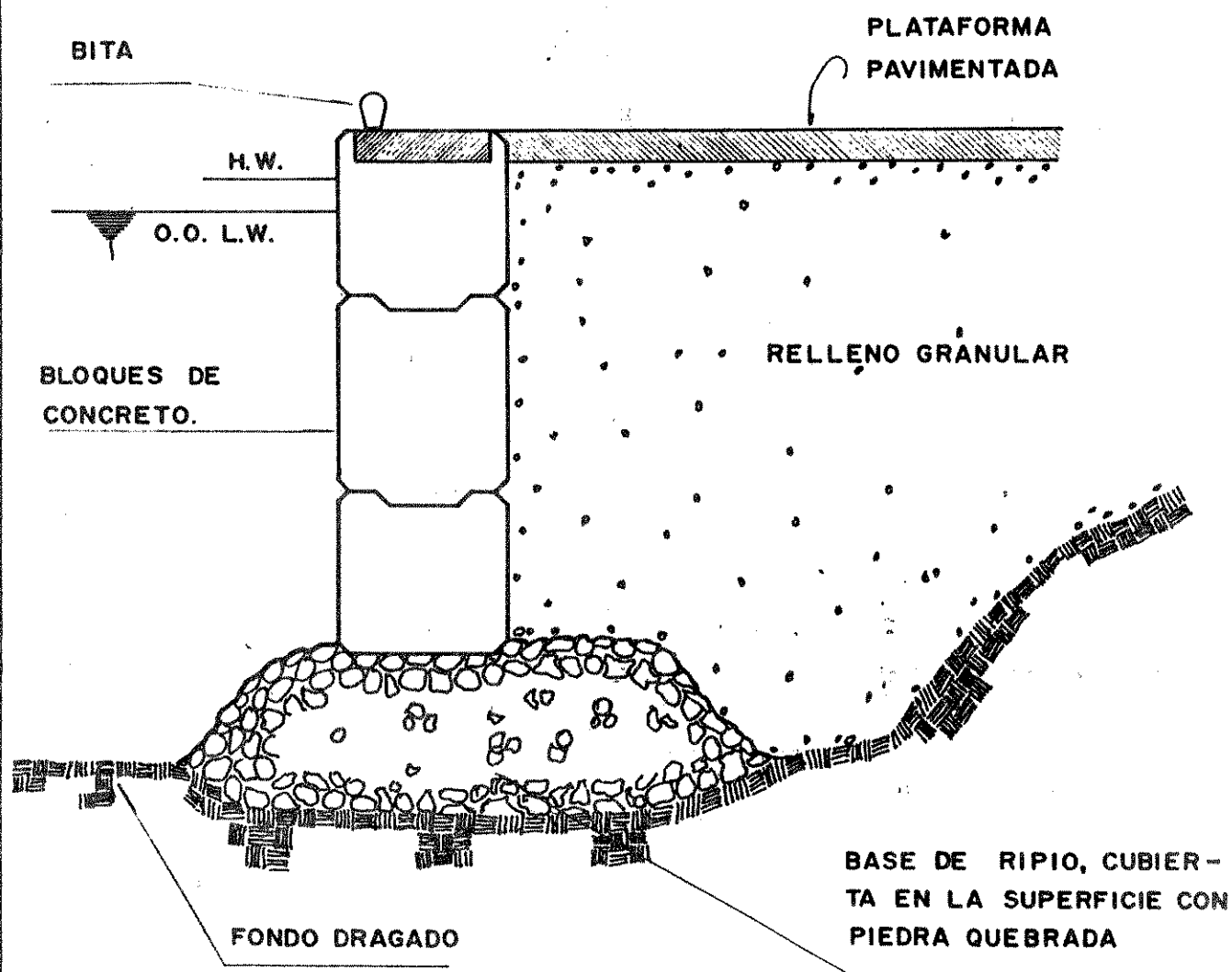
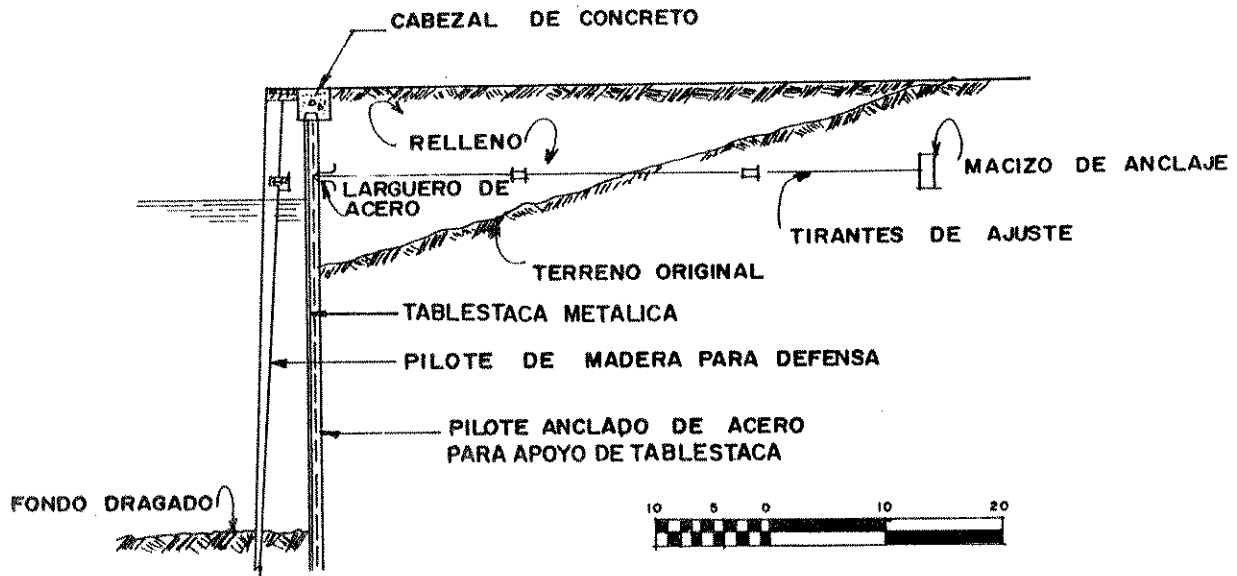
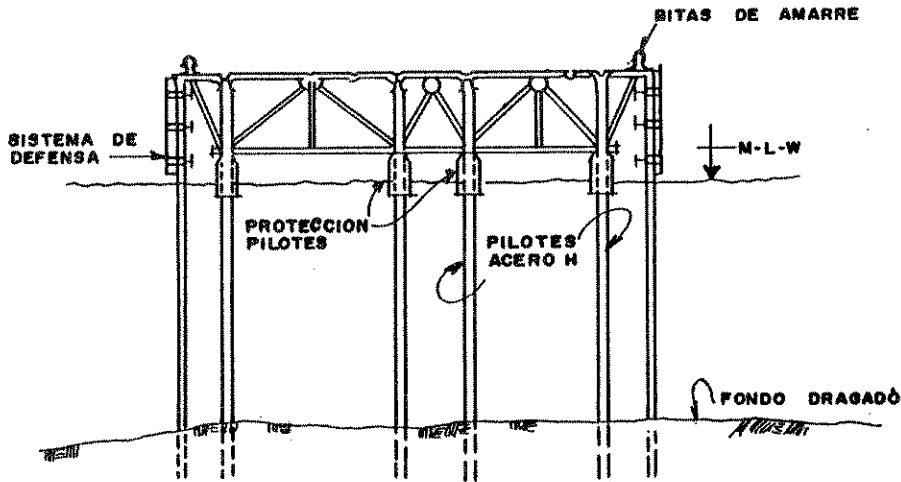


FIGURA No. 12



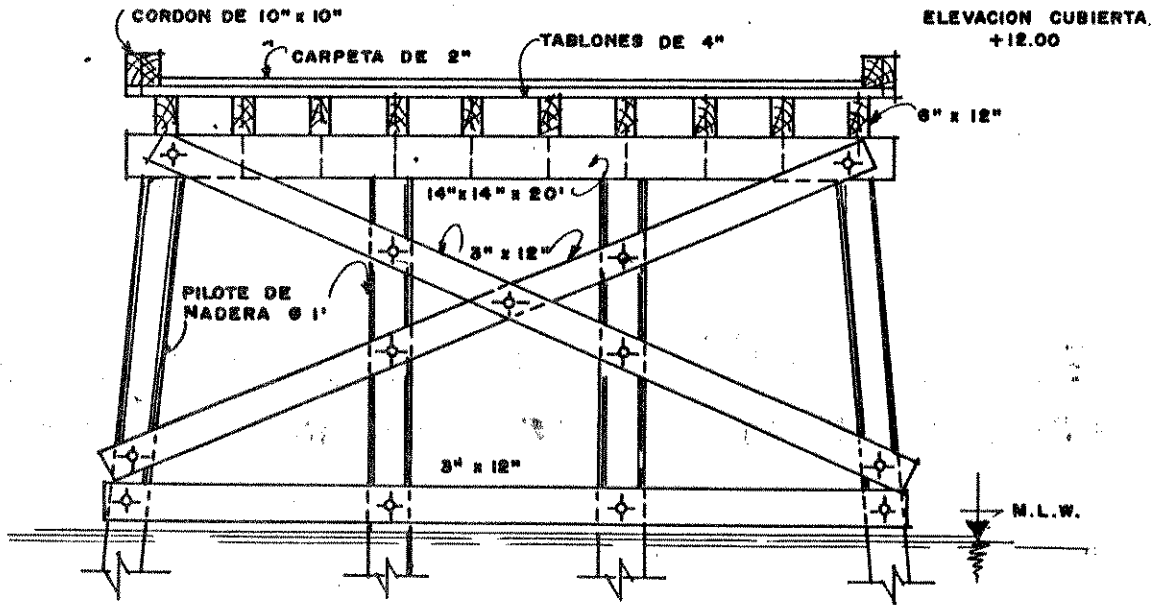
MUELLE MARGINAL (MALECON) DE TIPO SOLIDO  
TABLESTACA

FIGURA No. 13



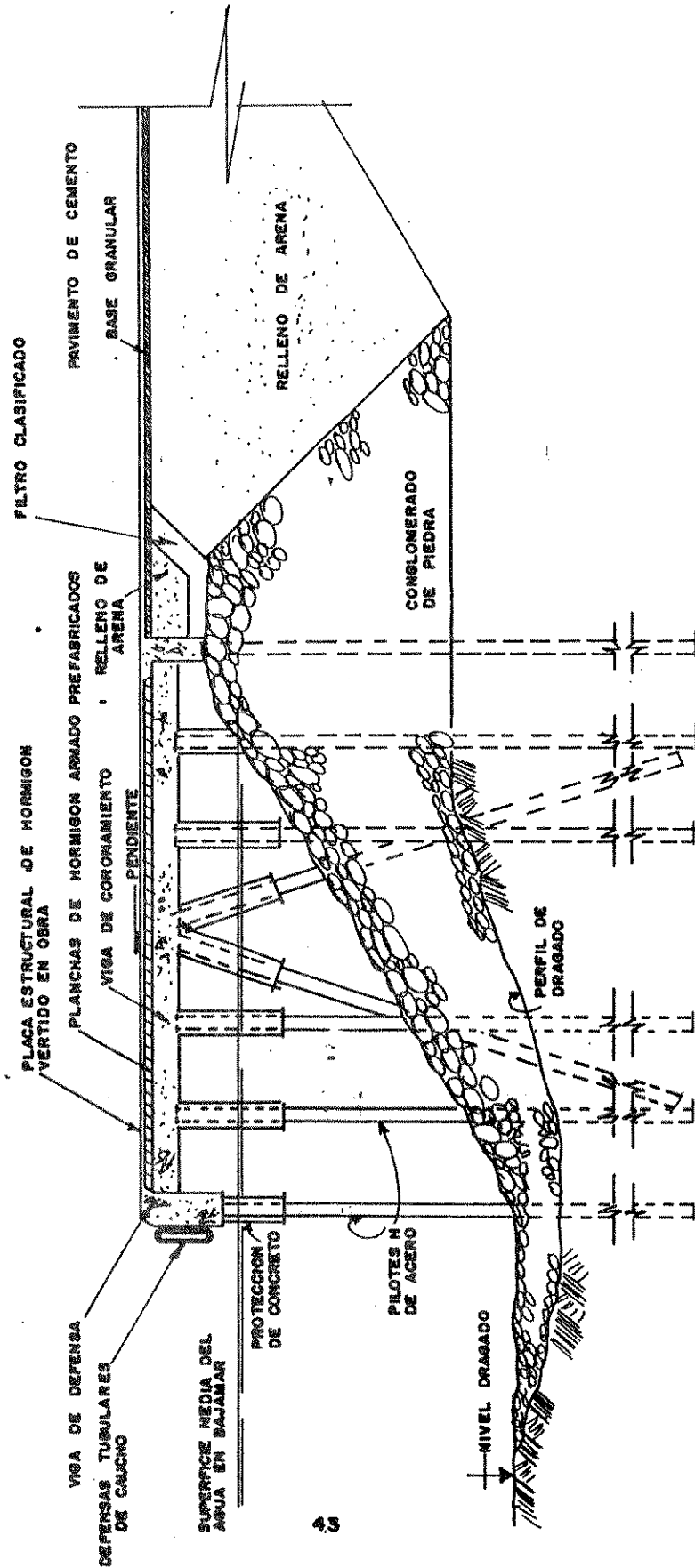
**MUELLE ABIERTO DE CONSTRUCCION DE ARMADURA  
RIGIDA, DE ACERO ESTRUCTURAL**

FIGURA No. 14



**SECCION TRANSVERSAL CABALLETE DE MADERA SOBRE  
.PILOTES DE MADERA**

FIGURA No. 15



SECCION TRANSVERSAL MUELLE MARGINAL ABIERTO

FIGURA No. 16

MUELLE MARGINAL

TRES ATRACADEROS

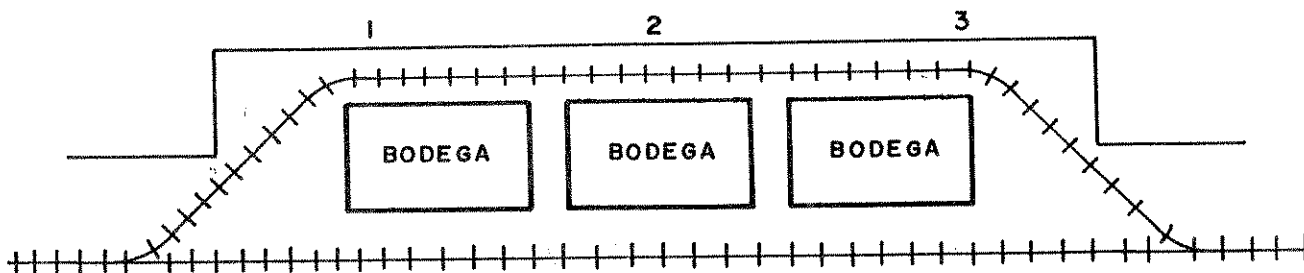


FIGURA No. 17

MUELLE ABIERTO DE ESPIGON

CUATRO  
ATRACADEROS

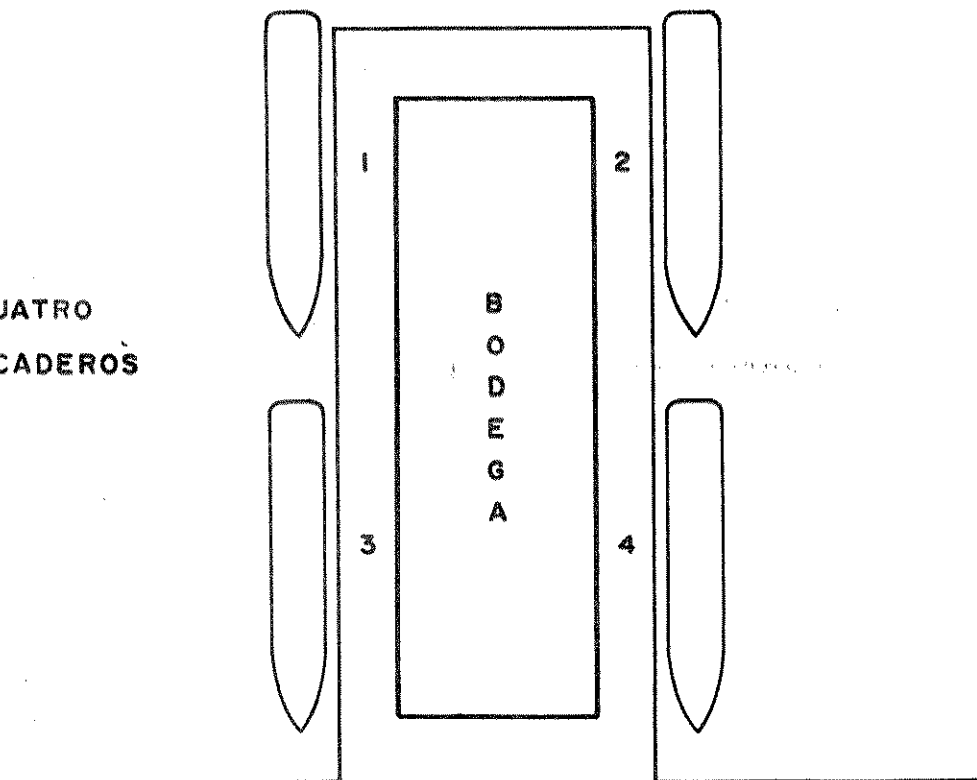


FIGURA No. 18



C A P I T U L O     I I I  
P L A N I F I C A C I O N   P O R T U A R I A

**3.1.     PRINCIPIOS DE PLANIFICACION:**

**3.1.1.     Consideraciones generales:**

Los adelantos tecnológicos de los últimos años en los sistemas de transporte, hacen indispensable que los países consideren el desarrollo del transporte marítimo en la planificación de sus instalaciones portuarias. La acción impulsadora del desarrollo portuario, requiere de tres actividades principales:

**a)     Preparación del plan nacional de puertos:**

Supone la adopción de una política de desarrollo, la cual define la función de cada puerto y asegurar así, la utilización más económica posible de los recursos nacionales.

En la elaboración de este plan, es necesario considerar los siguientes factores:

- Previsión de la demanda nacional de transporte marítimo.
- Estudio de los puertos existentes.
- Estudio de los medios de transporte disponibles en el país para enlazar el tráfico marítimo.

Como resultado de este análisis, se formularán una serie de planes conexos:

- Política de financiamiento de la infraestructura portuaria.
- Plan de asignación del tráfico marítimo.
- Plan nacional de inversiones portuarias.
- Plan de transportes interiores.
- Plan de transporte marítimo de cabotaje.

**b)     Preparación del plan general de cada puerto:**

Establece las modalidades del desarrollo a largo plazo de un puerto, sin determinar en qué momento se iniciará cada una de las etapas de ese desarrollo. También pone en marcha, trabajos que serán necesarios más tarde.

En la preparación del plan general de cada puerto, es necesario considerar las siguientes tareas:

- Establecimiento de un sistema de análisis del tráfico de entrada.
- Preparación de una previsión general del tráfico, a largo plazo.
- Realización de los estudios técnicos generales necesarios.
- Análisis de la función del puerto, establecida por la autoridad nacional.
- Determinación de las necesidades a largo plazo, de superficies terrestres.
- Determinación de las necesidades, a largo plazo, de superficies de agua y de canales de acceso.
- Asignación del tráfico a las zonas portuarias principales.
- Cálculo aproximado del costo de cada terminal y grupo de puestos de atraque en cada fase.
- Preparación del proyecto del plan general y presentación para su aprobación, al nivel nacional.
- Revisión y publicación del plan general de puertos y obtención de la aprobación, al nivel local.
- Instalación de un sistema de control para iniciar los proyectos, en el momento oportuno.

c) Preparación de proyectos portuarios:

Tiene por finalidad, llevar a la práctica cada parte del plan general, en el momento adecuado y en la forma conveniente.

Procedimiento para la planificación de un proyecto portuario:

- Previsión detallada del tráfico:

Examen, para cada previsión del plan general y de las cifras detalladas correspondientes al tiempo de utilización económica, de la inversión propuesta.

- Estudio de las técnicas de manipulación:

Examen, para cada clase de tráfico incluida en las previsiones, de las posibles técnicas de manipulación portuaria a emplear, teniendo presente la forma prevista de presentación de la carga y sus efectos en la productividad futura.

- Dimensiones aproximadas:

Agrupación de las clases de tráfico cuyas características de manipulación sean similares y, determinación aproximada, respecto de cada terminal o grupo de puestos de atraque, el nivel de las nuevas

instalaciones necesarias y estimación aproximada de sus dimensiones.

- Emplazamientos posibles:

Proposición para las terminales y los grupos de puestos de atraque que corresponda, de zonas terrestres y marítimas en emplazamientos que no pongan obstáculos al tráfico de las zonas contiguas y proporcionen un atraque resguardado.

- Estudios técnicos:

Realización, respecto de cada emplazamiento, de los estudios técnicos necesarios para cuantificar las obras principales requeridas y modificación de los emplazamientos, en su caso, para evitar costos excesivos. Aunque los estudios técnicos deberían realizarse durante todo el período de estudio para proporcionar resultados más precisos, a medida que avanza el mismo.

- Costos aproximados:

Estimación de los costos de construcción y equipamiento de cada una de las instalaciones examinadas.

- Selección de las opciones interesantes:

Eliminación de las soluciones posibles menos interesantes, exámen de las conclusiones con los órganos decisorios y obtención de un acuerdo sobre una breve lista de posibilidades para su ulterior estudio.

- Limitaciones laborales:

Examen, de las cuestiones laborales y de los problemas de mano de obra que puedan surgir con respecto a cada tecnología posible.

- Concepción técnica preliminar:

Trazado, para cada solución posible, de la planta de todas las instalaciones necesarias con suficiente detalle, para poner de manifiesto los problemas de acceso, explotación o almacenamiento.

- Planificación de la explotación:

que nunca, es necesario evitar el exceso de inversiones que puede acarrear la competencia, dado que las técnicas de manipulación de la carga son cada vez más costosas. La evolución de la técnica de los transportes requiere instalaciones de manipulación de la carga, tan especializadas, que la coordinación regional de las inversiones en terminales especializadas, está claramente justificada.

### 3.1.2. El plan de inversiones:

El desarrollo de cada puerto en particular debe planificarse detalladamente dentro del marco de la estrategia nacional general.

Cada inversión debe comprender las siguientes etapas:

1. Una fase de planificación que concluya con una recomendación acerca de la línea de función que ha de seguir el puerto, y en la que los distintos aspectos técnicos sólo se traten de una manera general.
2. Una fase de decisión, durante la cual pueda entrarse en el fondo del problema y que comprenderá la obtención de recursos financieros.
3. Una fase de concepción técnica, que permita traducir el plan elegido, en proyectos técnicos detallados.
4. Fase de construcción o ejecución.

En el plan general de cada puerto, debe establecerse la estrategia de desarrollo a largo plazo y en ésta a su vez, deben indicarse las posibles secuencias de inversión.

Antes de adoptar una decisión sobre cualquier proyecto de desarrollo en el marco del plan general del puerto, la entidad inversionista debe exigir que se hagan análisis económicos comparativos de diversas variantes de la secuencia de la que ese proyecto es parte integrante.

Entre las principales variantes objeto de estudio deberán figurar las siguientes:

1. El emplazamiento de las inversiones de capital a fin de destinarlas a la mejora de la productividad (equipo, instalaciones especiales y programas de

- formación conexos).
2. La mejora de las instalaciones existentes, en lugar de la construcción de otras nuevas.
  3. La combinación de las fases primera y segunda de un programa de desarrollo en un sólo gran proyecto, a fin de economizar costos de construcción y de evitar las perturbaciones que produciría en las operaciones portuarias, un segundo período de actividades de construcciones.
  4. La simple política económica consistente en invertir sucesivamente en las distintas instalaciones a medida que aumenta la demanda de cada una de ellas.

El plan más adecuado consistirá generalmente en una combinación de las cuatro posibilidades.

No hay solución más satisfactoria que calcular los resultados económicos y financieros de cada una de las secuencias de desarrollo y compararlo detenidamente entre sí. Esta labor de buscar la mejor secuencia de las transformaciones por las que debe pasar el puerto, en su evolución hacia una meta de crecimiento ( a diferencia de la simple búsqueda de su mejor configuración para atender a un determinado tráfico previsto), puede llevarse fácilmente a cabo, mediante un análisis de costos-beneficios actualizados.

### 3.1.3. Demanda y variaciones del tráfico:

La previsión del tráfico, tanto en la demanda como en su variación, requiere una combinación de conocimientos comerciales y económicos. Siempre se debe tener presente el alto grado de incertidumbre de cualquier previsión y tomar medidas para minimizar el riesgo consiguiente.

Todas las previsiones del comercio futuro son inseguras, y los puertos son particularmente vulnerables a esa inseguridad, dado sus largos plazos de planificación y sus pocas posibilidades de influir en la demanda. Todas las previsiones deberán vincularse a los planes nacionales generales de desarrollo.

Por otra parte, el comercio marítimo está atravesando un período de rápida evolución que influye de modo crítico en los volúmenes y los tipos de tráfico que probablemente utiliza un puerto dado.

El planificador puede hacer mucho para reducir al mínimo este riesgo, buscando una fórmula ingeniosa según

la cual la inversión sea buena para toda una serie de posibles valores del tráfico futuro. Para ello tiene que poder elaborar diversos escenarios que describan esas opciones. La administración portuaria puede limitar aún más el riesgo, introduciendo un sistema operacional que pueda responder a las variaciones del tráfico, junto con un sistema de información que de una indicación clara cuando necesite esa respuesta.

Un escenario de tráfico, es una descripción coherente de la totalidad del tráfico futuro que probablemente llegue al puerto, y de la forma en que aumentará, para hacerlo, es necesario realizar análisis de rutina con los datos del tráfico, un examen de las tendencias numéricas y unas proyecciones sencillas, ya que sobre esos datos, se basa el escenario. Sin embargo, se debe tener presente el crecimiento económico del país, el aumento de sus exportaciones e importaciones, y, sus posibles efectos en el desarrollo del puerto.

Las propuestas de ampliación de un puerto se justifican generalmente, comparando el nivel de servicio que prestan las instalaciones existentes con el que podría obtenerse, disponiendo de más puestos de atraque.

Para obtener el número aproximado de puestos de atraque necesarios en el muelle, existe un método gráfico, el cual requiere la siguiente información:

- Promedio de productividad de la cuadrilla.  
(dato real de rendimiento) Tons-cuadrilla-hora.
- Fracción de tiempo que se trabaja en los buques atracados.
- Promedio de cuadrillas empleadas por buque y por turno.
- Tonelaje anual previsto;
- Promedio de días de servicio por año.

Entre los datos que se obtienen del diagrama, están:

- Toneladas por día y por cuadrilla.
- Toneladas por buque y por día.
- Necesidades de puestos de atraque por día.
- Número aproximado de puestos de atraque necesarios.

Para el caso de una propuesta o proyecto de ampliación, puede ser muy útil analizar el porcentaje de ocupación de los atracaderos existentes. Un porcentaje de ocupación muy alto, dá la impresión de un puerto congestionado, lo que provocará tiempos de espera muy largos, de los barcos.

Una vez revisadas las técnicas y rendimientos de las operaciones de carga y descarga, transferencia, almacenaje y despacho de la mercadería, y éstos se encuentran aceptables, se puede pensar en que existe la necesidad de planificar la construcción de otro atracadero.

3.1.4. Evaluación económica:

Antes de aprobar un proyecto de inversión portuaria, es necesario proceder a una evaluación económica y financiera del mismo. La evaluación financiera es esencialmente un cómputo de la rentabilidad comercial y no es suficiente por sí sola. En realidad, es la evaluación económica - la comparación de los costos y beneficios sociales del proyecto para el país- la que determina si conviene o no la inversión.

Las dos evaluaciones son idénticas en varios aspectos:

- a) Ambas requieren la evaluación de una sucesión de costos y beneficios durante toda la vida útil del proyecto.
- b) En ambas se tiene en cuenta el valor del dinero en función del tiempo, considerando que como el dinero del año actual puede devengar intereses, tiene más valor que el dinero del año que viene, por lo que éste, debe actualizarse al momento presente para que las dos sumas resulten realmente comparables.
- c) En ambas se utilizan para la evaluación de la inversión, criterios comunes entre los que figuran uno o varios de los siguientes:
  - La tasa media de rendimiento
  - El plazo de reembolso
  - El valor neto actualizado
  - La tasa interna de rendimiento
  - La relación beneficio-costo

Las dos evaluaciones difieren sin embargo, 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 y otros efectos similares.

3.1.4.1. Costos:

Los recursos principales para un proyecto portuario en un país en desarrollo son, la tierra, el trabajo

y las divisas. El costo económico de cada uno de esos recursos es su costo de oportunidad o precio virtual. Ese costo es equivalente al máximo de los beneficios a que se renuncia al destinar los recursos a ese proyecto y no a otro.

Para estimar los costos de los proyectos de inversión, es importante analizar las distintas obras por separado, por ejemplo: costo de dragado, costo de construcción de instalaciones, etc.

El costo de capital de las estructuras marítimas puede variar proporcionalmente al cubo del calado, y en el caso de obras como canales y dársenas dragados, cuanto mayor sea el calado, mayores serán también, los gastos de mantenimiento, quizás proporcionales al cuadrado del calado.

Así pues, las decisiones relativas a la profundidad y la anchura de los canales y dársenas y al número de puestos de atraque, sólo se tomarán, en general, tras un estudio económico completo de cada uno. En las obras de dragado, para estimar los costos, es importante analizar que, en muchos casos, hay que traer de lejos equipo pesado para realizar el trabajo, con los consiguientes gastos de movilización. El volumen de dragado influye directamente sobre el costo unitario global.

En otras obras, como construcciones de diques, malecones y otras instalaciones, los costos también dependen de otros factores, como: la posibilidad de disponer de materiales, instalaciones y mano de obra requeridos.

#### 3.1.4.2. Beneficios:

Los principales beneficios económicos de una inversión portuaria, son los siguientes:

- a) La reducción de los costos de transporte que representa la utilización de buques que pueden transportar las mercancías a un costo más bajo por tonelada de carga (por ejemplo: buques mayores o más modernos).
- b) La reducción del tiempo de rotación de los buques en el puerto. Este beneficio es con frecuencia el más importante y es indispensable calcular, tanto el tiempo de espera como el tiempo de permanencia en el puesto de atraque.

Con esta ventaja se beneficiará, en primer lugar, empresas extranjeras, pero actualmente es práctica usual incluirla en la evaluación, en el entendimiento de que, a la larga, redundará también en beneficio de la economía nacional, por ejemplo: mediante la fijación de fletes más bajos.



- c) La reducción del tiempo de permanencia de las mercancías en el puerto y en los buques, reducción que libera el capital inmovilizado en ellas y reporta, en consecuencia, beneficios financieros indirectos al país.
- d) La reducción de los costos de transporte como resultado de la apertura de nuevas rutas para el traslado de la carga al interior del país, (cuando las nuevas instalaciones portuarias contribuyan a reducir el tramo terrestre del transporte).
- e) Los beneficios resultantes del fomento o el posible incremento de la actividad económica nacional. Estos beneficios son difíciles de calcular y sólo deberían incluirse cuando esa actividad no se pueda dar, de no ejecutarse el proyecto portuario.
- f) Los beneficios resultantes de la posible expansión de las exportaciones. Por ejemplo: mediante la construcción de instalaciones para buques graneleros de mayor tamaño (tonelaje), que contribuirán a una reducción de los costos de transporte y harán que el precio del producto de exportación en el extranjero sea más competitivo. Gracias a las nuevas instalaciones puede conseguirse, por ejemplo: que las exportaciones de un producto determinado, se eleven de uno a dos millones de toneladas anuales, y que al mismo tiempo, disminuya el precio de su transporte. En ese caso, habrá que incluir tanto la reducción de los gastos de transporte del primer millón de toneladas como el beneficio obtenido de la venta del segundo millón.

### 3.1.5. Planificación de la explotación:

La preparación de un plan de explotación de nuevas instalaciones es un paso decisivo de la planificación de proyectos. Es preciso conocer el diseño, el equipamiento y el método de funcionamiento de las zonas de manipulación de la carga, antes de hacer cálculos de productividad o de costo.

En especial, tratándose de nuevas tecnologías o sistemas de operación, tal vez sea necesario visitar otras instalaciones o contratar a un especialista.

Para estimular una planificación detallada de la explotación, es preciso que los gráficos de planificación contengan datos detallados de productividad, por ejemplo: el número de cuadrillas, las toneladas manipuladas por cuadrilla/hora, etc.

El plan de explotación de una nueva instalación debe dar una cifra razonada para cada parámetro utilizado en los cálculos de la capacidad correspondiente.

Para la elaboración de un plan de explotación, es necesario considerar lo siguiente:

- Especificar la secuencia completa del movimiento de la carga en el puerto.
- Considerar las consecuencias de la demanda de tráfico sobre las operaciones.
- Observar si la secuencia de las operaciones, corresponden al ritmo de carga y descarga del buque.
- Prever medidas para que se pueda disponer de suficiente personal capacitado.
- Tomar en consideración los requisitos operacionales para cada uno de los siguientes elementos:

Pilotaje, remolcadores, embarcaciones del puerto, ayudas a la navegación, servicios para combatir incendios, servicios de seguridad y vigilancia del puerto, zona de materiales peligrosos, zonas de mantenimiento del equipo, cafeterías, salas de reposo y viviendas temporales, instalaciones para pequeñas reparaciones, iluminación (trabajos nocturnos), comunicaciones, lucha contra la contaminación y eliminación de desechos.

### 3.2. ASPECTOS DE INGENIERIA EN LA PLANIFICACION:

En un proyecto de desarrollo portuario, la labor de los ingenieros, abarca un largo periodo de tiempo, comenzando con estudios iniciales del potencial de desarrollo de diversas ubicaciones posibles, se estiman en términos aproximados los costos de las propuestas de ingeniería que satisfacen las necesidades de zonas marítimas y terrestres, a fin de proporcionar una base para la evaluación de la inversión y para la decisión sobre el proyecto. Luego se preparan los dibujos y especificaciones detallados, se celebran contratos, se supervisa la labor de construcción y, finalmente, se entregan las nuevas instalaciones a la autoridad encargada de la explotación.

El juicio técnico es importante para poder efectuar estimaciones adecuadas de las diversas opciones de desarrollo, pero en esa etapa no es preciso prestar mucha atención a los detalles. Es necesario tener un buen conocimiento de las características físicas del lugar y una plena comprensión de las necesidades de los diversos tipos de tráficos marítimos y portuarios.

#### 3.2.1. Estudio batimétrico:

Es esencial poseer datos seguros sobre la batimetría (profundidad del agua) en el mar o en el río. El

estudio batimétrico consiste en la medición del fondo marino, por medio de sondeos, registrándose los datos obtenidos en las cartas marinas; mediante las cifras de los distintos sondeos o por curvas de nivel. Tratándose de un nuevo proyecto, los mapas hidrográficos disponibles, pueden proporcionar información suficiente para los estudios técnicos preliminares. Sin embargo, los mapas hidrográficos, cuando existen, son a menudo anticuados y debe proyectarse un estudio batimétrico detallado.

La zona seleccionada deberá ser lo bastante extensa para incluir diversas opciones en cuanto a accesos marítimos y emplazamientos para las instalaciones portuarias. Existen varios métodos para hacer levantamientos batimétricos, los cuales van desde los sencillos con sodaleza, hasta donde se usa equipo sofisticado como sondas o ecómetros, los cuales pueden ser acústicos o ultrasonoros.

Cuando el sondeo se efectúa por medio de aparatos que emiten y reciben ondas, se denomina ecosondeo. El método de sondeo a usarse, dependerá de la profundidad del fondo marino, de la exactitud requerida en las mediciones y del acceso posible en los lugares difíciles y cerca de estructuras existentes.

#### 3.2.1.1. Profundidad del agua:

La profundidad del agua en la orilla del muelle y en el área de aproximación al mismo, debe estar en función al calado de las embarcaciones, que el muelle o puerto está en capacidad de dar servicio.

Para planificar la profundidad del agua, puede utilizarse la siguiente fórmula: "el calado a plena carga en metros de un buque, es igual a la raíz cuadrada del peso muerto en miles de T.P.M., más cinco"

$$\text{Calado} = \sqrt{(\text{peso muerto} + 5)}$$

$$\text{T.P.M.} = \text{toneladas de peso muerto del buque.}$$

Esta fórmula da el calado con una proximación de un metro, para toda la gama de 10,000 a 500,000 T.P.M., en el caso de los buques de carga a granel seca y líquida. Da también una cifra válida para los buques de carga general hasta un mínimo de 5,000 T.P.M. aproximadamente. Para los buques de menos de 5,000 T.P.M., la cifra del calado es exagerada, mientras que para los buques portacontenedores de la segunda y tercera generación, la subestimación del calado, es más o menos de un metro.

Es necesario determinar el calado mínimo en las áreas de aproximación y cercanas al muelle, y llevar a través

de sondeos periódicos el control de los cambios en la profundidad del agua, causados por agentes externos como el depósito de sedimentos transportados por los ríos, o bien, por fenómenos internos causados por las olas que tienden a transportar los materiales del lecho marino.

#### 3.2.1.2. Perfil, obstáculos y otros:

Después de haber realizado el estudio batimétrico, se cuenta con la información necesaria para poder trazar los perfiles longitudinales y transversales del canal de acceso, de la dársena de maniobras y sus alrededores.

En el estudio batimétrico debe tenerse especial cuidado de localizar la línea costera en aguas bajas y profundas, así como todas las estructuras y obstáculos dentro del agua y a lo largo de la costa, como buques hundidos, grandes rocas y bajos de poca profundidad.

#### 3.2.2. Estudio topográfico:

Para la planificación de las instalaciones portuarias, es necesario realizar levantamientos topográficos junto con los levantamientos hidrográficos, con el fin de determinar puntos del litoral y obtener la información necesaria de las zonas terrestres que interesan a las obras portuarias.

Es necesario que los planos topográficos detallen cualquier accidente natural del terreno, tales como lagunas, ríos, zonas pantanosas, barrancos, etc., prestando especial cuidado a los accesos por carretera y ferrocarril.

#### 3.2.3. Estudio meteorológico:

Aunque en la mayor parte de las regiones habitadas del mundo, existen registros meteorológicos, en algunos casos pueden ser insuficientes para una estimación completa de las tendencias estadísticas. No obstante, puede esperarse razonablemente que existan registros de los vientos y las precipitaciones atmosféricas en algún lugar cercano al lugar de emplazamiento, que sirva al menos para un estudio preliminar.

Entre las actividades que se ven afectadas por los fenómenos atmosféricos, se tiene:

- Las maniobras de los buques en la entrada y salida del muelle.
- La manipulación de la carga en las actividades de embarque, desembarque y almacenaje.

- En los trabajos de nuevas construcciones y de mantenimiento del muelle.

Los datos meteorológicos se deben obtener de las fuentes más seguras posibles, y éstos deben ser completos, debiendo abarcar análisis de los vientos, su velocidad y dirección, precipitación pluvial, temperatura, humedad relativa, etc. Es necesario que los datos sean de un período de por lo menos cinco años de observación.

#### 3.2.3.1. Vientos dominantes:

Es necesario determinar las características generales de los vientos, tales como su velocidad, dirección y duración de las ráfagas. El análisis de estas características, servirán de base para la planificación y diseño de las siguientes obras portuarias:

- Orientación del canal de acceso
- Entrada al puerto y muelles

#### 3.2.3.2. Frecuencia y fuerza de las tempestades:

Conocer la frecuencia y fuerza de los temporales, es importante para proyectar obras de ingeniería marítima. Es necesario tener información sobre la frecuencia de huracanes y tormentas tropicales que hayan pasado por la región. Estos estudios tienen influencia en los siguientes diseños:

- Diseño de escolleras
- Diseño de rompeolas y diques

#### 3.2.3.3. Visibilidad:

La visibilidad es el grado de transparencia del aire y suele expresarse por la distancia en kilómetros desde la cual puede ser distinguido un objeto, observado desde un punto determinado.

Desde que un barco se aproxima a la costa, para dirigirse a algún puerto, debe ser auxiliado por un sistema de ayudas a la navegación, formado por faros, boyas y balizas luminosas, con el fin de facilitarle un acceso seguro y rápido. Muchas veces el acceso se hace por medio de canales dragados, (canal de acceso) hasta llegar a la dársena de maniobras cercana al muelle.

El sistema de ayudas a la navegación diseñado, debe ser tal que permita tener las mejores condiciones de visibilidad posibles. En general, las condiciones de

visibilidad en la zona del puerto influyen en el diseño del espacio necesario para las maniobras de los buques.

#### 3.2.3.4. Pluviosidad:

Se deben tener registros sobre la precipitación pluvial en la zona de emplazamiento del puerto. Entre los registros e información que presentan interés para la planificación están:

- Precipitación media anual
- Precipitación pluvial mensual
- Promedio de días lluviosos
- Precipitación anual
- Precipitación mensual en invierno y verano

Esta información es necesaria para estimar la capacidad perdida por interrupción del trabajo y en el diseño del sistema de ayudas a la navegación.

#### 3.2.4. Estudios oceanográficos e hidráulicos:

La oceanografía es el estudio del comportamiento del mar, y abarca una amplia gama de fenómenos naturales, la hidráulica trata de las leyes que rigen los movimientos de los líquidos y de las técnicas destinadas al aprovechamiento de las aguas o a la defensa y protección contra las mismas.

Para un proyecto portuario, los factores concretos que presentan interés son: las olas, las corrientes y las mareas.

##### 3.2.4.1. Olas y mareas:

La longitud, altura, período y dirección de las olas que llegan a la costa, pueden estimarse a partir de los registros de los vientos. Las olas dependen de la velocidad y la duración del viento, así como de la distancia durante la cual el viento actúa sobre el agua, y hay relaciones empíricas entre estos factores y las olas que generan.

La medición se puede llevar a cabo en forma directa por medio de un ondámetro registrador. Es preferible medir las olas que se producen directamente en el emplazamiento del puerto. La extrapolación estadística de los datos tomados durante un cierto período, permite calcular la periodicidad probable de una altura de ola determinada, o bien, las alturas de olas vinculadas a tempestades de una periodicidad determinada.

Los registros de las mareas son generalmente bastante fidedignos, pero a menudo hay que tener cuidado para determinar el nivel de referencia correcto de las mareas en relación con el levantamiento topográfico y los sondeos. El nivel de referencia puede obtenerse registrando las mareas durante un período de un mes como mínimo y determinando el nivel medio del agua.

#### 3.2.4.2. Corrientes:

Las principales corrientes oceánicas son bien conocidas, pero su importancia para el diseño de un nuevo puerto, es mucho menor que la de las corrientes locales, que es preciso medir.

Las corrientes deben estudiarse en las cercanías del puerto, para determinar su velocidad y dirección en las diversas fases de la amplitud de la marea.

También hay que tener en cuenta las variaciones estacionales y lunares de las corrientes y los efectos de la corriente de agua dulce, en el caso de un estuario. Las corrientes litorales se miden mediante flotadores que se sueltan en lugares previamente determinados para registrar luego su trayectoria, o mediante correntímetros que registran las variaciones de intensidad y dirección en un punto fijo.

#### 3.2.4.3. Sedimentación:

La sedimentación es un fenómeno causado por el depósito de materiales transportados por los ríos que desembocan en las áreas cercanas al muelle, dársena de maniobras y canal de acceso, también es causado por el arrastre litoral y el aterramiento, lo cual causa grandes problemas siendo necesario considerarlos seriamente en la planificación de las instalaciones del puerto.

El control del cambio de la profundidad, así como la estimación del volumen de los materiales sedimentados, se puede hacer comparando los resultados de dos estudios batimétricos realizados. De este resultado se podrá determinar la localización y magnitud del volumen del material sedimentado, lo cual servirá de base para la decisión de dragar las áreas afectadas, si fuere necesario.

#### 3.2.5. Estudio geotécnico:

La investigación geotécnica del emplazamiento es un paso previo para la construcción de un puerto. Dichos estudios permiten explorar y así obtener información sobre las condiciones y características del subsuelo. Los datos obtenidos son de importancia para el diseño de las estructuras del puerto.

## 3.2.5.1. Geología:

Los estudios geológicos realizados en el área de emplazamiento del proyecto, proveen información sobre las condiciones de la estructura geológica del subsuelo. Entre los tipos de sondeo usados para la exploración del subsuelo, se tiene el sondeo sísmico, el cual es un método geofísico y se basa en provocar explosiones y captar en una serie de geófonos (en tierra) e hidrófonos (en agua), debidamente colocados, las ondas sísmicas que llegan a la superficie por refracción y reflexión.

## 3.2.5.2. Exploración del subsuelo:

Los principales métodos utilizados para la investigación del subsuelo son los siguientes:

- Perforación de pozos:
- Pruebas penetrométricas
- Sondeos por inyección

En las muestras obtenidas de las perforaciones, se realizan entre otros, los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico o mecánico por sedimentación o por tamices.
- Pruebas de compresión no confinada
- Ensayo de compresión triaxial
- Contenido natural de humedad
- Límites de Atterberg:  
Límite líquido  
Límite plástico
- Propiedades mecánicas de las rocas
- Penetrabilidad y resistencia al esfuerzo cortante de los suelos blandos
- Ensayos de gravedad específica, y otros.

Estos estudios influyen en la planificación y diseño de las estructuras portuarias, y en el diseño y costo de los programas de dragado y terraplenado.

3.2.6. Análisis de las propiedades del agua:

Es necesario investigar las características físico-químicas del agua como:

- Salinidad:  
Importante para estimar daños por corrosión en las estructuras.
- Contaminación y turbidez:  
Completa los datos para las investigaciones sobre



sedimentación y además suministra datos para el estudio de las consecuencias sobre el medio ambiente.

### 3.3. ASPECTOS RELACIONADOS CON EL MEDIO AMBIENTE Y LA SEGURIDAD:

#### 3.3.1. Introducción:

Todo proyecto de desarrollo de un puerto requiere que las autoridades portuarias tengan en cuenta los aspectos económicos y técnicos, a los que, ahora hay que agregar consideraciones relativas al medio ambiente y a la prevención de las contaminaciones. Esas últimas consideraciones, que a veces son mucho más estrictas que los aspectos técnicos y económicos, pueden llevar al planificador a modificar el proyecto.

El transporte, la manipulación y el almacenamiento de mercancías peligrosas en una zona portuaria, exigen la adopción de medidas especiales para proteger las instalaciones portuarias y para garantizar la seguridad de las personas que trabajan en los locales del puerto o en su proximidad. Habitualmente, esas medidas afectan a las operaciones portuarias y requieren la aplicación de reglamentos de seguridad. Ahora bien, en el contexto de la planificación de la infraestructura de un puerto, también han de tenerse en cuenta los riesgos que entrañan las mercancías peligrosas que pasan por el puerto y en la medida de lo posible hay que adaptar el plan portuario a esos riesgos.

#### 3.3.2. Estudio sobre las repercusiones ambientales:

El medio ambiente se define como el conjunto de los factores físicos, químicos, biológicos y sociales que pueden afectar directa o indirectamente, inmediata o ulteriormente, a todos los seres vivos.

Todo impacto que recibe el sistema tiene repercusiones y los estudios sobre el medio ambiente, tienen por objeto investigar, evaluar y remediar esas repercusiones. Al elaborar el plan general de un puerto, deben tenerse en cuenta, todos estos aspectos.

El desarrollo de un puerto puede entrar grandes modificaciones a las características físico-químicas y biológicas del medio marino. Entre las consecuencias pueden estar las siguientes:

- Destrucción de la población de peces, debida a la desaparición de las zonas de freza o de los criaderos.
- Contaminación o destrucción de los bancos de cría de mariscos.
- Deterioro del contenido bacteriológico del mar, que puede constituir una amenaza para las actividades de recreo, como la natación y la navegación de placer.

Las técnicas modernas de explotación portuaria, requieren que el planificador del puerto, prevea grandes superficies libres junto a los muelles. Habitualmente, la construcción del puerto acarreará la destrucción de la vegetación existente en esas zonas. Además, las operaciones portuarias pueden generar desechos, cuyo almacenamiento deberá supervisarse para evitar perturbaciones.

Un complejo portuario puede estar vinculado a una zona industrial que a veces emite contaminantes atmosféricos (dióxido de azufre, óxido de nitrógeno, hidrocarburos, polvo, etc.) que pueden causar molestias a la población y daños a la vegetación y los edificios. Además, el ruido es una forma de contaminación que, según su nivel, puede causar desde simples molestias hasta pérdidas de capacidad auditiva.

La preparación del plan general del puerto requerirá una serie de estudios que determinarán, por una parte, los requisitos y, por otra, las características del emplazamiento elegido, a fin de que el proyecto se ajuste a él. En el estudio sobre el terreno, deberán tenerse también en cuenta las características del medio ambiente para calibrar las repercusiones del proyecto. El estudio de las repercusiones debe formar parte integrante del estudio técnico y el económico y debe ocuparse del mar, la tierra y la atmósfera.

En lo que respecta al mar, los estudios determinarán las características fisico-químicas, particularmente la calidad del agua. Se realizará un examen de los recursos biológicos, con objeto de elaborar una lista de todos los recursos marinos, las zonas de freza, los criaderos, los bancos de cría de mariscos y las zonas de producción primaria.

Se necesitará un estudio especial para evaluar las repercusiones del dragado, para elegir los vertederos de los productos del dragado y para supervisar los daños causados. La descarga en el mar del material resultante del dragado, está regido en el plano internacional por el

Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar, por vertimientos de desechos y otras materias, de 1,972 (1). El dragado de una nueva zona plantea más problemas al medio marino que el dragado de mantenimiento en una zona que ya ha sido perturbada. El dragado puede tener efectos de gran alcance, como la destrucción del hábitat de las especies marinas, la alteración de la salinidad, el cambio de las corrientes y el aumento de la turbidez.

Es necesario efectuar un estudio completo de la fauna y la flora terrestre y de sus características. También es menester, investigar las condiciones hidrológicas del lugar para determinar los efectos que producirán en el nivel hidrostático, las excavaciones para construir muelles y canales, así como la posibilidad de que el agua se introduzca en las tierras agrícolas circundantes.

### 3.3.3. Riesgos de las operaciones:

Los derrames o la descarga no controlada de sustancias nocivas, tales como el gas natural licuado, el gas de petróleo licuado, el petróleo, las sustancias tóxicas y las sustancias radiactivas, crearían graves peligros de seguridad y sanidad, y perjudicarían al medio marino.

Debe dotarse a los puertos de equipo y materiales suficientes para luchar contra la contaminación en casos de emergencia. Debería efectuarse, por ejemplo, un análisis de los riesgos de contaminación de la zona portuaria, derivados de los accidentes marinos. Ese análisis determinará también la selección de los puestos de atraque para reducir al mínimo las repercusiones de los accidentes de los buques en el medio marino.

Los planificadores del puerto deberán tener en cuenta las disposiciones contenidas en el Convenio Internacional para prevenir la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos de el año 1,954 (2),

- (1) Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimientos de desechos y otras materias (Londres, 29 de diciembre de 1,972). (Publicación de la OMI, No. de venta: 76.14.s)
- (2) Convenio internacional para prevenir la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos, (Londres, 12 de mayo de 1,954), enmendado en 1,962 y 1,969. (Publicación de la OMI, No. de venta: 81.06.S) .

y del Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, de 1,979, (3).

En cuanto a la recepción y tratamiento de los desechos procedentes de los buques, los planificadores deberán velar porque se proporcionen las instalaciones necesarias. Para evaluar las necesidades a este respecto, utilizarán una publicación de la OMI, que trata de las instalaciones de recepción en los puertos (4).

#### 3.3.4. Mercancías peligrosas:

En general, se puede definir como sustancia peligrosa, aquella que ponga en peligro la seguridad de las personas o de los bienes (por incendio, explosión, combustión, toxicidad, infección, radiactividad, corrosión o contaminación). También se clasifica como sustancia peligrosa, aquella que presenta riesgos durante su transporte, en caso de choque, contacto con el agua, con el aire o en presencia de otras sustancias peligrosas. El término comprende también, los recipientes que se hayan utilizado anteriormente, para el transporte de una sustancia peligrosa, a menos que tales recipientes se hayan limpiado y secado o se hayan cerrado de forma segura, cuando la naturaleza del contenido lo permita.

Entre los reglamentos internacionales que contienen listas de sustancias peligrosas, merecen mención:

- El Código Internacional Marítimo de mercancías peligrosas de la OMI (5), en el que las sustancias o mercancías peligrosas se dividen en nueve clases de riesgo. A continuación se detallan:
- (3) Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques (Londres, 2 de noviembre de 1973,), (Publicación de la OMI, No. de venta: 74.01S).
  - (4) OMI, Directrices sobre el establecimiento de instalaciones de recepción adecuadas, en los puertos, 4 partes en 3 volúmenes. Nos. de venta: 77.02.S, y 80.03.S.
  - (5) El código IMDG (edición de 1,977, que incluye las enmiendas 1 a 13), publicado en 4 volúmenes con folios móviles. No. de venta 77.01.S.

- 1.- Explosivos
- 2.- Gases inflamables
- 3.- Líquidos inflamables
- 4.- Sólidos inflamables
- 5.- Oxidantes
- 6.- Tóxicos
- 7.- Radioactivos
- 8.- Corrosivos
- 9.- Misceláneos

- La lista de substancias enumeradas por el Comité de expertos de las Naciones Unidas, en transporte de mercaderías peligrosas (6).

La planificación de la recepción de las mercaderías peligrosas en un puerto, pueden resumirse de la forma siguiente:

- a) Realización de un inventario de los riesgos que entrañan.
- b) Investigación de las medidas preventivas que han de adoptarse para reducir los riesgos.
- c) Examen de las medidas y disposiciones que han de adoptarse en caso de accidente.

En general no puede evitarse la manipulación de mercancías peligrosas en las terminales de carga general, ya que éstas son parte de la corriente normal de mercancías que pasan por el puerto.

En la mayoría de los puertos, las terminales de carga general están próximas a zonas edificadas y los mayores riesgos para esos centros de población, se derivan de la manipulación de gases y líquidos venenosos.

El almacenamiento de substancias inflamables crea también, un riesgo para la zona portuaria.

Cuando las mercancías peligrosas se manipulan como carga a granel, hay que diseñar el puerto de forma que pueda recibir a los buques en puestos de atraque especiales, y dotarlo de equipo de manipulación y de instalaciones de almacenamiento en tierra especialmente planificadas para los productos peligrosos. Los riesgos náuticos, en caso de colisión o encalladura, pueden ser catastróficos para el transporte de substancias peligrosas a granel.

- (6) Transport of Dangerous Goods. 2da. edición revisada. (Publicación de las Naciones Unidas, No. de venta E.82.VIII.1, en inglés y francés únicamente).

Los riesgos que se deben considerar en la zona portuaria con relación al almacenamiento de substancias peligrosas a granel son los siguientes:

- a) Los fenómenos naturales:  
terremotos, inundaciones, tempestades, rayos, etc.
- b) Los factores humanos:  
errores de operación, sabotajes, accidentes en industrias adyacentes, incendios, etc.
- c) Deterioro del sistema de almacenamiento, debido al uso o a los años.

#### 3.3.4.1. Medidas preventivas:

La frecuencia de los accidentes puede reducirse estableciendo y aplicando estrictamente códigos, normas y procedimientos que obliguen a todas las partes interesadas. Las normas se referirán al embalaje, la manipulación y el almacenamiento de las mercancías, y deberán basarse en el estudio y en la experiencia.

Hay una profusión de reglamentos, particularmente de la OMI, que establecen normas y procedimientos de seguridad aplicables a la concepción del material y a su utilización, tanto en los buques como en las instalaciones de tierra.

Una de las medidas de seguridad más comunes en la planificación portuaria, es fijar las distancias que han de separar las zonas de manipulación y almacenamiento de mercancías peligrosas de las demás zonas portuarias. (Véase Tabla de separación general entre clases de materiales explosivos e inflamables. Comisión Portuaria Nacional/Trainmar).

#### 3.3.4.2. Disposiciones en caso de accidente:

Las disposiciones que han de adoptarse para casos de accidente náutico, consisten principalmente, en facilitar medios de salvamento y prestar asistencia en caso de encalladura o de colisión, así como remolcadores, botes contra incendios y botes salvavidas. Además habrá que proporcionar todos los elementos del equipo de lucha contra la contaminación, tales como: dispersores, estacadas flotantes, buques de salvamento, etc.

Para los accidentes en tierra, la autoridad portuaria tiene que proporcionar lo siguiente:

- a) La infraestructura necesaria. (hidrantes, extinguidores, líneas telefónicas, rutas de acceso, equipo contra incendios y centros médicos).

PLANIFICACION PORTUARIA 66

- b) Personal especializado en la lucha contra incendios en las operaciones de salvamento, socorrismo y primeros auxilios, que tengan acceso a las informaciones sobre substancias peligrosas.
- c) Un centro de coordinación de las actividades en caso de accidente, que puede muy bien combinarse con un centro general de coordinación del puerto.





C A P I T U L O     I V  
E L E M E N T O S   D E   D I S E Ñ O

4.1.                    CIMENTACION:

El tipo de cimentación que se escoja para la construcción de un proyecto portuario, debe estar determinado en función de las características y factores que muestren las condiciones naturales del lugar de emplazamiento del mismo. Asimismo, debe cumplir con los requerimientos técnicos y económicos acordes con la especialidad de su uso, profundidad de calado, magnitud o tamaño y otras características del proyecto.

La cimentación de un muelle se puede diseñar y construir de varias formas, pero en general, existen dos conceptos básicos que son: cimentación basada en el uso de pilotes, y el otro, basado en la construcción de muros de contención o de muelle.

4.1.1.                    Pilotes:

Una de las formas más frecuentes utilizadas para la construcción de muelles, es la plataforma sobre pilotes descubiertos. Esa forma de muelle puede comprender, además de los pilotes verticales normales, pilotes hincados con inclinación (inclinados) y tirantes de anclaje unidas a un tablestacado o bloques de anclaje colocados a cierta distancia atrás del muelle.

El muelle de pilotes se construye sobre un talud revestido de piedra o sobre un terraplén o dique de piedra que sirve para retener los materiales más finos (generalmente materiales de relleno) situados detrás del muelle. Para reducir la anchura de la explanada de la plataforma, se construye a veces un muro de contención en la parte trasera del muelle a fin de retener el material de relleno de la capa superior.

Pueden utilizarse diversas técnicas de construcción, empleándose como materiales para pilotes: acero, concreto e incluso en las estructuras de poca importancia, madera. Es preciso determinar el ancho de la plataforma y la distancia entre pilotes que resulte más económica, examinando diversas soluciones en cada caso.

Los pilotes de concreto preesforzado, tanto de sección circular como cuadrada, se han usado particularmente, en aguas profundas y en donde las condiciones de un fondo suave o flojo requerían soportes de cimentación muy largos.

El presforzado simplifica el manejo de pilares largos y reduce las fracturas debido a que la compresión es suficiente para superar los esfuerzos flexionantes y de tensión o reducirlos a una cantidad que no agrieten el concreto. Entre las secciones más utilizadas de pilotes de acero estructural están: de sección "H", y de sección cilíndrica (tubular). Entre las secciones de concreto se usan: sección cuadrada con las esquinas ochavadas y la sección circular. Los pilotes de madera son circulares. En estructuras menores se utilizan pilotes circulares de madera, generalmente tratada con creosota o sales minerales, para darle mayor durabilidad y resistencia al ataque de organismos marinos. Los pilotes de madera también son muy utilizados en algunos sistemas de defensas para el muelle. Entre las fuerzas originadas por las olas que actúan en los pilotes están: las fuerzas de arrastre y las de inercia o impacto. Además, la carga viva uniforme que puede variar de 600 a 800 Lbs/pie<sup>2</sup>. en los muelles de carga general, se controla por el diseño de los pilotes,

#### 4.1.2. Relleno:

Este tipo de construcción de muelles, se usa con mucha frecuencia en profundidades del agua que no excedan de 50 pies (15.24 m.) y las condiciones del fondo sean adecuadas para soportar estructuras del tipo de gravedad. Estas estructuras pueden ser muros de contención, los cuales pueden construirse de distinta forma:

##### a) Muros de contención de bloques:

Este tipo de muro requiere un cimiento firme, no erosionable, preferiblemente de piedra o arcilla dura, pero también puede utilizarse una capa de piedra sobre suelo fragmentado para impedir la socavación, y lleva un relleno de roca en la parte trasera para reducir la presión lateral de la tierra.

El muro puede construirse con bloques de concreto prefabricados, colocados generalmente bajo el agua. Entre las posibles variantes cabe citar: la disposición homogénea de los bloques colocados en hiladas horizontales, la disposición de los bloques en capas, en la que los bloques van dispuestos en un plano inclinado lo cual permite que el muelle se adapte al asentamiento del terreno, y la utilización de bloques huecos que reduce el peso de los elementos que han de manipularse. Si el muro puede construirse en seco, es muy adecuada la construcción usando concreto en masa. Los bloques individuales de concreto pueden pesar de 50 a 200 tons. Ver figura No. 12.

## b) Cajones de concreto:

Los cajones de concreto se utilizan para la construcción de los muros de muelle. Los cajones pueden tener fondos abiertos y puntas cortantes, de manera que puedan hundirse bajo el fondo dragado para obtener un apoyo firme, o pueden tener un fondo cerrado. Cuando tienen un fondo cerrado, los cajones prefabricados pueden ser transportados por flotación hasta el lugar donde han de colocarse, hundiéndolos hasta un cimiento preparado, generalmente con una cama de grava o piedra quebrada como capa de nivelación. Otras veces, se construye cada cajón en su posición definitiva, y se excava el fondo de modo que el cajón hundido quede al nivel deseado. Ver Figs. Nos. 11 y 24.

## c) Muelle de tablestacas:

Los muros de contención hechos de tablestacas de acero ancladas, se han utilizado frecuentemente como muros de muelles y son recomendables especialmente cuando la altura del muelle no tiene que ser excesivamente grande y cuando el suelo es de arena de densidad media.

Pueden obtenerse muros de muelle de mayor altura, utilizando las tablestacas metálicas compuestas y las secciones en "H", que ahora existen en el mercado. Para reducir el momento de flexión del tablestacado, éste puede estar soportado por tirantes de anclaje sujetos a un muro ancla o a pilares ancla, localizados a una distancia segura atrás del frente del muelle. Ver Fig. No. 13.

## d) Celdas de tablestaca:

Las celdas de tablestaca de acero se usan con mucha frecuencia en profundidades del agua que no excedan de 50 pies (15.24 m.) y las condiciones del fondo sean adecuadas para soportar estructuras del tipo de gravedad. Las celdas generalmente se cubren con una losa de concreto y un muro sólido sobre la superficie del agua. Las celdas usan pilotes de perfiles de acero de ala ancha, que trabajan a tensión para retener el relleno interior de roca o material granular grueso, con lo cual se forma un muro de retención a gravedad, de peso suficiente y resistencia al esfuerzo cortante para resistir la torsión y el deslizamiento en la base. Las celdas pueden ser de forma circular o pueden tener extremos circulares y paredes rectas. Ver Fig. No. 10.

La acción de las olas en los muros verticales consisten en: una presión estática que varía conforme la ola sube y baja a lo largo del muro, y una presión dinámica ejercida por las partículas de agua en movimiento.

#### 4.2. PLATAFORMA DEL MUELLE:

La plataforma del muelle o cubierta es otro elemento estructural del muelle, su diseño está en función del tipo de cimentación empleado y de la especialidad del uso del muelle, por lo cual, tendrá ciertas características de forma, materiales y comportamiento estructural, según los requerimientos. La cubierta puede ser construida de madera, concreto, acero y mixta o combinada.

##### 4.2.1. Cubierta de madera:

La madera se usa generalmente en estructuras pequeñas o ligeras como son los caballetes, puentes o pasarelas que conectan la playa con espigones, moros o atracaderos situados en aguas profundas. En estas construcciones, las cartas verticales son las principales fuerzas, aunque debe darse suficiente estabilidad lateral para resistir la corriente, el viento y los sismos de tierra, y debe soportar el movimiento del equipo cuando éste existe. Ver figura No. 15.

Las cargas vivas pueden consistir en una o más de las siguientes: camiones, ferrocarril, tuberías llenas de líquido, bandas transportadoras, etc.

##### 4.2.2. Cubierta de concreto:

El concreto reforzado es el material más usado en las cubiertas o plataformas de los muelles, por sus características especiales de durabilidad, resistencia, etc.

El diseño de la plataforma o cubierta depende del tipo de cimiento empleado en el proyecto. Existen cubiertas apoyadas sobre pilotes y otras apoyadas sobre muros de muelle o rellenos, las cuales son distintas entre sí en su comportamiento estructural y su forma. La plataforma construida sobre pilotes tiene entre sus elementos los siguientes: losas de rodaje, relleno compactado (algunas veces), losa portante (estructural), vigas de coronación (viga cabezal), y muro o viga de defensa. Ver figuras Nos. 19, 20, 21, 22 y 23.

Todas las cargas, tanto verticales como laterales, para las que se diseña el muelle, son resistidas en primer lugar, por la cubierta o plataforma, excepto las originadas por la acción de las olas que actúan sobre los pilotes, y luego son transmitidas al suelo por medio de las estructuras de cimentación. Entre el tipo de cargas que actúan en el muelle (plataforma y luego transmitida a otros elementos) se tiene:

## a) Fuerzas de viento y corriente:

Son las fuerzas ejercidas al muelle por los cabos de amarre, que halan al barco contra el muelle o a lo largo del mismo, en contra de la fuerza del viento o de la corriente. La máxima fuerza de viento es igual al área expuesta, en pie<sup>2.</sup>, del costado del barco, multiplicada por la presión del viento en Lbs/pie<sup>2.</sup>, y a la que se aplica un factor de 1.3. Este es un factor combinado que toma en consideración una reducción debida a la altura y un aumento por succión del lado de sotavento del barco. La fuerza de corriente es debida a la presión causada por la corriente sobre el área del barco que está bajo el agua, cuando el barco está completamente cargado. Puesto que los barcos en general atracan en posición paralela a la corriente, esta fuerza a menudo es un factor de control.

## b) Fuerza de impacto:

El impacto es producido por un barco que al atracar golpea el muelle cuando hace la maniobra de atraque. En general, se supone que el máximo impacto que debe considerarse es el que produce un barco completamente cargado (al tonelaje de desplazamiento), que pega contra el muelle con un ángulo de 10 grados con el frente del muelle; con una velocidad normal al muelle de 0.25 a 0.5 pie/seg. El sistema de defensa se diseña para absorber la energía del impacto del atraque.

## c) Fuerzas sísmicas:

Estas fuerzas tienen que considerarse si un muelle está en una zona sísmica. La fuerza horizontal aplicada en el centro de gravedad del muelle, puede calcularse en el caso especial de Guatemala, mediante la fórmula recomendada por la Universidad de Stanford.

$$V = A \times D \times B \times Q \times W = \text{aprox. } 0.2 \times W$$

Donde:

- V = Fuerza lateral de sismo o corte en las bases.
- A = Coeficiente de la aceleración en la zona.
- B = Factor de comportamiento estructural.
- D = Factor dinámico medio de amplificación.
- Q = Factor de cualidad de la estructura.
- W = Carga muerta total y porciones aplicables de otras cargas (en el caso de muelles, 50 % de cargas vivas).

En los litorales de Guatemala (Atlántico y Pacífico), las variables pueden tomar aproximadamente los siguientes valores:

$$\begin{aligned} A &= 0.45 \\ D &= 2.00 \\ B &= 1/5 \\ Q &= 1.00 \end{aligned}$$

a) Cargas de gravedad:

Consisten en el peso propio de la estructura o carga muerta y la carga viva, que usualmente consiste en una carga uniforme y una carga transmitida por las ruedas de los camiones, carros de ferrocarril o locomotoras, grúas para el manejo de carga y equipo. La carga viva uniforme para muelles de carga general, puede variar entre 600 y 800 Lbs/pie<sup>2</sup>; y 250 Lbs/pie<sup>2</sup>. como mínimo para caballetes y puentes de acceso para soportar: tuberías, bandas transportadoras, camiones de carga y ferrocarril, y; para los muelles que manejan metales pesados en lingotes y otras formas, pueden diseñarse para 1,000 Lbs/pie<sup>2</sup>.

Es usual el criterio de diseño en el cual se usa la carga viva uniforme para el diseño de pilotes y las cargas concentradas sobre ruedas, incluso el impacto, para el diseño de la losa y vigas de cubierta.

4.2.3. CUBIERTA COMBINADA O MIXTA:

Es la cubierta que combina dos materiales en su construcción, ya sean concreto y acero, concreto y madera y raras veces, acero y madera. Por lo regular, este tipo de cubierta se utiliza en muelles livianos, pasarelas o puentes de acceso a espigones o morros de muelle, ubicados en aguas profundas. Ver figura No. 9.

4.3. DEFENSAS DEL MUELLE:

La función principal de una defensa de muelle, es evitar que el barco o el muelle sufran daño durante el atraque, amortiguando las fuerzas de impacto originadas.

En condiciones ideales y bajo control perfecto, un barco puede aproximarse al muelle sin dar un golpe severo al mismo, pero aún así, es necesario separarlo del muelle por medio de tiras amortiguadoras de madera o de caucho. Tales tiras evitarán que se dañe la pintura del barco debido al movimiento relativo entre el muelle y la nave, causado por el oleaje y el viento.

En el caso de un muelle macizo, construido por ejemplo, con bloques de concreto, la fuerza máxima aceptable está determinada por la capacidad del buque para resistir una deformación permanente, ya que el muro podría soportar

fuerzas mayores que el buque. En el caso de los muelles contruidos a base de pilotes, la resistencia de la estructura suele ser el factor determinante en el diseño de las defensas. En ambos casos, las defensas deben colocarse de modo que amortiguen las fuerzas que se transmiten a una determinada parte de la estructura.

La velocidad de atraque admisible de un buque depende de su tonelaje, de la pericia del práctico o del timonel del remolcador, de las condiciones meteorológicas y del puerto. Debe elegirse una velocidad mayor a la normal como valor teórico para que las defensas y estructuras puedan resistir a cualquier tipo de atraque, aunque generalmente, es difícil prever los efectos posibles de una colisión accidental. Los fabricantes de defensas patentadas, publican datos sobre la absorción de energía de sus defensas, y cuadros que permiten escoger las más idóneas.

#### 4.3.1. Tipos de defensas:

Los sistemas de defensa varían desde artefactos bastante complicados hasta prácticamente ninguna defensa en ciertos puestos de atraque para buques pequeños. La forma más corriente de defensa utilizado en la actualidad, consiste en piezas de caucho de diversas formas, que pueden asegurarse fácilmente sobre la estructura y están concebidas para ajustarse a las condiciones de cada caso. También se usan frecuentemente defensas de madera, en especial en los muelles de carga general, aunque su mantenimiento debe ser considerado. Una posibilidad muy económica consiste en utilizar como defensas, grandes neumáticos, como por ejemplo, los del equipo para movimiento de tierras. Tales defensas pueden ser adecuadas, a lo largo de muelles sólidos, para buques de hasta 100,000 T.P.M.

Otros tipos de defensas están concebidos normalmente como sistemas mecánicos y estructurales que respondan a una aplicación particular. Los siguientes tipos de defensas, figuran entre la selección disponible:

##### a) Sistema de defensa a base de madera:

En este sistema, se utilizan pilotes hincados a lo largo de la parte exterior del muelle, y sobre ellos se coloca un entramado longitudinal de vigas que, conjuntamente con los pilotes, absorben la energía del impacto haciendo una distribución de cargas, la energía es absorbida principalmente por la flexión del pilote.

Para cargas muy elevadas se aumenta la capacidad de resistencia, añadiendo un bloque de caucho entre

el entramado de vigas y la estructura del muelle. Existe otro tipo de defensa de madera, la cual cuelga del borde del muelle y cuyos elementos verticales pueden llegar hasta el nivel del agua. Ver figuras Nos. 26, 27 y 28.

b) Defensas de caucho:

Son muy convenientes y económicas, aunque su capacidad de absorción de energía es limitada, por lo que se usan generalmente en estructuras que pueden resistir impactos. Existen de varias formas y tamaños, además son de fácil instalación y reemplazo, se pueden colocar en distintas posiciones, dependiendo de las necesidades existentes. Ver figura No. 14.

c) Defensas de gravedad suspendidas:

Están diseñadas para transformar la energía cinética del buque en movimiento, en energía potencial mediante la elevación de su peso. Un ejemplo típico de este sistema de defensa, es aquel en que se suspende un gran bloque de concreto por debajo de la plataforma del muelle, mediante dos pares de cables, la cara exterior del bloque adecuadamente revestida con una plancha de madera, actúa como superficie de atraque. Con el impacto del buque, el bloque de concreto oscila hacia atrás y hacia arriba, hasta que el buque se detiene.

d) Defensas neumáticas:

Son dispositivos de presión diseñadas para absorber la energía del impacto por compresión del aire dentro de una envoltura de caucho que flota libremente y está atado con cabos al muelle. Otro tipo, es un cilindro de caucho cerrado, al que se bombea aire y está fijo a la superficie del muro del muelle. Este tipo de bloque neumático tiene una alta capacidad de absorción de energía. Ver figura No. 28.

4.4. EQUIPO E INSTALACIONES:

Antes de determinar el tipo de instalaciones y equipo que son necesarios en un puerto, se debe pensar en el mismo como un organismo, en el que todas las partes que lo componen y sus funciones tienen relación entre sí. La carga influye en el tipo de buques y éstos en el tipo de terminal portuaria (muelle especializado) que se adapte a sus necesidades. La terminal portuaria debe tener entonces, instalaciones y equipo apropiado para la clase de carga de su especialización.

A continuación se da una clasificación del equipo de manipulación o maquinaria portuaria, de las



instalaciones y servicios necesarios para cada tipo de terminal portuaria.

4.4.1. Maquinaria portuaria:

a) Terminal de carga general (puerto tradicional):

\* Etapa de la operación:

- Carga/descarga o manipulación a bordo:

- Grúas de muelle de 3 a 8 tons.
- Grúas móviles de 5 a 30 tons.
- Montacargas de 3 a 8 tons.

- Transferencia:

- Montacarga de 5 a 35 tons.
- Tractores y remolques ligeros

\* Apilamiento en las bodegas y zonas al aire libre:

- Montacargas de 3 a 15 tons.
- Grúas móviles de 5 a 30 tons.

\* Entrega y recepción de carga:

- Montacargas de 3 a 15 tons
- Grúas móviles de 5 a 30 tons.

b) Terminal polivalente:

\* Etapa en la operación:

- Carga/descarga o manipulación a bordo:

- Grúas pórtico de 35 a 40 tons.
- Grúas móviles pesadas de 30 a 60 tons.
- Grúas torre móviles de 10 a 20 tons.
- Montacargas de 3 a 8 tons.

- Transferencia:

- Tractores de terminal y cabezales
- Remolques/ chasis
- Carretillas pórtico o
- Cargadores frontales de 10 a 45 tons.

\* Apilamiento en las bodegas y en zonas al aire libre:

- Montacargas de 3 a 8 tons.
- Carretillas pórtico o

- Cargadores frontales de 10 a 45 tons.

\* Entrega y recepción de carga:

- Carretillas pórtico
- Grúas pórtico de patio (transtainer) o
- Cargadores frontales de 10 a 45 tons.

c) Terminal de contenedores:

\* Etapa en la operación:

- Carga/descarga o manipulación a bordo:
  - Grúas pórtico de 35 a 40 tons.

- Transferencia:

- Tractores de terminal
- Remolques/chassises
- Carretilla pórtico, o
- Cargadores frontales de 10 a 45 tons.

\* Apilamiento de contenedores en los patios:

- Carretilla pórtico o
- Cargadores frontales de 10 a 45 tons.

\* Entrega y recepción de la carga:

- Carretillas pórtico
- Grúas pórtico de patio (transtainer), o
- Cargadores frontales de 10 a 45 tons.

d) Terminal para carga seca a granel:

\* Etapa de la operación:

- Carga/descarga o manipulación a bordo:

- Cargadores móviles con transportador elevado
- Cargadores lineales o radiales
- Grúa giratoria de cuchara
- Grúa descargadora de cuchara
- Equipos neumáticos (por aspiración o presión)
- Transportadores verticales de cadena

- Transferencia:

- Transportadora de cinta o banda (por tracción)

- Monocarriles
- Transportadores por gravedad
- \* Apilamiento en los silos y zonas al aire libre.
  - Bandas transportadoras
  - Apiladores de material a granel
- \* Entrega y recepción de carga:
  - Apiladores de material a granel, en pilas o "volcanes"
  - Apiladores-recogedores
  - Otros (dependiendo del producto)

#### 4.4.2. Instalaciones portuarias:

- a) Terminal de carga general (puerto tradicional)
  - Bodegas de almacenamiento
  - Zonas de almacenamiento al aire libre
- b) Terminal polivalente:
  - Grandes zonas de almacenamiento al aire libre
  - Bodegas de almacenamiento
- c) Terminal de contenedores:
  - Grandes zonas de almacenamiento al aire libre
  - Bodegas de almacenamiento
  - Estación de consolidación
- d) Terminal de carga seca a granel:
  - Zonas de apilamiento
  - Silos
- e) Terminal para fluidos (granales líquidos):
  - Mangueras, tuberías y ductos
  - Tanques de almacenamiento

#### Otras instalaciones de servicios:

- Iluminación artificial (alumbrado eléctrico):

Las terminales portuarias tienen normalmente necesidad de trabajar de noche, así como en horas con luz del día, y en consecuencia, debe suministrarse una iluminación

satisfactoria para el trabajo nocturno. Para las áreas abiertas de trabajo sobre el muelle, cuando ocurre la carga o descarga de un barco, debe mantenerse una intensidad de iluminación, por lo menos de 5 pies-bujía. Esto puede lograrse por medio de reflectores de intemperie, colocados en puntos estratégicos.

Los almacenes de mercancías y las bodegas deben tener alumbrado incandescente o fluorescente, que suministren por lo menos 5 pies-bujía. Los edificios de oficinas exigen niveles altos de iluminación, entre 20 y 50 pies-bujía, según el tipo de trabajo que se desarrolle en ellas. También debe proporcionarse iluminación en las calles y banquetas, en este caso, un nivel o intensidad de iluminación entre 0.2 y 0.5 pies-bujía, puede ser proporcionado por lámparas de iluminación de calles montadas sobre postes.

- Energía eléctrica:

Es necesaria para impulsar el equipo mecánico de motores eléctricos utilizados en la carga o descarga y en la transferencia de algunos tipos de carga, por ejemplo: los graneles sólidos y líquidos.

- Agua potable:

Las tuberías de distribución, así como sus conexiones de mangueras, deben estar especialmente diseñadas para suministrar el servicio de agua a los barcos. Las tuberías y las tomas deben localizarse en lugares donde no causen problemas a las operaciones del muelle. Los suministros de agua a los bacos, generalmente están controlados por medidores, efectuándose un cobro por el agua subida a bordo. Los medidores deben estar en lugares accesibles para su fácil lectura y ubicados convenientemente para no interferir con el tráfico de peatones o de vehículos.

- Drenaje:

El desperdicio que se origina en un muelle puede llevarse por gravedad a un drenaje costero, si la distancia es corta y existe una diferencia de elevación suficiente. De otro modo se tendrá que construir una pequeña planta de tratamiento de aguas negras y tratar los efluentes antes de descargarlos al mar.

- Accesorios de amarre:

Las bitas y los bolardos de amarre son elementos en los cuales se sujetan los barcos, para mantenerlos unidos al muelle. Se localizan a lo largo del muelle, separados entre sí de 50 a 80 pies de longitud. Ver figura No. 29.

Las bitas se diseñan en forma usual para resistir tensiones de 35 tons., las embarcaciones pequeñas, remolcadores y embarcaciones de cabotaje, se sujetan a cornamusas espaciadas a cada 30 o 40 pies de longitud, a lo largo del frente del muelle.

- Accesos al muelle:

Está plenamente justificado, para reducir el costo de los hurtos y de los robos importantes, construir una barrera de seguridad (recinto portuario). El número de accesos al puerto deben reducirse al mínimo, aplicándose en ellos un sistema de pases y control de las entradas y salidas.

- Suministro de combustibles:

En algunos puertos es preciso suministrar combustible a los buques. Si no se utiliza una gabarra de aprovisionamiento de combustible, ni se dedica a ese propósito un puesto de atraque especial, se puede instalar el suministro de combustible en el muelle de carga, de modo que el buque pueda ser aprovisionado mientras está atracado en el muelle.

Según las clases de tráfico, puede ser necesario suministrar fuel-oil, gas-oil, diesel-oil, y productos intermedios. No es necesario facilitar esos combustibles en todos los puestos de atraque, pero deberían proporcionarse en emplazamientos convenientes, tomas de combustible alimentadas por tuberías subterráneas.

4.4.3. Ayudas a la navegación:

Las ayudas a la navegación son necesarias en ríos, canales y puertos a lo largo de las costas de lagos y de océanos, para facilitar a los barcos, viajar segura y rápidamente. Los tipos de ayuda requeridos varían con la clase de vía acuática que sirven y su función.

Las ayudas a la navegación pueden ser estructuras fijas o flotantes, equipadas con el tipo necesario de alumbrado por faros, campanas y otros dispositivos de aviso sonoro, así como radares y reflectores.

- Faros:

Se erigen en los extremos sobresalientes de los rompeolas, en puntos salientes de tierra que se proyecta dentro de aguas profundas navegables, a la entrada de los

puertos, en arrecifes, bajos y otros puntos de peligro para las embarcaciones. Normalmente se construyen de mampostería, de manera que puedan soportar oleajes pesados y la intemperie. Las luces deben estar lo suficientemente elevadas para ser visibles fácilmente desde los barcos que se aproximan. Las luces pueden ser fijas, ocultantes o destellantes y del color requerido. Pueden ser energizadas por corriente eléctrica proveniente de la costa, por baterías eléctricas, por gas de acetileno y celdas solares.

Cuando no sea factible la construcción de faros, los faros flotantes pueden servir para el mismo objeto. Los faros flotantes varían en tamaños, con luces automáticas y señales para la niebla.

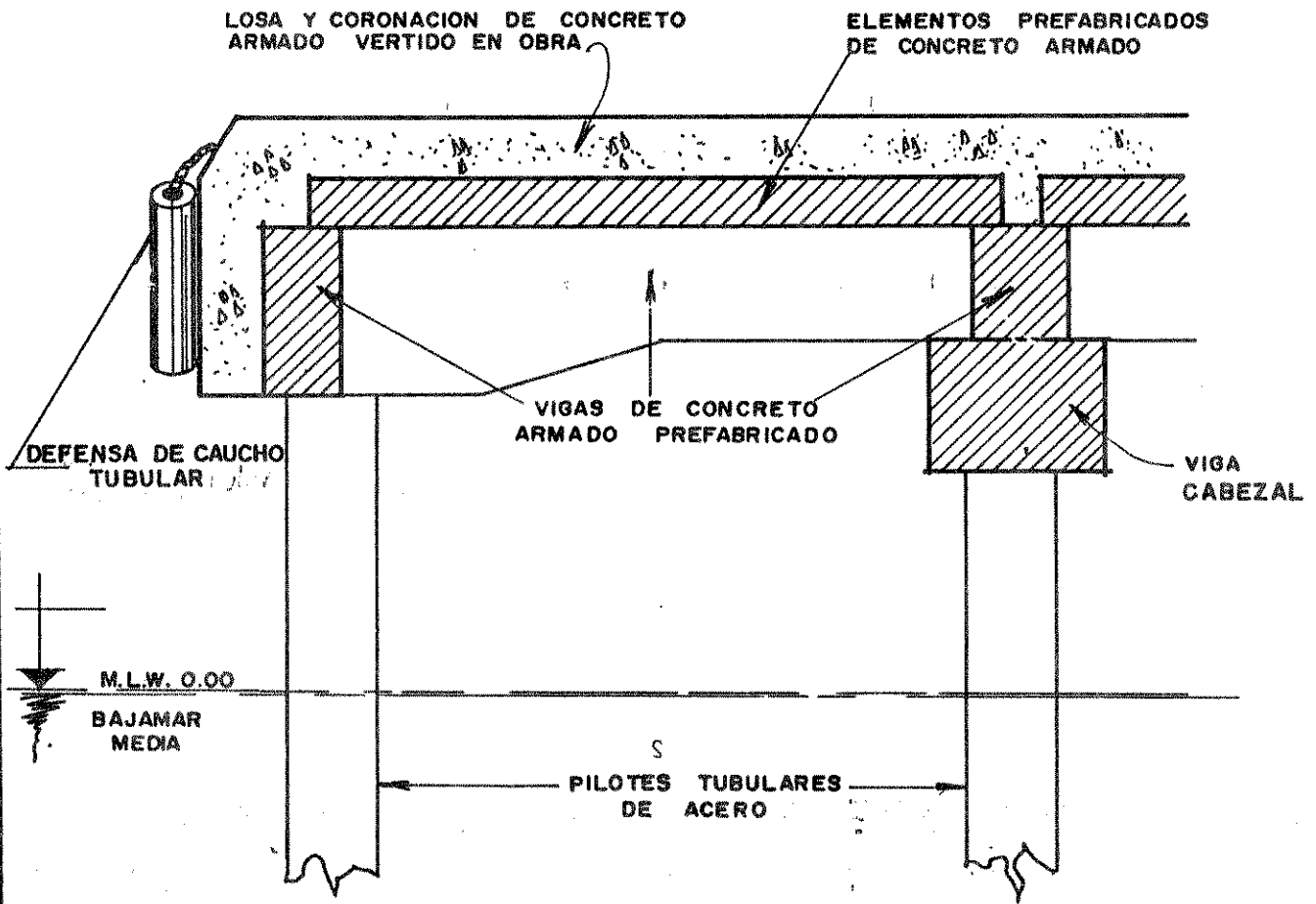
- Boyas:

Existen diversos tipos de boyas flotantes, algunas de ellas con sistema de alarma sonora y luces que sirven de ayuda a la navegación. Sus características especiales como numeración, color de pintura, simbología en cartas, color de su luz y otras, están indicadas en tablas. Ver cuadro No. 2 en página No. 93.

- Luces de iluminación:

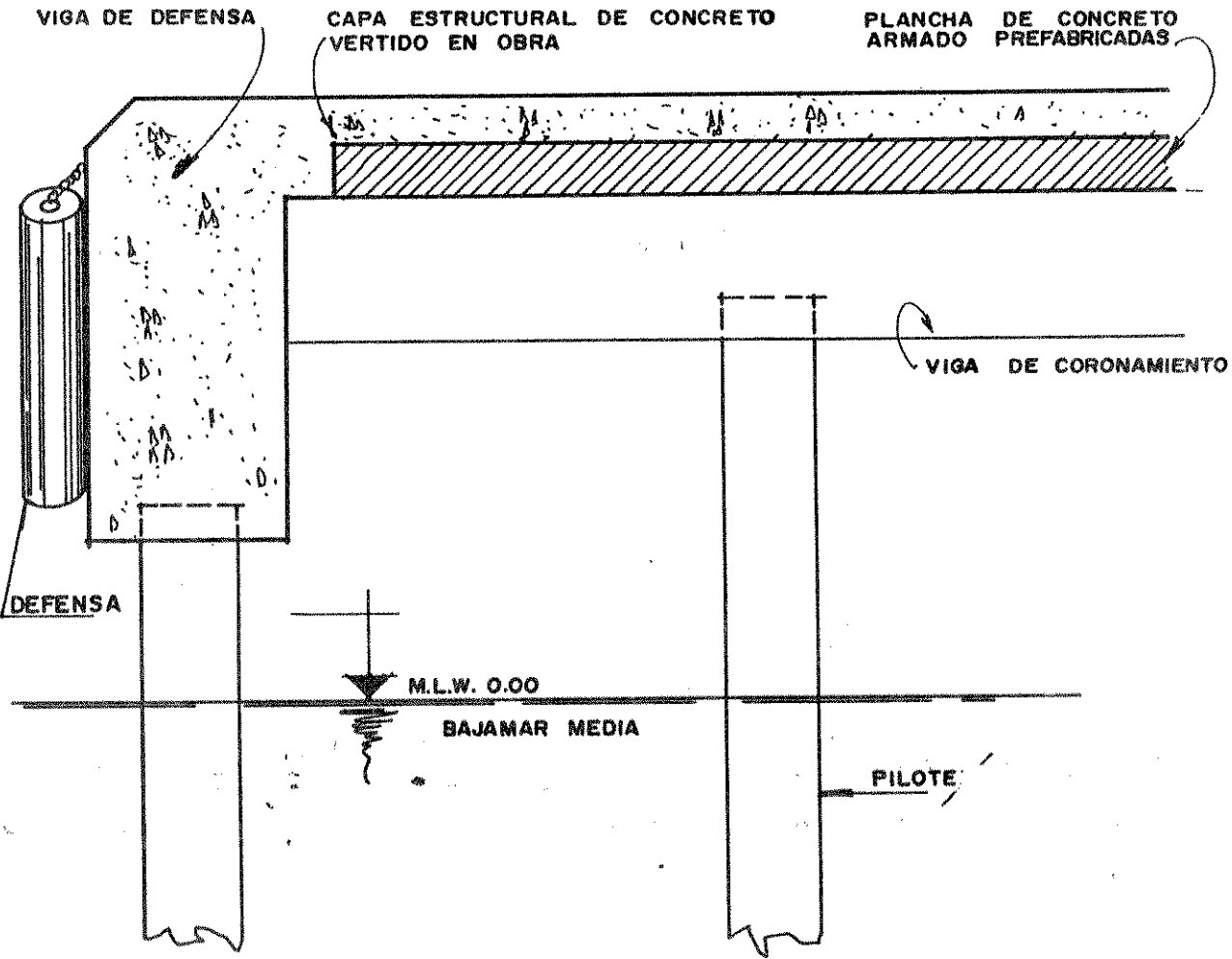
Generalmente se coloca en cada extremo de los muelles, una linterna de faro para iluminación con el propósito de delinear sus límites. También se utilizan luces en pasarelas y puentes angostos y largos, que se proyectan dentro de las aguas navegables. Por lo general, son luces blancas fijas y se colocan directamente en las estructuras que se desean señalar.





DETALLE SECCION TRANSVERSAL CUBIERTA DE  
CONCRETO

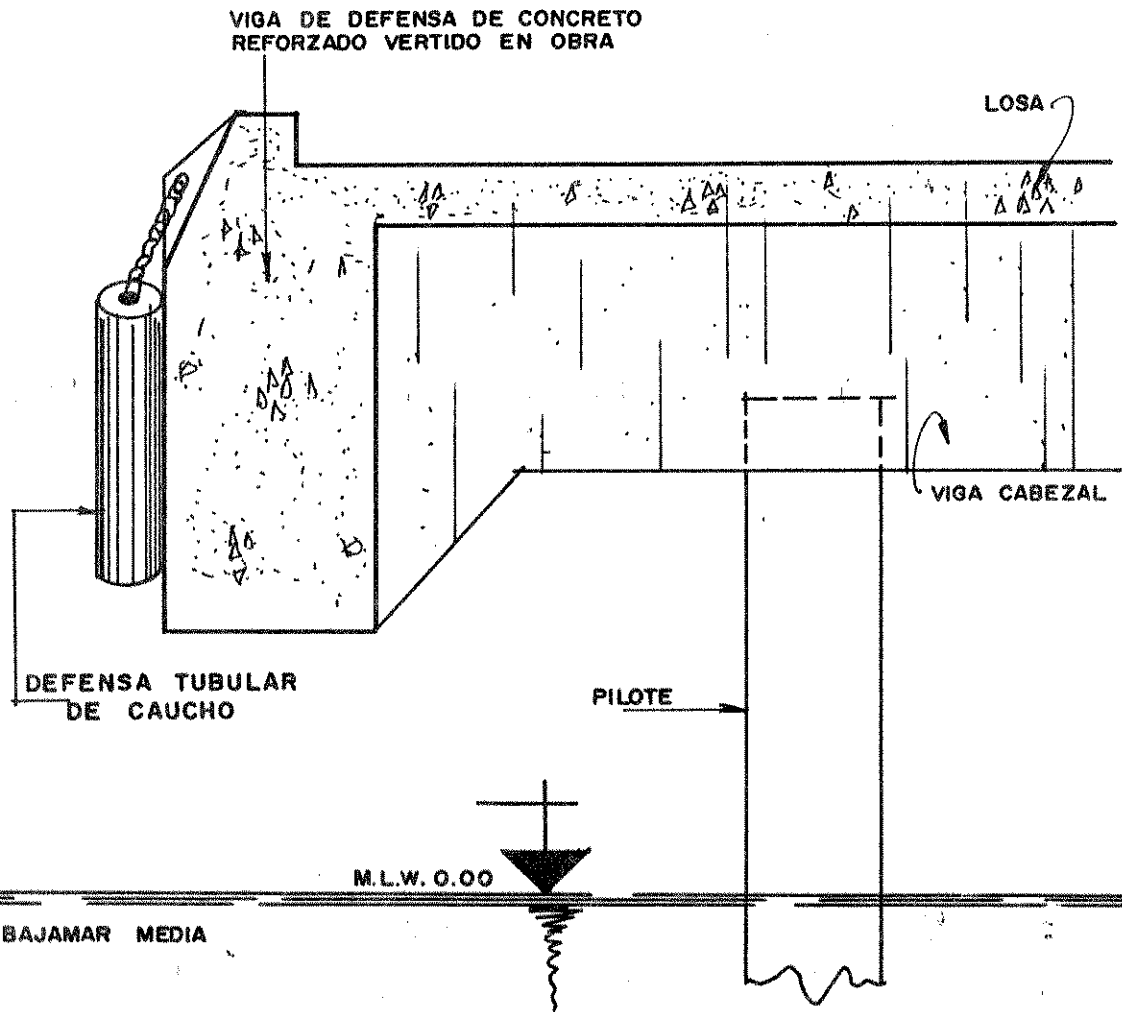
FIGURA No. 19



DETALLE SECCION TRANSVERSAL CUBIERTA DE CONCRETO

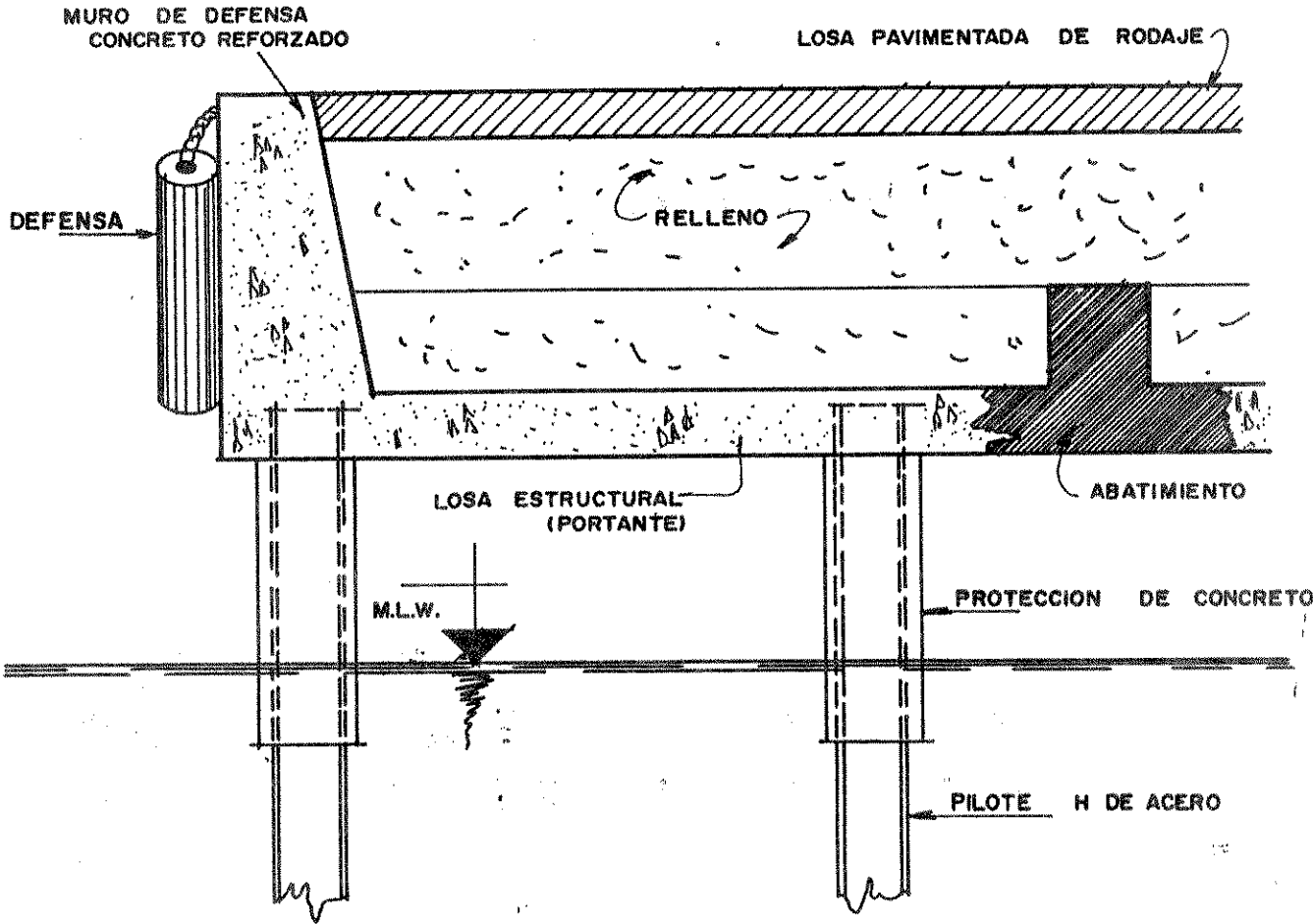
FIGURA No. 20





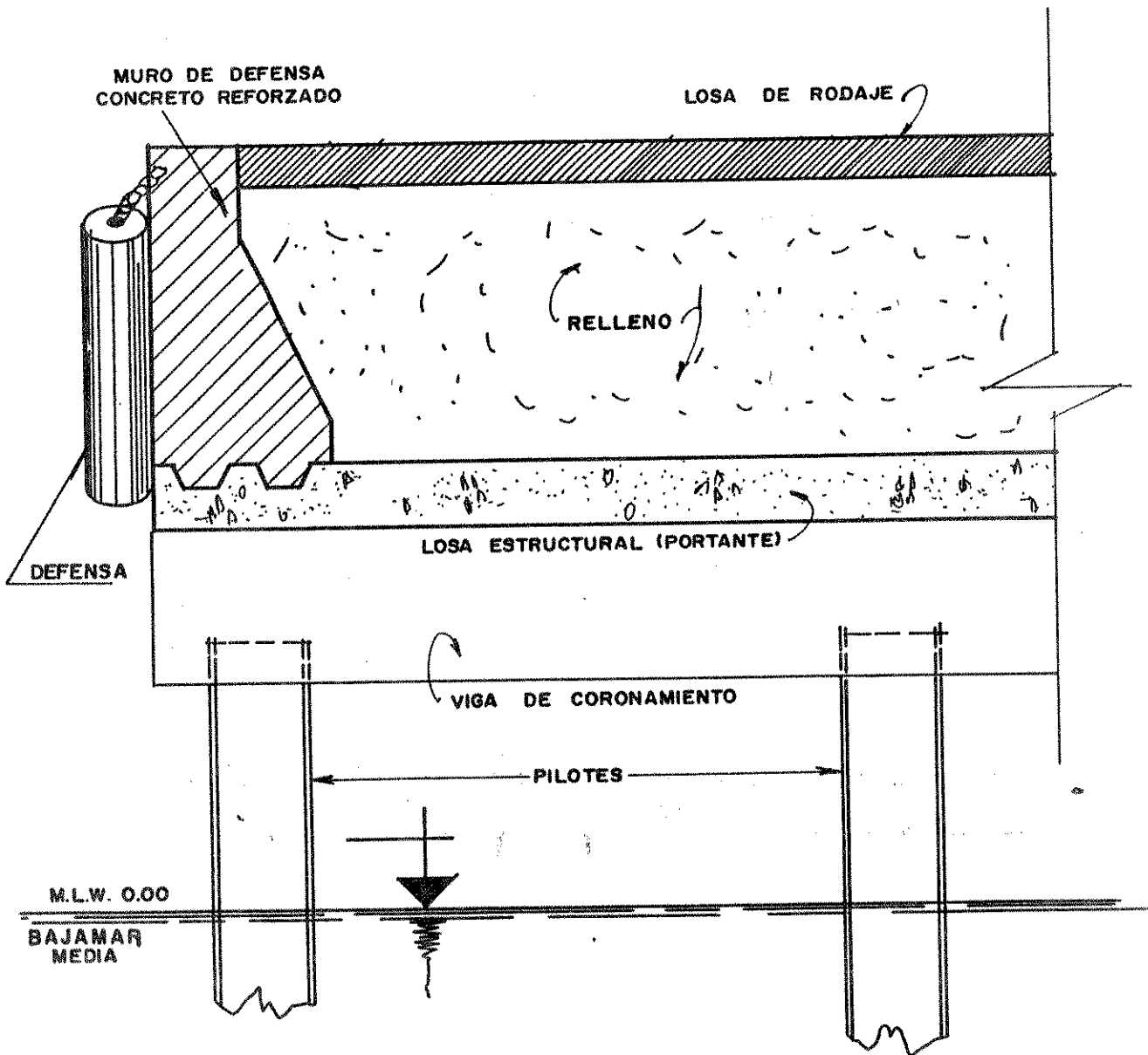
DETALLE SECCION TRANSVERSAL PLATAFORMA  
O CUBIERTA DE CONCRETO

FIGURA No. 21



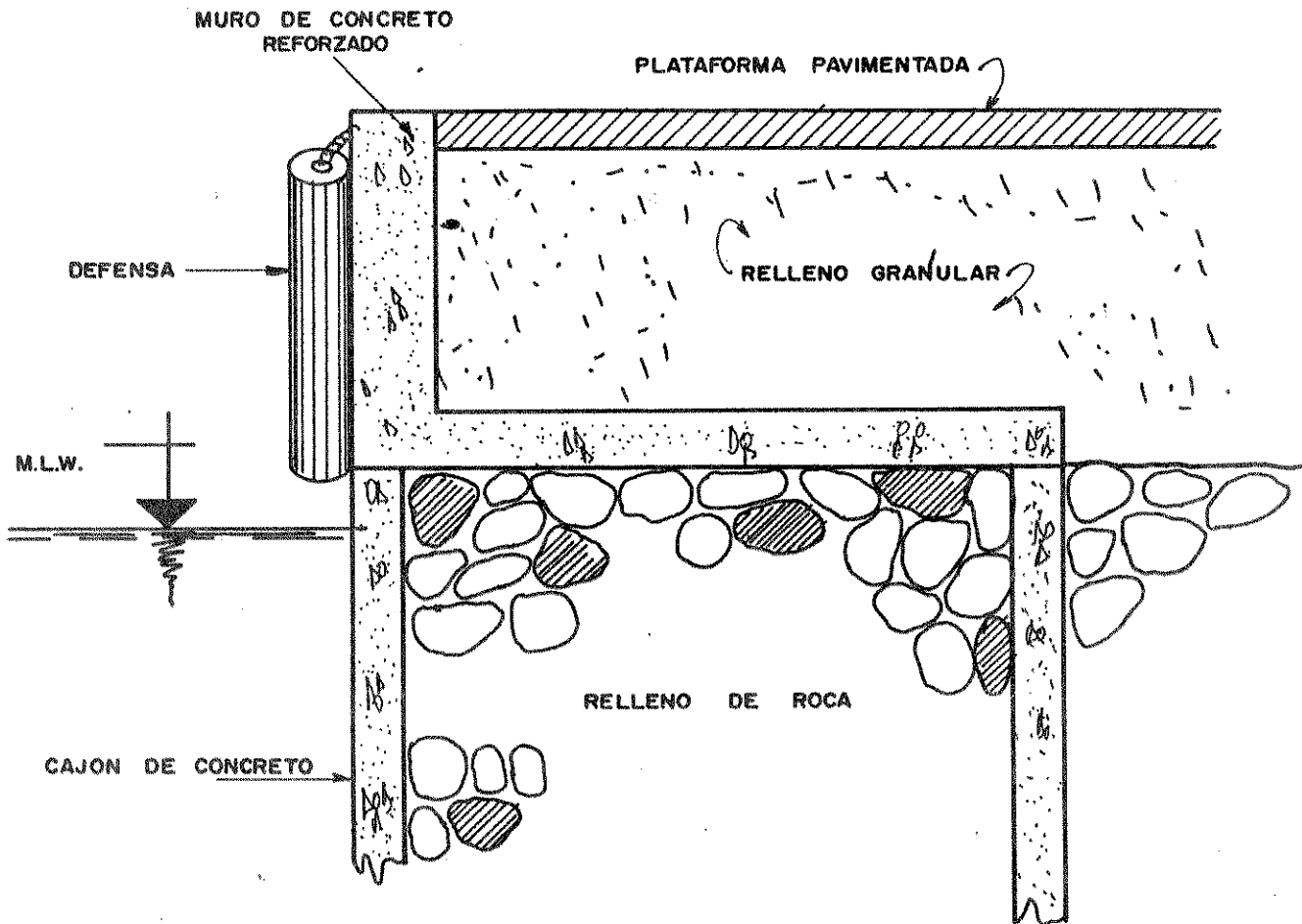
DETALLE SECCION TRANSVERSAL CUBIERTA DE  
CONCRETO

FIGURA No. 22



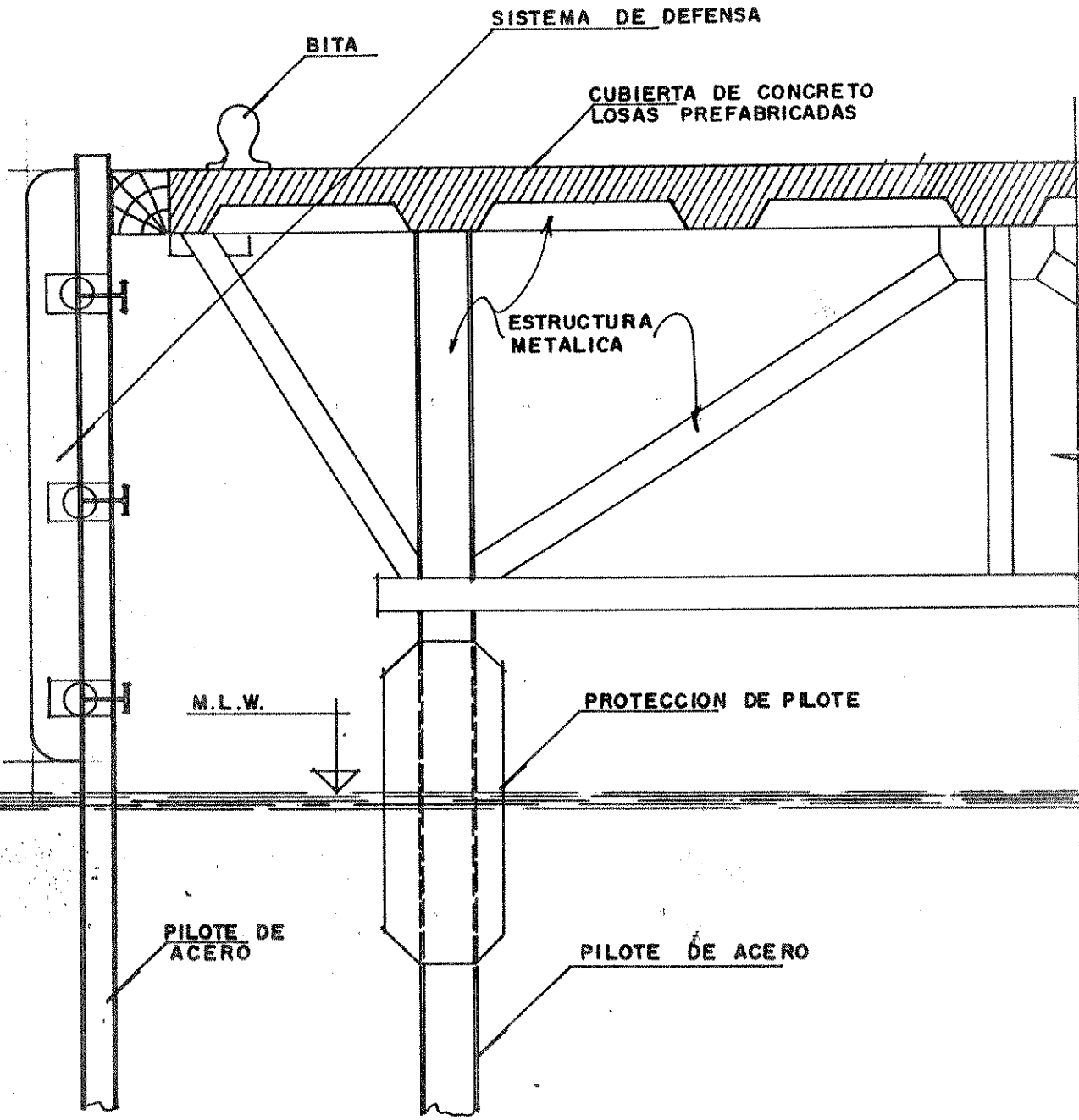
DETALLE SECCION TRANSVERSAL PLATAFORMA  
O CUBIERTA DE CONCRETO

FIGURA No. 23



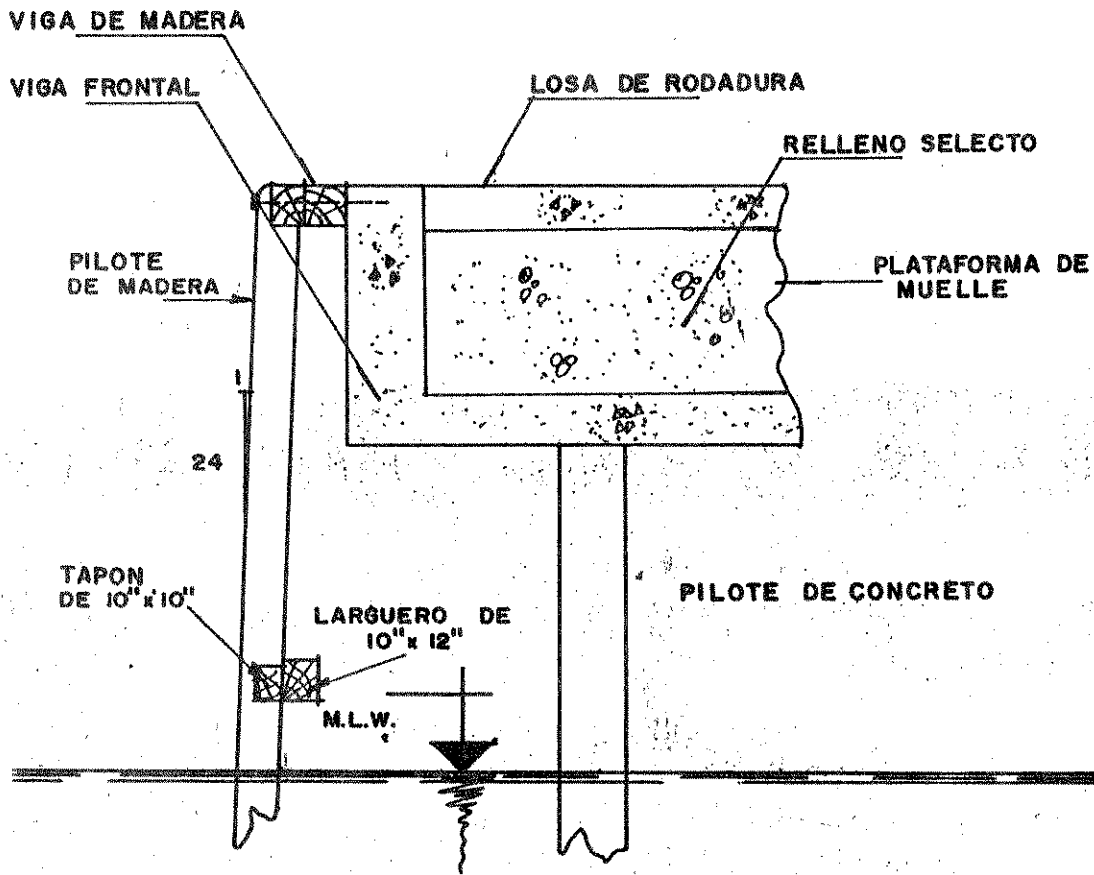
DETALLE MALECON SOLIDO TIPO DE CAJON

FIGURA No. 24

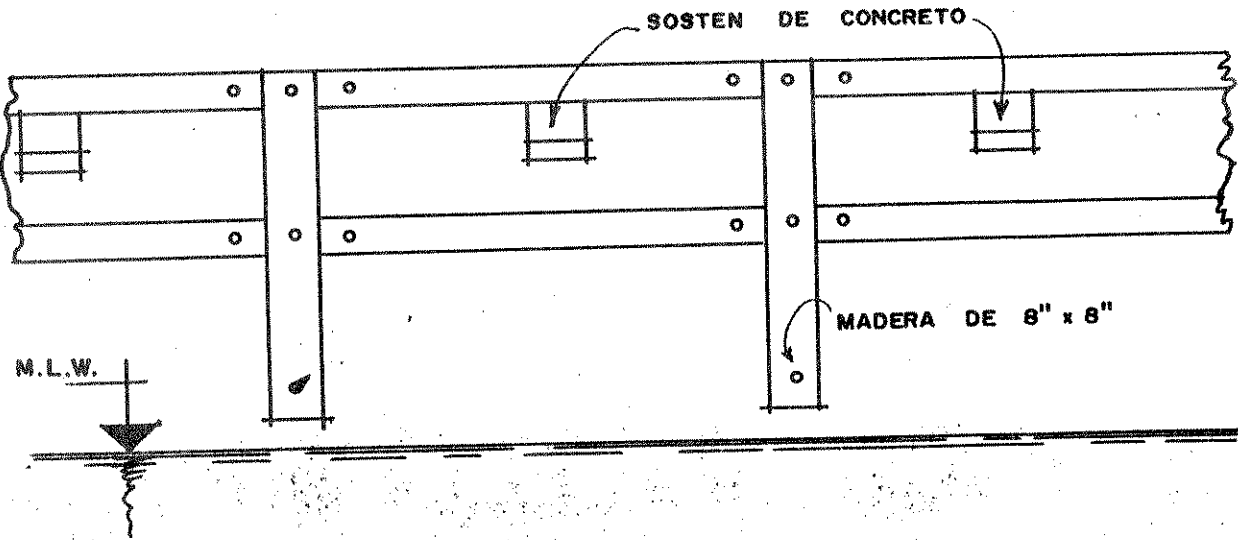


CUBIERTA MIXTA CONCRETO-ACERO

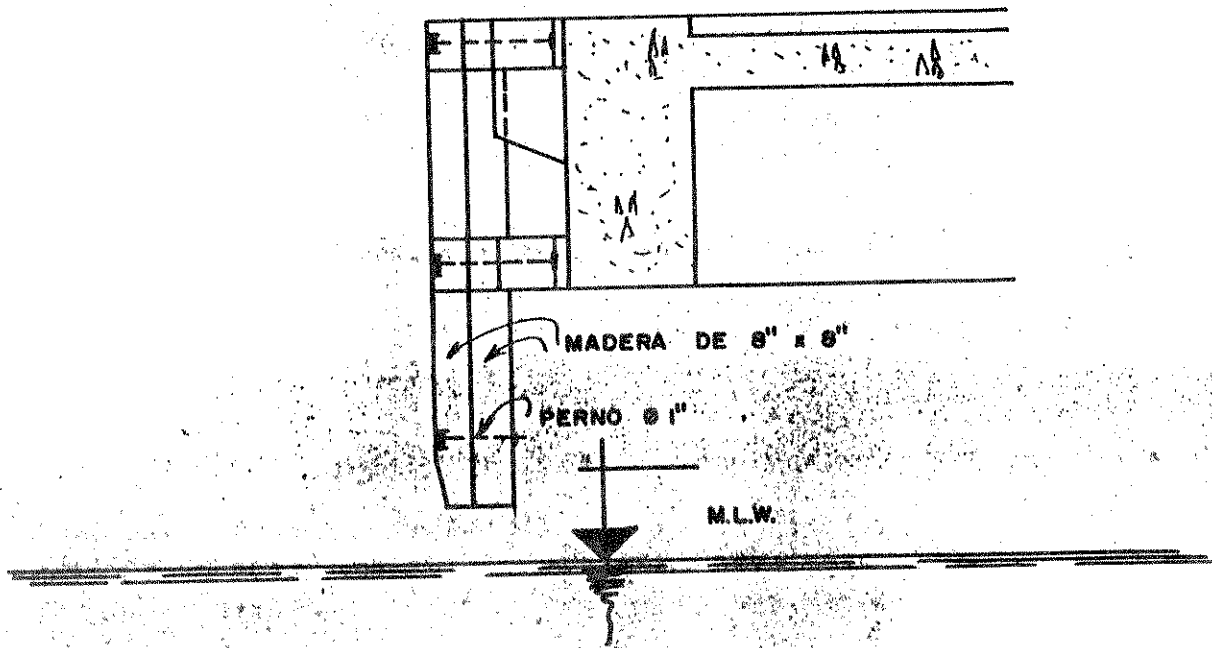
FIGURA No. 25



TIPICA DEFENSA DE MADERA TIPO MUELLE  
O RESORTE

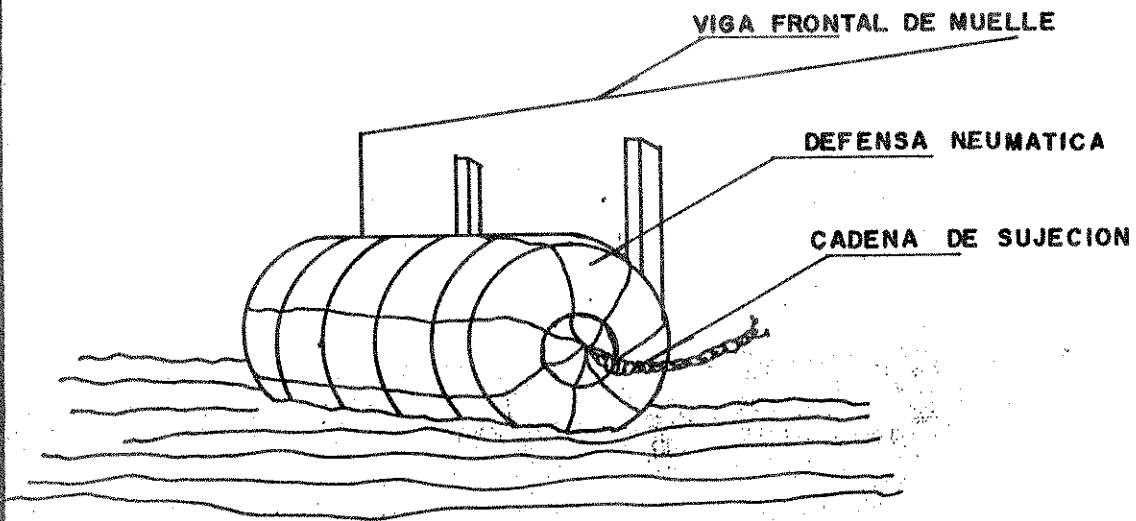


ELEVACION

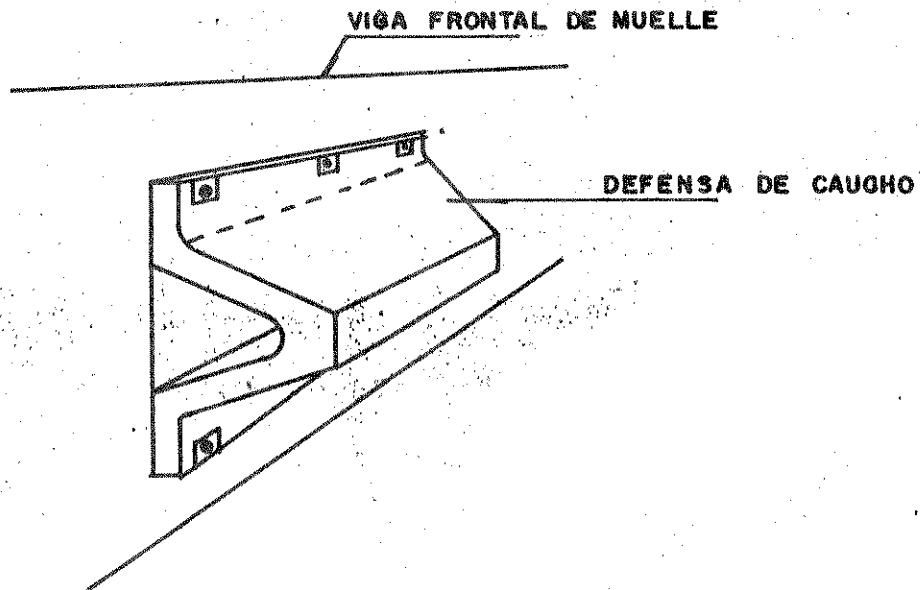


SECCION

DEFENSA TIPICA DE MADERA COLGADA

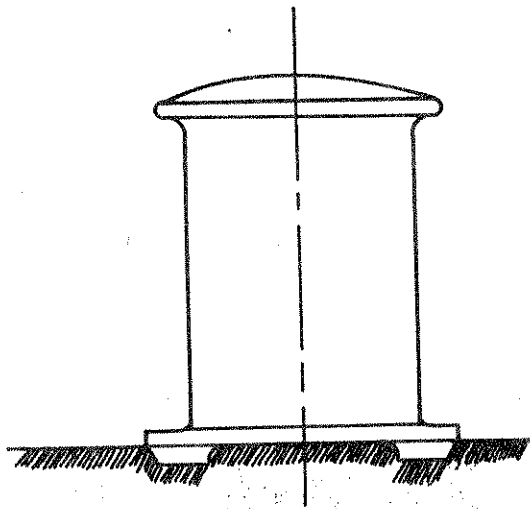


DEFENSA NEUMATICA

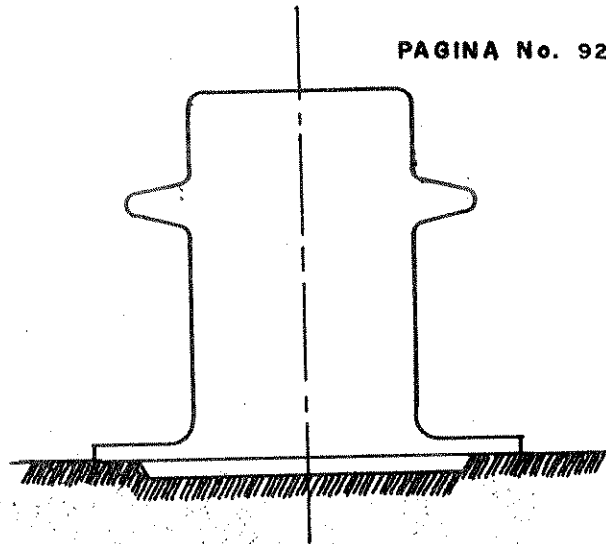


DEFENSA DE CAUCHO TIPO ARCO

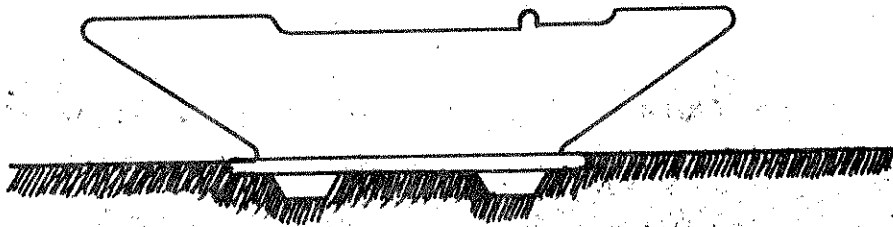




BITA





















BOLARDO



CORNAMUSA

ALGUNOS ACCESORIOS DE AMARRE

### Características de las Boyas

TIPO DE BOYA Y COLOCACION	SIMBOLO DE BOYA O FARO FLOTANTE	NUMERACION	COLOR DE PINTURA	COLOR DE LUZ	FASES LUMINOSAS USUALES
ILUMINADA-PUERTO.		IMPAR	NEGRA	BLANCA O VERDE	DESTELLOS LENTOS, OCULTANTES.
ILUMINADA-ESTRIBOR.		PAR	ROJA	BLANCA O VERDE	DESTELLOS LENTOS, OCULTANTES.
ILUMINADA, CAMPANA, GONG O SILBATO-PUERTO.	 CAMPANA, GONG O SILBATO.	IMPAR	NEGRA	BLANCA O VERDE	DESTELLOS LENTOS, OCULTANTES.
ILUMINADA, CAMPANA, GONG O SILBATO-ESTRIBOR.	 CAMPANA, GONG O SILBATO.	IMPAR	ROJA	BLANCA O VERDE	DESTELLOS RAPIDOS.
ILUMINADA, CANALIZO MITAD DE CANAL.	 BW	OPCIONAL	BLANCO Y NEGRO, FRANJAS VERTICALES	BLANCA	CORTA - LARGA DESTELLOS
ILUMINADA, PELIGRO, EMPALME, AISLADO U OBSTRUCCION.	 RB	OPCIONAL	BLANCO Y NEGRO, FRANJAS HORIZONTALES	BLANCA, ROJA O VERDE	DESTELLO RAPIDO INTERRUMPIDO
CAMPANA, GONG O SILBATO - PUERTO.	 CAMPANA, GONG O SILBATO.	IMPAR	NEGRA	NINGUNO	_____
CAMPANA, GONG O SILBATO-ESTRIBOR.	 CAMPANA, GONG O SILBATO.	PAR	ROJA	NINGUNO	_____
TAMBOR - PUERTO.	 C	IMPAR	NEGRA	NINGUNO	_____
CONO-ESTRIBOR.	 N	PAR	ROJA	NINGUNO	_____
ESFERICA.	 SP	OPCIONAL	OPCIONAL	NINGUNO	_____
PERTIGA.	 S	OPCIONAL	OPCIONAL	NINGUNO	_____
ESTRIADA.	 _____	OPCIONAL	OPCIONALES ESTRIADOS	NINGUNO	_____
CANALIZO-MITAD DE CANAL.	 BW	OPCIONAL	BLANCO Y NEGRO TIRAS VERTICALES	NINGUNO	_____
EMPALME, PELIGRO AISLADO U OBSTRUCCION.	 RB	OPCIONAL	ROJO Y NEGRO BANDAS HORIZONTALES	NINGUNO	_____
CUARENTENA	 Y	OPCIONAL	AMARILLO	NINGUNO	_____
TRAMPA DE PECES	 BW	OPCIONAL	BLANCO Y NEGRO BANDAS HORIZONTALES	NINGUNO	_____
FARO FLOTANTE		NOMBRE	SUPERESTRUCTURA BLANCA, MASTIL PULIDO.	OPCIONAL	OPCIONAL

CUADRO No. 2

## C A P I T U L O V

## S I S T E M A D E M A N T E N I M I E N T O

5.1. INTRODUCCION:

Cuando una empresa utiliza para el desarrollo de su actividad, instalaciones, equipo, maquinaria, etc., tiene la necesidad de contar con un sistema de mantenimiento efectivo, el cual debe tener elemento humano capacitado, instalaciones adecuadas, herramientas, equipo y lo que es muy importante, una planificación y organización eficiente.

Toda empresa tiene la necesidad primordial de proteger sus instalaciones, equipo y sistemas que le sirven para el desarrollo de su función, además de representarle a la misma; grandes inversiones de capital.

De esta manera, el mantenimiento juega un papel importante dentro de la organización de una empresa portuaria para mantener elevado el nivel de eficiencia en los servicios que presta.

5.2. DEFINICION DE MANTENIMIENTO:

Se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de actividades desarrolladas con el objeto de conservar las propiedades físicas de una empresa, en condiciones de un funcionamiento óptimo, seguro y económico.

Las actividades del mantenimiento deben ser tales que ayuden al logro de los objetivos de la empresa. De esta manera, la función del mantenimiento tiene los siguientes objetivos:

- Optimizar la disponibilidad de maquinaria y equipo para la operación.
- Preservar el valor y utilización de las instalaciones y sistemas portuarios.

## CLASIFICACION DE LOS BIENES FISICOS DE UN PUERTO:

EQUIPO:	Equipo móvil Equipo fijo
INSTALACIONES:	Muelles Patios pavimentados Bodegas techadas y al aire libre Cobertizos Talleres

Edificios administrativos  
 Vías de ferrocarril  
 Calles pavimentadas  
 Terminales de transporte terrestre  
 Etc.

SISTEMAS: Sistema de energía eléctrica  
 Sistema de agua potable  
 Sistema de alcantarillado  
 Sistema telefónico  
 Etc.

### 5.3. IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO:

Actualmente, cualquier empresa que se dedique a la producción de bienes o servicios, deberá realizarlos a través de un proceso en el que se invierta un capital mínimo en instalaciones, equipo y mano de obra que asegure el máximo de beneficios. Será necesario entonces, alcanzar una alta productividad por medio del empleo racional y económico de los recursos humanos y materiales, y es aquí donde la ejecución del mantenimiento tiene una importancia definitiva para su consecución.

Ya que los servicios portuarios deben seguir un proceso que se caracteriza por una mecanización diseñada para disminuir costos de mano de obra directa por unidad, se justifica entonces, invertir en conservar las instalaciones, servicios y equipos portuarios.

Por otro lado la necesidad de aprovechar los recursos disponibles para sostener y mejorar la calidad del servicio portuario; demanda la conveniencia de mantener en constante control la operación económica de los equipos, instalaciones y sistemas utilizados en el servicio.

### 5.4. CLASIFICACION DEL MANTENIMIENTO:

El mantenimiento se puede clasificar para su estudio y análisis en dos clases o sistemas únicos, que cubren los diferentes tipos de mantenimiento.

La diferencia fundamental entre esos dos sistemas, estriba en la decisión de ejecutar el trabajo de mantenimiento antes o después de presentarse la falla, así pues, el mantenimiento se clasifica en: mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo.

**5.4.1. Mantenimiento preventivo:**

Es el tipo de mantenimiento cuya decisión de ejecución se toma antes de presentarse la falla y la mayoría de las veces, esa decisión es de tipo político-empresarial. Tiene como objeto descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos o depreciación perjudicial de los bienes físicos, así como su conservación para evitar, atenuar o reparar dichos aspectos, cuando éstos se encuentran en su etapa incipiente.

Es necesario contar con un alto grado de conocimiento y con una organización eficiente para poder determinar el origen y la causa de la falla, así como el tiempo de operación que asegure el correcto funcionamiento de los componentes principales, o bien; el determinar los puntos críticos o débiles de instalaciones principales, maquinaria y equipo.

Un sistema de mantenimiento preventivo, muy raramente se puede justificar económicamente, ya que el impacto inicial refleja una elevación de los costos, es recomendable implantarlo en forma gradual, empezando por aquello que más lo necesite; ya que esto, permitirá obtener resultados más significantes y en forma más rápida.

- **VENTAJAS DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO:**

- Menor tiempo ocioso, como consecuencia de menos paros imprevistos por fallas.
- Incremento en la vida útil de las propiedades físicas.
- Uniformidad de la carga de trabajo y consecuentemente, disminución en costo por concepto de horas extraordinarias.
- Menor número de reparaciones en gran escala y menor número de reparaciones repetitivas.
- Posible reducción en costos por concepto de reparaciones mayores.
- Incremento en la calidad del servicio como producto de una mejor condición general de los equipos, instalaciones y maquinaria.
- Identificación de las partidas con altos costos de mantenimiento.
- Menor necesidad de equipo en operación, reduciendo con ello, la inversión de capital.
- Reducción de los costos de inventarios, ya que se determina en forma más precisa, los materiales de mayor consumo y los que se usan poco.
- Mejores condiciones de seguridad.

#### 5.4.1.1. Mantenimiento preventivo rutinario:

También denominado de servicio, el cual tiene como objetivo, conservar la operación y apariencia de los bienes físicos, su alcance se define a través de actividades menores como por ejemplo: abastecimiento de sólidos y fluidos, lubricación, limpieza, pintura, ajustes, calibración, protección contra la corrosión, desinfección, etc.

El mantenimiento rutinario o de servicio, tiene las siguientes características:

- Por lo general, no requiere de herramientas e instalaciones especializadas, y por ende, personal muy calificado.
- Las actividades se podrán solicitar verbalmente y por escrito.

#### 5.4.1.2. Mantenimiento preventivo continuo:

Este tipo de mantenimiento tiene como objetivo: realizar las inspecciones y trabajos programados para evitar fallas, su alcance se desarrolla en todas aquellas actividades de mantenimiento establecidas por el constructor, incluidas en el Manual de mantenimiento.

Las características de este tipo de mantenimiento son:

- Los trabajos de mantenimiento estarán basados en las listas prescritas de inspecciones y trabajos de mantenimiento periódicos, espaciados en número de horas de operación, lo que puede ser modificado con la experiencia práctica acumulada en la operación de equipos, instalaciones y sistemas similares.
- Para poder aplicar este tipo de mantenimiento, es necesario contar con una organización eficiente y con personal altamente calificado.

#### 5.4.2. Mantenimiento correctivo:

Se le llama así, al conjunto de análisis y actividades de mantenimiento que tienen por objeto corregir averías imprevistas, producidas por deficiencias no aparentes, asimismo, corregir aquellas repetitivas o bien, las que puedan demandar un cambio en la operación.

La aplicación que tendrá este sistema, será en aquellas empresas o partes de un equipo, instalaciones o sistemas que por su tamaño o importancia, resulte más económico esperar a la falla para repararla, que montar todo un sistema preventivo para evitarla, y, especialmente cuando son instalaciones de uso esporádico. Para que este sistema cumpla en forma exitosa con las actividades de cualquier unidad, será necesario contar con un grupo suficiente de especialistas con experiencia y con una reserva o almacén de repuestos, accesorios y materiales, para resolver en cualquier momento toda clase de falla. El sistema de mantenimiento correctivo puede dividirse en dos tipos de mantenimiento: de corrección de fallas y de reparaciones mayores.

- CORRECCION DE FALLAS:

Tiene entre sus objetivos corregir fallas a medida que se van presentando, ya sea por síntomas claros o avanzados o por el paro del equipo, instalación o sistema, que se realiza en el lugar de operación o en el taller, entre sus características tiene:

- La carga de trabajo es variable, por tratarse fundamentalmente de actividades no previstas.

- REPARACIONES MAYORES:

Tiene como objetivo, reacondicionar equipo y sistemas bajo actividades planeadas y programadas. Tiene su alcance en actividades de mantenimiento que incluyen uno o dos componentes principales o sistemas de equipos, instalaciones y sistemas, y a los cuales, es necesario demoler, examinar, reemplazar, reacondicionar, reensamblar y medir. Sus características son las siguientes:

- Los materiales que se usan para ese tipo de mantenimiento, así como la mano de obra empleada, se aplican en grandes cantidades por unidad de tiempo, por lo que habrá que planearse para ser ejecutado con recursos propios o externos.

E S Q U E M A:

Ya sea que se trate del sistema correctivo o preventivo, se presentarán los siguientes tipos de mantenimiento:

<u>S I S T E M A</u>	<u>TIPO DE MANTENIMIENTO</u>
PREVENTIVO	DE SERVICIO O RUTINARIO CONTINUO
CORRECTIVO	CORRECCION DE FALLAS REPARACIONES MAYORES

5.5. ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO:

Aunque en la práctica el alcance de las actividades de una unidad de mantenimiento en cada empresa, se encuentra afectada por el tamaño de la misma, por el tipo, por lineamiento, por sus antecedentes y por el giro de la misma; es posible agruparlas en: Planificación, Organización, Ejecución y Control.

5.5.1. Planificación:

Es una actividad de mucha importancia en cualquier unidad de mantenimiento, pues si no se tiene algún plan, es prácticamente imposible organizar, ejecutar y controlar el proceso de mantenimiento de una empresa.

La planificación implica la necesidad de relacionar todas las actividades, que al ser desarrolladas permitirán obtener el objetivo propuesto en la fecha prevista. Para llevar a cabo la planificación, de una manera lógica, deben tenerse en cuenta y observarse ciertos procedimientos, por ejemplo:

- a) Decidir cuándo y qué se quiere reconstruir, esto implica tener bien claro y definido lo siguiente:
  - Objetivo del mantenimiento
  - Fecha propuesta para el servicio
  - Tener presente restricciones o limitaciones de la empresa, políticas y de recursos.
- b) Cuantificar recursos, tales como: personal, materiales, equipo, herramientas necesarias, métodos de trabajo e instalaciones, así como procedimientos y facilidades físicas.
- c) Dimensionar las labores en monto, esto implica determinar las cantidades de trabajo por efectuar, tiempo necesario, realización de un programa. Determinar fecha de inicio de actividades para



terminar en fecha propuesta y presuponer las acciones, costos (presupuestos) que se deben suceder periódicamente con el fin de seguir y corregir las probables desviaciones del objetivo.

5.5.2. Organización:

Toda unidad de mantenimiento dentro de una empresa, requiere de una organización eficiente para el buen desarrollo y cumplimiento de los objetivos trazados, entre las metas de la actividad de organización se pueden mencionar:

- a) Crear una organización adecuada para la preparación del trabajo, la programación y la realización de labor de mantenimiento y el aprovechamiento de los recursos.
- b) Estudiar y llevar a cabo las negociaciones con empresas externas, a las que se van a encomendar trabajos de mantenimiento por contrato.
- c) Procurar la continua mejora técnica de los medios del mantenimiento, recursos humanos y materiales.
- d) Colaborar constatemente con otros departamentos de la empresa para la adquisición y difusión de conocimientos técnicos que mejoren la labor del mantenimiento y la de otras áreas.
- e) Participar en la definición de los tipos y cantidades de materiales técnicos a adquirir, a proveedores externos, vigilando la falta y calidad de los mismos.
- f) Llevar un registro simple, pero significativo de los hechos y datos históricos referentes a la naturaleza, frecuencia y costo de las inversiones efectuadas.

5.5.3. Ejecución:

Son aquellas actividades que tienen como objeto mantener la eficiencia de los bienes físicos y las cuales pueden ser: inspección, servicio, reparación, cambio o modificación.

Inspección:

Es la actividad de revisar e inspeccionar regularmente, tanto las instalaciones de obra civil del puerto, (muelles, bodegas, patios, torres de

iluminación, edificios, etc.), como la maquinaria y equipo operativo.

**Servicio:**

Esta actividad se refiere a dar los servicios de mantenimiento preventivo a la maquinaria y equipo portuario.

**Reparación:**

Es el conjunto de actividades que se realizan para reparar daños causados tanto a las instalaciones de obra civil, como a la maquinaria y equipo portuario.

**Cambio o modificación:**

Es la actividad que se desarrolla cuando se efectúan reparaciones tanto a las obras civiles, como a la maquinaria del puerto, para realizar cambios en el diseño o en el funcionamiento de mecanismos, sistemas, edificaciones, etc.

**5.5.4. Control:**

Es la actividad o función por medio de la cual, se lleva el control, tanto del elemento humano como de los programas de mantenimiento preventivo y/o correctivo, que se lleve a cabo sobre los bienes físicos de la empresa, como son: vehículos, equipo de manipulación de carga, instalaciones, muelles, patios, bodegas, etc., realizado a través de inspecciones periódicas.

**5.6. PROGRAMA PERIODICO DE MANTENIMIENTO:**

Las actividades de mantenimiento continuo para instalaciones, se ejecutan periódicamente, durante toda la vida útil de tales bienes. Para definir un programa de mantenimiento continuo para equipo, el Manual del fabricante sirve como una guía de instrucciones e indica qué actividades y en qué tiempo hay que realizarlas.

Para desarrollar un programa de mantenimiento periodico, para instalaciones portuarias, el encargado de mantenimiento, deberá reunir la información técnica siguiente:

- Planos de las instalaciones portuarias.
- Memorias de cálculo de las instalaciones.

- Folletos de productos para mantenimiento de instalaciones.
- Especificaciones técnicas.

Para definir una programación de mantenimiento continuo, deberán compararse físicamente los planos de cada uno de los componentes principales de cada instalación, y de acuerdo a esto, deducir las actividades en forma periódica y secuencial para integrar el mantenimiento continuo deseado.

La periodicidad de las actividades, generalmente establecidas por tiempo calendario, se determinarán de acuerdo a las condiciones locales del puerto (medio ambiente, tráfico, mano de obra) y la experiencia.

#### INSPECCIONES PERIODICAS:

Las inspecciones periódicas de instalaciones que incluyen el tipo de mantenimiento continuo, tienen el propósito de detectar fallas en su fase inicial y programar su corrección en el momento oportuno.

Antes de programar cualquier actividad de mantenimiento continuo, se deben conocer diversos aspectos básicos, para lograr dicho objetivo:

- a) Determinación de las actividades de mantenimiento continuo.
- b) Periodicidad de las actividades de mantenimiento (horas de funcionamiento, kilómetros recorridos, consumo de combustible, y para instalaciones; tiempo calendario, ya sea en días, meses o años).
- c) Estimación anual de la cantidad de actividades de mantenimiento continuo a realizar.

#### 5.7. PRINCIPALES ELEMENTOS DEL MUELLE QUE DEBEN INSPECCIONARSE CONTINUAMENTE:

Dentro de la estructura de un muelle, existen elementos importantes que requieren una inspección constante para observar sus estados físicos, principalmente los que están expuestos a sufrir daños por agentes externos.

##### 5.7.1. Suelo marino:

- a) SEDIMENTACION:

Es necesario observar la profundidad del calado, tanto en el canal de acceso como en la dársena de maniobras, para el efecto se llevan a cabo sondeos en las áreas específicas y si fuera necesario, trabajos de dragado.

## b) EROSION:

Son necesarias las inspecciones bajo la plataforma del muelle y supervisar el estado de la escollera, tomándole sondeos con cierta periodicidad para controlar la erosión o sedimentación.

5.7.2. Estado de pilotes:

El conjunto de pilotes que forman la cimentación del muelle, se deben inspeccionar periódicamente para determinar daños en los mismos. Debe tenerse un inventario de estado físico de todos los pilotes. En nuestros muelles, estas inspecciones se hacen necesarias cuando ocurre algún accidente en las operaciones de carga, descarga, atraque y/o zarpe de los buques, y cuando la estructura es sometida a fuerzas sísmicas; también debe elaborarse un programa de inspecciones para chequear posibles daños debido a corrosión.

5.7.3. Cubierta del muelle:

La cubierta del muelle debe ser inspeccionada con mucha frecuencia, pues es la estructura que más intensamente está sometida a la acción del tráfico causado por la maquinaria que manipula la carga dentro del muelle.

Puede sufrir asentamientos diferenciales que pueden causarle falla por agrietamiento. En el diseño de la estructura de las plataformas, la losa estructural está ubicada abajo de la plataforma de rodadura, separada de esta, por un colchón o relleno de material selecto, que además de darle estabilidad por carga de gravedad a la estructura, es un importante disipador de energía, al momento de ocurrir un accidente y que caiga un peso sobre la losa de rodadura, cuyo impacto podría ser muy perjudicial al resto de la estructura del muelle.

5.7.4. Defensas:

La función principal de una defensa de muelle, es evitar que tanto el buque como el muelle sufran daño durante el atraque/zarpe. Aún suponiendo que el buque se aproxime al muelle sin golpearlo, es necesario separarlo de él por medio de elementos amortiguadores. Tales elementos evitarán que se dañe la pintura del casco del buque, debido al movimiento relativo entre el muelle y la embarcación, causado por el oleaje y el viento.

Debido a la función importante de las defensas, es necesario que se le dé inspección constante y sean renovadas las que estén dañadas.

**5.7.5. Bitas o bolardos:**

Un barco grande es anclado al muelle en las sujeciones de proa, de popa, las de babor y/o estribor (costados). Estas cuerdas de sujeción o cabos, se amarran a bolardos simples o dobles, los cuales se localizan a lo largo del frente del muelle, separados entre sí de 15 a 25 metros.

Las bitas se deben inspeccionar en su base, debido a las grandes fuerzas que deben resistir (35 tons.), en tensión. A veces se diseñan postes de amarre en las esquinas, para fuerzas de 50 tons.

La corrosión es una de las causas del deterioro de estos elementos, por lo que es necesario su mantenimiento de pintura anticorrosiva periódicamente.

**5.7.6. Sistema contra incendios:**

El sistema de mantenimiento debe tener especial atención con el sistema contra incendios utilizado, ya que el peligro de un incendio es latente, máximo en bodegas donde se almacenan productos químicos, combustibles y demás materiales inflamables. El mantenimiento debe darse a las líneas de conducción de agua potable, además de inspeccionar las tomas de hidrantes y todos los sistemas anexos para combatir incendios.

Es necesario contar con un sistema contra incendios, a base de espuma química en los muelles donde se carga y descarga petróleo y sus derivados (graneles líquidos).

Si los caudales de agua potable no son suficientes para garantizar la continuidad del servicio, puede ser importante instalar sistemas separados para poder utilizar agua del mar, para combatir incendios.

## C A P I T U L O V I

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

PLANEACION Y DISEÑO DE LAS INSTALACIONES DEL MUELLE  
MUNICIPAL DE PUERTO BARRIOS6.1. PLANIFICACION DEL DESARROLLO DEL MUELLE  
MUNICIPAL.

El muelle municipal de Puerto Barrios, juega un papel importante como infraestructura de apoyo al crecimiento y desarrollo económico de la región, al prestar servicio a la navegación de cabotaje en el Litoral Atlántico del país y propiciando, las actividades relacionadas con el transporte marítimo comercial de carga y pasajeros (turismo).

## UBICACION:

El muelle municipal de Puerto Barrios, está ubicado en el inicio de la 12 calle, en la ribera de la Bahía de Santo Tomás, al Oeste de la ciudad, Ver plano No. 1/11.

## FUNCION DEL MUELLE MUNICIPAL:

Para hacer un análisis de la función que desarrolla el muelle, es necesario observar las actividades realizadas a través de los servicios que presta a la navegación de cabotaje en el Litoral Atlántico del país.

## Primero:

El servicio que presta a las embarcaciones de cabotaje, las cuales realizan el transporte marítimo de carga y pasajeros en el Litoral, como consecuencia del enlace comercial existente entre la ciudad de Puerto Barrios y las ciudades de Livingston, Punta Gorda (Belice) y aldeas circunvecinas.

## Segundo:

La importancia no solo a nivel local, si no a nivel nacional e internacional por el servicio que presta a la navegación de recreo y de turismo en la región.

En este sentido el muelle enlaza lugares de recreación turística como: Livingston, Playa Punta de Palma, Punta de Manabique, Bahía la Graciosa, Cabo Tres Puntas, Río Dulce y toda la infraestructura de turismo que se está instalando en el Litoral Atlántico del país.

### INSTALACIONES Y SU ESTADO ACTUAL:

Las instalaciones están formadas por un muelle de tipo espigón de 33.00 metros de largo por 7.00 metros de ancho, servicios sanitarios públicos, un área de locales comerciales y un área para parqueo de vehículos. En el plano No. 2/11 se muestra la distribución en planta de las instalaciones existentes.

#### - PLATAFORMA DEL MUELLE:

El estado actual de la plataforma del muelle es mala, por encontrarse asentada (hundida), a causa de asentamientos diferenciales en el relleno de cimentación, teniendo como consecuencia que en condiciones de marea alta, el extremo del muelle queda bajo el nivel del agua.

La plataforma de rodadura actual ha sido construida sobre la plataforma del muelle original, hundido por la misma causa ya descrita anteriormente, ésto debido a su propio peso (peso muerto) y a las cargas vivas que se desarrollan sobre él, los vehículos de carga pesada que ingresan al mismo, para desarrollar las operaciones de carga y descarga de mercadería en el muelle.

#### - BODEGAS Y SERVICIOS SANITARIOS PUBLICOS:

Se puede observar que están en buen estado, aunque hace falta hacerles algunas remodelaciones para mejorar el servicio que prestan.

En el caso de la bodega, hace falta ampliar el área de ventanas, para mejorar la iluminación interior y dar mayor ventilación a la misma.

Para los servicios sanitarios, se hace necesario la colocación de azulejo en las paredes, colocación de piso antideslizante, mejorar el sistema de limpieza de los mismos, colocación de lavamanos, asegurar por medio de un tanque de almacenamiento elevado, el suministro de agua para la limpieza continua de los servicios.

#### - AREA DE LOCALES COMERCIALES:

La ubicación actual de los locales comerciales hace que el acceso al muelle sea muy angosto, dificultando la entrada y salida de los vehículos de carga que operan en el muelle, ésto causa peligros especialmente para los peatones que utilizan el muelle para abordar las embarcaciones de línea o para los que desembarcan de las mismas.

- AREA DESTINADA PARA PARQUEO DE VEHICULOS:

Actualmente se tiene disponible un área para parqueo de vehículos, la que tiene una capacidad aproximada para unos diez vehículos pequeños. Generalmente para parqueo se utiliza las orillas de las calles cercanas al muelle.

Tanto el pequeño parqueo, como las calles circundantes al muelle, deben ser pavimentadas o adoquinadas para mejorar el ornato del lugar, como para prestar un servicio más eficiente a los usuarios del muelle.

- OTROS SERVICIOS:

Actualmente es fácil detectar la falta de oficinas para el servicio de empresas de transporte marítimo que operan en el muelle, así como para las instituciones que por la naturaleza de sus actividades, están relacionadas con la actividad desarrollada en el muelle, por ejemplo: La actividad comercial desarrollada entre Puerto Barrios (Guatemala), con Punta Gorda (Belice), hace que personas de ambos países entren y salgan del muelle Municipal, por lo que es necesario la presencia de las Autoridades de la Dirección de Migración, para los trámites de permisos, visas y pasaportes. Además, éstas y otras actividades conllevan a necesitar de otras oficinas y locales comerciales, para las Instituciones como la Guardia de Hacienda, Guardia Municipal, Administración del muelle, etc. que son importantes ubicar dentro de las instalaciones del muelle.

SERVICIOS A LAS EMBARCACIONES:

- SISTEMA DE DEFENSAS:

En la actualidad el muelle no cuenta con un sistema adecuado y funcional de defensas, tanto para defender su propia estructura como para las embarcaciones que atracan en él. Esto causa problemas principalmente en las maniobras de atraque y zarpe en condiciones de mal tiempo.

Las embarcaciones que usan el muelle, cuentan con su propio sistema de defensa, utilizando para el efecto llantas de vehículos pequeños, las cuales están sujetas a la borda de las embarcaciones por medio de lazos y cabos.

Analizando esta situación es importante equipar al muelle con un sistema de defensa a base de madera y caucho (llantas de vehículos), como se propone en el plano No. 6/11.



- SISTEMA DE AMARRE:

En la actualidad existe una mala distribución de los accesorios de amarre utilizados, así como insuficiencia de los mismos. Además, se observa que su construcción no es original de fábrica, ya sean éstos cornamusas o bitas, utilizando para su fabricación tubos de hierro galvanizado y otros elementos. Esto provoca que los accesorios de amarre contruidos no tengan la capacidad de diseño adecuada para soportar las cargas de servicio, lo cual redundo en inseguridad para los usuarios del muelle.

Tomando en cuenta esta situación, es necesario equipar al muelle con un sistema de bitas con capacidad de 10 a 15 toneladas en tensión. En el plano No. 9/11 se propone la ubicación de las mismas dentro de la plataforma del muelle, para ofrecer mayor seguridad a las embarcaciones.

- SISTEMA DE ILUMINACION:

El muelle municipal de Puerto Barrios, es utilizado por las líneas de vapores que transportan pasajeros y carga. Actualmente, estos vapores solo utilizan las jornadas diurna de 12 horas para sus viajes. Más sin embargo, en feriados a nivel nacional y festividades locales, se utiliza el muelle en las horas nocturnas.

Para prestar el servicio nocturno, el muelle únicamente cuenta con un poste de concreto, en el cual se encuentra instalada una lámpara con luz blanca de mercurio, ésto se considera insuficiente por lo que se propone, aumentar el número de lámparas a 2 unidades, y que las mismas sean de Vapor de Mercurio, tipo Cobra multivoltaje 120/208/240/277, 250 watts, con su respectiva bombilla fotocelda.

- SISTEMA DE LUCES DE NAVEGACION:

En la actualidad, el muelle no cuenta con luces de navegación, para orientar y ayudar a las embarcaciones en las maniobras de acercamiento, atraque y zarpe. Esto se puede aceptar tomando en consideración la pericia y experiencia de los capitanes que operan naves para la navegación de cabotaje en el Litoral. Sin embargo, deben tener especial cuidado en la entrada y salida del muelle, pues hacia el sur del mismo, existe un bajo cuya profundidad es muy pequeña, teniéndose el peligro de encallar en el mismo; aunque el fondo marino en los alrededores del muelle es lodo blando, de muy poca dureza o consistencia. Ver profundidades en el plano No. 4/11.

Cuando en el futuro aumente el número de embarcaciones que lleguen al muelle, se podrá justificar, no solo la colocación de luces para ayudas a la navegación, sino dragar

los alrededores del mismo para ofrecer un acceso más seguro a sus instalaciones.

6.1.1. La Comuna Municipal y el desarrollo del muelle:

Desde que el muelle municipal fué construido por la Municipalidad de Puerto Barrios, éste ha sido administrado por la Comuna Municipal y, por consiguiente, responsable de su política administrativa, así como de ejecutar los planes y proyectos para su desarrollo.

En las condiciones actuales que se encuentra el muelle, antes descritas, éste requiere que las autoridades municipales estudien, y ejecuten un proyecto de reparación y adecuación del mismo, para ponerlo en óptimas condiciones y así, mejorar el servicio que presta a la comunidad en el desarrollo económico de la misma.

La administración del Muelle Municipal por parte de las autoridades municipales se debe ejecutar en dos niveles los cuales son:

Primer Nivel:

La administración propia del muelle nombrada por la comuna edilicia, la cual, entre sus obligaciones deberá velar porque el mismo preste un servicio eficiente a los usuarios y sus embarcaciones, y efectuar los respectivos cobros por los servicios prestados.

Segundo Nivel:

El Consejo Municipal, en el cual recae la responsabilidad de planificar y ejecutar los proyectos y políticas para el desarrollo del muelle y su crecimiento, acorde con las necesidades requeridas por los usuarios y los planes de inversión los cuales redundarán en beneficio para la comunidad, al obtener mejor infraestructura para su crecimiento económico.

Los niveles y las actividades a realizar en cada uno de ellos, se detallan en el cuadro No. 3.

6.1.2. Análisis del movimiento de carga:

Teniendo como premisa que una de las funciones del muelle municipal es contribuir a la promoción del comercio, propiciando el intercambio comercial de la región,

promoviendo el desarrollo económico de la misma, se efectuó un análisis del movimiento de carga, el cual permitirá disponer de una aproximación a la actividad real que desempeña el muelle, en el movimiento de mercadería y transporte de pasajeros que transitan por el mismo. Ver cuadros Nos. 4, 5, 6, 7, 8 y 9.

NIVELES DE ADMINISTRACION MUELLE MUNICIPAL

NIVEL	ACTIVIDADES A EJECUTAR
<p><u>PRIMERO:</u></p> <p><u>ADMINISTRACION DEL MUELLE</u></p> <p>FUNCIONAMIENTO Y COBROS POR TARIFAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Mantenimiento de estructuras menores.</li> <li>* Servicio de guardianía y garita de control.</li> <li>* Cobro de tarifas por servicio:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Permanencia de embarcaciones atracadas en el muelle.</li> <li>- Almacenaje de mercadería en bodega.</li> <li>- Ingreso de camiones de carga al muelle.</li> <li>- Arrendamiento de locales comerciales.</li> <li>- Arrendamiento de oficinas.</li> <li>- Otros servicios.</li> </ul> </li> </ul>
<p><u>SEGUNDO:</u></p> <p><u>CONSEJO MUNICIPAL</u></p> <p>PLANIFICACION DE PROYECTOS PARA EL DESARROLLO</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Definir las políticas a seguir en la administración del muelle.</li> <li>*Definir las tarifas de cobro por servicios.</li> <li>*Planificar el crecimiento y desarrollo del muelle.               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar los estudios económicos y financieros tendientes a poner en marcha reparaciones mayores.</li> <li>- Realizar los estudios económicos y financieros tendientes a poner en marcha trabajos de ampliación necesarios.</li> <li>- Realizar el control estadístico sobre los ingresos percibidos por los servicios prestados en el muelle.</li> <li>- Realizar los análisis del tráfico presente y futuro.</li> </ul> </li> </ul>

CUADRO No. 3

MOVIMIENTO DE CARGA Y PASAJEROS  
DEL 19 AL 30 DE NOVIEMBRE DE 1,992

DESCRIPCION	CANTIDAD
- Pasajeros.....	2,383 personas
- Materiales de construcción.....	2,094 qq.
- Combustibles.....	445 qq.
- Químicos.....	795 qq.
- Bebidas embotelladas.....	1,529 qq.
- Frutas y vegetales.....	221 qq.
- Granos básicos.....	84 qq.
- Productos agroindustriales.....	121 qq.
- Productos agroforestales.....	30 qq.
- Carne.....	5 qq.
- Productos elaborados.....	5 qq.
- Mercadería general.....	137 qq.
	-----
T O T A L .....	5,466 qq.

CUADRO No. 4

MOVIMIENTO DE CARGA Y PASAJEROS  
DEL 01 AL 12 DE DICIEMBRE DE 1,992

DESCRIPCION	CANTIDAD
- Pasajeros.....	3,139 personas
- Materiales de construcción.....	3,938 qq.
- Combustibles.....	800 qq.
- Bebidas embotelladas.....	1,475 qq.
- Frutas, vegetales y verduras.....	50 qq.
- Granos básicos.....	25 qq.
- Productos agroindustriales.....	52 qq.
- Productos agroforestales.....	24 qq.
- Carnes.....	70 qq.
- Comestibles.....	12 qq.
- Productos elaborados.....	32 qq.
- Mercadería general.....	6 qq.
	-----
T O T A L .....	6,484 qq.

CUADRO No.5

MOVIMIENTO DE CARGA Y PASAJEROS  
DEL 31 DE DICIEMBRE AL 13 DE ENERO DE 1,993.

<u>DESCRIPCION</u>	<u>CANTIDAD</u>
- Pasajeros.....	5,101 personas
- Materiales de construcción.....	4,151 qq.
- Combustibles y lubricantes.....	2,006 qq.
- Bebidas embotelladas.....	1,476 qq.
- Frutas, vegetales y verduras.....	171 qq.
- Granos básicos.....	305 qq.
- Productos agroindustriales.....	95 qq.
- Carnes.....	97 qq.
- Comestibles.....	257 qq.
- Mercadería general.....	1,000 qq.
	-----
T O T A L .....	9,558 qq.

CUADRO No. 6

MOVIMIENTO DE CARGA Y PASAJEROS  
DEL 20 DE ENERO AL 13 DE FEBRERO DE 1,993.

<u>DESCRIPCION</u>	<u>CANTIDAD</u>
- Pasajeros.....	8,046 personas
- Materiales de construcción.....	8,076 qq.
- Combustibles.....	783 qq.
- Bebidas embotelladas.....	1,641 qq.
- Frutas, vegetales y verduras.....	121 qq.
- Granos básicos.....	227 qq.
- Productos agroindustriales.....	75 qq.
- Carnes y huevos.....	264 qq.
- Maquinaria y equipo.....	209 qq.
- Mercadería general.....	25 qq.
	-----
T O T A L .....	11,421 qq.

CUADRO No. 7

RESUMEN DE CARGA MOVILIZADA	
- Del 19 al 30 de Noviembre de 1,992 (12 días).....	5,466 qq.
- Del 01 al 12 de Diciembre de 1,992 (12 días).....	6,484 qq.
- Del 31 de Diciembre de 1,992 al 19 de Enero de 1,993. (20 días).....	9,558 qq.
- Del 20 de Enero al 13 de Febrero de 1,993. (30 días).....	11,421 qq.
	-----
T O T A L ( en 74 días).....	32,929 qq.

CUADRO No. 8

RESUMEN DE PASAJEROS MOVILIZADOS	
- Del 19 al 30 de Noviembre de 1,992 (12 días).....	2,383
- Del 01 al 12 de Diciembre de 1,992 (12 días).....	3,139
- Del 31 de Diciembre de 1,992 al 19 de Enero de 1,993. (20 días).....	5,101
- Del 20 de Enero al 13 de Febrero de 1,993. (30 días).....	8,046
	-----
T O T A L ( en 74 días).....	18,669

CUADRO No. 9

PROYECCION DE CARGA ANUAL

Para estimar el movimiento de carga y pasajeros que transitan por el muelle municipal, es necesario hacer una proyección, la cual se hará por medio de una regla de tres simple.

MOVIMIENTO DE CARGA:

En 74 días----- 32,929 qq.  
Entonces en 365 días----- "X" qq.

$$"X" = (365 \times 32,929) / 74 = 162,420.07 \text{ qq.}$$

De donde: La cantidad de carga en quintales movilizada en el muelle anualmente es aproximadamente:  
162,420.06 quintales = 8,121 Toneladas.

MOVIMIENTO DE PASAJEROS:

En 74 días ----- 18,669 personas  
Entonces en 365 días ----- "X" personas

$$"X" = (365 \times 18,669) / 74 = 92,084 \text{ personas}$$

De donde: La cantidad de pasajeros movilizadas anualmente en el muelle es aproximadamente:  
92,084 personas

6.1.3. Estudio y análisis de la demanda futura de servicios:

De acuerdo al crecimiento demográfico del Departamento de Izabal, principalmente de las poblaciones de Puerto Barrios, Santo Tomás de Castilla, Livingston y otros, se deduce que el crecimiento económico de la región del Litoral del Atlántico del País es alto, por lo que la demanda de servicios en el muelle se estima que irá en crecimiento, principalmente el movimiento de carga.

Actualmente atracan regularmente en el muelle las embarcaciones indicadas en el cuadro No. 10.

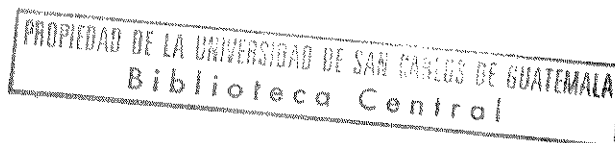
Suponiendo que el número de embarcaciones no aumente en los próximos cinco años, si es factible esperar un mayor número de viajes por embarcación, lo que vendría a ocasionar problemas de congestión en los dos atracaderos existentes del muelle.

Según la investigación realizada sobre el tiempo de permanencia de las embarcaciones en el muelle se deduce a continuación el porcentaje de ocupación del mismo.

PORCENTAJE DE OCUPACION:

El porcentaje o índice de ocupación del muelle en la razón entre el total de días ocupados del muelle y el número de días del período analizado.

$$\% \text{ (porcentaje) de ocupación} = \frac{\text{No. de días ocupados}}{\text{No. de días del período analizado}}$$



A continuación se dan los cálculos de los porcentajes de ocupación de los 4 meses que se tuvo en observación el muelle municipal, los cuales son: noviembre y diciembre de 1,992 y, enero y febrero de 1,993.

TIPO Y NOMBRE DE EMBARCACIONES QUE ARRIBAN  
REGULARMENTE AL MUELLE MUNICIPAL DE PUERTO BARRIOS

<u>TIPO DE EMBARCACION</u>	<u>N O M B R E</u>
Pasajeros y carga	Maria Luisa
Pasajeros y carga	Santa Marta
Pasajeros	Punta de Cocolí (EMPORNAC)
Pasajeros	Punta Gorda (EMPORNAC)
Pasajeros	Punta de Manabique(EMPORNAC)
Lanchón de carga	Mara
Lanchón de carga	Senahú
Lanchón de carga	Río Blanco
Remolcador	Huracán
Remolcador	Pegasso
Carga	Silvia

CUADRO No. 10

**CALCULO DEL PORCENTAJE DE OCUPACION:**  
**MES DE NOVIEMBRE:**

Datos:

No. de días del periodo de observación = 12 días  
Total de horas= 117.5 Hrs.

Nota: para los cálculos se toma el día de 12 horas hábiles o sea de 6:00 A.M. a 6:00 P.M.

$$\text{No. de días ocupados} = \frac{117.5 \text{ Hrs.}}{12 \text{ Hrs.}} = 9.7916 \text{ días}$$



$$\% \text{ ocupación} = \frac{9.7916 \text{ días} \times 100}{12 \text{ días}} = 81.6 \%$$

**MES DE DICIEMBRE:**

Datos:

No. de días del período de observación = 12 días  
 Total de horas = 124 Hrs.

$$\text{No. de días ocupados} = \frac{124 \text{ Hrs.}}{12 \text{ Hrs.}} = 10.333 \text{ días}$$

$$\% \text{ ocupación} = \frac{10.333 \text{ días} \times 100}{12 \text{ días}} = 86.11 \%$$

**MES DE ENERO:**

Datos:

No. de días del período de observación = 21 días  
 Total de horas = 186

$$\text{No. de días ocupados} = \frac{186 \text{ Hrs.}}{12 \text{ Hrs.}} = 15.5 \text{ días}$$

$$\% \text{ ocupación} = \frac{15.5 \text{ días} \times 100}{12 \text{ días}} = 73.81\%$$

**MES DE FEBRERO:**

Datos:

No. de días del período de observación = 26 días  
 Total de horas = 166 Hrs.

$$\text{No. de días ocupados} = \frac{166 \text{ Hrs.}}{12 \text{ Hrs.}} = 13.833 \text{ días}$$

$$\% \text{ ocupación} = \frac{13.833 \text{ días} \times 100}{12 \text{ días}} = 53.21 \%$$

## PORCENTAJE DE OCUPACION PROMEDIO:

Tomando en cuenta los valores calculados por separado, se tiene que el muelle municipal cuenta con un porcentaje de ocupación promedio igual a:

% ocupación promedio = 73.68 %

Según este índice de ocupación (73.68 %), el muelle está funcionando en buenas condiciones de servicio, aunque si se analiza el índice del mes de diciembre (86.11 %) se observa que el muelle empieza a tener problemas de espacio en sus atracaderos, este problema puede solucionarse aumentando el costo por hora de permanencia de las embarcaciones en los atracaderos del muelle, siempre y cuando no sea un precio muy alto que perjudique los intereses de los dueños de las mismas. Otra solución es la de ampliar el muelle, construyendo una ampliación al mismo, para lo cual se requiere recursos de capital para la inversión.

6.1.4. Area necesaria para la construcción de las instalaciones de apoyo al comercio y turismo.

El muelle municipal fué construido en el inicio de la doce calle y por lo tanto, el área para sus instalaciones está limitada por el ancho de la calle.

Esta situación se deriva de la falta de planificación, pues no se determinó en el pasado un lugar para su emplazamiento con buenas condiciones marítimas y que contara en tierra con un área suficiente para el futuro desarrollo del mismo, cuidando los accesos y otros aspectos importantes,

Las instalaciones del muelle colindan hacia el sur con un atracadero particular, el cual presta servicios a lanchas pequeñas, como se puede observar en el plano de planta de conjunto, hoja No. 2/11.

Como una solución al problema por la falta de espacio para el crecimiento del muelle, la Municipalidad puede negociar con el dueño del atracadero, una franja de terreno de seis metros de ancho por dieciocho metros de largo, ( 6.00 m. x 18.00 m.); esta área se sumaría a la actual, y en ella se puede construir el edificio No. 2 propuesto en el presente estudio, ver plano 9/11, planta de conjunto remodelación del muelle municipal de Puerto Barrios.

El edificio No. 2 tendrá dos niveles, el primer nivel se diseñó para ser utilizado como anexo de la bodega existente, pero también puede ser utilizado para otros fines tales como locales comerciales. El segundo nivel se diseñó para albergar las oficinas de las instituciones o empresas cuyas actividades se relacionan con el muelle, ver plano 10/11.

La negociación para adquirir la franja de área necesaria para construir el edificio No. 2 se puede hacer bajo la premisa que el desarrollo y crecimiento del muelle municipal, traerá al dueño del atracadero inminentes beneficios, por su cercanía y prestar servicios conexos a los del muelle.

La otra solución que se presenta en este estudio al problema del espacio, es construir sobre el edificio que alberga la bodega actual, un segundo nivel para oficinas o locales comerciales, en las cuales se puede ubicar a la Guardia de Hacienda, Dirección de Migración y otras.

#### 6.1.5. Análisis batimétrico:

Para conocer las condiciones existentes de la profundidad en el Muelle Municipal y sus alrededores, se realizó un estudio batimétrico, cuyos resultados se pueden observar en el plano No. 4/11.

Como resultado del análisis efectuado al estudio batimétrico, se puede decir que el muelle tiene un calado mínimo de 3 pies y un máximo de 7 pies.

Se puede observar también que la profundidad de 6 y 7 pies se mantiene mar adentro en la misma dirección del muelle, lo que indica que con hacer más largo el muelle no se gana mayor profundidad, por lo menos en la distancia sondeada que es de 30.00 metros.

Esta limitación de carácter natural del muelle, relativa a la poca profundidad de las aguas que lo rodean, no permite que el mismo se desarrolle y busque el crecimiento del número de usuarios, ofreciendo servicios a embarcaciones de mayor calado, lo cual se convierte en una obstrucción significativa que debe tomarse en cuenta para planificar su futuro, a menos que se piense en la ejecución de trabajos de dragado, para realizar la construcción de un canal de acceso, y una dársena de maniobra que permitan el acercamiento y atraque de embarcaciones mayores.

Sin embargo es muy importante analizar que el costo de un proyecto de dragado es muy alto, y para su realización hace falta la ejecución de un estudio de

prefactibilidad, en el cual se justifique plenamente la inversión, tomando en cuenta no sólo las evaluaciones económica y financiera, sino también la previsión del tráfico futuro para determinar, en base al tipo de embarcaciones al que se piensa dar servicio, la profundidad del dragado, pues a mayor volumen de dragado, mayor el costo del proyecto. Importante es también, tomar en cuenta el costo de oportunidad del capital.

Tomando en consideración que al momento de efectuar el presente estudio de tesis, la Municipalidad de Puerto Barrios, no está en capacidad de poder efectuar un proyecto de tal embergadura para el muelle municipal, también es descartado del presente trabajo para su respectivo análisis, enfocándose el mismo hacia una readecuación y remodelación de las instalaciones y estructuras existentes, en busca de mejorar su funcionamiento y ofrecer un mejor servicio a los usuarios que requieren del mismo.

#### 6.1.6. Forma de administración del muelle:

La administración del muelle municipal se propone en el presente estudio, en dos niveles, como se indica en el inciso 6.1.1., pero lo más importante es que el Consejo Municipal y el Alcalde, como responsables de dirigir la política administrativa que más se adapte al mismo, deben observar y analizar el nivel de servicios prestados por el muelle actualmente, y definir para el futuro, a través del proceso de planificación de proyectos, el crecimiento en la demanda de servicios, para poder así implementar las políticas de desarrollo para el mismo.

Actualmente la administración del muelle, se dedica casi exclusivamente, al cobro de las tarifas por servicios prestados (derecho de atraque, almacenaje, arrendamiento de locales comerciales, etc.), y no enfoca otras actividades conexas también importantes como son, la definición y planificación de proyectos para el desarrollo del muelle, entre otras. Ver cuadro No. 3.

Es importante anotar que la planificación de los proyectos para el muelle municipal es un proceso, el cual se desarrolla a través de actividades que requieren del concurso y apoyo de personas que conozcan la problemática, ya sean técnicos o profesionales, en este caso el Departamento de Ingeniería y Planificación Urbana de la Municipalidad, debe jugar un papel preponderante en la preparación y presentación de los proyectos.

El personal necesario y la cantidad adecuada del mismo para la administración del Muelle, debe estar en función de las actividades que se desarrollen, buscando la mayor eficiencia en las operaciones y servicios prestados.

6.1.7. Financiamiento y formas de recuperación de capital:

Tomando en consideración el mal estado en el que se encuentra la plataforma y demás instalaciones del Muelle Municipal, es necesario que las autoridades municipales tomen la decisión de ejecutar el proyecto de su reparación, remodelación y mejoramiento.

**Factibilidad del Proyecto: Remodelación y ampliación del Muelle Municipal de Puerto Barrios.**

Como se ha indicado anteriormente, el Muelle Municipal de Puerto Barrios, juega un papel importante e indispensable en el desarrollo de las actividades económicas de la región costera del Atlántico del país, al brindar facilidades a las embarcaciones en las operaciones de atraque y zarpe de las mismas, permitiendo así un mejor desarrollo de las actividades relacionadas con el Comercio Marítimo costero y de cabotaje, entre los municipios y aldeas ubicadas en las riveras de la Bahía de Amatique y en el caso de Punta Gorda (Belice) en el Mar Caribe (Océano Atlántico).

**Rentabilidad del Proyecto:**

Según las estimaciones realizadas, la inversión a realizar en la construcción del proyecto, se recuperará en un tiempo máximo de nueve años (9), a partir de su reapertura a las operaciones marítimas.

En el cuadro número 11, se da un detalle de los costos estimados por renglones de trabajo del proyecto, y en el cuadro número 12, un detalle del movimiento de los ingresos generados por el proyecto y los gastos de la operación ocasionados por el mismo.

**Renta mensual (R):**

R= Ingresos - costos de operación y mantenimiento  
 R= 18,720.00 Q/Mes - 7,000.00 Q/mes  
 R= 11,720.00 Q/Mes.

Entonces: Renta anual= 140,640.00 Q/Año. (Ciento cuarenta mil seiscientos cuarenta, quetzales por año).

PRESUPUESTO POR RENGLONES DE TRABAJO  
PROYECTO REMODELACION Y AMPLIACION MUELLE MUNICIPAL

REGLON	DESCRIPCION	COSTO
1.0	Trabajos en la plataforma del muelle.	Q. 467,969.77
2.0	Trabajos en rampa de acceso.	Q. 29,775.50
3.0	Construcción muro de anclaje.	Q. 16,735.32
4.0	Instalación de agua potable en el muelle.	Q. 15,000.00
5.0	Iluminación y ayudas a la navegación.	Q. 25,850.00
6.0	Talanquera de acceso	Q. 4,500.00
7.0	Construcción de edificios	Q. 654,629.87
	<b>C O S T O T O T A L</b>	<b>Q.1.217,640.46</b>

CUADRO No. 11

INGRESOS POR SERVICIOS Y OTROS RUBROS  
 (Quetzales por mes).

Servicio de muellaje a las embarcaciones	Q. 3,720.00
Almacenaje de carga en las bodegas	Q. 6,200.00
Renta de oficinas	Q. 8,800.00
<b>T O T A L D E I N G R E S O S</b>	<b>Q. 18,720.00</b>

CUADRO No. 12

COSTOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO  
 (Quetzales por mes)

Gastos de operación y mantenimiento	Q. 7,000.00
-------------------------------------	-------------

**Tiempo para recuperar la inversión:**

Si "n" es el número de años que se necesitan para recuperar la inversión efectuada en la construcción del proyecto, entonces:

$$n = \frac{\text{COSTO TOTAL DEL PROYECTO}}{\text{RENTA ANUAL}} = \frac{\text{Q. } 1.217,640.46}{\text{Q. } 140,640.00}$$

n= 8.66 años, equivalente a 9.00 años.

De donde se deduce que en nueve (9) años el proyecto pagará totalmente la inversión realizada en él. Es importante observar que en el cálculo anterior, no se tomó en cuenta ninguna tasa de interés (tasa interna de retorno), por ser un cálculo primario que permita visualizar el comportamiento de la recuperación de capital.

**Beneficio social:**

La ejecución del proyecto de la Remodelación y ampliación del Muelle Municipal de Puerto Barrios, representa un beneficio social para todas las comunidades que están ubicadas en el litoral Atlántico del país, al contar con un Muelle Municipal en buenas condiciones para desarrollar las actividades relacionadas con el comercio marítimo costero o de cabotaje.

La remodelación y ampliación del Muelle Municipal, brindará mayor seguridad en las operaciones marítimas de atraque y zarpe de las embarcaciones, tomando en consideración la importancia que tiene el enlace comercial con las comunidades circunvecinas.

Sin embargo, el Concejo Municipal tendrá que hacer un análisis sobre la capacidad de inversión de la Municipalidad, para financiar la construcción del proyecto.

**Financiamiento del proyecto:**

Para que la Municipalidad de Puerto Barrios pueda disponer de los fondos necesarios para cubrir el costo del proyecto, puede recurrir a las siguientes opciones:

- a) Construir el proyecto con recursos ordinarios propios.
- b) Adquirir el capital por medio de un préstamo, el cual puede ser con recursos internos o con recursos externos.
- c) Adquirir el capital a través de un empréstito, pudiendo emitir bonos para financiar el proyecto.
- d) Adquirir los recursos por medio de una transferencia de capital del Sector Público.
  - Gobierno central
  - Instituciones públicas financieras (INFOM).
- e) Adquirir recursos por medio de transferencias de capital del Sector Externo.
  - Donaciones de capital provenientes de países amigos, EE.UU., Canadá, Japón, etc.

6.2. OBRAS E INSTALACIONES NECESARIAS PARA EL MUELLE MUNICIPAL.

6.2.1. Ampliación y remodelación del muelle existente o construcción de un nuevo muelle.

Para darle solución a la problemática planteada que sufre actualmente el muelle municipal de Puerto Barrios, es posible establecer dos opciones: primera; ampliar y remodelar el muelle existente, y segunda; construir un nuevo muelle.

Si se decide por la opción primera, se tiene la ventaja de contar con la estructura existente de la plataforma del muelle, la cual aunque tiene problemas de asentamiento, ofrece buenas condiciones para apoyar en ella la nueva plataforma, la cual está diseñada a base de vigas longitudinales y transversales, que soportarán la losa de rodadura. Así mismo se cuenta con una edificación que sirve como bodega, la cual se puede demoler para construir allí, el nuevo edificio, que en su planta baja albergará un área para bodega de mercadería, y en la planta alta, oficinas para arrendamiento a usuarios del muelle.

Otra ventaja que tiene la primera opción, está relacionada con las condiciones de tipo marítimo como el calado (profundidad del agua), la orientación del muelle con respecto a los vientos y a las corrientes marinas; de éstas,



la más importante es el calado o la profundidad del agua, tanto en la cercanía del muelle, como en las zonas de acercamiento al mismo, teniendo en las mismas, un calado de siete (7) pies, el cual se considera aceptable, tomando en consideración el tipo y tamaño de embarcaciones que llegan al muelle.

Si se decide por la opción segunda, es decir por la construcción de un muelle nuevo, se tiene el inconveniente que la Municipalidad no cuenta con un predio adecuado para la construcción del mismo, existiendo nuevamente la necesidad de ocupar el ancho de alguna calle o avenida que finalice en la orilla del mar. Por otro lado se tiene la limitante que la playa hacia el norte de Puerto Barrios (final de calles), es muy prolongada, de muy bajo calado, lo cual hace casi imposible proponer algún lugar para el emplazamiento de un nuevo muelle.

Por todo lo anteriormente expuesto, se propone realizar la remodelación y ampliación del muelle existente, teniendo como objetivo, buscar el mejor funcionamiento del muelle, para que preste un servicio eficiente a los usuarios, así como minimizar la inversión de recursos económicos.

#### 6.2.2. Delimitación del muelle municipal

El muelle municipal de Puerto Barrios está ubicado en la finalización de la 12 Calle, orilla del mar (Bahía de Amatique), por lo que el espacio disponible en tierra para su funcionamiento y futuro desarrollo es limitado. El muelle se puede clasificar de tipo espigón, de construcción cerrada, la plataforma de rodadura original, de losa de concreto reforzado, estaba apoyada en el relleno de piedra, dicho relleno sufrió asentamientos diferenciales, debido a la segregación y separación de las piedras entre sí, provocando el hundimiento de la primera plataforma; como consecuencia del hundimiento del muelle, se procedió a levantar el nivel de la plataforma del mismo, construyendo la plataforma con que actualmente cuenta el muelle, para lo cual se construyeron tres vigas longitudinales apoyadas y ancladas en la losa existente, fundiendo una nueva losa de rodadura de concreto reforzado, apoyada además sobre un relleno de material selecto compactado colocado entre las vigas.

El muelle actual también ha sufrido asentamientos diferenciales, los cuales son más severos en el extremo lado del mar, quedando la plataforma del mismo bajo nivel del mar cuando sube la marea.

Para dar solución a la problemática planteada, se ha trabajado en la planificación de un proyecto, el cual representa la parte medular del presente estudio de tesis.

A continuación se da una breve descripción de cada uno de los componentes del proyecto:

#### TRABAJOS EN LA PLATAFORMA DEL MUELLE:

Entre los trabajos que se realizarán en la plataforma del muelle se pueden mencionar los siguientes:

- Demolición de estructuras de concreto para cimentar y anclar las nuevas vigas longitudinales y transversales.
- Fundición de vigas longitudinales y transversales, y losa de rodadura, de concreto reforzado.
- La plataforma del muelle se ampliará, debido a la construcción de vigas voladizo a los dos lados y en el extremo de mar.
- Colocación de las nuevas bitas de amarre, las cuales tendrán una capacidad para diez toneladas de tracción.
- Colocación del nuevo sistema de defensas, basado en la utilización de madera de pino, tratado con sales minerales y neumáticos de vehículo ring diez y seis, la separación entre cada neumático será de un metro con cincuenta centímetros. Este tipo de defensa se considera adecuado para el tipo y dimensiones de las embarcaciones que llegan al muelle.
- Se construirá un muro de anclaje y contención, de concreto reforzado, entre plataforma y rampa de acceso.
- Colocación de tubería de hierro galvanizado, para la introducción de agua potable a la plataforma, la instalación será completa, con todos los accesorios: contador tipo industrial, caja para toma, etc.
- Instalación de dos lámparas tipo cobra, de vapor de mercurio, con alambrado de cable unifilar THW, 600 voltios, número 14, para dar mayor iluminación al muelle por las noches.

- Colocación de una linterna marina o capacete, con luces de navegación para ayudar en las maniobras de navegación nocturnas en el atraque y zarpe de las embarcaciones.

#### TRABAJOS EN LA RAMPA DE ACCESO:

Los trabajos en la rampa de acceso servirán para darle a la misma mayor elevación o altura, debido a que el nivel de la plataforma del muelle se elevará a la cota +1.15 metros, para lo cual se deberán ejecutar las siguientes actividades:

- Colocación de relleno de material selecto compactado
- Fundición de losa de rodadura de 0.15 metros de espesor, concreto reforzado  $F'c = 4,500$  PSI, acero grado 40.

#### CONSTRUCCION DE EDIFICIOS:

Se construirán dos edificios de dos plantas cada uno, la planta baja se utilizará como bodega para almacenar carga y mercadería en general, y en el segundo nivel se construirán locales para oficinas, las cuales contarán cada una con su servicio sanitario, las gradas para el acceso al segundo nivel serán exteriores, con cubierta para el resguardo de la lluvia.

La construcción será a base de mampostería reforzada, con entrepiso de concreto reforzado y el techo del segundo nivel será de estructura metálica y lámina ondalita o similar con instalación de cielo falso.

Las edificaciones tendrán sus instalaciones de energía eléctrica (iluminación y fuerza), agua potable, drenaje de aguas negras y la instalación de una fosa séptica por cada una, previo a desfogar los afluentes al mar.

La construcción de estos dos edificios, servirá para elevar el nivel de servicio que el muelle prestará a los usuarios.

**ESTUDIOS ADICIONALES EFECTUADOS EN EL MUELLE MUNICIPAL  
DE PUERTO BARRIOS****- Estudio de batimetría:**

Dicho estudio se efectuó con la finalidad de observar la profundidad del fondo marino en las cercanías del muelle. Del mismo se pudo comprobar que el calado máximo es de siete (7) pies, equivalente a dos metros diez centímetros (2.10m.). En una longitud de treinta metros (30.00 m.) no se observan cambios sustanciales en el calado del área por donde se acercan las embarcaciones, en las maniobras de atraque y zarpe, manteniéndose en siete (7) pies, el cual es adecuado para el tipo y tamaño de las embarcaciones que utilizan el muelle.

Los resultados de dicho estudio se pueden observar en el plano No. 4/11, del proyecto Remodelación y ampliación del muelle municipal de Puerto Barrios.

**- Estudio del flujo de circulación de las embarcaciones:**

La realización de este estudio tuvo por objetivo conocer la forma en que los capitanes de las embarcaciones realizaban la maniobra de acercamiento y alejamiento del muelle. Del mismo se comprobó que las embarcaciones se acercan al muelle con marcha orientada hacia la proa, mientras que cuando se alejan del muelle, lo hacen en marcha orientada hacia la popa, retrocediendo en busca de mayor profundidad o calado para luego poder dar el viraje hacia estribor, detenerse y luego enfilarse con marcha orientada hacia la proa y encaminarse hacia Livingston, Punta Gorda Belice y otros lugares.

Los resultados de dicho estudio se pueden observar en el plano No. 5/11, del proyecto Remodelación y ampliación del muelle municipal de Puerto Barrios.

**6.2.3. Construcción de bodega:**

El muelle actual cuenta con una bodega, la cual se considera insuficiente para el volumen de carga que ingresa a la misma. Por consiguiente dentro de las instalaciones que se están proyectando construir en el nuevo muelle, están dos bodegas, las cuales permitirán ofrecer un área disponible para almacenaje de carga de ciento cincuenta metros cuadrados equivalente a unos 600 metros cúbicos aproximadamente, estas bodegas están ubicadas en la planta baja de los edificios a construir.

Cada bodega contará con una oficina administrativa para el control respectivo de ingreso y egreso de la carga.

#### 6.2.4. Construcción de oficina:

En el nuevo proyecto se prevee construir dos edificios, los cuales en su primer nivel servirán como bodegas y servicios sanitarios públicos, y en el segundo nivel tendrán cuatro oficinas cada uno, con sus respectivos servicios sanitarios privados, en total se dispondrá de ocho oficinas, las cuales servirán para albergar a personal de las distintas instituciones cuyas actividades se relacionan con las desarrolladas por el Muelle Municipal, entre ellas se pueden mencionar las siguientes:

Guardia de Hacienda, Dirección de Inmigración, Oficinas para venta de boletos, etc.

Las oficinas tendrán un área aproximadamente de: 13.20 metros cuadrados la más pequeña y 17.83 metros cuadrados las más grande. Ver planos Nos. 10/11 y 11/11.

#### 6.2.5. Garita de control

La garita de control es opcional, ésta se puede colocar dentro de una bodega, cerca de donde estará colocada la talanquera de entrada. Como función principal tendrá la vigilancia y control de los vehículos de carga que entren y salgan del muelle. La Guardia Municipal será la encargada de operarla.

#### 6.2.6. Servicio de Gasolinera:

Actualmente existe en el Muelle Municipal un servicio de gasolinera para la atención de los usuarios que llegan con sus embarcaciones para abastecerse de combustible, sin embargo este servicio lo presta una empresa privada, cuya ubicación es colindante con el muelle. Esta empresa no tiene los muelles y atracaderos necesarios para el acercamiento y atraque seguro de las embarcaciones para el aprovisionamiento, por lo que las mismas se abastecen en los muelles de Livingston, a pesar que los combustibles gasolina y diesel son transportados desde Puerto Barrios a esa localidad en lanchones halados por barcos pequeños.

En el futuro se podría colocar una tubería desde donde se localiza el tanque y la bomba de combustible hasta algún lugar bien ubicado en el muelle, y poder así, prestar eficientemente dicho servicio.

**6.2.7. Acceso al muelle:**

El acceso al muelle se hace directamente por la 12 Calle en dirección hacia el Oeste, sobre la orilla de la Bahía de Santo Tomás, en el interior de la Bahía de Amatique. El área del acceso es amplio, debido a que en ese punto se intersectan, 1a. y 2da. avenidas, con la 12 calle, brindado buen espacio para el ingreso y egreso de vehículos pesados en el muelle, sin embargo para días de asueto y feriados nacionales, como la Semana Santa, el parqueo de vehículos pequeños en la cercanía del muelle es muy grande, provocando congestión en la circulación de los mismos. Esta situación ha generado que algunos lotes o terrenos particulares ubicados en los alrededores del Muelle Municipal, sean utilizados en esas fechas como parqueos privados.

**6.3. ASPECTOS TARIFARIOS:****6.3.1. Servicios a la carga****6.3.1.1. Manipulación:**

En la actualidad el muelle no maneja la carga directamente por su cuenta, es decir, que no interviene en el proceso de carga y descarga, debido al poco volumen de la misma, lo cual no justifica la compra o adquisición de maquinaria especial para la prestación de este servicio, por consiguiente, es el usuario el que directamente paga por la carga y descarga de la mercadería de los camiones de transporte, a las embarcaciones o viceversa.

En el futuro, cuando aumente la cantidad de carga manipulada en el muelle, se pueda justificar la adquisición de maquinaria tipo montacarga, para agilizar el movimiento de mercadería dentro del muelle.

El pago que existe actualmente es por el ingreso de los camioneros de transporte pesado al muelle, y el cobro es de Q 15.00 quetzales por camión y Q 5.00 quetzales por vehículo pequeño.

**6.3.1.2 Almacenaje:**

En la actualidad se presta el servicio de almacenaje de carga en la bodega existente del muelle, sin embargo el espacio disponible con el que se cuenta es muy pequeño, por lo que se hace necesario ampliar el área de almacenaje, dicha ampliación está prevista cuando se

construyan los dos edificios planificados en el proyecto de ampliación y mejoramiento del Muelle Municipal.

La tarifa que se ha cobrado por almacenaje de carga es variable, pues no se cuenta con báscula para poder ingresar la mercadería con su peso, y poder aplicar una tarifa adecuada. Sin embargo el peso se toma aproximado, cobrando dicho servicio por quintal y algunas veces por volumen que se ocupa en la bodega, existiendo una tarifa variable, cobrando desde Q 0.25 a Q 25.00 quetzales por período de 24 horas.

La tarifa actual que se cobra en el muelle por almacenaje se considera adecuada, tomando en consideración que las condiciones de la bodega son buenas, quedando la carga bajo custodia continua.

### 6.3.2. Servicios a la Nave:

#### 6.3.2.1 Ayudas a la navegavción:

Tomando en consideración la investigación realizada, se puede decir que la navegación hacia y desde el Muelle Municipal, se ha realizado sin contar con ayudas a la navegación como faros, boyas y luces de iluminación, en parte por la facilidad de el acceso al muelle, en las maniobras de atraque y zarpe de las naves, y también porque la navegación se efectúa principalmente de día, siendo mínima la navegación en horas nocturnas. Sin embargo en el presente proyecto en estudio, se considera necesario colocar una linterna o lámpara marina de faro, con luz color blanco, con el propósito de delinear el muelle y dar mayor orientación y seguridad a las embarcaciones en el momento de acercarse al mismo.

Es necesario observar que al Sur-Oeste del muelle, existe una zona de poca profundidad la cual podría convertirse en peligro a la navegación, sin embargo los pilotos o capitanes de las naves, tienen mucha experiencia en el momento de acercarse al muelle, tratando de orientarse al mismo en línea vertical a la playa. Por el momento no se considera necesario colocar otra lámpara marina en dicho sector, debiéndose revisar más adelante la conveniencia de su colocación.

#### 6.3.2.2. Muellaje:

En el Muelle Municipal se cobra actualmente el servicio de muellaje al dueño de la embarcación. Según lo expresado en el Manual de Terminología Portuaria, se entiende por muellaje el cobro que se hace a la Compañía Naviera por el uso de la plataforma del muelle, por el tiempo que

permanece la nave atracada a él. En el presente proyecto en estudio se propone que el cobro a las embarcaciones atracadas al muelle sea de 15.00 quetzales por atraque y Q 5.00 quetzales por hora de estadía, y para lanchas pequeñas Q 5.00 quetzales por derecho de atraque.

#### 6.3.2.3. Combustible:

En la actualidad no se presta el servicio de suministro de combustible en el Muelle Municipal, aunque existe una gasolinera privada en la vecindad del mismo, en donde se abastecen de combustible las embarcaciones pequeñas y livianas que requieren dicho servicio. Es necesario que en el futuro se contemple la construcción de una tubería que conecte la bomba de gasolina con la punta del muelle, para poder brindar ese servicio con más comodidad a las embarcaciones mayores.

#### 6.3.2.4. Agua:

Dentro de los servicios que un muelle debe prestar a las embarcaciones, el de agua potable es uno de los principales, sin embargo éste no es prestado en el Muelle Municipal.

Dentro de los trabajos a ejecutar en el proyecto que se plantea, está la construcción de la tubería para introducir el servicio de agua potable al muelle, y que se pueda contar con el mismo para prestar un mejor servicio a las embarcaciones. Los trabajos contemplan la colocación de un contador tipo industrial, para poder medir la cantidad de agua proporcionada a cada embarcación, para objeto de cobro por el servicio.

### 6.4. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES:

#### 6.4.1. Personal a cargo del mantenimiento del muelle y de apoyo a las maniobras de atraque y zarpe de las embarcaciones

Es necesario para mantener las instalaciones del muelle en buen estado, que se disponga del personal adecuado para la ejecución de las actividades de mantenimiento tanto en la plataforma del muelle, como en las demás instalaciones del mismo, es decir, bodegas, oficinas, etc. A continuación se da un listado de las instalaciones que deben inspeccionarse continuamente:



- Plataforma o cubierta del muelle:

La plataforma del muelle debe ser inspeccionada con mucha frecuencia, debido a que la misma está sometida a la acción del tráfico del transporte pesado que ingresa al muelle.

- Defensas del muelle:

Debido a que la función principal de las defensas es evitar que tanto el buque como el muelle sufran daño durante las maniobras de atraque y zarpe, éstas sufren daños constantes, por lo que es necesario su revisión e inspección continua para cambiar los elementos que resulten dañados.

- Bitas de amarre:

Las bitas se deben inspeccionar principalmente en su base, pues es posible que sufran daño debido a las fuerzas que deben resistir (10 a 15 toneladas).

Contra la corrosión se deberá aplicar pintura anticorrosiva periódicamente, aproximadamente tres aplicaciones por año.

- Bodegas y oficinas:

Las bodegas y oficinas deben también ser revisadas periódicamente en sus estructuras, especialmente en sus instalaciones, tales como las hidráulicas y eléctricas (Agua potable, drenajes pluviales, drenajes de aguas servidas, instalaciones eléctricas, etc.), para que los desperfectos que sean detectados se reparen inmediatamente.

El personal a cargo de las actividades del mantenimiento puede ser no mayor de tres personas, y no necesariamente deben pertenecer al personal que labora directamente en el muelle, pues al detectar algún desperfecto o falla, se puede solicitar personal del Departamento de Mantenimiento de la Municipalidad para que efectúen las reparaciones.

En cuanto al personal que es necesario para que apoye en las maniobras de atraque y zarpe de las embarcaciones, pueden ser dos personas que además de realizar dichas actividades, laboren en alguna bodega como ayudantes del administrador del muelle.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## CONCLUSIONES:

1. El desarrollo de los puertos nacionales de primer orden, es decir Puerto Quetzal y Puerto Santo Tomás de Castilla, requiere de una planificación estratégica de alto nivel, la cual debe ser congruente con las necesidades de tipo comercial del país, además de permitir que los mismos puedan adaptarse al ritmo de expansión del tráfico marítimo.
2. Solamente cuando se han analizado las características de los puertos, sus necesidades de ampliación, su organización administrativa interna, su vocación de servicio, su productividad y otras particularidades de los mismos, tomando como base los principios de la planificación portuaria, se prevee realizar inversiones de capital realmente necesarias, debiendo tomar en cuenta también la escasez de los bienes de capital en el país, y la existencia de otras alternativas de inversión.
3. Con respecto al Muelle Municipal de Puerto Barrios, Izabal, es necesario que la Municipalidad ejecute su remodelación y ampliación, tomando en cuenta el servicio que presta al desarrollo económico de la región, promoviendo el comercio marítimo de cabotaje en el litoral Atlántico del país.

## RECOMENDACIONES:

1. Al concluir el presente estudio de tesis de graduación, queda también plasmada la intención que originó su concepción, la cual es permitir que los funcionarios de las empresas portuarias del país, se introduzcan en el campo de la planificación portuaria, con el objetivo de analizar y estudiar los diversos problemas que influyen directamente en el desarrollo de nuestros puertos, y como se indica de una forma sabia en el Manual de Desarrollo Portuario de la UNCTAD, tener presente que: "La planificación portuaria es una tarea estimulante y compleja, pero no excepcionalmente difícil. Requiere un cabal entendimiento del modo como funciona un puerto eficiente, un conocimiento adecuado de las condiciones económicas generales del país, mucho sentido común y un cierto talento para imaginar el futuro".